

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



فصلنامه‌ی علمی - تحقیقی علوم فنی
دانشگاه خاتم النبیین (ص)
ریاست تحقیقات
سال دوم، شماره‌ی دوم، بهار ۱۴۰۳
صاحب امتیاز: دانشگاه خاتم النبیین (ص)
مدیر مسئول: سید زکریا حبیب
سرمدیر: سید محمد احمدی

اعضای هیئت تحریر

عضو هیات علمی دانشکده کامپیوتر ساینس دانشگاه خاتم النبیین (ص)	سید محمد احمدی
عضو هیات علمی دانشکده کامپیوتر ساینس دانشگاه کاتب	محمد ناظم جعفری
عضو هیات علمی دانشکده کامپیوتر ساینس دانشگاه کاتب	مرتضی نیکزاد
عضو هیات علمی دانشکده کامپیوتر ساینس دانشگاه کابل	محمد یحی اخلاقی
عضو هیات علمی دانشکده کامپیوتر ساینس دانشگاه خاتم النبیین (ص)	عباس محبی
عضو هیات علمی دانشکده کامپیوتر ساینس دانشگاه خاتم النبیین (ص)	محمد علی فهیمی
عضو هیات علمی دانشکده کامپیوتر ساینس دانشگاه خاتم النبیین (ص)	سید محمد شریف شاکر
عضو هیات علمی دانشکده کامپیوتر ساینس دانشگاه تعلیم تربیه کابل	محمد آصیف دولت نظر
عضو هیات علمی دانشکده انجنیری دانشگاه خاتم النبیین (ص)	رجب علی احمدی
عضو هیات علمی دانشکده انجنیری دانشگاه خاتم النبیین (ص)	سید انور شاه موسوی
عضو هیات علمی دانشکده انجنیری دانشگاه خاتم النبیین (ص)	محمد نسیم زاهدی
عضو هیات علمی دانشکده انجنیری دانشگاه خاتم النبیین (ص)	نجیب الله خالقی
عضو هیات علمی دانشکده کامپیوتر ساینس دانشگاه خاتم النبیین (ص)	سید زکریا حبیب
عضو هیات علمی دانشکده انجنیری دانشگاه کاتب	محمد هادی فصیحی
دانشکده برق دانشگاه پل تکنیک کابل	محمد ضامن جعفری
عضو هیات علمی دانشکده کامپیوتر ساینس دانشگاه تعلیم تربیه کابل	قربان علی فروغ

ویراستار ادبی: سید محمد سجادی
صفحه آرا و طراح جلد: مجتبی احمدی

آدرس: کابل، سرک دارالامان، دانشگاه خاتم النبیین (ص)

شماره‌ی تماس: ۰۷۸۷۷۰۰۷۰۰

E-mail: info@knu.edu.af

Web: www.knu.edu.af

یادآوری: هرگونه استفاده از محتوای این فصلنامه تنها با ذکر منبع مجاز است.

راهنمای تنظیم مقالات

این راهنمود به منظور تدوین مقالات علمی و پژوهشی با استانداردهای معین تهیه و تدوین شده است و از این رو، مقاله باید دارای مشخصات ذیل باشد:

۱. مقالات تحقیقی، تألیفی، مستند و تحلیلی باشند؛
۲. مقالات قبلاً در هیچ مجله‌ای چاپ نشده و یا همزمان به مجله‌ی دیگری ارسال نشده باشند.
۳. مقالات باید به همراه نام، نشانی دقیق، شماره تماس و ایمیل نویسنده به ایمیل مخصوص سردبیر مجله ارسال شود.
۴. عنوان دري، چکیده دري (حداقل ۲۰۰ حداکثر ۲۵۰ کلمه شامل هدف، روش و یافته‌ها) و کلیدواژه‌ها (حداکثر ۷ کلمه)؛
۵. عنوان انگلیسی، چکیده انگلیسی (حداقل ۲۰۰ و حداکثر ۲۵۰ کلمه شامل هدف، روش و یافته‌ها) و کلیدواژه‌ها (حداکثر ۷ کلمه)؛
۶. مقاله باید دارای مقدمه، متن (حداقل ۴۵۰۰ کلمه و حداکثر ۷۵۰۰ کلمه)، نتیجه‌گیری باشد؛
۷. مقدمه (حداکثر ۳ صفحه ۳۵۰ کلمه) باید شامل موارد ذیل باشد: بیان مسأله، سوال‌های اصلی و فرعی، فرضیه‌ها؛ ضرورت و اهمیت، اهداف، نوآوری، نوع، پیشینه و ساختار تحقیق؛
۸. رفرنس بر اساس شیوه‌نامه استناددهی درون متنی باشد؛ (تخلص، سال و شماره صفحه)
۹. عنوان و چکیده انگلیسی (حداکثر ۲۵۰ کلمه شامل هدف، روش و یافته‌ها) و کلیدواژه‌ها (حداکثر ۷ کلمه)؛
۱۰. اسامی خاص و اصطلاحات لاتین در پاورقی ذکر شود؛
۱۱. عناوین اصلی و فرعی در بدنه (متن) مقاله با استفاده از حروف اعداد و به شکل زیر مشخص شوند:
عناوین اصلی مقاله - به جز مقدمه و نتیجه - با حروف ابجد (الف، ب، ج، ...)؛
عناوین فرعی با اعداد تک رقمی (۱، ۲، ۳، ...)؛
عناوین جزئی‌تر با اعداد ترکیبی دو و سه رقمی (۱-۱، ۱-۲، ۱-۳ و ... ۱-۱-۱، ۱-۱-۲، ۱-۱-۳ و ... ۱-۱-۳ و ...).
۱۲. تمامی قواعد و استانداردهای نگارشی رعایت گردد؛
نیم‌فاصله‌ها در مقاله رعایت شود. به عنوان مثال: می‌رود (صحیح) می‌رود (غلط)
۱۳. بین کلمات تنها یک فاصله باشد و فاصله‌های اضافه حذف شود. به عنوان مثال:
قانون. جزا (صحیح) قانون... جزا (غلط)

۱۴. فهرست منابع

فهرست منابع در عناوین کلی به کتاب، مقاله، پایان نامه و اسناد داخلی و بین المللی تقسیم بندی شود؛

فهرست کتاب: تخلص، نام کوچک، (سال نشر) نام کتاب، جلد (نام و تخلص مترجم، اگر ترجمه باشد) محل نشر، انتشارات، نوبت چاپ؛

فهرست مقاله: تخلص، نام نویسنده، نام مقاله، (نام و تخلص مترجم، اگر ترجمه باشد) شماره مسلسل، سال نشر، صفحات مقاله در مجله؛

در صورتی که سند داخلی و یا بین المللی باشد، نام سند و سال تصویب حتما ذکر گردد؛

یادآوری:

از آنجا که احترام به حقوق پدیدآورندگان آثار علمی یکی از اصول راهبردی مجله است، نقض این حقوق توسط ارسال کنندگان مقالات، موجب رد مقاله خواهد شد؛

سردبیر در تلخیص، اصلاح و ویرایش مقالات پذیرفته شده آزاد است.

در صورت لزوم به روزرسانی اطلاعات مندرج در مقاله هنگام چاپ، نویسنده (گان) متعهد به انجام آن است (هستند).

دفتر مجله مجاز خواهد بود مقالات چاپ شده را به صورت الکترونیکی نیز عرضه نماید.

مسئولیت آرا و دیدگاه‌های ارائه شده در مقاله‌ها به عهده نویسندگان است و چاپ آن‌ها به معنی تأیید مطالب نیست.

فهرست مطالب

- مروری بر مدیریت پروژه نرم افزار با استفاده از تکنیک یادگیری ماشین..... ۳
- کاربردهای شبکه عصبی مصنوعی در مهندسی ژئوتکنیک: مطالعه مروری..... ۶۹
- شناسایی و ردیابی انسان از روی تصاویر..... ۸۵
- بررسی روش های ردیابی هدف براساس فیلتر ذره ای..... ۹۷
- ارائه روشی جهت کنترل پذیرش تماس برای نقطه دسترسی IEEE802.11 مبتنی بر پروتکل
شروع جلسه..... ۱۳۱
- حفاظت لرزهای ساختمان ها با استفاده از ترکیب خاک و لاستیک به عنوان جداساز لرزهای
ژئوتکنیکی..... ۱۴۵

سخن نخست

از ابتدای تاریخ بشریت تا امروز، انسان همواره به دنبال رفاه و زندگی بهتر در سایه امنیت اجتماعی و ارتباطات مثبت و سازنده با هم‌نوعان خود بوده است. با گذشت زمان و فهم نیازهای متنوع بشری، خلاقیت انسان و فهم مسئله و حل مسئله او باعث پیشرفت و ایجاد مسیری برای گذر از مشکلات و رفع نیازهای وی شده است. پس از انقلاب صنعتی، به‌گونه‌ای دگرگونی بی‌سابقه‌ای در عرصه علم و صنعت جهان رخ داد که سرعت رشد علمی انسان نسبت به گذشته چندبرابر شد. یکی از مهم‌ترین عرصه‌های دنیای امروز، عرصه علم و صنعت کشورها است؛ به طوری که ملاک و معیار بسیاری از اندیشمندان در توسعه‌یافتگی جوامع، همین موضوع مطرح می‌شود.

توسعه و رشد علمی و صنعتی جوامع وابستگی بسیاری به پویایی فضای علمی و پژوهشی کشورها و بعضاً منطقه‌ای دارد. به‌طور کلی در دنیای ارتباطات و تعاملات بسیار نزدیک امروز، که با عنوان دهکده جهانی از آن یاد می‌شود، سرایت و گسترش علم و صنعت با سرعت زیادی روبرو است. این در حالی است که کشورهای آسیای مرکزی و جنوبی در سال‌های اخیر سرعت خوبی در حرکت به سمت توسعه‌یافتگی گرفته‌اند.

روی دیگر سکه توسعه‌یافتگی به فعالیت پژوهشی اندیشمندان هر کشور وابسته است؛ بنابراین، ایجاد فضای پژوهشی مناسب برای اندیشمندان و تشویق و ترغیب دانشجویان و اساتید دانشگاه‌ها برای انجام پژوهش‌های کاربردی، امری لازم است. افغانستان نیز، به‌دلیل موقعیت جغرافیایی حساس در اتصال کشورهای مرکزی آسیا به جنوب این قاره، فرصت خوبی در انتقال دانش از کشورهای همسایه و پیشرفت علمی و صنعتی دارد که لازم است دانشجویان و اساتید این کشور اهتمام و انگیزه جدی برای این امر و ایجاد توسعه و رفع فقر از این کشور داشته باشند. مجله علوم فنی و انجینیری دانشگاه خاتم‌النبین (ص) اهتمام ویژه دارد تا با کادری مسئول نسبت به کشور خود در مسیر کمک به اعتلای علمی و رشد و توسعه افغانستان گام بردارد؛ بنابراین، این مجله با افتخار جدیدترین آزمایشات و تحقیقات اساتید و دانشجویان رشته‌های کامپیوتر ساینس، برق، سیول و تکنالوژی معلوماتی را نشر می‌کند و از محققان و مهندسان کشور دعوت می‌کند در امر آبادانی این مرز و بوم از طریق حل مشکلات فنی و انجینیری کشور سهیم باشند.

این شماره از مجله فنی ترکیبی از مقالات اساتید و دانشجویان رشته‌های کامپیوتر ساینس و انجینیری سیول است. با توجه به کاربرد گسترده علوم کامپیوتر در شاخه‌های مختلف علوم، استفاده از راه‌حل‌ها و روش‌های کامپیوتری در حل مسائل و موضوعات سیول در برخی مقالات بررسی و تجزیه و تحلیل شده است. شاخه‌ها، موضوعات، سؤالات و موضوعات جدیدی

هرروزه با پیشرفت علم و فناوری ایجاد می‌شود که مهندسان و پژوهشگران با خلاقیت و فن خود به حل سؤالات و رفع مشکلات می‌پردازند؛ ازسوی دیگر، افزایش کارایی و بازدهی سیستم‌های کامپیوتری و ایجاد اطمینان بیشتر در سازه‌های انجینیری از موضوعات و دغدغه‌های همیشگی مهندسان و پژوهشگران این دو رشته است که در این شماره از مجله علوم فنی و انجینیری راهکارهایی برای حل برخی مشکلات یا افزایش بازدهی و عملکرد بهتر سیستم‌های کامپیوتری و سازه‌های انجینیری توسط محققان و اساتید مختلف ارائه و بیان شده‌اند. با گسترده شدن دامنه علوم و تنوع موضوعات جزئی در حوزه‌های مختلف، نگاه کلی و تاریخی به حوزه‌ها و موضوعات به محققان و مهندسان کمک می‌کند تا آگاهی عمومی بهتری به کلیت موضوعات مطرح در حوزه علمی و پژوهشی خود داشته باشند و بتوانند سؤالات، کمبودها و موضوعات جدید هر حوزه را رصد کرده و نسبت به حل یا رفع آن‌ها عمل کنند؛ ازاین‌رو، مقالات مروری که موضوعات متنوع و مطرح حاضر حوزه‌های مختلف را بحث کرده و کمبودها یا روند پیشرفت علم را نشان می‌دهند اهمیت بالایی دارند که در مجله حاضر از این مقالات ارزشمند نیز برخوردار است.

همان‌طور که بیان شد، مجله حاضر حاصل تحقیقات و پژوهش‌های ارزشمند اساتید و دانشجویان افغانستانی است که تلاش کرده‌اند سهمی در ایجاد کشوری توسعه‌یافته داشته باشند. ایجاد و تقویت فرهنگ پژوهش در کشور ما بیش از هر زمان دیگر احساس می‌شود. دانشگاه خاتم النبیین (ص) حمایت از علاقه‌مندان این عرصه را افتخار و وظیفه ملی و شرعی خود می‌داند و می‌کوشد جامعه علمی کشور را هرچه بیشتر به این مسیر ترغیب و تشویق کند. کادر مجله علوم فنی و انجینیری نیز امید دارند این گام‌های کوچک، دوام‌دار و مستمر باشند و تأثیری بر فضای علمی و پژوهشی کشور داشته باشند تا حرکت به سمت توسعه و انکشاف افغانستان متوقف نشده و نتیجه‌بخش باشد.

سید محمد سجادی

سردبیر



مروری بر مدیریت پروژه نرم افزار با استفاده از تکنیک یادگیری ماشین

محمد نجاح مهدی، محمد هزلی محمد زبیل، عبدالرحیم احمد، ژسلان اسماعیل، یونس یوسف،
لیم کوک چنگ، محمدسفیان بن محمد عظمی، حیدر ناطق و هوشالینی هاپالا نایدو

مترجم: حبیب الله حیدری^۱

چکیده

برنامه‌ریزی و ارزیابی مدیریت پروژه در فعالیت‌های عملکردی از اهمیت بالایی برخوردار است. بدون برنامه‌ای واقعی و منطقی، مدیریت پروژه به‌طور کارآمد، آسان نیست. این مقاله، مروری گسترده و جامع از مقالات مربوط به کاربرد یادگیری ماشین در مدیریت پروژه نرم‌افزاری ارائه می‌دهد؛ علاوه بر این، مقاله حاضر تجزیه و تحلیل ادبیات گسترده‌ای از یادگیری ماشین، مدیریت پروژه نرم‌افزار و تکنیک‌های سه کتابخانه اصلی Science، Web of Science، Directs و IEEE Explore را ارائه می‌دهد. ۱۱۱ مقاله در این سه مخزن به چهار دسته تقسیم می‌شوند؛ دسته اول شامل مقالات تحقیقی و نظرسنجی در مورد مدیریت پروژه نرم‌افزاری است؛ دسته دوم شامل مقالاتی است که مبتنی بر روش‌ها و استراتژی‌های یادگیری ماشین هستند که در پروژه‌ها استفاده می‌شوند؛ دسته سوم شامل مطالعات مربوط به مراحل و آزمون‌هایی است که پارامترهای مورد استفاده در مدیریت یادگیری ماشین هستند و کلاس‌های نهایی نتایج حاصل از مطالعه، مشارکت مطالعات در تولید و ارتقای پیش‌بینی پروژه‌های یادگیری ماشین هستند. مشارکت ما همچنین دیدگاه جامع‌تری دارد و زمینه‌ای را ارائه می‌دهد که برای کار بالقوه در مدیریت ریسک پروژه مهم است. در نتیجه، ما نشان داده‌ایم که ارزیابی ریسک پروژه توسط یادگیری ماشین در به حداقل رساندن ضرر پروژه موفق‌تر است؛ بنابراین، احتمال موفقیت پروژه را افزایش می‌دهد و راهی جایگزین برای کاهش مؤثر احتمالات شکست پروژه و افزایش نسبت خروجی برای رشد ارائه می‌کند و همچنین تجزیه و تحلیل پیش‌بینی خطای نرم‌افزار را براساس دقت تسهیل می‌کند.

واژگان کلیدی: تکنیک یادگیری ماشین، برآورد پروژه نرم‌افزار، برآورد نرم‌افزار، مدیریت پروژه نرم‌افزار، ارزیابی ریسک پروژه.

^۱ لیسانس علوم کامپیوتر، دانشگاه قم، قم، ایران

بهبود کارایی و حفظ پایداری پروژه نرم‌افزاری از موانعی است که مدیران پروژه با آن روبرو هستند. احتمال شکست پروژه عموماً به‌دلیل کمبود دانش، مهارت، منابع و فناوری در حین اجرای پروژه است [۳-۱]. دانشی که از مجموعه داده‌های پروژه‌های گذشته به دست می‌آید، می‌تواند برای توسعه مدل‌های پیش‌بینی با استفاده از روش‌شناسی‌های ریاضی از جمله رگرسیون خطی و مطالعه روش‌های مرتبط با یادگیری ماشین (ML) مانند شبکه مصنوعی شبکه (ANN) و ماشین‌های بردار پشتیبانی (SVM) روشی را ارائه دهند که برای پیش‌بینی آینده پروژه بر شواهد فعلی و گذشته آن متمرکز است. به دلیل زیاد بودن الگوریتم‌های مختلف ML، تعدادی از آن‌ها هنوز مورد مطالعه قرار نگرفته‌اند. با توجه به یافته‌های موارد مطالعه‌شده در این مقاله، دلیل استفاده از پروژه‌های خودکار، مسائل ارزیابی مدیریت پروژه و روش‌شناسی توسعه ML مطرح می‌شود. نتایج تجربی مورد ارزیابی قرار خواهند گرفت.

اگرچه ادبیات پروژه، موفقیت و شکست پروژه را توصیف می‌کند، اما بحث‌های طولانی در مورد چگونگی اندازه‌گیری پیشرفت پروژه را وجود دارد. درک عملکرد پروژه و ارزیابی موفقیت پروژه متفاوت است [۴]. هیوز^۱ و سایر اعضا [۵] در مؤسسه مدیریت پروژه (PMI) [۶] بین متغیرهای موفقیت پروژه و عملکرد آن تفاوت قائل می‌شوند.

آستانه‌های پیشرفت پروژه برای اندازه‌گیری موفقیت و شکست آن ارزیابی می‌شوند و بازخوردی برای پیشرفت پروژه در نظر گرفته می‌شود. از لحاظ تاریخی، ارائه نتایج لازم و استفاده از منابع انتخاب‌شده توسط یک پروژه موفق در مدت پروژه مشخص [۷] متمایز می‌شود [۶]. PMI ابتکاراتی را شناسایی می‌کند که به اهداف پروژه، معیارها و جاه‌طلبی‌های ذی‌نفعان با موفقیت دست می‌یابد. محققانی مانند کومو علاءوانی^۲ [۸]، کیتس و ملاقاسمی^۳ [۹]، پارسونز^۴ [۱۰] و روزنفلد^۵ [۱۱] اثرات معیارهای کلاسیک هدف مانند هزینه پروژه (بالتر و کمتر از بودجه)، زمان پروژه (زود، دیر یا زود) و خروجی نتایج پروژه (با ویژگی‌ها و توابع کمتر یا بهتر) را شرح می‌دهند.

ارزیابی نیازمندی‌های پروژه به هزینه‌ها، هزینه‌های زمانی، اهداف محقق‌نشده یا حتی لغو پروژه‌ها کمک می‌کند و به خطر طبیعی و ناخواسته پروژه و اثرات نامطلوب بر قابلیت اطمینان پروژه‌های نرم‌افزاری تبدیل می‌شود [۱۲]. الزامات اصلاح مشخصات (از نظر گسترش چندانگانه، حذف و اصلاح) در طول پروژه توسعه نرم‌افزار از جمله عوامل اصلی ایجاد مشکلات برای پروژه است [۱۳-۱۶].

¹ Hughes

² Como Aladwani

³ Cates and Mollaghasemi

⁴ Parsons

⁵ Rosenfeld



بخش دوم این مقاله شامل تجزیه و تحلیل توضیحی اصول ارزیابی پروژه نرم‌افزاری و فناوری آموزش کامپیوتر است. ساختار این مقاله به این شرح است؛ بخش ۳ رویکرد و از جمله منبع مطالب، الزامات واجد شرایط بودن تحقیق، بررسی ادبیات سیستماتیک (SLR) و اثرات نتایج جستجو از انتشارات را تعریف می‌کند. این بخش همچنین سوالات تحقیق (RQs) را برای این پژوهش شناسایی می‌کند، تهدیدهایی که اعتبار آنها را تهدید می‌کند و به چالش‌های عمده برای اثربخشی SLRها اشاره می‌کند. پرس و جوهای هر موضوع از سه وبسایت مقاله به چهار کلاس با طبقه‌بندی ادبی در مدیریت پروژه نرم‌افزاری با استفاده از تکنیک ML تقسیم شده‌اند. بخش ۴ به الهامات، مشکلات و توصیه‌ها در آن حوزه تحقیقاتی و رویکردی مدرن برای مدیریت ریسک پروژه‌های نرم‌افزاری می‌پردازد. در نهایت، بخش ۵ نتیجه‌گیری را ارائه می‌دهد.

۲. مطالعه مقدماتی

در این بخش، برخی از مفاهیم تخمین پروژه نرم‌افزاری و تکنیک یادگیری ماشین را بررسی و تصریح می‌کنیم.

۲-۱. تخمین تلاش نرم‌افزاری

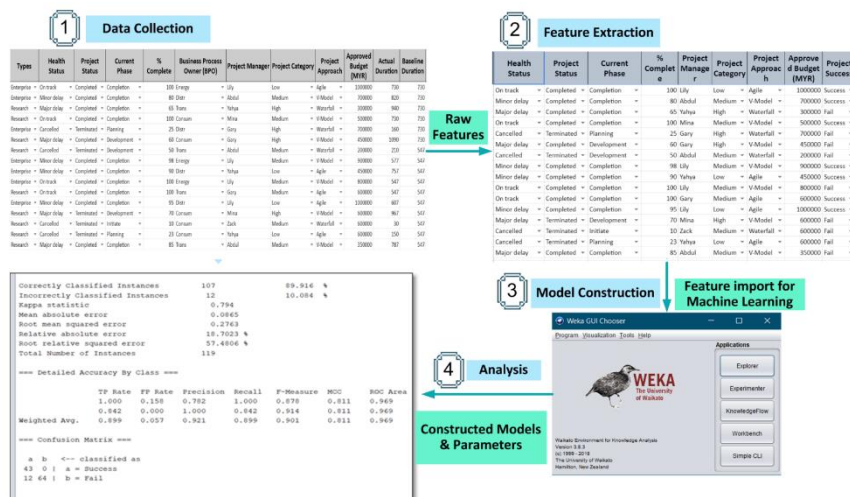
پیش‌بینی تلاش و مدت‌زمان توسعه نرم‌افزار وظیفه‌ای حیاتی برای مدیریت پروژه نرم‌افزاری مؤثر (SPM)¹ است. دقت و قابلیت اطمینان مکانیسم‌های پیش‌بینی نیز ضروری هستند. داشتن ارزیابی دقیق تلاش به‌ویژه در مرحله اولیه پروژه نرم‌افزاری ممکن است به‌طور قابل توجهی خطرات بالایی را که محصولی نرم‌افزاری در طول توسعه متحمل می‌شود، کاهش دهد. متأسفانه بسیاری از تکنیک‌های برآورد موجود به‌طور اساسی اشتباه هستند و بیشتر پروژه‌ها با بیش از حد تلاش مواجه می‌شوند؛ با این حال، مشخص شد که برآورد پروژه نرم‌افزاری براساس الگوریتم‌های ML می‌تواند تخمین تلاش دقیق‌تری را ارائه دهد.

۲-۲. یادگیری ماشین (ML)

ML، برنامه‌ای کاربردی از هوش مصنوعی است که سیستم‌هایی را برای یادگیری و بهبود از تجربه بدون برنامه‌ریزی صریح به‌طور خودکار فراهم می‌کند. به عبارت دیگر، هدف اصلی ML این است که به رایانه‌ها اجازه دهد تا به‌طور خودکار و بدون دخالت یا کمک انسان یاد بگیرند و سپس اقدامات مورد نیاز را براساس آن تنظیم کنند. علاوه بر این، ML پردازش حجم عظیمی از اطلاعات را امکان‌پذیر می‌کند.

۳-۲. برآورد مدیریت پروژه نرم افزار براساس ML

شکل ۱ روش تخمین مدیریت پروژه نرم افزاری را نشان می دهد که می توان آن را به صورت زیر خلاصه کرد.



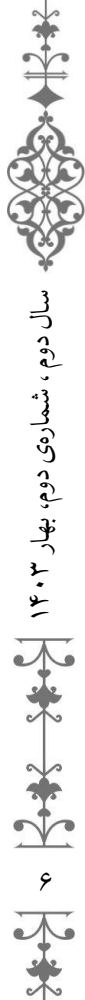
شکل ۱: نمونه‌ای از روش شناسی توسعه برآورد مدیریت پروژه نرم افزاری

مرحله ۱. جمع آوری داده‌ها: استخراج توکن‌ها (نشانه‌ها)، توکن‌های کلمه، ویژگی‌های ضروری برای محاسبه تلاش در پروژه هستند. بخش کلیدی مواد پروژه توسط توکن‌ها تعریف می‌شود. از مدل‌سازی زبان Unigram به‌عنوان مؤلفه اصلی مدل تخمین در مورد توکن‌ها استفاده شد.

مرحله ۲. استخراج ویژگی: پس از استخراج توکن‌ها، ویژگی‌های پروژه برای تجزیه و تحلیل بیشتر انتخاب شدند: فرکانس مدت-فرکانس معکوس سند (TF-IDF) هر توکن (فرکانس مدت) ابزاری برای محاسبه معنای عبارتی است که فراوانی کلمه و شمارش معکوس رکوردها یا کلمات از جمله این کلمه را در نظر می‌گیرند که روشی برای اندازه‌گیری معنای کلمه‌ها است.

مرحله ۳. ساخت مدل: برای الگوریتم‌های طبقه‌بندی مختلف، ویژگی‌های مشتق شده به‌عنوان ورودی Weka استفاده می‌شود. در زیر مروری بر نحوه انتخاب الگوریتم‌های یادگیری موجود است: بیز ساده،^۱ طبقه‌بندی احتمالی ای است که بر قضیه بیز متمرکز است که ویژگی‌های مستقل را از کلاس درس می‌گیرد. بیز ساده، با سادگی خود با ابعاد بالای داده‌ها و با ادعای ذهنی آزادی مبارزه می‌کند تا می‌تواند از رویکردهای طبقه‌بندی پیچیده‌تر نیز فراتر رود. درخت تصمیم J48: منبع باز جاو C4.5 یک الگوریتم مولد درخت تصمیم است که در آن مجموعه تنینگ^۲ به صورت خطی قابل تفکیک نیست. درختان تصمیم به خوبی با نتایج آموزشی مطابقت دارند. جنگل

¹ Naive Bayes
² tanning collection



تصادفی: طبقه‌بندی‌کننده دسته‌بندی است که از چندین درخت تصمیم و خروجی‌های کلاس تشکیل شده و مدل آماری گروه‌های خروجی درختان در آن جداگانه هستند.

مرحله ۴. تجزیه و تحلیل: این مطالعه، بهترین مدل‌های ML را برای عملکرد بهتر پیدا کرده و نشان می‌دهد که محاسبه ریسک پروژه با استفاده از یادگیری ماشین در به حداقل رساندن خطای پروژه برای بهبود بخشیدن به احتمال پاسخ پروژه مؤثرتر است و راه جایگزینی برای کارآمدی جهت کاهش احتمالات و افزایش نسبت خروجی برای رشد ارائه می‌دهد.

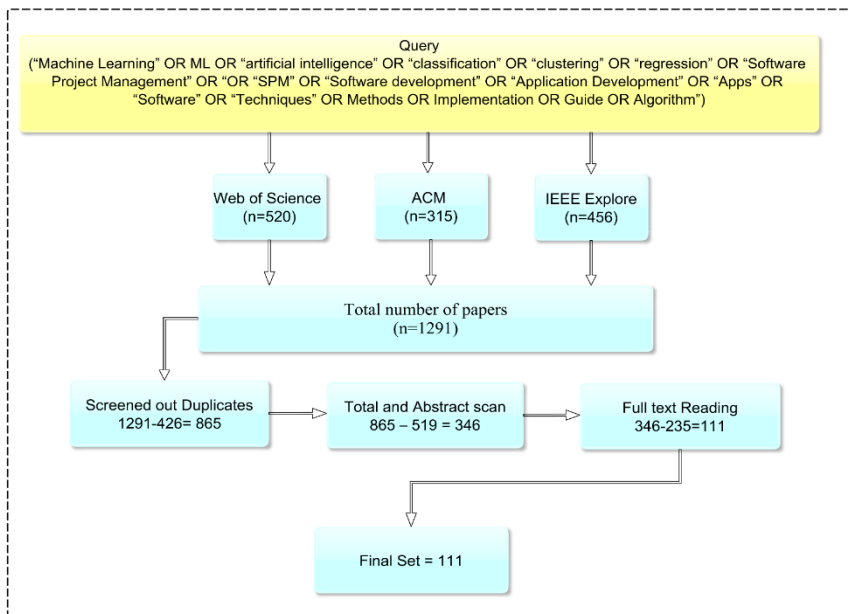
۳. روش‌شناسی

با جستجوی دو عبارت «یادگیری ماشین» و «مدیریت پروژه نرم‌افزار» مقالاتی را به دست آوردیم که با SPM مرتبط بودند. جستجو در سه کتابخانه دیجیتال انجام شد که عبارت‌اند از: ۱. Web of Science (WOS)، به دلیل اینکه به مقالات تحقیقاتی چندرشته‌ای در زمینه‌های علم، هنر و... می‌پردازد؛ ۲. IEEE، به دلیل اینکه مقالات تخصصی در زمینه مهندسی برق و الکترونیک را ارائه می‌دهد؛ ۳. کتابخانه دیجیتال ACM که دارای پایگاه داده جامع و مقالات علمی در زمینه محاسبات و فناوری اطلاعات است.

مقالات و ادبیات مهم ارجاع‌شده توسط خروجی‌های جستجو براساس دو معیار انتخاب و دسته‌بندی شدند: ۱. استفاده از سه تکرار در فراین فیلتر کردن که مقالات اضافی و تکراری را به استثنای مقالات نامربوط با استفاده از عنوان حذف می‌کند؛ ۲. غربالگری اولیه را انجام می‌دهد و مقالات انتخاب‌شده را با مطالعه دقیق نتایج جستجوی محدودشده صفحه با استفاده از SPM دنبال می‌کند.

بسیاری از جستجوها در سه پایگاه داده ذکرشده در مارس ۲۰۲۰ با استفاده از چندین کلمه کلیدی (عبارات) مانند «یادگیری ماشین» یا «ML» یا «هوش مصنوعی» یا «طبقه‌بندی» یا «خوشه‌بندی» یا «رگرسیون» و «مدیریت پروژه نرم‌افزاری» یا «SPM» یا «توسعه نرم‌افزار» یا «توسعه برنامه‌ها» یا «برنامه‌ها» یا «نرم‌افزار» یا «تکنیک‌ها» یا «روش‌ها» یا «پیاده‌سازی» یا «راهنما» یا «الگوریتم» انجام شد.

شکل ۲ متن پرس‌وجوی معمولی استفاده‌شده را نشان می‌دهد. ما نتایج جستجو را که مکاتبات، نامه‌ها، فصل‌های کتاب و... هستند، با استفاده از گزینه‌های پیشرفته موتورهای جستجو حذف کرده‌ایم. برای دسترسی جدیدترین مقالات علمی و فقط مقالات، استثنائات اهمیت زیادی دارند که قابلیت SPM را افزایش می‌دهند. تمرکز بر این است که تمامی مقالات و دست‌نوشته‌های علمی که تمامی معیارهای این اثر را برآورده می‌کنند، در برگیرد. سپس، آن‌ها به کلاس‌های عمومی و درشت‌دانه تقسیم می‌شوند. مورد دوم در چهار بخش بعدی به دست آمده از نتایج مطالعه بحث می‌شود که در آن از موتور جستجوی Google Scholar برای تعیین جهت مطالعه استفاده شده است.



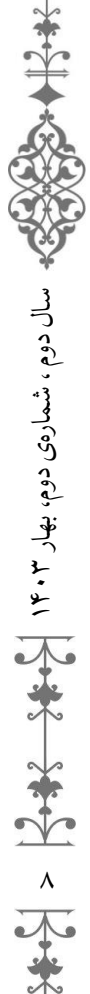
شکل ۲: راهنمای روش تحقیق

شکل ۲ نشان می‌دهد که ۱۲۹۱ مقاله پس از انجام پرس و جوها جمع‌آوری شده که از بین تمام اسناد، ۵۲۰ مقاله از WOS، ۴۵۶ مقاله از IEEE و ۳۱۵ مقاله از کتابخانه‌های دیجیتال ACM بوده است. همه مقالات منتخب بین سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۲۰ منتشر شده‌اند؛ این مقالات بعداً به سه گروه تقسیم شدند که عبارت‌اند از ۱. ۴۲۶ مقاله اضافی؛ ۲. ۵۱۹ مقاله که براساس عناوین و چکیده‌ها نامربوط بودند؛ ۳. ۱۱۱ مقاله که در معیارهای SPM قرار دارند. همانطور که قبلاً مشخص شد، مقاله‌ها در صورتی که معیارهای انتخاب را برآورده نکنند، حذف می‌شود؛ این معیارها عبارت‌اند از: ۱. مقاله به زبان انگلیسی نوشته نشده باشد؛ ۲. تمرکز مقاله بر تکنیک‌ها و/یا روش‌ها باشد؛ ۳. علاقه پژوهشی در مقاله فقط روی SPM و بدون توسعه نرم‌افزار یا یادگیری ماشین متمرکز باشد.

علاوه بر این، اگر SPM پس از تکرار دوم گنجانده نشده باشد، مقالات همچنان حذف می‌شوند یا دو حالت رخ می‌دهد: ۱. سهم مقاله هیچ جنبه‌ای از یادگیری ماشین و مدیریت پروژه را در نظر نمی‌گیرد؛ ۲. بحث مقاله فقط روی SPM متمرکز است و هیچ موضوع دیگری را بحث نمی‌کند. در این کار، مقاله‌ها تحت ML گسترده قرار می‌گیرند و به موجب آن، مقالات باقی‌مانده بعداً در دسته‌هایی دسته‌بندی می‌شوند که به چگونگی افزایش SPM می‌پردازند.

۳-۱. تهدید به اعتبار

مطالعات دیگر به چالش‌های قابل توجهی برای اثربخشی SLRها اشاره کرده‌اند [۱۷، ۱۸] و روندهای استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، مجموعه داده‌های معیار، روش‌های



اعتبارسنجی و معیارهای اندازه را برای تخمین تلاش نرم‌افزار برجسته کرده‌اند. چهار استراتژی مختلف برای به حداقل رساندن خطراتی که توسط این TTVها به صورت استراتژیک ایجاد می‌شود، استفاده شد:

۱. اعتبار سازه: چهارچوب با اجرای جست‌وجوی دستی و خودکار جملات تأیید شد تا داده‌های SPM محاسبه شده از جمع‌آوری داده‌ها به حداقل برسد. علاوه بر این، مقالات انتخاب شده با تجزیه و تحلیل کامل نتایج جستجوی کاهش یافته و SPM را ارزیابی می‌کنند.

۲. اعتبار داخلی: روش‌هایی که توسط [۱۷، ۱۸] برای حل اعتبار داخلی استفاده شد. علاوه بر این، برای جلوگیری از سوگیری در طول جستجوی جامع برای مقالات مجلات، تکنیکی که دو مرحله از جستجو را ترکیب می‌کند برای رویکرد انتخاب جامع استفاده شد. کلیه مقالات مورد علاقه از پایگاه‌های داده مورد استفاده برای تحقیقات مرتبط استخراج شده است [۱۷، ۱۸، ۱۹] و تحت فرایندهای انتخاب کامل قرار گرفتند که در شکل ۲ نشان داده شده است.

۳. اعتبار خارجی: اعتبار خارجی با ادغام ده سال چهارچوب زمانی مطالعات SPM بررسی شد که منجر به نتایج کلی گشت. رابطه‌ای موازی بین مجموعه انباشته مقالات و مقالات موجود دیده می‌شود که نشان می‌دهد این SLR می‌تواند گزارشی تعمیم یافته را حفظ کند که با معیارهای اعتبار خارجی تحقیق مطابقت دارد.

۴. اعتبار نتیجه‌گیری: اعتبار نتیجه‌گیری با استفاده از روش‌ها و دستورالعمل‌های SLR به کارگرفته شده توسط محققان از نشریات معتبر مانند [۱۹] که نتایج را برای بازتولید گاه‌شماری تحقیقاتی این SLR با نتایج قابل اندازه‌گیری و یکسان ممکن می‌سازد انجام شد.

۳-۲. سؤالات تحقیق

با توجه به انجام بررسی سیستماتیک ادبیات تحقیق، سؤالات تحقیق نقش برجسته‌ای در تصمیم‌گیری استراتژی جستجو و تجزیه و تحلیل دارند. ما سؤالات پژوهشی زیر (RQs) را برای این تحقیق شناسایی کردیم:

۱. ادبیات تحقیق موجود در مورد مدیریت پروژه نرم‌افزاری با استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشین چه چیزی را نشان می‌دهد؟

۲. آیا می‌توانیم مدل‌های مبتنی بر یادگیری ماشین بهتری را از نظر پیش‌بینی دقت با اعمال تبدیل و انتخاب ویژگی برای کاهش احتمالات شکست پروژه به طور مؤثر بسازیم؟

۳. شکاف‌های موجود برای چشم‌انداز تحقیق در زمینه مدیریت پروژه نرم‌افزاری چیست؟

۴. معیارهای پیش‌بینی و سطح دقت فعلی آن‌ها که توسط تکنیک‌های تخمین مختلف اثبات می‌شود، چیست؟

۵. کدام الگوریتم یادگیری ماشین تمایل به دست کم گرفتن و کدام الگوریتم دست کم گرفتن دارد؟

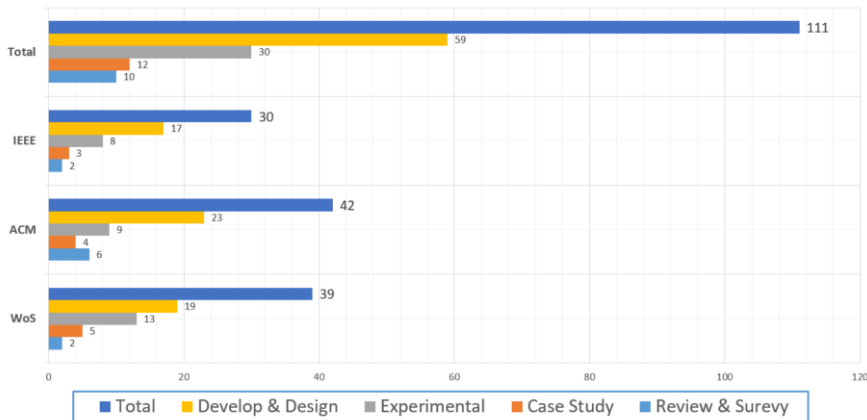


۳-۳. اطلاعات آماری در گردآوری مقالات

نتیجه بررسی در قالب پاسخ به سؤالات تحقیق مطرح می‌شود.

سؤال اول تحقیق: ادبیات تحقیق موجود در مورد مدیریت پروژه نرم‌افزاری با استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشین چه چیزی را نشان می‌دهد؟

شکل ۳ طبقه‌بندی را نشان می‌دهد. رکوردها را می‌توان به چهار کلاس اساسی دسته‌بندی کرد که شامل ۱. مرور و بررسی، ۲. مطالعه موردی، ۳. تجربی و ۴. تحلیل و معماری می‌شوند. دسته اول؛ مواد تحقیق و پرسش‌نامه، رویکردها و راهبردهای ML به کار گرفته شده در SPM را برای دستیابی به اهداف و رفع نگرانی‌ها تشریح می‌کند. دسته دوم، اثرات، محرک‌ها، اقدامات متقابل و شرایط را بحث می‌کند و فناوری‌هایی را برای بهبود کنترل اثربخشی پیشنهاد می‌کند. دسته سوم اثرات روش مورد استفاده برای طبقه‌بندی متغیرهای متعدد را ارائه می‌دهد که می‌تواند جنبه‌های مختلف روش یا محصول را در حین تولید تحت تأثیر قرار دهد. دسته چهارم شامل ساختارها، روش‌ها و تخصص برای مأموریت است.



شکل ۳: تعدادی مقاله در دسته‌بندی‌های مختلف براساس مجلات چاپی

شکل ۳ آمار دسته‌های مختلف بالا را برای مقالات مرتبط با SPM نشان می‌دهد؛ در این شکل، ۱۱۱ مقاله از سه پایگاه داده به بررسی و نظرسنجی (۱۰)، مطالعه موردی (۱۲)، توسعه و طراحی (۵۹) و مقالاتی که مطالعه تجربی را توصیف می‌کنند (۳۰)، تقسیم شده‌اند.

شکل ۴ تعداد انتشارات را براساس زمینه‌ها و منطقه‌ای که مطالعه و مطالعات در SPM در آن توسعه یافته است، نشان می‌دهد. یافته‌ها به ۱۰ مقاله از ۱۱۱ مقاله تقسیم شدند. ۱۲ مقاله از ۱۱۱ مقاله، مربوط به روش‌های تحلیل موردی ML و استراتژی‌های SPM و ۳۰ مقاله، مراحل

1 Review and Survey

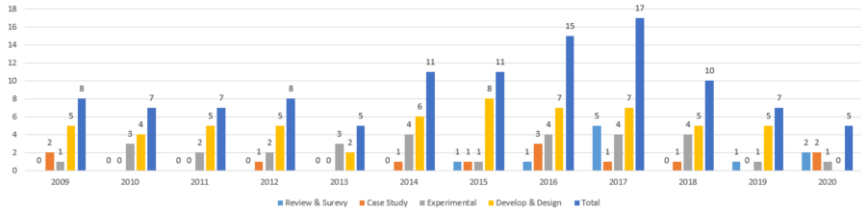
2 Case Study

3 Experimental

4 Analytics and Architecture

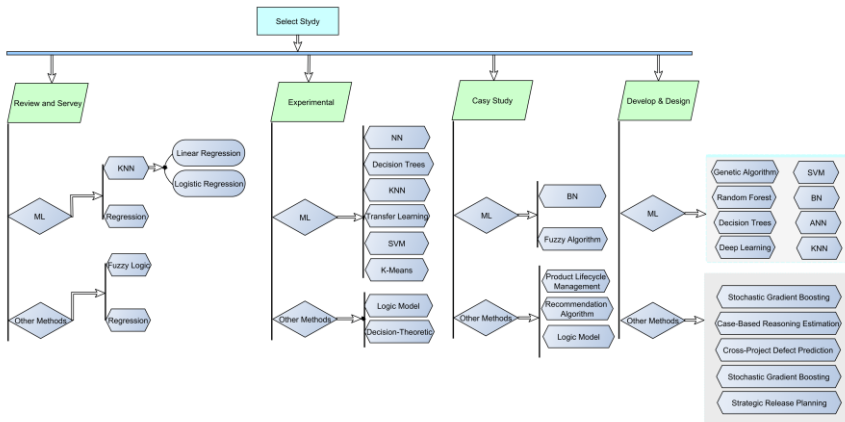


سیستماتیک و معیارهای آزمایشی برای بررسی مدیریت پروژه ML-Software هستند. گروه‌های نهایی، مشارکت‌های علمی و نتایج در طراحی و رشد تحقیق ML-SPM، ۵۹ مقاله از ۱۱۱ مقاله است. این شکل حتی مطالعه ریاضی گروه‌های متعدد را نشان می‌دهد.



شکل ۴: مقالات منتشر شده بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۰

شکل ۴ از طرف دیگر، شامل مقالاتی است که وابسته به سال انتشار هستند و مقالات طبقه‌بندی‌شده علمی را بین سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۰ نشان می‌دهد. در سال ۲۰۰۹، تنها ۸ مقاله نوشته شده و ۴۹ مقاله از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ منتشر شده است. برای سال‌های ۲۰۱۶، ۲۰۱۷، ۲۰۱۸، ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ به ترتیب ۱۵، ۱۶، ۱۱، ۷ و ۵ مقاله نوشته شده است. منابع اولیه تجزیه و تحلیل براساس تحقیقات ML-SPM گنجانده شده و دستورالعمل‌های کلی آن ارزیابی شد. همانطور که در شکل ۵ نشان داده شده است، چندین روند پیدا کردیم و یک طبقه‌بندی تولید کردیم. ما همچنین بسیاری از زیرمجموعه‌ها را متمایز کردیم، اما چندین حوزه اصلی مشاهده شده است. همانطور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، ما متوجه برخی مضامین از ادبیات تحقیق شدیم و یک طبقه‌بندی ارائه کردیم؛ درحالی‌که فیله‌های خاصی با یکدیگر همپوشانی داشتند، چندین زیرمجموعه ایجاد کردیم.



شکل ۵: طبقه‌بندی ادبیات ارزیابی ریسک پروژه نرم‌افزاری با استفاده از تکنیک یادگیری ماشین

۳-۴. مرور و بررسی مقالات

اسناد تجزیه و تحلیل و تحقیق، آخرین ادراک از فناوری‌های ML را در تهیه و ارزیابی SPM و کاربرد الگوریتم‌های ML نشان می‌دهند.

۳-۴-۱. مطالعات انجام شده درباره یادگیری ماشین و استفاده از آنها در SPM

این بخش، فرایندهای ML را بحث می‌کند و از آنها استفاده می‌کند. مقالات به چندین موضوع و اجرا تقسیم شدند. مطالعات منتخب به گروه‌های بزرگی دسته‌بندی شده‌اند که بر روش‌های ML تکنیک‌های تولید متمرکز شده‌اند. برای شش نشریه این گروه به ترتیب سه زیرمجموعه وجود داشت. این خوشه فرعی روی الگوریتم (KNN) K-Nearest Neighbor انجام شد. در منبع [۲۰] مشاهدات، معیارها، مجموعه داده‌ها، معیارهای محاسباتی، چالش‌های ML، مدل‌های مختلف پیش‌بینی‌ها و مدل‌های مجموعه مورد استفاده در منطقه پیش‌بینی تعمیر و نگهداری ارزیابی و تجزیه و تحلیل شدند. مقاله [۲۱] با KNN برای مدیریت مقادیر گمشده در ساختارهای داده مهندسی اطلاعات، نگرانی فزاینده‌ای را برای فناوری‌های ML نشان داده است.

مطالعات طبقه‌بندی دیگری روی رگرسیون انجام شد. مقاله [۱۹] روش‌ها و پیش‌بینی‌کننده‌های پیش‌بینی نوسانات و معیارهای طبقه‌بندی را شناسایی کرد. ویژگی‌هایی که به‌عنوان شاخص‌های پارامترهای نوسانات ادبیات و تکنیک‌های پیش‌بینی مورد استفاده برای افزایش دقت نوسانات الزامات پیش‌بینی مورد استفاده قرار گرفتند، ایجاد شده‌اند. مشخصات بانوسان برای برنامه‌های نرم‌افزاری حیاتی هستند، زیرا مستقیماً منجر به هزینه‌ها و دوره بیش از حد می‌شوند. در [۲۲] SLR برای کمک به مکانیسم رسمی یافته‌های تکرارپذیر پیشنهاد شد. مطالعه نمی‌تواند کاربرد دقیق را توسط سازماندهی یک مجموعه داده مانند سایر مجموعه‌های داده حل کند. مقاله [۱۸] به استفاده از روش‌های ML برای محاسبه تلاش برنامه پرداخته است. مطالعه سیستمیک نشان داد که رویکردهای ML، مقیاس‌های اندازه، مجموعه داده‌های مقایسه‌ای، روش‌های ارزیابی و... تأثیرگذار بودند.

یک مقاله در مورد مطالعات منطق فازی [۲۳] استفاده از روش‌های ML را برای آزمایش تلاش برنامه بررسی کرد. علاوه بر این، او با تعدادی کار نرم‌افزاری، ارزیابی هزینه‌های روش‌های عملکرد سیستم‌ها را تشریح کرد و نتیجه‌گیری اصلی این بود که هیچ روش دیگری نباید براساس فراین و مدل ترجیح داده شود.

۳-۴-۲. سایر روش‌ها

این بخش به بحث و استفاده از سایر رویکردها می‌پردازد. این مقالات در موضوعات مختلف و پیاده‌سازی گروه‌بندی شده‌اند. آثار فهرست شده در گروه مدل منطقی خاصی گروه‌بندی می‌شوند. نویسنده [۲۴] از ارزیابی بازده مالی سرمایه‌گذاری (ROI) زیرساخت شبکه استفاده کرد. کالایی که منفعت «فروش» ایجاد نمی‌کند هنگام اجرای یک اصل مالی ROI دشوار است، همانطور که در خرید یا فروش موجودی‌ها در بیشتر محیط‌های دانشگاهی دیده می‌شود. مقاله [۱۷] تحقیقات اخیر تعمیر و نگهداری برنامه را به‌طور گسترده تجزیه و تحلیل می‌کند. نتایج مطالعه نشان داد که استفاده در پیش‌بینی تعمیر و نگهداری از الگوریتم‌های ML از سال ۲۰۰۵ افزایش یافته است. مشکلات براساس حوزه‌های تخصصی بدنه دانش مدیریت پروژه (PMBOC) طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل شدند [۲۵، ۲۶]. مشکلات با استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی و موانع در چابک PM مورد



بررسی قرار گرفت. این کمک به نیاز مورد انتظار برای توسعه مدل‌های PM مدرن و تکنیک‌های IT مربوط می‌شود که روش‌های مبتنی بر ML را با درمان عدم دقت، ابهام یا ابهام به شاخص‌های عملکرد حیاتی که با حوزه‌های تخصصی مرتبط هستند، ادغام می‌کند.

۳-۵. مطالعات تجربی

این بخش فناوری‌هایی را طبقه‌بندی می‌کند که تست‌های اندازه‌گیری استاندارد و پارامترهای تجربی را که در تجزیه و تحلیل ML-SPM استفاده می‌شوند، انجام می‌دهند؛ این مقالات به موضوعات و اجزای مختلفی تقسیم می‌شوند.

سؤال دوم تحقیق: آیا می‌توانیم مدل‌های مبتنی بر یادگیری ماشین بهتری را از نظر پیش‌بینی دقت با اعمال تبدیل و انتخاب ویژگی برای کاهش احتمالات شکست پروژه به‌طور مؤثر بسازیم؟

۳-۵-۱. مطالعات انجام شده روی روش‌های یادگیری ماشین

بر اساس رویکردهای روش‌شناسی تولید ML، مقالات انتخاب شده در گروه‌های وسیعی دسته‌بندی شدند؛ ۲۷ نشریه در ۷ زیرمجموعه در گروه زیر سازماندهی شدند که شامل ۱۵ مقاله است که برای SPM با الگوریتم‌های مختلف ML استفاده می‌شود. جدول ۱- که مربوط به ML است- تعریف، دامنه و دیگر جنبه‌های اصلی تأسیس تجربی را در تضاد قرار می‌دهد.

جدول ۱: مطالعات انجام شده روی روش‌های یادگیری ماشین

محدودیت سیستم جدید	محدودیت سیستم قدیمی	استخراج ویژگی	دامنه	شرح	نوع ML	مرجع
داده‌کاوی را روی مدل دقیق‌تری از کدهای نظارتی HIPAA اعمال کرد که حقوق خاصی را نشان می‌دهد.	محدودیت سیستم قدیمی	-	امنیت و حریم خصوصی در حوزه مراقبت‌های بهداشتی	دورویکرد ML را برای تقویت هماهنگی بین کدهای نظارتی و مشخصات در سطح کالا ارزیابی کرد.	SVM	[27]

[28]	چندین ML (نوع)	استدلال کرد که تجزیه و تحلیل اطلاعات از فناوری های محاسباتی استفاده می کند.	ارزیابی ماشین را توسعه دهید، استفاده از سرمایه را به حداکثر برسانید.	طیف گسترده ای از تجربه و آگاهی میدانی	تجزیه تحلیل ماشین کامل، تجزیه تحلیل نرم افزار، ML، پردازش داده ها و تجسم دانش	تخصص در طراحی و پیاده سازی ابزارهای پردازش داده مقیاس پذیر و ابزارهای یادگیری
[29]	چندین ML (نوع)	راه حل جدیدی را برای رسیدگی به این معضل فراگیر از طریق ترکیب مدرن دیجیتال کردن و ML نشان	ارزیابی پروژه، سرعت تیم و برآورد زمان	برآورد تلاش و مدت	برنامه ریزی و شاخص های تاریخی کالا بسته به روش یادگیری	در دسترس بودن داده های داندهای در مورد ویژگی های پروژه و محصول
[30]	چندین ML (نوع)	تکمیل پوکر برنامه ریزی دستی Agile	تخمین تلاش توسعه نرم افزار	ارزیابی پروژه، سرعت تیم و برآورد زمان	ایجاد مفهوم آشبار حدود یک دهه پیش	توسعه داده شده برای تولید داده ها درباره مشارکت فردی و تیمی که می تواند برای مدیریت مفید باشد.
[31]	چندین ML (نوع)	مجموعه داده ها و تاریخ بزرگتر در این آزمایش شامل نمی شود.	استخراج توکن	تخمین تلاش توسعه نرم افزار	هیچ چهارچوبی برای رشد چابک وجود ندارد که مناسب ترین باشد.	





[33]	[32]
<p>تجدید نوع ML</p>	<p>تجدید نوع ML</p>
<p>هدف دستیابی به راه‌حلی با پیاده‌سازی دستگاه هوشمندی بود که اعضای تیم را خلاقانه به مأموریت خاصی اختصاص می‌دهد.</p>	<p>بسیاری از استراتژی‌های انفرادی برای پیش‌بینی تلاش توسعه نرم‌افزار سیستم پیشنهاد شد.</p>
<p>مدیریت پروژه نرم‌افزاری</p>	<p>تخمین تلاش نرم‌افزاری</p>
<p>CollabCrew ETL</p>	<p>ارقام مجموعه داده شامل سر‌مایه‌گذاری‌ها و تعداد ویژگی‌ها است.</p>
<p>در اصل برای مقابله با مشکل نرم‌افزار ساخته شده است.</p>	<p>در هر صورت کافی دیده شده است.</p>
<p>نتایج این تحقیق به نفع چهارچوب بلادرنگ است و بیش‌تر درباره کارایی، دقت و سطح قابلیت اطمینان ارائه می‌کند.</p>	<p>هدف ارزیابی تأثیر تعداد شرکت‌کنندگان گروه بود.</p>

[35]	[34]
چندین نوع ML	NB و SVM
راه حل مدل سازگار آلاین فعال به ACONA ارائه دهید که مجموعه‌ای از دسته‌ها را به صورت پویا با پروژه‌های مختلف تطبیق می دهد.	مقایسه گسترده‌ای از داده‌های شناخته‌شده ارائه شده است.
مدیریت فراین توسعه نرم افزار؛ مدیریت ریسک	پیش بینی نقص بین پروژه‌ها
-	رویکردهای مبتنی بر ویژگی
استفاده از طبقه‌بندی‌های آموزش دیده برای ارائه پیش بینی‌های خوب برای پروژه فعلی با جریان داده‌ها درباره داده‌های تاریخی گسترده از پروژه‌های دیگر	استراتژی داده Iter به طور قابل توجهی کارایی پیش بینی نقص بین پروژه را بهبود می بخشد و روش انتخابی سلسله مراتبی پیشنهاد شده به طور قابل توجهی عملکرد را بهبود می بخشد.
به نتایج بهبود یافته با نگرانی کمتر درباره طرح CI واقعی می رسد که نشان می دهد ACONA می تواند به طور چشمگیری هزینه‌های CI را پیش از روش های فعلی به حداقل برساند.	طبقه‌بندی کننده دیگری برای ساختمان مدل به غیر از NB یا SVM پیدا کنید.



[36]	[37]	[38]
پرسپترون چندلایه SVM و RF	DT FL	SVM
هدف از پیش‌بینی تلاش	در موارد خاص، ارقام قابل اعتمادی ارائه می‌دهد.	پروژه توسعه خارجی از رویکردهای کلیدی برای ساخت نرم‌افزاری است که میزان شکست بالایی دارد. مدل هوشمند پیش‌بینی ریسک می‌تواند به زمان‌بندی پروژه‌های پرخطر کمک کند.
تلاش پروژه نرم‌افزاری	برآورد هزینه نرم‌افزار	پروژه نرم‌افزاری
ویژگی‌های غیرخطی	ویژگی‌های زیرمجموعه از ISBSG	۲۵ عامل خطر را انتخاب کرد.
برآورد دقیق تلاش پروژه نرم‌افزاری	مدل‌های دقیق و مفید ساخته‌شده درواقع محدود هستند؛ حتی اگر به ذی‌نفعان فناوری مزایای مالی	مدل‌های موجود عمده‌تاً بر این فرض متمرکز شده‌اند که تمام هزینه‌های طبقه‌بندی اشتباه معادل هستند که با این واقعیت که پیش‌بینی ریسک در منطقه پروژه نرم‌افزاری وجود دارد، ارتباطی ندارد.
ترکیب سایر مدل‌های ML مانند Treeboost، XB00st و ... و اعتبارسنجی با مجموعه داده‌های متنوع دیگر	مدل‌هایی در حوزه رشد واقعی	از طبقه‌بندی کننده‌های قوی‌تری برای بهبود دقت پیش‌بینی ریسک پروژه نرم‌افزاری برون‌سپاری شده استفاده می‌کند.

[41]	DT	تخمین تلاش نرم افزار حیاتی ترین کار در مهندسی نرم افزار و PM است.	تخمین تلاش نرم افزاری	-	با توجه به مقایسه الگوریتم های ML برای تخمین تلاش در نرم افزار با اندازه های مختلف	راه حل هایی برای مشکل حوزه های پر سروصدا در پیش بینی تلاش نرم افزار از دیدگاه احتمالی
[40]	K-Means	از استراتژی طراحی مهندسی اطلاعات خاصی برای شناسایی نرم افزار معیوب استفاده کرد	توسعه جهانی نرم افزار	انتخاب زیر مجموعه ویژگی	برای ارتقای تصمیمات نرم افزار PM با داده کاوی و تولید نتایج عملی	به نظر گرفتن مطالعه شبیه سازی دقیق تر با استفاده از انواع بسیار متعادل تر مجموعه داده های مورد نیاز درک شایستگی STOCHS، به ویژه مجموعه داده های بزرگ تر، گسترش یافته است.
[39]	SVM	تأثیر دامنه های پر سروصدا بر هشت دقت ML و الگوریتم های تشخیص روند های آماری را بررسی می کند.	پیش بینی تلاش نرم افزاری	انتخاب زیر مجموعه ویژگی	پیش بینی تلاش نرم افزاری	به نظر گرفتن مطالعه شبیه سازی دقیق تر با استفاده از انواع بسیار متعادل تر مجموعه داده های مورد نیاز درک شایستگی STOCHS، به ویژه مجموعه داده های بزرگ تر، گسترش یافته است.





[44]	ANN SVM	چندین الگوریتم ML برای پیش بینی مدت زمان نرم افزار	[43]	شبکه عصبی	ML به عنوان رگرسیون عمومی شبکه عصبی برای پیش بینی کارایی در عملکرد برنامه‌ها نام گذاری شد.	[42]	kNN DT و LDA	رویکرد هوشمند برای پیش بینی خطای نرم افزار بر اساس بهینه‌سازی شعاعه پروانه دودویی با نمونه‌گیری مصنوعی تطبیقی معرفی شد.
SPM	-	متخصصان نرم افزار	-		پیش بینی خطای نرم افزار (SFP)	فرکانس انتخاب هر ویژگی از همه مجموعه داده‌ها با استفاده از EBMFOV3	بهیود عملکرد همه طبقه‌بندی کننده‌ها پس از حل مشکلات نامتعادل	
پیش بینی با توجه به جزئیات پروژه فعلی/گذشته عمل می‌کند و کار بالقوه و طول پروژه را تخمین می‌زند.	توسعه دهندگان و مدیران به خروجی متخصصان فناوری اشاره می‌کنند که معمولاً به عنوان نسبت اندازه به زمان محاسبه می‌شود.	استفاده از شبکه‌ای عصبی با ویژگی پایه شعاعی برای پیش بینی کارایی متخصصان و تیم‌های توسعه دهنده			اهمیت ویژگی‌ها را برای افزایش عملکرد طبقه‌بندی کننده‌ها و دقت مدل مطالعه کرد.			

[46]	[45]
در نظر	در نظر
<p>ابزاری برای تقویت عملکرد پیش‌بینی تلاش برنامه پیشنهاد شده است.</p>	<p>تصمیمات در حال تکامل پیشنهادی از طریق الگوریتمی تکاملی و درخت مربوطه برای پیش‌بینی تلاش تعمیر و نگهداری دستگاه</p>
پیش‌بینی نرم‌افزار	پیش‌بینی تلاش نرم‌افزاری
ویژگی چهاربعدی	-
<p>آغاز درک بهتر و استفاده از نهادهای تصمیم‌گیرنده به‌عنوان طبقه‌بندی بخشی از روش‌های تناسب مجموعه</p>	<p>استفاده از HEAD-DT برای ایجاد الگوریتمی مبتنی بر قراردادهای قضاوت که با برنامه نگهداری داده‌ها سازگار است.</p>
<p>داده‌های ناقص و برآورد ماشینی تحلیل نظری و مشاهده‌ای</p>	<p>اثر بخشی فرااینکاری در ارزیابی سایر شاخص‌های نرم‌افزار اولیه، ایجاد داده در نرم‌افزارهای خصوصی و عمومی</p>





	[47]
درختان رگرسیون	k-NN
هدف، جزئیات محاسبه تلاش ماشینی بین شرکتی (CC) استفاده صریح از دانش یا مدل‌های CC برای پیش‌بینی داده‌های CC یا داده‌های مدل در موقعیت‌های WC است.	برای کشف اینکه چگونه پارامترها با پارامترهای خود تطبیق بیشتری دارند و هر چند وقت یک‌بار ممکن است خروجی SEE در MLs تحت تأثیر قرار گیرد.
تخمین تلاش نرم‌افزاری	تخمین تلاش نرم‌افزاری
تعداد سرمایه‌گذاری با هر مشخصه	-
این سیستم نه تنها از دانش WC بسیار کمتری نسبت به مدل WC قابل مقایسه استفاده می‌کند، بلکه خروجی معادل/بهتر تولید می‌کند.	آزمایش‌های سیستمیک روی سه مجموعه داده با پنج ML در تنظیمات پارامترهای چندگانه انجام شد.
حساسیت Dycorn به مقادیر پارامتر، مردمک ساده، ورودی‌ها و جدا کردن CC به بخش‌های جداگانه	بررسی ML و مجموعه داده‌های اضافی؛ سایر اشکال اندازه عمل از جمله موارد غیر پارامتریک و اندازه پنجره‌های اضافی برای ارزیابی یادگیری آنلاین



[49]	SVM	مطالعات سیستماتیک نشان می دهند RVM در مقایسه با رویکردهای پیشرفته ی SEE بسیار موفق است.	تخمین تلاش نرم افزاری
[50]	SVM	محاسبه درست تلاش کمک می کند تا مشخص شود کدام چالش ها باید در دور بعدی اصلاح یا حل شوند.	برآورد تلاش
[51]	ANN	روش های کالبراسیون به فرم های تنظیم خطی به جز تنظیم غیر خطی مبتنی بر ANN بستگی دارد.	تخمین تلاش توسعه نرم افزار
		غیر عادی بودن و ویژگی های طبقه بندی مجموعه داده های مختلف	
		به عنوان روشی پایه برای تخمین تلاش توسعه نرم افزار در نظر گرفته شده است.	
		در بسط این مطالعه، گزینه های دیگری برای تابع هسته در LS-SVM به غیر از تابع پایه شعاعی وجود دارد.	
		پیش بینی ها را می توان با در نظر گرفتن ویژگی های جدید مرتبط با ویژگی های توسعه انسانی افزایش داد.	
		ویژگی های توسعه شده روی معیارهای وظیفه طبقه بندی وابسته به ویژگی های اولیه است.	
		ویژگی های توسعه برای ساخت مدل های آماری که نقاط داستان را برای پروژه های منبع باز تحلیل می کنند، استفاده شده اند.	
		نشان داده است که RVM شاخص برجسته SEE است و نیاز به تجزیه و تحلیل و استفاده بیشتری دارد.	ویژگی های خاص حساب SEE
		با استفاده از ارزیابی اعتبار خودکار RVM، سه مورد منحصربه فرد ایجاد شد و توصیه هایی در اینکه آیا تلاش مورد نیاز پیشنهاد شده است یا خیر.	



[52]	K- Means	رویکردهای خوشه‌بندی تصمیم داده می‌شوند تا برای ساخت زیر مجموعه‌های CC مورد استفاده قرار گیرند. سه روش مجزا برای خوشه‌بندی بررسی شده است.	تخمین تلاش نرم‌افزاری	برای توصیف پروژه‌های آموزشی برای خوشه‌بندی می‌توان از ویژگی‌های متفاوتی استفاده کرد.	خوشه‌بندی Dycorn با K-Means به جداسازی برنامه‌های CC کمک می‌کند و کارایی پیش‌بینی خوب یا بهتری نسبت به Dycorn ایجاد می‌کند.	فرایندهای خوشه‌بندی، یادگیرندگان ساده، ویژگی‌های پروژه و ردی، توابع پروژه خوشه‌بندی، مقادیر پارامترها
--------	-------------	--	-----------------------	--	---	---

۳-۵-۲. مطالعات انجام شده روی سایر روش‌ها

این بخش بحث می‌کند و سیستم ML را گسترش نمی‌دهد. آثار انتخاب شده به گروه‌هایی از جمله مدل‌ها یا تکنیک‌ها تقسیم می‌شوند؛ این مقالات در گروه‌ها دستورات عمل‌های مختلفی را با پارامترهای موجود در ارزیابی با توجه به تجزیه و تحلیل خود شناسایی می‌کنند. مدل اول. حالت منطقی: تأکید [۵۳] بر افزایش ویژگی‌های کیفیت، مانند خطاها، ماه‌ها و تنش بود. طرفداران مدل پارامتری، ادعا می‌کنند که مدل‌های مستقل از دامنه ممکن است با داده‌های محلی تطبیق داده شوند. نویسندگان [۵۴] ادغام مرجع و تجسم را در پیشرفت‌های پروژه توصیه کردند. مدل دوم. مدل پارامتریک: نویسندگان [۵۵] مزایای روش‌های محاسبه نادرست هزینه را هنگام توسعه الگوهایی برای خرابی‌های نرم‌افزار پیش‌بینی‌کننده که از اطلاعات پروژه مخزن متقابل استفاده می‌کنند، بررسی کردند؛ در این شرایط، متوجه می‌شوید که آموزش‌های حساس به هزینه، دارای نکاتی نیستند که بیشتر از طبقه‌بندی‌کننده‌های حساس به هزینه باشند. مدل سوم. تکنیک‌های بهینه‌سازی نظری تصمیم: در [۵۶] تکنیک‌های بهینه‌سازی نظری تصمیم ارائه شدند که می‌توانند بهترین پارامترها را برای طیف وسیعی از گردش‌های کاری انتخاب کنند. آزمایش‌های اولیه نشان می‌دهد که گردش‌های کاری بهینه‌شده به‌طور قابل توجهی مقرون‌به‌صرفه‌تر از پارامترهای تنظیم‌شده دستی هستند. آن‌ها استدلال می‌کنند که روش‌های هوش مصنوعی (AI) مانند ML، تئوری تصمیم‌گیری و بهینه‌سازی می‌توانند این مشکلات را حل کنند و ساخت سریع جریان‌های کاری مؤثر با منبع جمعی را آسان کنند.

۳-۶. مطالعه موردی

این بخش، پروژه، کمپین یا شرکتی را که موقعیتی، راه‌حل‌های پیشنهادی یا اقدامات اجرایی را شناسایی می‌کند، تجزیه و تحلیل می‌کند و عواملی را که با استفاده از تکنیک ML به شکست یا موفقیت در تکنیک‌های توسعه SPM کمک کرده‌اند، شناسایی می‌کند.

مقالات این بخش روی روش‌های ML تمرکز دارند و آثار منتخب وابسته به روش‌های ML در تکنیک‌های توسعه SPM در دسته‌های گسترده طبقه‌بندی شدند. هفت مقاله این دسته به سه زیرمجموعه تقسیم شدند. این بخش شامل پنج مقاله ML است که از بسیاری از الگوریتم‌های SPM استفاده می‌کنند. براساس رویکردهای ML روش‌شناسی توسعه نرم‌افزار، کار به گروه‌های گسترده تقسیم می‌شود. مقالات [۵۷،۵۸] بر بهبود قابلیت پیش‌بینی برآورد و تخصیص تلاش مورد نیاز برای تطبیق با مشتری، مدیریت پروژه و مسائل مختلف توسعه تمرکز داشتند. از طریق راه‌حل، نیاز به پرداختن به مسائل مربوط به پروتکل‌های گزارش‌دهی و تخصص و اطمینان از روتین بودن تحلیل کور بحث خواهد شد. دیگران [۵۹،۶۰] روشی را برای ارزیابی دیدگاه‌های ذی‌نفعان، جداسازی موضوعات بخش و ایجاد پروفایل‌هایی پیشنهاد کردند که ترجیحات ذی‌نفعان را در همه موضوعات منعکس می‌کند؛ علاوه بر این، تکنیک‌های محاسباتی و رگرسیون پیش‌بینی‌کننده نرم‌افزار نیز در مقابل هم قرار گرفتند.

مقالات این دسته در مورد الگوریتم شبکه‌های بیزی مطالعه می‌کنند. در مقاله [۶۱] راه‌حلی برای تخمین ارزش با استفاده از ترکیبی از راه‌حل‌های کیفی و ML ارائه شده است که در آن مدلی احتمالی شامل دانش سهام‌داران مختلف ارائه می‌شود که برای پیش‌بینی ارزش کلی تصمیم معینی مربوط به مدیریت و توسعه محصول استفاده می‌شود. نویسندگان [۶۲] مدلی را پیاده‌سازی کردند که به طور خودکار رابطه بین عوامل خطر و کاهش را از طریق سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری هوشمند (DSS) شناسایی می‌کند؛ روش پیشنهادی آن‌ها محدودیت‌های مدیریت ریسک فعلی مانند فقدان DSS یکنواخت و ارتباط بین ریسک‌های نرم‌افزار و کاهش را که به طور گسترده به آن اشاره شده است، پوشش می‌دهد.

مقالات این دسته براساس الگوریتم فازی انجام شده است. مقالات [۶۳،۶۴] روش ریاضی فازی را به مدل پارامتری تأثیر ریسک برای حل مشکل جدی معرفی کردند که احتمال رویدادهای مهم به‌راحتی به دست نمی‌آید. این کار با ایجاد ساختار توپولوژی عوامل خطر، رابطه عوامل تأثیرگذار مختلف را در فرآیند مدیریت ریسک پروژه‌های فناوری اطلاعات توصیف می‌کند؛ یافته‌ها با پارامترهای ارزیابی مختلف در تضاد هستند.

مطالعات انجام‌شده روی سایر روش‌ها

این بخش به بررسی سایر روش‌های مورد استفاده می‌پردازد. این مقالات به موضوعات و کاربردهای مختلفی تقسیم شدند؛ آن‌ها سه مقاله در این دسته هستند عبارت‌اند از:



مدل اول که در مدیریت چرخه عمر محصول (PLM) انجام شد. نویسندگان مقاله [۶۵] PLM را ارائه کردند؛ این روش لایه‌ای از عملکرد ایجاد می‌کند تا امکان تکرار بعدی PLM در اطراف شبکه PLM ایجادشده را فراهم کند، سپس این PLM جدید با استفاده از مطالعه موردی Ford Powertrain در اکوسیستم اتوماسیون کارخانه دیجیتال ادغام خواهد شد.

مدل دوم براساس یک الگوریتم توصیه انجام شده است. الگوریتم نرم‌افزاری جدیدی توسط [۶۶] پیشنهاد شده است که ابتدا یک ویژگی مبتنی بر باگ و یک مکانیسم غربالگری خاص برای تأیید اعتبار رفع‌کننده متقاضی اضافه می‌شود، شبکه‌ای از تعهدات چند برنامه‌نویس را با گرفتن طیفی از نظرات و قول‌ها ایجاد می‌کند، آن‌ها را در رتبه‌بندی قرار می‌دهد و سپس مناسب‌ترین رفع‌کننده اشکال را تعیین می‌کند. نتیجه نشان می‌دهد که این راه‌حل با موفقیت، تابع تریاژ خطا را اجرا می‌کند.

مدل سوم مدل منطقی است که دو مقاله [۶۷،۶۸] از مطالعه موردی واقعی در دامنه توزیع‌شده استفاده کردند، آزمایش چابک را برای تیم منتخب اعمال کردند و نتیجه آن‌ها را با سه گروه دیگر مقایسه کردند تا تأثیر مشارکت مشتری در فراین آزمایش برای غلبه بر چالش‌های توسعه توزیع‌شده را تعیین کنند. با این حال، گروهی که از تست چابک استفاده می‌کنند بیش از ۹۹٪ از تمام درخواست‌های واردشده به فراین آزمایش را تأیید کردند که تفاوت قابل توجهی از بهره‌وری هر پروژه توسعه پشتیبانی دارد.

۳-۷. توسعه و طراحی

۵۹ مقاله، مطالعه یک طرح، نوع ساختار یا مدل معماری برای برآوردن نیازهای مرحله است؛ جایی که نتایج تحقیق در مورد PMS برای پرداختن به آن و روش مورد استفاده توسط ML تولید می‌شود.

۳-۷-۱. مطالعات انجام‌شده روی روش‌های یادگیری ماشین

آثار برگزیده براساس روش‌های ML در SPM به دسته‌های گسترده طبقه‌بندی شدند که ۴۳ مقاله در این دسته به ۹ زیرشاخه تقسیم شدند.

این بخش شامل ۱۵ مقاله فراین ML است که از الگوریتم‌های مختلف SPM استفاده می‌کنند. براساس روش ML در تولید نرم‌افزار، آثار منتخب در دسته‌های بزرگ دسته‌بندی می‌شوند.

کاربردهای حوزه SPM توسط مقالات دسته اول [۶۹،۷۰] ارزیابی شدند که رفتارها به‌عنوان کار و به‌طور مناسبی طبقه‌بندی می‌شوند و یک مشکل یادگیری چند هدفی را در طراحی مدل برای تخمین تلاش سیستم نشان داد. همچنین، به درک مصالحه بین معیارهای مختلف عملکرد با ایجاد مدل‌های SEE که به‌طور هم‌زمان توسط چندین الگوریتم تکاملی عینی، خودکار می‌شوند، کمک می‌کند. بیز ساده، رگرسیون لجستیک و جنگل‌های تصادفی استراتژی‌هایی هستند که در این تحلیل استفاده می‌شوند.





دو مقاله [۷۴،۷۵] روش خودکار مبتنی بر ML را برای تخمین تلاش نرم افزار براساس متن کار معرفی کردند. یک ANN برای ساده کردن توابع تخمین تلاش استفاده می شود. ارزیابی نرم افزار SPM از یک شرکت نرم افزاری، نتایجی را به دست می آورد که فراتر از ادبیات مربوطه است و سیستمی که قول می دهد ادغام آن با هر ابزار نرم افزاری SPM که شرح وظایف متنی را ذخیره می کند، بسیار آسان تر باشد، اساساً بر توصیف متنی وظایف متکی است که برخلاف روش های مختلف دیگر تقریباً همیشه در دسترس هستند.

در مقاله [۷۶]، نویسندگان نتیجه بازخورد معیارهای اجتماعی کار داده کاوی کاربردی، تخمین تلاش، تولید مورد آزمایشی و... را نشان دادند؛ سپس نتایج آن تحلیل غیررسمی در ۷ اصل و ده ها نکته دیگر رسمیت یافت و نظام مند شد. هدف، تشریح رویکردهایی برای نتایج موفقیت آمیز داده کاوی صنعتی است، اما اضافه کنیم که برخی از این اصول برای داده کاوی دانشگاهی صادق هستند.

تحقیق در مورد [۷۷-۷۹] یک مدل هیبریدی جدید را به درستی ایجاد کردند؛ این مدل حتی برای طیف وسیع تری از فعالیت ها ایده آل است، زیرا در یک پایگاه داده قابل استفاده است. دو الگوریتم ML، یعنی ANN و SVM عملکرد مدل ما را بررسی می کنند. آزمایش ها، نسخه قوی تری نسبت به مدل پیش بینی خطر SVM ما را نشان می دهند.

بقیه مقالات [۸۰-۸۲] اغلب، شامل توضیحات مبهم برای بحث در مورد ابهام موقعیت و ملاحظات زبانی برای بهبود واکنش فنی به روش های مدیریت ریسک پروژه است. سیاست فعلی برای کمک به کاهش و سرمایه گذاری برق اعمال می شود. اختصاص پروژه و عملکرد روش برنامه ریزی شده براساس پارامترهایی مانند عدد صحیح، میانگین اشتباه مطلق، منبع و اشتباه مطلق نسبی محاسبه و تجزیه و تحلیل می شود.

نویسندگان مقاله های [۸۳-۸۵] چهارچوبی آزمایشی از معیارهای کد منبع ارائه کردند و بهترین مجموعه متریک را برای عملکرد مدل انتخاب کردند. روش برآورد هزینه برای آزمایش مدل های شکست پیش بینی کننده استفاده می شود. هدف، همچنین رفع این محدودیت ها با بستن فاصله بین نتایج آزمایش تجدیدنظر شده و اجرای بالقوه در فعالیت ML های کارآمد در چرخه عمر طرح اولیه رشد پروژه بود.

سایر مقالات [۸۶-۸۸] پیشنهاد کردند که سیستم انتخاب مدل های نرم افزاری توسط پروژه استفاده می شود و با استفاده از اثبات مهندسی نرم افزار تاریخی، مدل فراین نرم افزاری را انتخاب می کند که برای پروژه فعلی در مراحل اولیه توسعه مناسب است. نویسندگان مقاله [۸۹] معماری ای ارائه می کنند که مدل های تجزیه و تحلیل خودکار شکست را با استفاده از الگوریتم های طبقه بندی ML برای آزمایش نتایج حاصل از تکنیک های مختلف برای فایرفاکس و Netbeans توسعه می دهد. آن ها نشان می دهند که چگونه مدل های پیش بینی خودکار در

تقریب این دو پارامتر به طور واقعی تر از انواع خطوط پایه برای حالت‌ها و پروژه‌های تلفات خاص کارآمدتر هستند.

این بخش مقالاتی را توصیف می‌کند که از شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) استفاده کرده‌اند. دو مقاله [۹۰،۹۱] در مورد ایجاد محرک خطر سیستم‌های ML، مناسب‌ترین مشوق‌های ریسک را در مورد الزامات، سناریوها و برچسب‌های طبقه‌بندی برای ایجاد پروژه نرم‌افزاری ارائه می‌کنند. مطالعه باید مستقل از هریک از این طبقه‌بندی‌ها مشاهده شود، زیرا طبقه‌بندی‌ها مستقل از علل خطر هستند. نویسندگان مقالات [۹۲،۹۳]، در مورد کاربرد برنامه‌های ANN محور و بهینه‌شده تیم توسعه نرم‌افزار برای تشخیص شکاف‌های ظرفیت و آماده‌سازی برنامه‌ریزی و زمان‌بندی مهارت‌های SPM، تسهیل پیش‌بینی و پیش‌بینی استعدادها براساس فناوری‌های هوشمند کاربردی، بیان منابع و تکنیک‌های توسعه کارکنان صحبت کردند. یکی از اهداف کلیدی مقاله [۹۴] کمک به پیش‌بینی SCE با استفاده از فراین یادگیری ANN فعلی است. اثرات میانگین ریشه و بزرگی متناسب متوسط خطا هستند.

دسته‌بندی دیگری از مقاله‌ها، ماشین بردار پشتیبان (SVM) را مطالعه می‌کند. دو مقاله، کار سیستم‌های Gating پروژه و استفاده از آن‌ها برای تمیز دادن خط ساختمان را توضیح می‌دهند. دسته اولیه برای سیستم‌های CI هستند [۹۵،۹۶]. سه اکتشاف برای رسیدگی به ارسال‌ها برای سیستم Gating پیشنهاد و بررسی می‌شوند. نشان داده می‌شود که این نتیجه از استفاده از غربالگری با نرخ موفقیت بالا و نظارت مستمر در سطح پایین است که نتیجه‌ای قوی است. سومین و آخرین ارزیابی اکتشافی اهم ML را برای بهینه‌سازی انتخاب آزمایش می‌کند. مقالات دیگر [۹۷،۹۸،۹۹،۱۰۰]، مدل ارزیابی ریسک پروژه مربع کمتر (LS-SVM) را توسعه داده‌اند. شبیه‌سازی نشان می‌دهد که نتیجه پیش‌بینی شده SVM موفقیت‌آمیز است. برای تحلیل مدل ارزیابی ریسک پروژه از رویکرد LS-SVM استفاده شد. داده‌های ارزیابی ریسک متخصص برای آموزش مدل رگرسیون LS-SVM برای ارتباط نقشه‌برداری بین خطر و ویژگی‌ها استفاده می‌شود. همچنین یافته‌ها دقت و تعمیم قوی مدل LS-SVM را نشان می‌دهند. آخرین مقاله [۱۰۱] پیشنهاد کرد که مراحل باید با روش‌های یادگیری SVM در زمان اجرا تجزیه و تحلیل و درجه‌بندی شوند. مکانیسمی را تعریف کرده است که با انتخاب معیارها از برنامه موجود یا تغییر جهت نرم‌افزار اندازه‌گیری‌ها، تقویت برنامه‌های محاسباتی با معیارهای تطبیق‌پذیری مشخص می‌شود.

مقالات این بخش، جنگل تصادفی را توصیف می‌کنند. دو مقاله [۱۰۲،۱۰۳] مدل پیش‌بینی بسیار قابل اعتمادی ایجاد کرده‌اند. در مرحله ایجاد نرم‌افزار در حال انجام و ابتکار تحقیق، رویکرد ذکر شده در مجله عملی باید شامل پیش‌بینی نقص باشد. نتایج تدریس را با دقیق‌ترین پیش‌بینی‌کننده خطا در بخش در طبقه‌بندی‌های متعدد از جمله NB، DT، یا RF مقایسه و دوباره بررسی کنید. در مقاله [۱۰۴] نتایج ارزیابی فعالیت تیمی کامل که شامل بیش از ۴۰



مرحله عینی و قابل مشاهده است که توسط گروه‌های دانش‌آموزی که در طرح‌های کلاسی همکاری می‌کنند، انجام شده است. همچنین، چهارچوب ML از الگوریتم RF برای پیش‌بینی رفتار هم‌تیمی‌ها و نتایج تیم استفاده می‌کند.

فقط یک مقاله در شبکه بیزی انجام شد. مقاله [۱۰۵] از پایگاه‌های اطلاعاتی متعددی برای جمع‌آوری معیارهایی استفاده کرد که از مشخصات طراحی برای سه برنامه جداگانه ناسا که برای ابزار فضانپایما، چهارچوب پیش‌بینی زمین در زمان واقعی و برنامه‌های کاربردی ماهواره‌های پرواز ساخته شده‌اند، گرفته شده‌اند. کاربرد BN در مهندسی نیازمندی‌ها را بررسی کرده و به‌طور خاص بر شناسایی و ارزیابی الزامات پرخطر تمرکز می‌کند.

دو مقاله در مورد K-Nearest Neighbor (k-NN) انجام شده است. مدل پیشنهادی نشان داده‌شده در مقاله [۱۰۶] مکان‌های مختلفی به مدیران پروژه را ارائه می‌کند تا بهترین سایت‌های تولید جهانی را برای وظایف فردی انتخاب کنند. مدل تخصیص شغل پیشنهادی نیز برای سایر رویکردها ارزیابی و بررسی می‌شود. دومین الگوریتم ترکیبی در مقاله [۱۰۷] وجود دارد که ترکیبی از بهینه‌سازی الگوریتم‌های COA-Cuckoo و KNN است. یافته‌ها نشان می‌دهند که هزینه پیش‌بینی شده قابل اعتمادتر است.

دو مقاله دیگر طبقه‌بندی در مورد درختان تصمیم انجام شده است. در مقاله [۱۰۸]، متغیر گسسته‌ای پیشنهاد شده است و الگوریتم مدل طبقه‌بندی معرفی شد. یافته‌ها نشان می‌دهند که درخت‌های سیاست دقیق آماری از رگرسیون لجستیکی شرطی تکاملی و استاندارد پیشی می‌گیرند. دومین مقاله [۱۰۹]، همگنی داده‌های هزینه را در حوزه‌های دستگاه، تجزیه و تحلیل می‌کند و بر حس جاسازی تمرکز می‌کند. مدل‌های داده بین‌دامنه‌ای Equatinf با مدل داده دامنه، سه نصب آزمایشی ایجاد می‌کنند.

مقاله‌ای که روی الگوریتم ژنتیک انجام شد [۱۱۰] پیشنهاد کرده است که از NN برای ایجاد فهرستی از متخصصان سازماندهی شده برای هر معیار استفاده شود. ترکیبی از رویکردهای برنامه‌ریزی تخلیه نیمه‌خودکار و تخصیص موقعیت نیمه‌خودکار نیز اجرا شده است. نتیجه انباشته برنامه‌ای تکراری برای جزئیاتی است که سازنده روی آن کار می‌کند.

مقاله‌ای در مورد یادگیری عمیق انجام شد. در مقاله [۱۱۱] دو معماری یادگیری عمیق قابل اعتماد وجود داشت؛ شبکه بزرگراه^۱ و حافظه دوربرد^۲. چهارچوب پیش‌بینی شامل آموزش سرتاسری از داده‌های ورودی ابتدایی تا اثرات پیش‌بینی بدون مهندسی عملکرد دستی است. بررسی تحلیلی نشان می‌دهد که میانگین مطلق بودن، مطلق بودن میانه و دقت یکنواخت سه خط پایه معیار و شش گزینه به‌طور قابل اعتمادی بهتر عمل می‌کنند.

¹ highway network

² long-range memory

۳-۷-۲. مطالعات انجام شده روی سایر روش‌ها

در این بخش، روش‌های دیگر و نحوه استفاده از آن‌ها بررسی می‌شود؛ این مقالات به موضوعات و کاربردهای مختلفی تقسیم شدند.

مدل اول، مدل‌های فراین نرم‌افزار است. دو مقاله [۱۱۳، ۱۱۲] تحقیقات همکاری پژوهشی در برنامه‌های چابک (agile) را بررسی کردند. نمونه‌ها به شناسایی تضادهای بالا از جمله جایگزین‌های کوتاه‌مدت برای تعدیل‌های کوتاه‌مدت و حل و فصل اختلافات منافع با استفاده از تکنیک‌های چابک کمک می‌کنند. دو مقاله [۱۱۵، ۱۱۴] گردآوری پیشنهادها را تصریح کرده‌اند. ویژگی‌های انتخاب‌شده و پیاده‌سازی کیت ML برای مفهوم آماری R را ارزیابی کردند؛ به علاوه، توضیح داده شده است که چگونه تکنیک‌های داده‌کاوی را می‌توان برای ساخت مدل طبقه‌بندی پیش‌بینی تلفات استفاده کرد. مدل پیشنهادی، داده‌ها را از چند پارامتر پروژه جمع‌آوری می‌کند و پروژه‌ای را به یکی از سه کلاس، طبقه‌بندی می‌کند. مقاله [۱۱۶]، رویکردی برای ارزیابی ریسک پروژه نرم‌افزاری پیشنهاد کرده است که از اعتبارات برای اندازه‌گیری اثرات عوامل خطر جهت رفع نظرات نادقیق و تناقضات بین کارشناسان استفاده می‌کند. استنتاج شبکه‌ی اعتباری به پیش‌بینی و تشخیص خطر کمک کرد.

در مقاله [۱۱۷]، به اهمیت روش‌های چابک و سیستم‌های پیشرفته مانند اینترنت اشیا، مه^۱ و ابر^۲ پرداخته شده است؛ بنابراین، نرم‌افزاری از ادغام ساختار طراحی و کاهش ریسک برای پیگیری بهتر این هدف پیشنهاد شد. نوآوری‌های ML که ثابت می‌کند برای گام‌های فعلی در ارزیابی ریسک کسب‌وکار به حالت مستمر مطلوب‌تر هستند و با اینترنت اشیا پیاده‌سازی می‌شوند نیز در چهارچوب پیشنهادی گنجانده شده‌اند. نویسندگان مقاله [۱۱۸] به طور سیستماتیک سیستم کمی قوی یکپارچه مدیریت ریسک را ارائه می‌دهند که بر مشارکت بین اندازه پروژه و مشارکت تصمیمات مخاطره‌آمیز تمرکز دارد. سازندگان این رویکرد، تحلیلی در پایگاه داده پروژه‌ای واقعی از طریق برنامه‌ای کاربردی نشان دادند.

مدل دوم، کنترل‌کننده منطق فازی است. در دو تا شش مرحله برآورد تلاش نرم‌افزار، دو مقاله [۱۱۹، ۱۲۰] افزایش راندمان کنترل‌کننده‌های روان و منطقی را با بهبود کنترل‌های سوخت مبتنی بر مورد با حداقل اندازه براساس کنترل پیشنهاد کرد؛ نتیجه، آشار کنترل‌کننده منطق سیال است. قوانین مدل‌هایی که توسط خوشه‌بندی تفریقی ایجاد می‌شوند، امکان کاهش بیشتر را فراهم می‌کنند.

مدل سوم، برنامه‌ریزی انتشار استراتژیک (SRP) است. نویسندگان مقاله [۱۲۱] دریافته‌اند که نرم‌افزار مورد استفاده به‌عنوان افزونه‌ای برای چهارچوب‌های تولیدی، که اغلب استفاده می‌شوند، به بهبود عملکرد فراین کمک می‌کند. SRP، مرحله‌ای مهم در ایجاد برنامه‌های

¹ Fog

² Cloud





کاربرد تکراری است. SRP شامل تخصیص ویژگی‌ها یا شرایط برای انتشار در قالب محدودیت‌های سخت و نرم مانند زمان، تعهد، ثبات و پول است.

مدل چهارم، مدل بلوغ است. در مقاله [۱۲۲]، داده‌های بدون ساختار عظیم تحت چهارچوب مدل بلوغ شایستگی دیجیتال (DCMM) از طریق تجزیه و تحلیل دقیق هدف، فرایندهای مدیریتی یا عوامل تأثیرگذار این پروژه توسعه یافته‌اند. پیش‌بینی می‌شود که مقایسه مهارت‌های ذخیره‌سازی داده‌های مرتبط، تأثیر مطلوبی داشته باشند. روشی تثبیت شده جهت بهبود عملکرد و استاندارد طلایی برای ایجاد برنامه و دستگاه برای بیش از ۲۰ سال ساخته شده است.

مدل پنجم، وزن دهی متوالی رو به جلو است. نویسندگان مقاله [۱۲۳]، الگوریتم‌های کارآمدی را برای تعمیم انتخاب زیرمجموعه ویژگی‌ها با رویکرد وزن‌دهی ویژگی عملی، توسعه و ارزیابی کردند. این الگوریتم، دقت را بیشتر بهبود می‌بخشد، زیرا همه ویژگی‌ها به طور یکسان در حل مسئله برای تعیین وزن عناصر جهت بهبود دقت تخمین کمک نمی‌کنند. پس از آن، آزمایش‌هایی را انجام داده‌اند که براساس طراحی اندازه‌گیری‌های مکرر مجموعه داده‌های دنیای واقعی برای ارزیابی این الگوریتم‌ها است.

مدل ششم، مدل تخمین استدلال مبتنی بر مورد (CBR) است. نویسندگان مقاله [۱۲۴] پیشنهاد کردند که سیستم‌های خوشه‌بندی CBR (CBR-Cs) را می‌توان برای ارائه برآورد هزینه‌ای دقیق ایجاد کرد. هدف رویکرد CBR-C، تعیین کمیت خطاها، زمان و اجازه به مدیران برای درک آسان فرایندهای ارزیابی است. این مطالعه نشان می‌دهد که رویکرد CBR-C پیشنهادی، ساختار برآورد هزینه پروژه طراحی نرم‌افزار جامعی را ارائه می‌دهد.

مدل هفتم، مدل زمین-ماه^۱ است. نویسندگان مقاله [۱۲۵] مدل مدیریت ریسکی برای پروژه‌های ماه-زمین ارائه کردند که ویژگی‌های ایجاد نرم‌افزار را مطابق با تئوری پیاده‌سازی شده پروژه چرخه عمر نرم‌افزار در نظر گرفت. تحولات اصلی، که در پارادایم کنونی مورد استفاده قرار می‌گیرد، اغلب تجزیه و تحلیل و حل می‌شوند.

مدل هشتم، پیش‌بینی نقص پروژه است. در مقاله [۱۲۶]، اثرات ساده‌سازی داده‌ها توصیف و کمی‌سازی شد. آزمایش‌ها انجام شدند و با و بدون توانایی پیش‌بینی CPDP مقایسه شده‌اند. روشی برای ساده‌سازی داده‌ها با استفاده از روش یادگیری تطبیقی برای محاسبات تعامل کاربر معرفی شد.

مدل نهم، Treeboost (تقویت گرادیان تصادفی) است. ورودی‌های مدل، طبق گزارشی در مقاله [۱۲۷]، مقیاس، کارایی و پیچیدگی Treeboost هستند. مدل Treeboost با استفاده از چهار معیار خروجی MMRE، PRED، MdMRE و MSE در برابر مدل رگرسیون

¹ Earth-Moon

چندخطی و مدل موردی آزمایش شد و به‌عنوان مدل رگرسیون چندخطی ایجاد شد. مدل Treeboost را می‌توان برای کمی کردن تعهد خروجی نرم‌افزار استفاده کرد.

۴. بحث

این تحقیق به بررسی مطالعات ضروری در مدیریت پروژه پیشرفته با استفاده از فناوری ML می‌پردازد. هدف این تحلیل تأکید بر الگوهای پژوهشی در این زمینه است. این تحقیق فعلی نیست و اجرا را پوشش نمی‌دهد، بلکه خود ادبیات را پوشش می‌دهد. این مطالعه با برآوردهای قبلی متفاوت است؛ ادبیات همراه به‌عنوان طبقه‌بندی پیشنهاد شده است. در زمینه‌ای تحقیقاتی، ایجاد طبقه‌بندی ادبیات ممکن است چندین مزیت داشته باشد. سؤال سوم تحقیق: شکاف‌های موجود برای چشم‌انداز تحقیق در زمینه مدیریت پروژه نرم‌افزاری چیست؟

محقق جدیدی، که در حال تحقیق ارزیابی پروژه نرم‌افزاری است، ممکن است تحت‌تأثیر طیف گسترده‌ی اسناد در این بخش، فقدان نوع خاصی از چهارچوب و بررسی این زمینه قرار گیرد؛ مقالات متعددی در مورد این موضوع به روندهای نوظهور در مدیریت پروژه می‌پردازند. امروزه، مطالعات خاصی، مدل‌ها و پیاده‌سازی‌های ML را ایجاد کرده‌اند. طبقه‌بندی ادبیات به‌طور قابل توجهی به سازماندهی این آثار و حوادث متنوع کمک می‌کند و قابل استفاده و سازگار است. از سوی دیگر، روش‌شناسی طبقه‌بندی، بینش مفیدی را در مورد موضوع به محققان می‌دهد. در مرحله بعد، موضوعات آینده برای مطالعه را شرح می‌دهد و طبقه‌بندی در تجزیه و تحلیل فعلی ارزیابی نرم‌افزار نشان می‌دهد؛ برای مثال، به نظر می‌رسد محققان، مسیری را در این بخش برای درگیر کردن مکانیسم‌هایی برای توسعه و عملیات برنامه توصیه می‌کنند. استفاده و پیاده‌سازی فناوری‌های ML از جمله آخرین ارزیابی پروژه نیز پوشش داده شده است. همچنین، طبقه‌بندی می‌تواند کمبودهای مطالعه را طبقه‌بندی کند و نگاهی ادبیات، پوشش مطالعاتی ضعیف و قوی را در پیشنهاد‌های بررسی پروژه در دسته‌های مختلف نشان می‌دهد؛ به‌عنوان مثال، طبقه‌بندی، ارزش بررسی و ارزیابی گروه‌های ادعاهای فردی را به هزینه روش‌ها، ساختارهای تلفیقی و فعالیت‌های رشد نشان می‌دهد که در فراوانی دسته‌های آن‌ها بیان می‌شود. طبقه‌بندی، عدم تحقیق درباره توسعه بازبینی پروژه را پس از تحقیقی کافی نشان داد. ادبیات، برای تحقیق ضروری است. مطالعات این بخش با هدف بهبود و تبادل ML انجام می‌شوند.

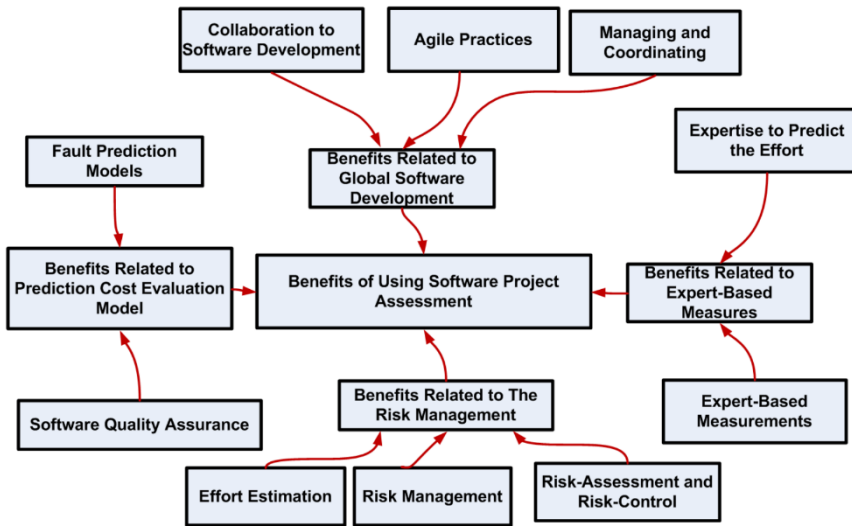
تجزیه و تحلیل آماری در بخش‌های جداگانه طبقه‌بندی، صنایع شرکت‌کننده در روش ML را برای مقابله با تحولات در حال ظهور و بهبود زمینه‌های غیرفعال، طبقه‌بندی می‌کند. این مطالعه، طبقه‌بندی‌ای را ارائه می‌دهد که محققان ممکن است در آن با همکاری و تجزیه و تحلیل فناوری‌های جدید مانند پیشرفت‌ها، مطالعات مقایسه‌ای و ارزیابی پروژه با استفاده از فناوری ML، که مشابه طبقه‌بندی در زمینه‌های دیگر است، همکاری کنند. همچنین، تجزیه و تحلیل



سه بخش از ادبیات را نشان می‌دهد که عبارت‌اند از عوامل پشت ظهور مدیریت پروژه خودکار با استفاده از فناوری‌های ML، چالش‌های استفاده موفق از آن روش‌ها و توصیه‌هایی برای غلبه بر این مشکلات.

۴-۱. انگیزه‌ها

مزایای استفاده از پلتفرم مدیریت پروژه ML، شفاف و قانع‌کننده است. این بخش، برخی از مزایای ادبیات بحث می‌کند که براساس مزایای منحصر به فرد طبقه‌بندی می‌شوند. منابع مناسب برای بحث بیشتر ذکر شده است (شکل ۶).



شکل ۶: مزایای استفاده از ارزیابی پروژه نرم‌افزاری

۴-۱-۱. مزایای مربوط به مدل ارزیابی هزینه پیش‌بینی

این روش برای آزمایش معیارهای کد منبع و معیارهای مناسب برای بهبود عملکرد مدل پیش‌بینی خطا استفاده شد. از روش برآورد هزینه برای آزمایش مدل خطای پیش‌بینی‌کننده استفاده می‌شود. نتایج اولیه عبارت‌اند از [۱۲۸]: ۱. چندین رویکرد برای رأی‌گیری تحت‌الشعاع روش‌های دیگر؛ ۲. معیارهای مکانیزم کد منبع انتخاب‌شده برای استفاده از معیارهای منبع دستگاه پیشنهادی که در پروژه‌های نرم‌افزاری با درصد کلاس‌های خطای کمتر از مقدار آستانه توصیه شده، در مقایسه با سایر روش‌ها مفید هستند؛ ۳. رویکرد پیش‌بینی شکست.

۴-۱-۲. مزایای مدیریت ریسک

فعالیت‌های مختلف برنامه‌ریزی نرم‌افزار را می‌توان به دو روش مؤثر تقسیم کرد؛ ارزیابی مشارکت و کاهش ریسک [۱۲۹]. برآورد هزینه تلاش نرم‌افزار به بسیاری از ملاحظات هزینه بستگی دارد و کنترل ریسک به شناسایی، درمان و حذف ریسک نرم‌افزار قبل از نتایج غیرمنتظره نیاز دارد [۱۳۰]. تعهد پیش‌بینی‌شده به رشد نرم‌افزار، تلاش‌ها را تعیین می‌کند. ارزیابی ریسک،



فعالیت اصلی در مرحله برنامه‌ریزی پروژه [۱۳۱]، عنصری حیاتی در ارزیابی موفقیت پروژه توسعه نرم‌افزار است؛ با این حال، قضاوت و تجربه انسانی در موفقیت فعالیت‌های مدیریت ریسک در روش‌های سنتی کاهش ریسک، ضروری است و ارزیابی ریسک برای پروژه نرم‌افزاری، غیرضروری و پرهزینه در نظر گرفته می‌شود [۱۳۲].

۴-۱-۳. مزایای توسعه جهانی نرم‌افزار (GSD)

افزایش استفاده از GSD برای به حداقل رساندن هزینه‌های تولید و باز بودن بسته گسترده‌ای از تجزیه و تحلیل حرفه‌ای، یکی دیگر از پیشرفت‌های حیاتی در بازار است. سرمایه‌گذاری‌های GSD اغلب چالش‌های مهمی ایجاد می‌کنند، اما محبوب‌تر می‌شوند؛ این چالش‌ها شامل نگرانی‌های ارتباطی بین شرکت‌کنندگان پروژه، مشکلات در ایجاد ارتباطات قابل قبول جامعه، مشکلات فرهنگی و موانع در مدیریت و سازماندهی کار در پروژه‌های اجرایی هستند. به‌طور خلاصه، کار تیمی فشرده در تولید نرم‌افزار در محیط توزیع‌شده، دشوار است [۱۳۱]. با تمرکز بر ارتباطات چهره‌به‌چهره، که برای مدیریت زمینه‌های GSD سخت و پیچیده است، ادغام برخی از رویکردهای چابک از همان اولین تلاش، چالش‌برانگیز به نظر می‌رسد.

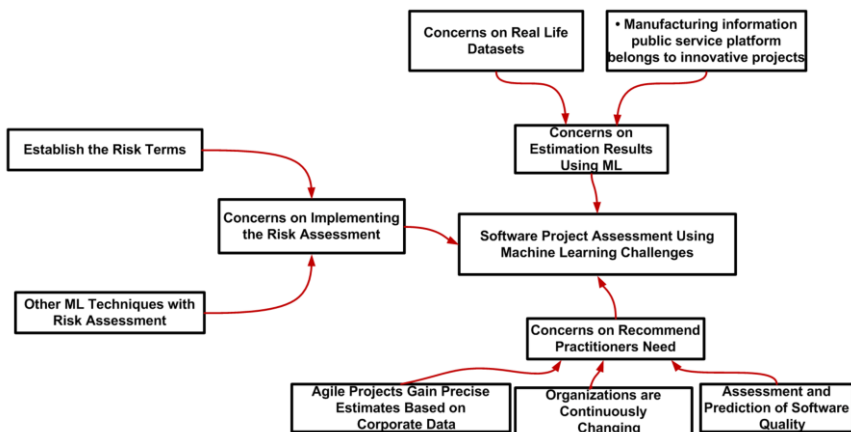
۴-۱-۴. مزایای اقدامات مبتنی بر تجربه

پیش‌بینی‌کننده از تجربه خود برای پیش‌بینی کار سرمایه‌گذاری‌هایی مانند کارشناسان استفاده می‌کند. مهارت برآوردگر به موضوع و تجربه او از اقدامات مشابه و متعارف بستگی دارد. اگر تعداد محدودی از مراحل، نیاز به حذف اندازه‌گیری‌های متخصص داشته باشد مدل متمرکز، سود قابل توجهی خواهد داشت. نباید از جایگاه رفتار متخصص غافل شد. مفهوم ارزیابی ساخته‌شده بدون معیارهای حرفه‌ای حتی بدتر از مدل سازگاری و رویکرد تضمین کیفیت مورد استفاده برای جلوگیری از ارزیابی‌هایی است که نیاز به تحقیقات تخصصی دارند؛ پژوهش مدل ارزیابی، محدودیت‌های زیادی را در جمع‌آوری معیارهای پیش‌بینی برای کار بالقوه ارائه می‌دهد. اشکالات بالقوه ممکن است تعداد ابزارهای خاص موجود برای ارزیابی رفتار، سازگاری و پایبندی به کاربرد یک سیستم یا دقت اندازه‌گیری باشد [۱۳۲].

۴-۲. چالش‌ها

اگرچه تکنیک‌های آموزشی کامپیوتری، که در ارزیابی SPM استفاده می‌شوند، چندین مزیت را ارائه می‌دهند، اما چنین فناوری‌هایی راه‌حل ایده‌آل برای پروژه‌های در حال تکامل در نظر گرفته نمی‌شوند [۱۳۳]. بررسی‌ها نشان می‌دهند که محققان به ارزیابی پروژه‌ها و استفاده از آنها از استراتژی‌های ML علاقه‌مند هستند. موانع اصلی در اجرای تکنیک‌های ML، علاوه بر موضوعات اضافی، در زیر ذکر شده‌اند و مشکلات تعریف شده‌اند (شکل ۷).





شکل ۷: ارزیابی پروژه نرم‌افزاری با استفاده از چالش‌های یادگیری ماشین

۴-۲-۱. نگرانی از نتایج تخمین با استفاده از ML

تجزیه و تحلیل، سؤالات بیشتری را درباره مجموعه داده‌های واقعی که فاقد رویکردهای توسعه نرم‌افزار اساسی هستند و به معیارهای دقیق دیگری نیاز دارند، که می‌تواند برای محاسبه تلاش استفاده شوند، آشکار کرد. رویکردهای ارزیابی مختلفی برای تأیید یافته‌های پیش‌بینی تلاش برنامه در تحقیقات بیشتر مورد نیاز است. اعتبارسنجی متقاطع، رویکرد Jackknife و روش تکراری عمدتاً اعتبارسنجی می‌شوند. علاوه بر این، روندهای مطالعاتی نشان داده‌اند که روش‌های محاسبه به بررسی و تقویت نیاز دارند. همچنین، مجموعه داده‌های واقعی ممکن است معیارهای اندازه و سایر روش‌های ML از جمله درخت‌های رگرسیون را نیز بررسی کنند. پورتال خدمات عمومی از جمله ابتکارات خلاقانه در زمینه تولید دانش است. رویه‌های توسعه باید بیشتر توسط تیم پروژه ما به‌روز شوند و مهندسان نمی‌توانند پلتفرم توسعه و زیرساخت‌هایی را که تأثیر بیشتری بر کارایی محصول دارد نظارت کنند.

۴-۲-۲. نگرانی از اجرای ارزیابی ریسک

زمانی که پروژه شروع می‌شود، ابتدا باید تهدیدات و عوامل خطر پروژه را تعریف و شرایط ریسک اصلی را تعیین کنیم؛ یعنی تغییر تقاضای ریسک، خطر زیرساخت، هماهنگی افراد و رویکردهای حفاظت از دستگاه و... شبکه ارزیابی ریسک، همراه با تخصص کارشناسان، روی موارد فعلی برای ایجاد فراین یادگیری مورد ریسک متمرکز شده است. در پرتوی دو سیستمی که بالاترین نتایج موفقیت را به دست آورده‌اند، ارزیابی درجه ریسک، شرطی ضروری بود که هزینه‌های تجدیدنظر در سطح ریسک آن به مناسب‌ترین چهارچوب برای طبقه‌بندی بیزی تبدیل شد. در این زمینه توصیه می‌شود، زیرا برای سایر تکنیک‌ها مانند ML، نتایج تخمین بهبودیافته را ارائه می‌دهد [۱۲]. دلیل نسبتاً قطعی‌تری برای دقت بالاتر وجود دارد، زیرا داده‌ها



از مجموعه داده‌ای وجود واحد به دسته‌های مختلف همگن، بسته به شرکت یا بخش، استخراج می‌شوند. دقت برآورد تلاش از طریق طبقه‌بندی مقالات [۱۳۴، ۱۳۵، ۱۳۶] افزایش یافت.

۴-۲-۳. نگرانی از نیاز به توصیه پزشکان

در مورد نوع روش‌های محاسبه‌ای و نوع مجموعه داده‌هایی که برای پروژه‌ها استفاده می‌شوند، مراقب باشید. پروژه‌های چابک برآوردهای دقیق‌تری را براساس داده‌های شرکت به دست می‌آورند. در مقایسه با داده‌های ملی، کسب و کارهای خصوصی از مقدار محدودی از داده‌های پروژه داخلی سود می‌برند [۱۳۲]. همانطور که شرکت‌ها روش‌های رشد تدریجی مولدتر و چابک‌تری مانند XP را پیاده‌سازی می‌کنند، گزارش‌های بیشتری در مورد پروژه‌هایی که این تکنیک را به کار می‌گیرند، پیشنهاد می‌شود. مطالعات فعلی مدیریت تلاش نسبتاً بهتری را در پروژه‌های XP نشان می‌دهد، همانطور که علی‌رغم حفظ همان بهره‌وری با MMRE کم نشان داده شده است [۱۳۷].

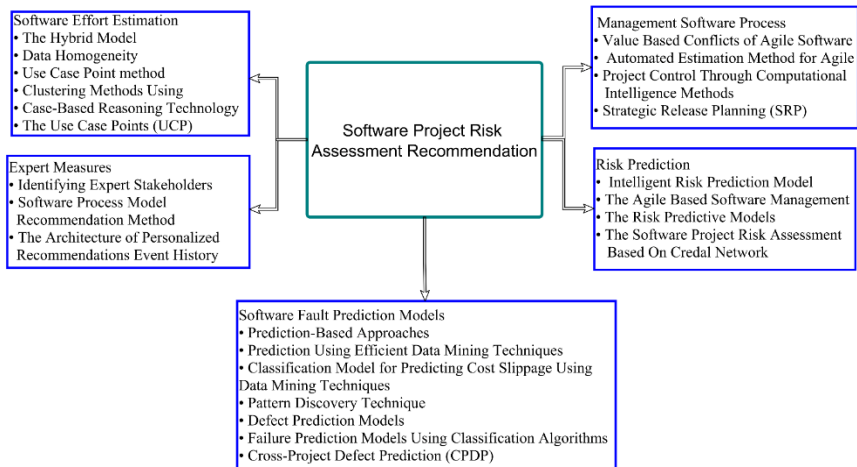
از آنجایی که سازمان‌ها به‌طور مداوم در حال تغییر هستند، سیستم‌های کنترل پروژه تطبیقی نیاز خواهند بود. KPIهای جدید برای استفاده یا حذف و تغییر قوانین ارزیابی متخصص، سناریوهای رایج بین مدیران پروژه هستند. PMIS باید چنین شرایطی را مدیریت کند. ایجاد فرایندهای خودکار و کاملاً تعریف‌شده بین سطوح بالای مدیریت سازمان و تنظیمات داخلی PMIS، نویدبخش ویژگی‌های رابطه‌ای جدید در روشی هستند که این دو نهاد بین آن‌ها ارتباط برقرار می‌کنند [۱۳۸].

با توجه به ارزیابی و پیش‌بینی کیفیت نرم‌افزار در سازمان‌های بزرگ نرم‌افزاری، پیش‌زمینه کلی استفاده از روش‌های ML در شرکت‌های بزرگ محاسباتی، ارزیابی و برآورد کیفیت محصول است. شاخص‌های مختلف محصول را می‌توان در ایجاد مدل کیفیت نرم‌افزار با استفاده از ISO 15939 برای اندازه‌گیری و پیش‌بینی خروجی نرم‌افزار و همچنین برآورده کردن معیارهای اطلاعات کیفی این سازمان‌ها استفاده کرد. سودمندی روش‌های ML حتی برای چنین ارزیابی‌ای مستند شده‌اند. در ISO 9126 [۱۳۹]، کیفیت به‌عنوان «کامل بودن ویژگی‌ها و ویژگی‌های محصول نرم‌افزاری که قادر به برآورده کردن نیازهای اعلام‌شده یا ضمنی است»، تعریف می‌شود. در ISO 25000 [۱۴۰]، ظرفیت محصولات نرم‌افزاری برای برآورد کردن مشخصات مشخص‌شده، تحت برخی شرایط رویکرد سازگاری اتخاذ شده است. شناسایی و تخصیص منابع جایی که بیشتر نرم‌افزار برای ارزیابی کیفیت نرم‌افزار استفاده می‌شود، در مراحل اولیه توسعه ضروری است [۱۴۱].

۴-۳. توصیه‌ها

این بخش توصیه‌هایی را برای حل مسائل و چالش‌های ارزیابی SPM مورد استفاده در تکنیک ML ارائه می‌دهد (شکل ۸).





شکل ۸: دسته‌بندی توصیه‌ها برای استفاده از ارزیابی پروژه نرم‌افزاری

۴-۳-۱. توصیه‌هایی برای تخمین تلاش نرم‌افزار

اندازه‌گیری مشارکت نرم‌افزار برای برنامه‌های نرم‌افزاری موفق، ضروری است. اگر بخواهیم در کسب‌وکارهای نرم‌افزاری به دنبال بودجه خاصی باشیم، آماده‌سازی و هزینه پروژه به درستی انجام می‌شود و تخمین تلاش محاسباتی دقیق، ضروری است. با توجه به تغییرات قیمت، می‌توان از سودهای تجاری بیش از حد برآورد شده را صرف‌نظر کرد. از سوی دیگر، دست‌کم گرفتن، برنامه و هزینه‌ها را تحت الشعاع قرار می‌دهد و برای کسب‌وکار، سرمایه هزینه می‌کند. از آنجایی که هزینه تلاش، منعکس‌کننده هزینه بالا است، ادبیات، در عوض، از محاسبه تلاش نرم‌افزاری و اصطلاحات محاسبه هزینه نرم‌افزار استفاده می‌کند که به ارزش تقریبی اشاره دارد. سؤال چهارم تحقیق. معیارهای پیش‌بینی و سطح دقت فعلی آن‌ها که توسط تکنیک‌های تخمین مختلف اثبات می‌شود، چیست؟

مدل ترکیبی، برای تخمین تکمیل فعالیت‌های برنامه در مدت طولانی، زمینه مطالعاتی ضروری است؛ بنابراین، ما چندین مدل مستقل با عملکرد خوب را برای بهبود دقت و قابلیت اطمینان اثرات پیش‌بینی می‌خواستیم. نمونه اولیه ترکیبی شامل سه مجموعه مجزا از ویژگی‌ها است که عبارت‌اند از ۱. یکی ویژگی مبتنی بر متنی است که به‌عنوان جمع شناخته می‌شود؛ ۲. یکی شامل ویژگی‌های مبتنی بر متن است که به‌عنوان تعریف شناخته می‌شوند؛ ۳. دارای انواع ویژگی‌های مبتنی بر فراداده است. در مقایسه با مدل‌های مدل قبلی در مقاله [۱۳۷]، این مدل برای تعداد وسیع‌تری از وظایف مناسب است، زیرا تنها به یک نوع منبع داده که همیشه در دسترس نیست، محدود نمی‌شود. این بخش بر تخمین تکمیل فعالیت‌ها متمرکز بود، اما تحقیقات بیشتری برای بررسی اینکه آیا استراتژی‌های ترکیبی مشابه به مدل‌های تخمین زمان تکمیل گسترش می‌یابند یا خیر، مورد نیاز است.



همگنی داده‌ها و همگنی هزینه دامنه کاربرد نتایج. این سؤال قبلاً در ادبیات تخمین ماشین بحث نشده بود. تأثیر مقیاس داده‌های آموزشی موفقیت پیش‌بینی و موضوعی حیاتی که در تحقیق دیگری بررسی شده است را بررسی کنید. مطالعات انجام شده برای رسیدگی به این مشکل هنوز تأیید نکرده است که این موضوع به دلیل تفاوت در کیفیت داده‌ها و الگوریتم‌های پیش‌بینی، مسئله‌ای بی‌پاسخ است. با این حال، آخرین یافته‌های تجربی، مدیران پروژه را هدایت می‌کند تا تعیین کنند که چه مقدار داده برای آموزش الگوریتم لازم است [۱۰۹]. از روش‌های مختلف ML برای اندازه‌گیری هزینه‌های برنامه و تجزیه و تحلیل عملکرد استفاده کنید. همچنین ممکن است سایر محققان را تشویق و هدایت کند تا در این زمینه کار کنند. رویکرد کار بالقوه می‌تواند ویژگی‌های خاص دامنه را هدف قرار دهد، به طوری که کیفیت داده‌های ویژگی‌ها بهتر شود و خروجی پیش‌بینی آن‌ها افزایش یابد. این کار ممکن است با تجزیه و تحلیل داده‌ها در حوزه دستگاه تعبیه شده به دست آمده باشد.

استفاده از روش Case Point مدل Treeboost، تعهد نرم‌افزار را با تمرکز بر سه متغیر مستقل مقیاس، کارایی و پیچیدگی نرم‌افزار پیش‌بینی می‌کند. مدل Treeboost پیش‌بینی عملکرد برنامه را براساس فراین نقطه استفاده پیشنهاد کرد. از مدل Treeboost استفاده شد. اندازه نرم‌افزار، بهره‌وری و پیچیدگی شامل ورودی‌های مدل می‌شوند. مدل رگرسیون چند خطی‌ای ایجاد شد و مدل Treeboost با استفاده از چهار معیار عملکرد PRED، MMRE، MdmRE و MSE در برابر مدل رگرسیون چندخطی و مدل نقطه موردی ارزیابی شد. الگوی Treeboost برای تلاش برنامه با عملکرد مثبت استفاده شد [۲۲]. یافته‌ها مثبت هستند و اندازه‌گیری دقیق تنش اولیه را افزایش می‌دهند.

روش‌های خوشه‌بندی، طیف وسیعی از راه‌های ممکن را دارند. روش‌های خوشه‌بندی اضافی، دانش‌آموزان ساده، ویژگی‌های ورودی پروژه، ویژگی‌های خوشه‌بندی، مقادیر پارامترها و پروتکل‌های تنظیم (خودکار) و همچنین توصیه‌های مکانیزم به‌روزرسانی سازمان‌یافته‌تر برای پروژه‌های CC ممکن است مورد توجه قرار گیرند [۱۴۲، ۱۴۳]. Dycom، استفاده از رویکردهای خوشه‌بندی را در ایجاد زیرمجموعه‌های CC گسترش داد. سه روش برای خوشه‌بندی وجود دارد؛ به عنوان مثال، سلسله‌مراتب خوشه‌ها، K-means و حداکثر کردن ترجیحات [۱۴۴، ۱۴۵، ۱۴۶]. Dycom Clustering مشابه Dycom اصلی است که براساس چهار زیرمجموعه CC از چهار جدول SEE با اندازه‌های مختلف است؛ برای مثال، این تحقیق شامل طرح‌بندی توالی است. خوشه‌بندی Dycom مربوط به K-mean به جداسازی برنامه‌های CC کمک می‌کند، با تحویل برابر با Dycom یا کارایی پیش‌بینی بهتری دارد. با این حال، تعداد زیرمجموعه‌های CC نیز نیاز به تعریف قبلی دارد و انتخاب اشتباه ممکن است تأثیر منفی بر نتایج پیش‌بینی داشته باشد.





با استفاده از فناوری استدلال مبتنی بر مورد (CBR)، چنین عواملی باعث می‌شوند که CBR تعاملی برای رفع نیازهای مدیران پیشنهاد شود. این روش به دنبال ارتقای درک مکانیسم برآورد هزینه و ارائه دانش کافی به مدیران است. درک چرخه CBR ساده است، زیرا ذخیره و بازیابی اطلاعات در حافظه انسان را شبیه‌سازی می‌کند. مدیران، با اقداماتی که انجام داده‌اند بهتر می‌توانند درک کنند که محاسبات چگونه انجام می‌شوند. روش ANGEL با استراتژی CBR-C [۱۴۷] بهتر عمل کرد. توضیح اصلی برای این امر این است که رویکرد CBR-C فعلی دارای تابع نمایه‌سازی ای است که نسبتاً خطای پیش‌بینی را کاهش می‌دهد. روش CBR برای غلبه بر مسائل جاری با پرداختن به مشکلات مرتبط در گذشته است. برآورد تعهد CBR به تفصیل بیان شده است. قوانین اساسی CBR به شرح زیر است که قابل مقایسه‌ترین پروژه‌های گذشته برای تخمین اینکه چگونه هزینه پروژه فعلی می‌تواند از معیارهای مقایسه استفاده کند، انتخاب می‌شوند [۱۴۳]. ۱. آیا شکلی از الگوریتم وزن‌دهی تابع برای ارزیابی تلاش استدلال گاه‌به‌گاه وجود دارد که روش‌های فعلی انتخاب تابع را بهبود بخشد؟ ۲. مجموعه داده‌ها چقدر بر این نتایج متکی هستند؟ ۳. آیا می‌توان دقت مجموعه داده‌ها را با جستجوی راه‌هایی برای نشان دادن اینکه یافته‌های ما دقیق یا بدون نویز هستند، اندازه‌گیری کرد؟ ۴. اندازه فاز بررسی وزن با ویژگی‌های یک مجموعه داده را چگونه توصیف کنیم؟

از امتیاز مورد استفاده (UCP) به دلیل تقریبی سود آن‌ها در مراحل اولیه رشد محصول استفاده می‌شود. قبل از آموزش مدل‌های جمع‌آوری داده‌ها، استراتژی استانداردسازی پیش‌پردازش اجرا شد. عملکرد تخمینی مدل‌های RF، MLP و SVM ارزیابی شدند [۱۴۸]. متریک UCP برای اندازه‌گیری تعهد با استفاده از نمودارهای موردی زبان مدل‌سازی جهانی (UML) استفاده شد. UCP امکان پیش‌بینی برنامه را در مراحل اولیه فراین طراحی فراهم می‌کند. مقیاس یکنواخت، کارایی و مقادیر دشواری، ورودی‌های حیاتی همه مدل‌ها برای پیش‌بینی آخرین تلاش هستند. فناوری RF و پارامتر ورودی به‌عنوان مرجع قبلی شبیه‌سازی RF برای پیش‌بینی تلاش استفاده شد [۱۴۹]. این تحقیق می‌تواند با افزودن انواع خاصی از ML مانند انواع تقویت درخت مثل XBoost و... گسترش یابد.

۴-۳-۲. توصیه‌هایی برای اقدامات مبتنی بر تجربه

دانش، تخصص، تجربه و شهود متخصص براساس دانش گروه‌های پروژه در ۱۰ زمینه مانند قیمت‌ها، زمان، مسافت، بهره‌وری و مدیریت منابع است (اغلب به برآوردهای بیش از حد خوش‌بینانه کمک می‌کند). این نشان‌دهنده مجموعه‌ای از فراینها، سیاست‌ها و شیوه‌هایی است که دانش مورد نیاز برای اجرای پروژه‌ای را ایجاد و جمع‌آوری می‌کند. دو لایه دانش (میکرو و ماکرو) ایجاد شد.

آن‌ها ذی‌نفعان تجربه و روشی را که برای ارزیابی ورودی‌های ذی‌نفعان استفاده شد و موضوعات بازار را شناسایی کردند که نمایه‌هایی را برای بازتاب مشارکت ذی‌نفعان در هر

موضوع ایجاد می‌کند. همچنین، با در نظر گرفتن عوامل اساسی کمک‌کننده ذی‌نفعان خاص، اغلب راه‌حل‌ها را در طیف وسیع‌تری از ابتکارات بررسی می‌کنند تا اینکه هر کدام را به‌طور مساوی مشاهده کنیم. رویکردهای تعریف‌شده در مقاله [۱۵۰] تقریباً به‌طور کامل روی محتویات اشیاء اختصاص داده‌شده به هر موضوع متمرکز هستند. در موارد خاص، استفاده تصادفی از کلمات، مستلزم توزیع مقادیر سری کوچک برای موضوعات مفهومی مشابه است. به‌عنوان مثال، موضوعات حمل‌ونقل و نظارت حتی اگر از نظر فنی به یکدیگر مرتبط بودند، مرتبط نبودند. تکنیک‌های فیلتر همکاری می‌توانند این مشکل را با ایجاد اجتماعات ذی‌نفعان مشابه کاهش دهند تا مشخص شود آیا ذی‌نفع از موضوعات مورد نظر اطلاع می‌دهد یا خیر.

در روش توصیه مدل فراین نرم‌افزاری، به مدیران پروژه توصیه می‌شود از بهترین مدل چرخه نرم‌افزاری برای پروژه فعلی براساس اثبات علم داده موجود در مراحل اولیه اجرا استفاده کنند. رویکرد مدیریت پروژه، چهارچوب جامعه را با توصیه برای ساختار پروتکل به چالش می‌کشد و تفاوت‌ها در الگوریتم‌های طبقه‌بندی و انتخاب جایگزین را تجزیه و تحلیل می‌کند که با مدل پیشنهادی شامل ارقام ایجاد نرم‌افزار تاریخی برای تخمین مدل فراین پروژه نرم‌افزار مدرن تنها با برخی جزئیات همراه است [۱۵۱]. استفاده از این شکل از اطلاعات به‌طور کامل به مدیران پروژه در انتخاب سیستم نرم‌افزاری مناسب برای پروژه فعلی در نقطه‌ای دقیق در مرحله ایجاد کمک می‌کند؛ همچنین، اثر متقابل بین مدل‌های فاز و اشکال مختلف پروژه فاکتور را ارزیابی می‌کند تا به مدیران پروژه اجازه دهد مناسب‌ترین مدل فراین را انتخاب کنند و از بهترین رویکرد استفاده می‌کند. چهارچوب توصیه خودکار متمرکز بر مدل فراین نرم‌افزار ML استفاده می‌شود تا مدیریت پروژه را قادر سازد تا با توجه به نتایج مهندسی نرم‌افزار تاریخی تصمیم بگیرد که کدام مدل فراین نرم‌افزار در مرحله توسعه اولیه برای پروژه‌ای جدید مناسب‌تر است [۱۵۲].

معماری توصیه‌های شخصی‌شده، رابطی را ارائه می‌دهد که به تیم‌های تحقیقاتی داده کمک می‌کند به‌طور مؤثر در طرح‌های ML مشارکت کنند. خروجی، بازخورد سفارشی میلیون‌ها متقاضی را می‌دهد که در کمتر از یک ثانیه به پرسش‌ها پاسخ می‌دهد و دانش جدیدی به ارمغان می‌آورد؛ بنابراین، روی پیاده‌سازی منبع باز Antelope اجرا می‌شود و ایده تاریخیچه پرونده، پلتفرم مهندسی اطلاعات انعطاف‌پذیری را ادغام می‌کند. ممکن است از طیف وسیعی از ابزارهای ML همراه با فناوری استفاده شود که در اینجا توسعه یافته است و می‌تواند امکان ادغام عمیق‌تر را فراهم کند، حتی برخی که فقط با سیستم‌های مدیریت داده سنتی رابطه دارند [۱۵۳].

۴/۳/۳. توصیه‌هایی برای فراین نرم‌افزار مدیریت

Agile در تلاش است تا ابتدا با ایجاد مهم‌ترین ویژگی‌ها تأثیر سازگاری نازک را به حداقل برساند. در مقایسه، پروژه‌های معماری در محیط‌های پروژه بزرگ‌تر نیز با مشکلات خروجی مواجه می‌شوند که مشخصات کلی سیستم را منصفانه می‌دانند که این می‌تواند در مورد جوامع چابکی که با محصولات غیرچابکی برخورد می‌کنند، که باعث تعارض بین سطوح چابک و



غیرچابک می‌شود، اعمال شود [۱۵۴]. هنگام پیروی از رویکرد چابک، گرایش‌ها ممکن است اختلاف را برای ارائه راه‌حل کوتاه‌مدت با بهبودهای کوتاه‌مدت و طرح حل تعارض ارزشی بلندمدت، بهتر شناسایی کنند. اکنون فرهنگ‌های مختلف در حال هم‌گرایی و تعامل هستند و دیگر نظام‌های منطقه‌ای با هم تلاقی می‌کنند که می‌تواند شامل روابط مالیاتی، فناوری، عملکردی، شرکتی یا ارتباطی باشد [۱۵۵].

تضادهای مبتنی بر ارزش سیستم‌های چابک نرم‌افزار چابک مستقل هستند. در ادبیات وجود دارد که سازمانی عامل مهمی در توسعه چابکی است. ادبیات نشان می‌دهد اگر پروژه چابکی محیط پروژه خود را تحت تأثیر قرار ندهد یا آن را تغییر ندهد، از انجام کارهایی که باید به دست آید، حمایت بسیار کمی وجود دارد. هیچ راهنمایی‌ای در مورد نظارت و مدیریت اختلافات و مداخلات و مدیریت ارائه نشده است؛ این رویکرد شامل توسعه محصول چابک، تضادهای مبتنی بر ارزش و ابتکارهای نهادی توسط [۱۱۳] است که مشکلات و راه‌حل‌ها را تشخیص می‌دهد. تجربه ما از تیم توسعه نرم‌افزار Agile است که در فضایی غیر پروژه‌ای کار می‌کند و ممکن است تأثیر و/یا تغییر قابل توجهی نداشته باشد. آرمان‌های افراد و نهادها بخشی از محیط هستند؛ بنابراین مفاهیم چابک باید ارزیابی شوند.

روش تخمین خودکار Agile به‌طور مؤثر روش تخمین کارت خودکار را برای داده‌های انسانی پیش‌بینی‌شده تاریخی با آخرین الگوریتم‌های ML اعمال می‌کند [۳۱]. رویکرد «برآورد خودکار» محبوب‌ترین شکل آماده‌سازی دستی پوکر را در محیط‌های چابک تقویت می‌کند [۱۵۴]. خودتخمینی از ویژگی‌های کارت داستان در محیط چابکی استفاده می‌کند که دقت تخمین را با کاهش تأثیر تخمین‌های اشتباه به حداکثر می‌رساند؛ نشان می‌دهد تخمین خودکار آمادگی پوکر را در قسمت آخر پروژه افزایش می‌دهد و ارزش نوشتن کارت‌های داستانی با طراحی مناسب را تعیین کنید.

کنترل پروژه از طریق روش‌های هوش محاسباتی با مدیریت داده‌های عددی و زبانی، نويز خطای محاسباتی، درک انسانی و اصول تصمیم‌گیری مبهم مرتبط است و راه‌ها و ابزارهای فنی جدید برای مدیریت سرمایه‌گذاری‌ها و برنامه‌های کاربردی دسترسی آزاد در دهه‌های اخیر برای هوش رایانه‌ای را بررسی می‌کند؛ همچنین مروری بر الگوها و مکان‌های نوظهور برای توسعه، ارزیابی بخش‌های خاص با کاربرد موضوعی قوی وجود دارد [۲۵]. ورودی به نیاز پیش‌بینی‌شده برای ایجاد مدل‌های کنترل پروژه مدرن و منابع فناوری اطلاعات اشاره دارد که شامل چهارچوب‌های مبتنی بر ML و مراقبت از عدم دقت اطلاعات، ابهام توسط معیارهای اصلی موفقیت است که به تمام زمینه‌های دانش مرتبط است. معرفی کتابخانه‌های ارزیابی یادگیری مدرن و چهارچوب‌های توسعه منبع باز برای مدیریت پروژه، حوزه‌ای از مطالعه را باز می‌کند که به هم‌گرایی فنی منابع فناوری اطلاعات مرتبط است [۱۵۶ و ۱۵۷].

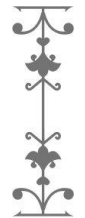


برنامه‌ریزی انتشار استراتژیک (SRP) گام مهمی در رشد نرم‌افزارهای تکراری است. SRP شامل تحویل، مانند ترکیب، کنترل‌های نرم از جمله زمان، منابع، قیمت یا پول، ویژگی‌ها یا الزامات انتشار است. SRP-Plugin نشان می‌دهد برنامه‌های کاربردی مورد استفاده با برنامه مشترک به بهبود بهره‌وری فراین توسعه کمک می‌کنند [۱۲۱]. این افزونه اکوسیستم فضای بصری غنی‌ای با قابلیت‌های آماده‌سازی نسخه پیشرفته دارد که ظرفیت آماده‌سازی برای پرتاب‌ها، افزایش دوام و تقویت همکاری بین سهام‌داران پروژه را افزایش می‌دهد. SRP-Plugin با رویکردی قوی، دقیق و سازمان‌یافته و توانایی Release Planner برای تولید طرح‌های انتشار پیچیده، Visual Lab را بهبود می‌بخشد؛ با این حال آماده‌سازی زمان‌بندی‌های انتشار فقط اولین مرحله در پیچیده کردن ایده‌هایی است که راهنمایی گسترده‌تری برای تصمیم‌گیری‌های برنامه‌ریزی انتشار استراتژیک ارائه می‌دهد.

۴/۳/۴. توصیه‌هایی برای پیش‌بینی ریسک

اگر پروژه‌های مرتبط با نرم‌افزار می‌خواهند کارایی خود را مستقل از حوزه کسب‌وکارشان بهبود بخشند، مدیریت ریسک ضروری است. انتظارات مصرف‌کننده هنوز در سیستم‌های اثبات‌شده، که تحت نظارت دقیق قرار دارند، مورد توجه قرار نمی‌گیرند [۱۵۸]. تعیین خطرات برای ابتکار ملاحظه‌ای اساسی در ارزیابی موفقیت پروژه یا رگرسیون است. تقریباً هر سازمانی از ابزارهای پیچیده برای طبقه‌بندی، به حداقل رساندن و حذف کلی آسیب استفاده می‌کند. آیا ابتکار با ریسک بالا به موقع شناسایی می‌شود؟ با این حال مدل‌های فعلی در درجه اول بر این فرض متمرکز هستند که تمام هزینه‌های طبقه‌بندی خطا معادل هستند و تخمین احتمال در پروژه نرم‌افزاری هستند. هزینه پیش‌بینی پروژه‌ای شکست خورده به‌عنوان پروژه‌ای که احتمالاً به موفقیت می‌رسد با پیش‌بینی پروژه‌ای که احتمالاً به‌عنوان پروژه‌ای شکست خورده موفق می‌شود، متفاوت است. تا آنجا که ما درک می‌کنیم، در حالی که معمولاً در چندین زمینه استفاده می‌شود [۱۵۹]، رویکرد یادگیری حساس به هزینه هنوز در زمینه مدیریت ریسک پروژه نرم‌افزار برون‌سپاری اعمال نمی‌شود. در منطقه مورد مطالعه، مدل پیش‌بینی ریسک پروژه نرم‌افزاری، دو حفره تحقیقاتی عمده وجود دارد: اولاً، مدل‌های پیش‌بینی ریسک که منحصر به پروژه نرم‌افزاری برون‌سپاری هستند که به‌ندرت بررسی می‌شوند؛ دوماً، اگرچه مطالعات پیش‌بینی ریسک پروژه نرم‌افزاری جامع هستند، هیچ محقق‌ی روش‌های یادگیری حساس به هزینه را در پیش‌بینی ریسک پروژه نرم‌افزاری اعمال نکرده است.

مدیریت نرم‌افزار مبتنی بر Agile برای بخش عمده‌ای از عملکرد پروژه در زمان‌های اخیر سازنده بوده است. تهدیدهای مرتبط با زمان، که بر انتشار محصولات قابل تحویل تأثیر می‌گذارند، تهدیدهای مبتنی بر زمان‌بندی را نشان می‌دهند؛ زیرا منابع مالی، پیش‌بینی‌های غیرقابل اعتماد آن زمان و اقدامات مثبت مدیر پروژه به‌درستی توزیع نشده‌اند. تهدیدات بودجه منعکس‌کننده مخاطرات مالی است که ممکن است از انبوه وجوه رخ دهد. چنین عواملی ممکن



است به گسترش دسترسی ناخواسته پروژه، استفاده کم از خروجی‌های موجود و مدیریت ضعیف نسبت داده شوند [۱۶۰].

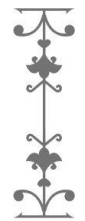
اشکال خطر عملیاتی با رویه‌های منظم پروژه همراه است که رویه‌های اشتباه، برنامه‌ریزی ناکافی و قدرت تیمی از دلایل این تهدیدات هستند. اگر درباره ارزش روش‌های چابک و کاربرد چهارچوب‌های مدرن در کنترل ریسک توسط منابع کافی بحث کنید، در آینده تیم را قادر به تعیین اثر تهدیدها با استفاده از ارزیابی پارامترهای ریسک می‌سازد؛ همچنین در صورت استفاده از چنین معیارهایی، احتمال قوی خروجی صدا وجود دارد. مدل‌های ریسک پیش‌بینی‌کننده تخمین ۵۰ درصدی از نوع تأخیرهای مخاطره‌آمیز نرم‌افزار، تعداد درخواست‌های اسکن کلمه کلیدی را کاهش می‌دهند. دقت مدل‌های بیزی دریافتی با استفاده از چندین مقیاس طبقه‌بندی اندازه‌گیری و مقایسه می‌شود. معماری شبکه بهینه‌شده برای درخت عملکرد، آزمایشی موفقیت‌آمیز را برای همه مجموعه داده‌ها نشان می‌دهد. رابطه بین متغیرهای به دست آمده که توسط مهندسان ضرورت نیز برای تعیین سطح خطر در یک موقعیت مشخص می‌شود. شبکه‌های بیزی، روش‌های ضروری در مهندسی ضرورت برای اتوماسیون مدیریت ریسک هستند. هدف مدیریت ریسک در توسعه نرم‌افزار، شناسایی، اندازه‌گیری، آماده‌سازی و واکنش به ریسک‌های بالقوه برای جلوگیری از تأثیر آن‌ها بر پروژه نرم‌افزاری است.

ارزیابی ریسک پروژه نرم‌افزاری مبتنی بر شبکه Credal روشی مدرن است که برای ارزیابی آسیب‌پذیری برنامه پروژه متمرکز بر شبکه Credal معرفی شده است که با استفاده از مجموعه اعتباری برای اندازه‌گیری تأثیر عوامل خطر [۱۱۶]، با نظرات متناقض کارشناسان و تفاوت‌های آن‌ها مقابله خواهد کرد.

استنتاج شبکه اعتباری، پیش‌بینی ریسک و تشخیص ریسک را انجام داد. نتایج موردی نشان می‌دهد اصل روش صحیح است و ارزیابی پروژه نرم‌افزاری به‌خوبی پیش‌بینی شده است. هدف مدل‌سازی تهدیدها برای پیش‌بینی ریسک‌ها، پیامدهای خطرات و تعریف عوامل خطر اصلی است که استراتژی ریسک و مدیریت ریسک را ارتقا می‌دهد؛ با این حال دوره توسعه طولانی، پیچیدگی بالای محصول و بی‌ثباتی فوق‌العاده روش، پیش‌بینی و ارزیابی خطر پروژه نرم‌افزار را غیرممکن می‌کند. فلسفه ارزیابی ریسک پروژه نرم‌افزاری کنونی، اغلب ریسک‌ها را با در نظر گرفتن ویژگی‌های سیستم‌های نرم‌افزاری و روش‌های توسعه اطلاعات از مدیریت کلی پروژه تحلیل می‌کند.

۴/۳/۵. توصیه‌هایی برای مدل‌های پیش‌بینی خطای نرم‌افزار

پیش‌بینی تلاش و مدت‌زمان توسعه نرم‌افزار، وظیفه‌ای حیاتی برای SPM فعال است. دقت و قابلیت اطمینان روش‌های پیش‌بینی نیز مهم هستند. چندین الگوریتم ML برای پیش‌بینی مدت‌زمان نرم‌افزار استفاده شد.



رویکردهای مبتنی بر پیش‌بینی به یک ویژگی پیش‌بینی نیاز دارند که تعهد و دوره بالقوه پروژه را با توجه به داده‌های فعلی/گذشته پروژه پیش‌بینی می‌کند؛ با وجود این، الگوریتم‌های متعدد ML اغلب با وجود تعداد زیادی از الگوریتم‌های ML ارزیابی نمی‌شوند. برای مدل ماشین ساخت، براساس چندین جزئیات پروژه، الگوریتم‌های مختلف ML استفاده می‌شوند [۱۶۱]. مدل ML، شبکه رگرسیون عصبی جهانی (GRNN) نام گرفت تا کارایی متخصصان فناوری را پیش‌بینی کند. GRNN می‌تواند برای پیش‌بینی بهره‌وری پزشکان برای خطوط جدید و اصلاح‌شده کد، کدها و برنامه‌نویسان استفاده شود. تجربیات به‌عنوان متغیرهای مستقل دقت پیش‌بینی GRNN بهتر از رگرسیون آماری زمانی استفاده می‌شود که از دو مدل برای پیش‌بینی بهره‌وری متخصصان نرم‌افزار اختصاص داده‌شده به‌صورت جداگانه استفاده می‌شود.

پیش‌بینی با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی کارآمد برای این بخش از تجزیه و تحلیل، موفقیت/شکست پروژه‌ها را با محاسبه فاز به فاز، به جای سبک ارزیابی منظم از جنبه کل پروژه، اندازه‌گیری می‌کند. روش داده‌کاوی برای خوشه‌بندی و گروه‌بندی روش‌ها با جمع‌آوری داده‌ها از ابتکارات مختلف از طریق چندین بخش محاسباتی استفاده می‌شود. آن‌ها همچنین پیشنهاد کردند که تکمیل پروژه در حال افزایش است و پروژه شکست‌خورده، موفقیت‌آمیز خواهد بود. برای پیش‌بینی شدت خطای برنامه، ناگانوی و بانسالی مدل رابط کاربری گرافیکی مدرنی معرفی کردند [۱۶۲]. رویکرد خوشه‌بندی برای ساخت خوشه‌شدت مخزن اشکالات نرم‌افزاری با طول رفع مشکل استفاده شد. مدل پیشنهادی با استفاده از کد منبع باز، که اغلب توسط مخزن مسائل نرم‌افزار باز MySQL ارائه می‌شود، اعمال می‌شود [۱۶۳].

مدل طبقه‌بندی برای پیش‌بینی لغزش هزینه با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی از بودجه و زمان‌بندی برای برنامه‌ریزی اولیه پروژه ICT استفاده می‌کند؛ سپس لغزش هزینه را در دسته پروژه پیش‌بینی می‌کند. سه دسته سقوط وجود دارد که طبیعی تلقی می‌شوند؛ لغزش متوسط و سقوط زیاد نیاز به اقدام دارند [۱۱۵:۱۶۴]. هدف توضیح این است که چگونه مدل طبقه‌بندی‌ای با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی برای پیش‌بینی تلفات هزینه ساخته می‌شود. مدل پیشنهادی از ورودی (به‌عنوان مثال، بودجه اولیه و زمان‌بندی) تعداد محدودی از پارامترهای پروژه استفاده می‌کند و پروژه را به یکی از سه دسته (عادی، متوسط و بزرگ) تقسیم می‌کند.

تکنیک کشف الگو، اجرای آزمایشی در زیست‌شناسی محاسباتی با استراتژی کشف الگو است که به‌طور مؤثر اجرا شده است. این فناوری، عادت‌های رابطه‌ای، که از سوابق به ارث رسیده‌اند، آشکار می‌کند و شاغلین کسب‌وکار را قادر می‌سازد تا دانش معناداری به دست آورند و اعتماد را در تصمیم‌گیری بهبود بخشند. روندهای آماری مرتبط با نتایج درجه خوب برای مجموعه داده‌های آزمایش‌شده تولید شد [۱۶۵]؛ همچنین تأثیرات روی نتایج تکنیک‌های بودجه‌ای متعدد را نشان می‌دهد. اولین تحقیق از روش منحصر به فردکاوای الگوها برای





شناسایی نرم‌افزار معیوب در مهندسی نرم‌افزار استفاده می‌کند. یافته‌ها توانایی چنین استراتژی‌ای را برای ارائه عملکرد رتبه‌بندی مثبت و دانش مفید برای تصمیم‌گیرندگان نشان داده‌اند.

ایجاد مدل‌های پیش‌بینی پروژه نرم‌افزاری برای افزایش تلاش جهت شناسایی عیوب و توسعه مدل پیش‌بینی نقص برای شرکت بزرگ نرم‌افزاری صنعتی‌ای ارزشمند است. سیستم و اندازه‌گیری روش برای ایجاد مدل نشان می‌دهد حتی اگر چهار درصد از برنامه دارای نقص است، هدف این است که عامل ناکارآمدی را در فراین توسعه مستمر پروژه برنامه‌ای عظیم وارد کرده، ابتکار ارزیابی را کاهش دهد و مطالعه تجربه آخرین استراتژی را ارائه دهد [۱۶۶]. این مدل، پیش‌بینی خطای بسیار قابل اعتمادی برای برنامه معیوب چهار درصدی ارائه می‌کند. این مدل از RF استفاده می‌کند که از NB، رگرسیون لجستیک و DT قابل اعتمادتر است.

مدل‌های پیش‌بینی شکست با استفاده از الگوریتم‌های طبقه‌بندی چهارچوب پیاده‌سازی شده، با استفاده از الگوریتم‌های طبقه‌بندی ML به‌طور خودکار، مدل‌های پیش‌بینی شکست را می‌سازند و عملکرد تکنیک‌های مختلف برای پروژه‌های فایرفاکس و Netbeans را مقایسه می‌کنند. این محاسبه براساس مدل هزینه-فایده برای تعیین اهمیت تحقیقات اولیه اضافی است. اهمیت تحقیقات بیشتر در مراحل اولیه در این مدل، براساس عملکرد احتمالی آن در جلوگیری از خرابی در هزینه نسبی خطاهایی است که با هزینه‌های آن مرتبط هستند [۱۶۷]. پیش‌بینی‌های منطقی دو پارامتر پیش‌بینی عددی کاربرد بهتری را برای برخی اشکال و برنامه‌های خطا نسبت به مجموعه‌ای از خطوط مبنا می‌دهد. این نشان می‌دهد که پیش‌بینی خودکار شکست ممکن است راه‌حلی سودمند برای فعالیت‌های توسعه نیازمندی‌های راهنمایی در محیط‌های آنلاین در طول ایجاد نیازهای آنلاین باشد.

پیش‌بینی نقص بین پروژه (CPDP) حوزه تحقیقاتی است که داده‌های سایر برنامه‌ها در آن می‌توانند توسط پروژه نرم‌افزاری‌ای با داده‌های محلی ناکافی برای ساخت پیش‌بینی‌کننده‌های خطا استفاده شوند. جزئیات پروژه باید به‌دقت بررسی شوند تا پیش از اجرای محلی به CPDP کمک کند. چندین فیلتر افزایش کارایی CPDP خاص توسط محققان، توسعه یافته و معرفی شده‌اند [۱۶۸]؛ با این حال، تکنیک فیلتر داده به‌طور کلی و به‌ویژه در CPDP هنوز نامشخص است. این نشان می‌دهد تکنیک فیلتر داده به‌طور چشمگیری کارایی پیش‌بینی خطای بین پروژه‌ای را افزایش می‌دهد و فیلتر انتخابی سلسله‌مراتبی حتی حیاتی‌تر است. علاوه بر این، پیش‌بینی‌کننده نقص وابسته به داده‌های بین پروژه‌ای ممکن است با استفاده از تکنیک فیلتر داده صحیح، پیش‌بینی‌کننده آموزش دیده با استفاده از داده‌های پروژه داخلی را دور بزند. در واقع، CPDP مورد نیاز است؛ زیرا از داده‌های منبع/پروژه برجسب‌گذاری شده برای ساخت مدل و پیش‌بینی خطا برای پروژه‌ای هدف استفاده می‌کند [۸۴].

سؤال پنجم تحقیق: کدام الگوریتم یادگیری ماشینی تمایل به ناچیز پنداشتن و کدام الگوریتم دست کم گرفتن دارد؟

پیش‌بینی خطای نرم‌افزار دقت مبتنی بر: پیش‌بینی اولیه خطاها در نرم‌افزار با استفاده از تکنیک پیش‌بینی خاصی ممکن است هزینه و تلاش را به حداقل برساند. تکنیک‌های مختلف ML برای پیش‌بینی خطا استفاده شده‌اند و ثابت شده است که مفید هستند. جدول ۲ دقت پیش‌بینی، که توسط مطالعات اولیه گزارش شده‌اند، ادغام می‌کند. ذکر این نکته دلگرم‌کننده است که از ۱۱۱ مطالعه اولیه تحت پوشش دوربین‌های SLR، نزدیک به ۲۲ مورد دقت مدل را گزارش می‌دهند. SVR و KNN پرکاربردترین معیارهایی هستند که دقت آن‌ها را تقریباً ۹۵٪ مطالعات گزارش کرده‌اند. زمانی که داده‌ها، براساس نوع سازمان یا نوع صنعت، به‌جای محدود شدن به مجموعه داده شرکت، بین گروه‌های همگن مختلف تفکیک می‌شوند، شواهد نسبتاً بیشتری درباره دقت بهتر وجود دارد. طبقه‌بندی دقت، برآورد تلاش را بهبود بخشیده است. ما نتایج تخمین زده‌شده را در نرم‌افزارهای مختلف بین الگوریتم‌ها مقایسه کرده‌ایم. این الگوریتم‌ها می‌توانند در مراحل اولیه چرخه عمر نرم‌افزار استفاده شوند و می‌توانند به SPM کمک کنند تا پیش از شروع پروژه، تخمین تلاش را به‌طور مؤثری انجام دهد. اندازه نرم‌افزار، بهره‌وری، پیچیدگی و پایداری نیاز، عوامل ورودی این مدل‌ها هستند.

جدول ۲: دقت پیش‌بینی در مطالعات انجام‌شده

محدودیت‌ها	مزایا	دستیابی به پیش‌بینی	مدل	دیتاست	نوع یادگیری ماشین	مرجع
در مجموعه داده‌های این مطالعه، عکس‌های فوری تاریخ نداشتند تا مطمئن شوند که ارزش نهایی ویژگی‌های گنجانده‌شده برای همه وظایف با مقدار آن‌ها قبل از تخصیص به توسعه‌دهنده برابر است.	برآورد تلاش خودکار برای تعداد بیشتری از کارها	دقت ۸۸٪	مدل ترکیبی از سه مجموعه ویژگی مستقل شامل ویژگی‌های مبتنی بر ابر داده اولیه، عنوان و شرح وظایف نرم‌افزار استفاده می‌کند.	IBM commercial projects called RQM and RTC	kNN	[73]

[47]	K-NN	PROMISE Repository	بررسی اینکه تنظیمات پارامتر تا چه حد بر عملکرد ML در SEE تأثیر می‌گذارد و چه ماشین‌های یادگیری‌ای به پارامترهای خود حساس‌تر هستند.	بررسی سایر ماشین‌های یادگیری و مجموعه داده‌ها؛ انواع دیگر اندازه اثر، به‌ویژه موارد غیر پارامتری و سایر اندازه‌های پنجه برای ارزیابی روند یادگیری آنلاین	[72]	Naïve Bayes	Logistic linear regression	[48]
					Data sets University Student Projects developed in 2005)	KitchenMax CocNasaCoc81 ISBSG2000 ISBSG2001 ISBSG		
					Software Effort Estimation	DYCOM		
					دقت ۸۷٪			دقت ۶۶٪
					براساس تکنیک‌های ML برای داده‌های غیرکمی در دو فاز انجام می‌شود			بهترین استفاده از داده‌های CC، به طوری که می‌تواند مقدار داده‌های WC را کاهش دهد و در عین حال عملکرد را در مقایسه با مدل‌های WC SEE حفظ یا بهبود بخشد.
					کارایی سایر تکنیک‌های ML مانند SVM، یادگیری درخت تصمیم و ... را می‌توان برای تخمین تلاش استفاده کرد.			بررسی حساسیت Dycom به مقادیر پارامترها، یادگیرندگان پایه، ویژگی‌های ورودی و تکنیک‌های تقسیم پروژه‌های CC به بخش‌های مختلف

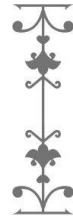




[37]	Fuzzy logic	[60]
ISBSG, COCOMO and DESHARNAIS datasets	ANN	SVR
HYBRID Models	NASA 93	NASA93 dataset
دقت ۹۷٪	Experiments Models	Software Effort Estimation
به مسئله آورد هزینه نرم‌افزار می‌پردازد و رویکرد جایگزینی را پیشنهاد می‌کند که ساختارهای درخت تصمیم‌گیری قوی را با منطق فازی ترکیب می‌کند.	بررسی تأثیر طبقه‌بندی تخمین میزان تلاش مورد نیاز در پروژه‌های توسعه نرم‌افزار	دقت ۹۵٪
مجموعه وسیع‌تری از انواع ویژگی‌ها مانند ویژگی‌های طبقه‌بندی و بیشتر روی مواردی که در مراحل اولیه توسعه پروژه در دسترس هستند تمرکز کنید تا به موضوع پیشنهاد مدل‌های هزینه بهتر و کاربردی‌تر بپردازید.	پایه‌سازی مدلی برای تخمین مقدار نهایی تلاش مورد نیاز در پروژه‌های جدید، برای برآورد تلاش جزئی در مراحل مختلف فرایند توسعه پروژه.	مقایسه‌ای بین تکنیک‌های محاسبات نرم و رگرسیون آماری از نظر مشکل رگرسیون تخمین توسعه نرم‌افزار.
		نیاز به تحقیقات بیشتر در آینده برای ارزیابی کارایی تکنیک‌های محاسبات نرم در مقایسه با روش‌های رایج رگرسیون آماری، به‌ویژه در زمینه تخمین تلاش نرم‌افزاری.

[107]	[109]
KNN	SVR
KEMERER, MAXWELL, MIYAZAKI 1, NASA 60, NASA 63, NASA93	International Software Benchmarking Standards Group (ISBSG) repository
Software Cost Estimation (SCE) models	Data homogeneity
دقت ۹۱٪	دقت ۹۸٪
روش‌های مبتنی بر مدل از فرمولی واحد و مقادیر ثابتی استفاده می‌کنند و این روش‌ها پاسخگویی پیشرفت‌های روزافزون در زمینه مهندسی نرم‌افزار نیستند.	بررسی همگنی داده‌های هزینه بر حسب حوزه‌های کاربردی و تمرکز بر دامنه تعبیه شده.
نسبت به الگوریتم‌های مقایسه‌ای عملکرد خوبی ندارد و دلیل آن می‌تواند عدم وجود داده‌های منسجم باشد.	فرایند جمع‌آوری داده‌ها در حوزه سیستم‌های جاسازی شده ممکن است بر جستجوی ویژگی‌های خاص دامنه متمرکز شود؛ به طوری که محتوای اطلاعاتی ویژگی‌ها غنی‌تر شده و در نتیجه عملکرد پیش‌بینی الگوریتم بهبود می‌یابد.





[46]	[89]
Decision tree Kemerer Bank Test equipment DSI Moser, Deshamais Finnish, ISBSG CCCS, Company X	SVR ISBSG dataset
Software effort prediction	Software project estimation
دقت ۹۲٪ بهبود دقت پیش‌بینی تلاش نرم‌افزار با تولید مجموعه با استفاده از دور روش انتساب به عنوان عناصر.	دقت ۷۲٪ با استفاده از یافته‌های تحقیقاتی و بهترین شیوه‌های صنعت، شکاف بین نتایج تحقیقات به‌روز و پیاده‌سازی‌ها در سازمان‌ها را با پیشنهاد رویکردهای استقرار و نگهداری مؤثر و عملی ML کاهش دهید.
از نظر پارامترهای آموزشی و قوانین ترکیبی که می‌توان از آن‌ها استفاده کرد. دوم، مطالعات تجربی کاربرد MIAMI در مجموعه داده‌های سایر حوزه‌های داده‌کاوی باید برای ارزیابی عملکرد آن در زمینه‌ای کلی تر انجام شود.	تمرکز بر تأیید رویکرد پیشنهادی از طریق اثبات مفهوم با سازمان‌های مختلف برای اعتبارسنجی دقت مدل و تنظیم چهارچوب استقرار و نگهداری

[94]	[92]
ANN	Neural networks
ISBSG datasets	Historical data
Software development effort estimation	I-Competere
دقت ۹۷٪	دقت ۹۳٪
در ارتباط با تبدیل ویژگی، انتخاب ویژگی و تکنیک‌های تنظیم پارامتر برای تخمین دقیق تلاش توسعه بررسی شد و مدلی به‌عنوان بخشی از سیستم خبره‌ای پیشنهاد شد.	ارائه ابزاری برای پیش‌بینی شکاف‌های شایستگی در پرسنل مدیریت کلیدی با پیش‌بینی برنامه‌ریزی و زمان‌بندی سطوح شایستگی
مدل پیشنهادی در مجموعه داده‌های جدیدی که برای آزمایش‌ها و تجزیه و تحلیل ما در دسترس قرار می‌گیرند، استفاده خواهد شد.	ارائه ابزاری برای پیش‌بینی شکاف‌های شایستگی در پرسنل مدیریت کلیدی با پیش‌بینی سطوح شایستگی برنامه‌ریزی و زمان‌بندی با تمرکز بر گنجاندن انواع دیگر پروژه‌ها به‌منظور اثبات اینکه چهار چوب پیشنهادی می‌تواند هنگام پیش‌بینی شکاف‌های شایستگی در پروژه‌های مختلف تطبیق داده شود.





[55]	Random forest 13 data sets	Random Forest Real data	[101]
Misclassification cost-sensitive	Defect Prediction	Source + target	
دقت ۹۰٪	دقت ۹۰٪	دقت ۹۵٪	
تجزیه و تحلیل مزایای تکنیک‌هایی که هزینه‌های طبقه‌بندی اشتباه را در توسعه مدل‌های پیش‌بینی خطای نرم‌افزار گیج‌انده‌اند.	ساخت مدل پیش‌بینی نقص برای پروژه بزرگ نرم‌افزار صنعتی	ساخت مدل پیش‌بینی با استفاده از یادگیری انتقال مبتنی بر آتی از طریق روش اهرم داده	
نشان دهید که در پروژه‌هایی که هزینه طبقه‌بندی اشتباه دقیق ناشناخته است، سناریوی محتمل در عمل، مدل‌های حساس به هزینه را با نسبت‌های	پیاده‌سازی مدل به‌عنوان الگوریتم آنلاینی که با هر نسخه یاد می‌گیرد.	مجموعه داده‌های بیشتری را از همان دامنه و با استفاده از سایر الگوریتم‌های ماشینی با مقایسه نتایج آن‌ها گیج‌اند.	[166]
		Logistic linear regression	
		Cross-Project Software Fault Prediction Using Data-Leveraging Technique to Improve Software	



[42]	[83]	[108]
KNN	ANN	Decision tree
Several dataset	Experiments on 45 open source project dataset	Company effort data set
EBMFO	Fault prediction model	Evolutionary-based Decision Trees
دقت ۸۹٪	دقت ۹۸٪	دقت ۶۴٪
بهبودسازی شعله پروانه دودویی (EBMFO) با نمونه‌گیری مصنوعی تطبیقی (ADASYN) برای پیش‌بینی خطاهای نرم‌افزار	برای اعتبارسنجی معیارهای کد منبع و انتخاب مجموعه مناسب از معیارها با هدف بهبود عملکرد مدل پیش‌بینی خطا	به‌کارگیری الگوریتم تکاملی برای تولید درخت تصمیم متناسب با مجموعه داده‌های تلاش نرم‌افزاری ارائه‌شده توسط شرکت بزرگ فناوری اطلاعات در سراسر جهان
مطالعه اهمیت ویژگی‌ها برای افزایش عملکرد طبقه‌بندی‌کننده‌ها و دقت مدل SFP	کاهش ویژگی‌های ویژگی با استفاده از چهارچوب پیشنهادی	تعیین اثربخشی آن در برآورد سایر معیارهای مهم نرم‌افزار در مجموعه داده‌های توسعه نرم‌افزار خصوصی و عمومی





[77]	Random Forest NASA namely CM1, PC1 and JM1	[86]	SVM Quanxi Mi data set
	Software Effort Estimation		Defect management (DM)
	دقت /۹۹٪		دقت /۹۷٪
	بررسی انتخاب مناسب تکنیک‌های داده‌کاوی به منظور برآورد دقیق میزان موفقیت و شکست پروژه‌ها براساس تقص به‌عنوان یکی از عوامل تعدیل‌کننده.		تمرکز روی جنبه رویه فرایندهای نرم افزار و فرمول‌بندی مسئله به‌عنوان کار طبقه‌بندی دنباله‌ای که با استفاده از ML حل می‌شود.
	فرایند برآورد پروژه از این پس باعث بهبود کیفیت، بهره‌وری و پایداری شرکت در فضای صنعتی می‌شود.		بررسی جنبه‌های اضافی فرایندهای نرم‌افزاری و سایر تکنیک‌های ML برای توسعه راه‌حل‌های پیشرفته‌تر

۵. نتیجه‌گیری

تجزیه و تحلیل ادبی نتیجه گرفت که مطالعه گسترده‌ای در مدیریت پروژه نرم‌افزاری روی روش‌های ML انجام شده است. گسترش مشاغل در گذر زمان پیوسته بوده است. الگوریتم‌های ANN، منطق فازی، ژنتیک و رگرسیون روش‌های حیاتی ML برای تخمین تلاش خودکار هستند. محاسبه دقیق تلاش از روش‌های پیشرو در توسعه نرم‌افزار است. این نرم‌افزار به‌طور خاص تحت تأثیر زمان و سختی قرار گرفت. مضامین اساسی ممکن است از کارهای مختلف ML در مدیریت پروژه نرم‌افزاری استخراج شوند. سرمایه‌گذاری‌ها تقریباً به چهار گروه طبقه‌بندی می‌شوند: گروه اول شامل بررسی‌ها و بررسی‌های مرتبط با مدیریت پروژه نرم‌افزاری است؛ گروه دوم مقالاتی را پوشش می‌دهد که بر مطالعات موردی روش‌های مدیریت پروژه

نرم‌افزار تمرکز دارند؛ گروه سوم شامل انتشارات تجربی است که در مدیریت ML از یک نوع ساختار یا مدل معماری استفاده شده است و گروه چهارم، مطالعه مشارکت پژوهشی، تجزیه و تحلیل پروژه‌ای، فرم سازه یا مدل معماری است. بررسی عمیق این مقالات به مدیریت پروژه نرم‌افزار کمک می‌کند تا رویکردهای ML را برای تعریف و توضیح تهدیدها، مزایا و توصیه‌ها بررسی کند؛ با این حال، به دلیل حجم زیاد الگوریتم‌های ML، الگوریتم‌های مختلف مطالعه ماشین تحلیل نشده باقی می‌مانند. دلایل استفاده از SPM خودکار، مشکلات ارزیابی آماده‌سازی پروژه و فناوری‌های مهندسی ML براساس یافته‌های ادبیات بررسی می‌شوند. اگرچه ادبیات مربوط به SPM عملکرد پروژه‌ها و ضرر را توضیح می‌دهد، اما سنت طولانی اختلاف نظر درباره محاسبه پیشرفت پروژه وجود دارد. درباره اینکه چه چیزی توسعه پروژه‌ای را منعکس می‌کند و چگونه برآورد می‌شود، اختلاف نظر وجود دارد. این دستورالعمل‌ها مشکلات پیش‌روی پروژه‌ای نرم‌افزاری در روش‌های ML را برطرف می‌کند و فرصت‌های کاری در این بخش ایجاد می‌کند. تحقیقات هنوز باید تخمین تلاش را براساس رویکردهای ML، که بر ارزیابی ریسک تمرکز دارد، بررسی کند. عامل دیگر استفاده از روش‌های فیلتر استاندارد برای به حداقل رساندن مشکل با ایجاد مناطق با ذی‌نفعان مشابه و پیش‌بینی این است که آیا ذی‌نفع از موضوع آگاه است یا خیر. این بررسی ادبیات، پاسخ‌های اولیه‌ای به سؤالات اساسی درباره برآورد مدیریت پروژه نرم‌افزاری، که براساس ML است، ارائه می‌دهد.



1. Oun, T.A.; Blackburn, T.D.; Olson, B.A.; Blessner, P. An enterprise-wide knowledge management approach to project management. *Eng. Manag. J.* 2016, 28, 179–192.
2. Maimone, C. Good Enough Project Management Practices for Researcher Support Projects. In *Proceedings of the Practice and Experience in Advanced Research Computing on Rise of the Machines (Learning)*, Chicago, IL, USA, 28 July–1 August 2019; pp. 1–8.
3. Saleem, N. Empirical analysis of critical success factors for project management in global software development. In *Proceedings of the 2019 ACM/IEEE 14th International Conference on Global Software Engineering (ICGSE)*, Montreal, QC, Canada, 25–26 May 2019; pp. 68–71.
4. Gemünden, H.G. Success factors of global new product development programs, the definition of project success, knowledge sharing, and special issues of project management journal. *Proj. Manag. J.* 2015, 46, 2–11.
5. Hughes, S.W.; Tippett, D.D.; Thomas, W.K. Measuring project success in the construction industry. *Eng. Manag. J.* 2004, 16, 31–37.
6. Project Management Institute. *Guide to the Project Management Body of Knowledge (Pmbok Guide)*; Project Management Institute: Newtown Square, PA, USA, 2013.
7. Kirsch, L.J. Software project management: An integrated perspective for an emerging paradigm. In *Framing the Domains of IT Management: Projecting the Future... Through the Past*; Pinnaflex Educational Resources inc: Ann Arbor, MI, USA, 2000; pp. 285–304.
8. Aladwani, A.M. IT project uncertainty, planning and success. *Inf. Technol. People* 2002, 210–226.
9. Cates, G.R.; Mollaghasemi, M. The project assessment by simulation technique. *Eng. Manag. J.* 2007, 19, 3–10.
10. Parsons, V.S. Project performance: How to assess the early stages. *Eng. Manag. J.* 2006, 18, 11–15.
11. Rosenfeld, Y. Root-cause analysis of construction-cost overruns. *J. Constr. Eng. Manag.* 2014, 140, 04013039.
12. Wang, J.; Li, J.; Wang, Q.; Zhang, H.; Wang, H. A simulation approach for impact analysis of requirement volatility considering dependency change. In *Proceedings of the International Working Conference on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality*, Essen, Germany, 19–22 March 2012; pp. 59–76.
13. Ferreira, S.; Collofello, J.; Shunk, D.; Mackulak, G. Understanding the effects of requirements volatility in software engineering by using analytical modeling and software process simulation. *J. Syst. Softw.* 2009, 82, 1568–1577.
14. Tiwana, A.; Keil, M. The one-minute risk assessment tool. *Commun. ACM* 2004, 47, 73–77.
15. Sommerville, I. *Software Engineering*, 9th ed.; Pearson: London, UK, 2011; ISBN 0137035152.

16. Ali, N.; Hwang, S.; Hong, J.E. Your Opinions Let us Know: Mining Social Network Sites to Evolve Software Product Lines. *Ksii Trans. Internet Inf. Syst.* 2019, 13.
17. Malhotra, R.; Chug, A. Software maintainability: Systematic literature review and current trends. *Int. J. Softw. Eng. Knowl. Eng.* 2016, 26, 1221–1253.
18. Sharma, P.; Singh, J. Systematic literature review on software effort estimation using machine learning approaches. In *Proceedings of the 2017 International Conference on Next Generation Computing and Information Systems (ICNGCIS)*, Jammu, India, 11–12 December 2017; pp. 43–47.
19. Alsalemi, A.M.; Yeoh, E.-T. A Systematic Literature Review of Requirements Volatility Prediction. In *Proceedings of the 2017 International Conference on Current Trends in Computer, Electrical, Electronics and Communication (CTCEEC)*, Mysore, India, 8–9 September 2017; pp. 55–64.
20. Alsolai, H.; Roper, M. A systematic literature review of machine learning techniques for software maintainability prediction. *Inf. Softw. Technol.* 2020, 119, 106214.
21. Idri, A.; Abnane, I.; Abran, A. Systematic mapping study of missing values techniques in software engineering data. In *Proceedings of the 2015 IEEE/ACIS 16th International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD)*, Takamatsu, Japan, 1–3 June 2015; pp. 1–8.
22. Pillai, S.P.; Madhukumar, S.; Radharamanan, T. Consolidating evidence based studies in software cost/effort estimation—A tertiary study. In *Proceedings of the TENCON 2017 IEEE Region 10 Conference*, Penang, Malaysia, 5–8 November 2017; pp. 833–838.
23. Sangwan, O.P. Software effort estimation using machine learning techniques. In *Proceedings of the 2017 7th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering-Confluence*, Noida, India, 12–13 January 2017; pp. 92–98.
24. Stewart, C.A.; Hancock, D.Y.; Wernert, J.; Furlani, T.; Lifka, D.; Sill, A.; Berente, N.; McMullen, D.F.; Cheatham, T.; Apon, A.; et al. Assessment of financial returns on investments in cyberinfrastructure facilities: A survey of current methods. In *Proceedings of the Practice and Experience in Advanced Research Computing on Rise of the Machines (learning)*, Chicago, IL, USA, 28 July–1 August 2019; pp. 1–8.
25. García, J.A.L.; Peña, A.B.; Pérez, P.Y.P.; Pérez, R.B. Project control and computational intelligence: Trends and challenges. *Int. J. Comput. Intell. Syst.* 2017, 10, 320–335.
26. Raharjo, T.; Purwandari, B. Agile Project Management Challenges and Mapping Solutions: A Systematic Literature Review. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Software Engineering and Information Management*, Sydney, NSW, Australia, 12–15 January 2020; pp. 123–129.
27. Cleland-Huang, J.; Czauderna, A.; Gibiec, M.; Emenecker, J. A machine learning approach for tracing regulatory codes to product specific requirements. In *Proceedings of the 32nd ACM/IEEE International*



Conference on Software Engineering, Cape Town, South Africa, 2–8 May 2010; Volume 1, pp. 155–164.

28. Zhang, D.; Dang, Y.; Lou, J.-G.; Han, S.; Zhang, H.; Xie, T. Software analytics as a learning case in practice: Approaches and experiences. In Proceedings of the International Workshop on Machine Learning Technologies in Software Engineering, Lawrence, KS, USA, 12 November 2011; pp. 55–58.
29. Pospieszny, P. Software estimation: Towards prescriptive analytics. In Proceedings of the 27th International Workshop on Software Measurement and 12th International Conference on Software Process and Product Measurement, Gothenburg, Sweden, 25–27 October 2017; pp. 221–226.
30. ManikReddy, P.; Iyer, J. Effective collaboration across the globe through digital dash boards and machine learning. In Proceedings of the 2018 IEEE/ACM 13th International Conference on Global Software Engineering (ICGSE), Gothenburg, Sweden, 6 December 2018; pp. 30–34.
31. Moharreri, K.; Sapre, A.V.; Ramanathan, J.; Ramnath, R. Cost-effective supervised learning models for software effort estimation in agile environments. In Proceedings of the 2016 IEEE 40th Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), Atlanta, GA, USA, 10–14 June 2016; pp. 135–140.
32. Hosni, M.; Idri, A.; Nassif, A.B.; Abran, A. Heterogeneous ensembles for software development effort estimation. In Proceedings of the 2016 3rd International Conference on Soft Computing & Machine Intelligence (ISCFI), Dubai, United Arab Emirates, 23–25 November 2016; pp. 174–178.
33. Samath, S.; Udalagama, D.; Kurukulasooriya, H.; Premarathne, D.; Thelijjagoda, S. Collabcrew—An intelligent tool for dynamic task allocation within a software development team. In Proceedings of the 2017 11th International Conference on Software, Knowledge, Information Management and Applications (SKIMA), Malabe, Sri Lanka, 6–8 December 2017; pp. 1–9.
34. Li, Y.; Huang, Z.; Wang, Y.; Fang, B. Evaluating data filter on cross-project defect prediction: Comparison and improvements. *IEEE Access* 2017, 5, 25646–25656.
35. Ni, A.; Li, M. Poster: ACONA: Active Online Model Adaptation for Predicting Continuous Integration Build Failures. In Proceedings of the 2018 IEEE/ACM 40th International Conference on Software Engineering: Companion (ICSE-Companion), Gothenburg, Sweden, 3 June 2018; pp. 366–367.
36. Sharma, P.; Singh, J. Machine Learning Based Effort Estimation Using Standardization. In Proceedings of the 2018 International Conference on Computing, Power and Communication Technologies (GUCON), Greater Noida, India, 29 September 2018; pp. 716–720.
37. Papatheocharous, E.; Andreou, A.S. A hybrid software cost estimation approach utilizing decision trees and fuzzy logic. *Int. J. Softw. Eng. Knowl. Eng.* 2012, 22, 435–465.

38. Hongming, Z.; Bin, F.; Xizhu, M.; Lijun, S.; Xiangzhou, X.Z.; Yong, H. A Cost-sensitive Intelligent Prediction Model for Outsourced Software Project Risk. In Proceedings of the WHICEB 2013 Proceedings, Wuhan, China, 25–26 May 2013.
39. Twala, B. Reasoning with Noisy Software Effort Data. *Appl. Artif. Intell.* 2014, 28, 533–554.
40. Wu, J.H.; Keung, J. Decision support for global software development with pattern discovery. In Proceedings of the 2016 7th IEEE International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS), Beijing, China, 26–28 August 2016; pp. 182–185.
41. Rahman, M.T.; Islam, M.M. A Comparison of Machine Learning Algorithms to Estimate Effort in Varying Sized Software. In Proceedings of the 2019 IEEE Region 10 Symposium (TENSYP), Kolkata, India, 7–9 June 2019; pp. 137–142.
42. Tumar, I.; Hassouneh, Y.; Turabieh, H.; Thaher, T. Enhanced binary moth flame optimization as a feature selection algorithm to predict software fault prediction. *IEEE Access* 2020, 8, 8041–8055.
43. Lopez-Martin, C.; Chavoya, A.; Meda-Campaña, M.E. A machine learning technique for predicting the productivity of practitioners from individually developed software projects. In Proceedings of the 15th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD), Las Vegas, NV, USA, 30 June–2 July 2014; pp. 1–6.
44. Han, W.; Jiang, H.; Zhang, X.; Li, W. A Neural Network Based Algorithms for Project Duration Prediction. In Proceedings of the 2014 7th International Conference on Control and Automation, Hainan, China, 20–23 December 2014; pp. 60–63.
45. Basgalupp, M.P.; Barros, R.C.; da Silva, T.S.; de Carvalho, A.C. Software effort prediction: A hyper-heuristic decision-tree based approach. In Proceedings of the 28th Annual ACM Symposium on Applied Computing, Coimbra, Portugal, 18–22 March 2013; pp. 1109–1116.
46. Twala, B.; Cartwright, M. Ensemble missing data techniques for software effort prediction. *Intell. Data Anal.* 2010, 14, 299–331.
47. Song, L.; Minku, L.L.; Yao, X. The impact of parameter tuning on software effort estimation using learning machines. In Proceedings of the 9th International Conference on Predictive Models in Software Engineering, Baltimore, MD, USA, 9 October 2013; pp. 1–10.
48. Minku, L.L.; Yao, X. How to make best use of cross-company data in software effort estimation? In Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering, Hyderabad, India, 31 May–7 June 2014; pp. 446–456.
49. Song, L.; Minku, L.L.; Yao, X. The potential benefit of relevance vector machine to software effort estimation. In Proceedings of the 10th International Conference on Predictive Models in Software Engineering, Torino, Italy, 17 September 2014; pp. 52–61.



50. Scott, E.; Pfahl, D. Using developers' features to estimate story points. In Proceedings of the 2018 International Conference on Software and System Process, Gothenburg, Sweden, 26–27 May 2018; pp. 106–110.
51. Benala, T.R.; Bandarupalli, R. Least square support vector machine in analogy-based software development effort estimation. In Proceedings of the 2016 International Conference on Recent Advances and Innovations in Engineering (ICRAIE), Jaipur, India, 23–25 December 2016; pp. 1–6.
52. Minku, L.L.; Hou, S. Clustering Dycom: An online cross-company software effort estimation study. In Proceedings of the 13th International Conference on Predictive Models and Data Analytics in Software Engineering, Toronto, ON, Canada, 8 November 2017; pp. 12–21.
53. Brady, A.; Menzies, T. Case-based reasoning vs parametric models for software quality optimization. In Proceedings of the 6th International Conference on Predictive Models in Software Engineering, Timisoara, Romania, 12–13 September 2010; pp. 1–10.
54. Borges, R.; Menzies, T. Learning to change projects. In Proceedings of the 8th International Conference on Predictive Models in Software Engineering, Lund, Sweden, 21–22 September 2012; pp. 11–18.
55. Jiang, Y.; Cukic, B. Misclassification cost-sensitive fault prediction models. In Proceedings of the 5th International Conference on Predictor Models in Software Engineering, Vancouver, BC, Canada, 18–19 May 2009; pp. 1–10.
56. Weld, D.S.; Dai, P. Execution control for crowdsourcing. In Proceedings of the 24th Annual ACM Symposium Adjunct on User Interface Software and Technology, Santa Barbara, CA, USA, 16–19 October 2011; pp. 57–58.
57. Shepperd, M. The scientific basis for prediction research. In Proceedings of the 8th International Conference on Predictive Models in Software Engineering, Lund, Sweden, 21–22 September 2012.
58. Karim, M.R.; Alam, S.D.A.; Kabeer, S.J.; Ruhe, G.; Baluta, B.; Mahmud, S. Applying data analytics towards optimized issue management: An industrial case study. In Proceedings of the 2016 IEEE/ACM 4th International Workshop on Conducting Empirical Studies in Industry (CESI), Austin, TX, USA, 17 May 2016; pp. 7–13.
59. Castro-Herrera, C.; Cleland-Huang, J. A machine learning approach for identifying expert stakeholders. In Proceedings of the 2009 Second International Workshop on Managing Requirements Knowledge, Atlanta, GA, USA, 1 September 2009; pp. 45–49.
60. Abdellatif, T.M. A Comparison Study Between Soft Computing and Statistical Regression Techniques for Software Effort Estimation. In Proceedings of the 2018 IEEE Canadian Conference on Electrical & Computer Engineering (CCECE), Quebec, QC, Canada, 16 May 2018; pp. 1–5.
61. Mendes, E.; Turhan, B.; Rodríguez, P.; Freitas, V. Estimating the value of decisions relating to managing and developing software-intensive Products and Projects. In Proceedings of the 11th International Conference on Predictive Models and Data Analytics in Software Engineering, Beijing, China, 21 October 2015; pp. 1–4.

62. Asif, M.; Ahmed, J. A Novel Case Base Reasoning and Frequent Pattern Based Decision Support System for Mitigating Software Risk Factors. *IEEE Access* 2020, 8, 102278–102291.
63. Qu, Y.; Yang, T.-Z. Research on occurrence frequency of IT projects risk based on fuzzy influence diagram. In *Proceedings of the 2016 International Conference on Machine Learning and Cybernetics (ICMLC)*, Jeju, Korea, 13 July 2016; pp. 166–171.
64. Sree, S.R.; Ramesh, S. Analytical Structure of a Fuzzy Logic Controller for Software Development Effort Estimation. In *Computational Intelligence in Data Mining—Volume 1*; Springer: Berlin, Germany, 2016; pp. 209–216.
65. Raza, M.B.; Kirkham, T.; Harrison, R.; Monfared, R.; Haq, I.; Wood, S. Evolving knowledge based product lifecycle management from a digital ecosystem to support automated manufacturing. In *Proceedings of the International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems*, Lyon, France, 27–30 October 2009; pp. 437–441.
66. Yang, G.; Zhang, T.; Lee, B. Utilizing a multi-developer network-based developer recommendation algorithm to fix bugs effectively. In *Proceedings of the 29th Annual ACM Symposium on Applied Computing*, Gyeongju, Korea, 28 March 2014; pp. 1134–1139.
67. Amasaki, S.; Lokan, C. A Virtual Study of Moving Windows for Software Effort Estimation Using Finnish Datasets. In *Proceedings of the International Conference on Product-Focused Software Process Improvement*, Innsbruck, Austria, 28 October 2017; pp. 71–79.
68. Qahtani, A.M. An Empirical Study of Agile Testing in A Distributed Software Development Project. In *Proceedings of the 2020 3rd International Conference on Geoinformatics and Data Analysis*, Marseille, France, 17 April 2020; pp. 110–114.
69. Bruegge, B.; David, J.; Helming, J.; Koegel, M. Classification of tasks using machine learning. In *Proceedings of the 5th International Conference on Predictor Models in Software Engineering*, Vancouver, BC, Canada, 18–19 May 2009; pp. 1–11.
70. Minku, L.L.; Yao, X. Software effort estimation as a multiobjective learning problem. *ACM Trans. Softw. Eng. Methodol. (TOSEM)* 2013, 22, 1–32.
71. Shivhare, J.; Rath, S.K. Software effort estimation using machine learning techniques. In *Proceedings of the 7th India Software Engineering Conference*, Noida, Chennai, India, 21 February 2014; pp. 1–6.
72. Ramaswamy, V.; Suma, V.; Pushphavathi, T. An approach to predict software project success by cascading clustering and classification. In *Proceedings of the International Conference on Software Engineering and Mobile Application Modelling and Development (ICSEMA 2012)*, Chennai, India, 21 December 2012.
73. Iwata, K.; Nakashima, T.; Anan, Y.; Ishii, N. Effort estimation for embedded software development projects by combining machine learning with classification. In *Proceedings of the 2016 4th Intl Conf on Applied Computing and Information Technology/3rd Intl Conf on Computational Science/Intelligence and Applied Informatics/1st Intl Conf on Big Data, Cloud*



Computing, Data Science & Engineering (ACIT-CSII-BCD), Las Vegas, NV, USA, 14 December 2016; pp. 265–270.

74. Ionescu, V.-S. An approach to software development effort estimation using machine learning. In Proceedings of the 2017 13th IEEE International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing (ICCP), Cluj-Napoca, Romania, 9 September 2017; pp. 197–203.
75. BaniMustafa, A. Predicting software effort estimation using machine learning techniques. In Proceedings of the 2018 8th International Conference on Computer Science and Information Technology (CSIT), Amman, Jordan, 12 July 2018; pp. 249–256.
76. Menzies, T.; Bird, C.; Zimmermann, T.; Schulte, W.; Kocaganeli, E. The inductive software engineering manifesto: Principles for industrial data mining. In Proceedings of the International Workshop on Machine Learning Technologies in Software Engineering, Lawrence, KS, USA, 12 November 2011; pp. 19–26.
77. Dehghan, A.; Blincoe, K.; Damian, D. A hybrid model for task completion effort estimation. In Proceedings of the 2nd International Workshop on Software Analytics, Seattle, WA, USA, 13 November 2016; pp. 22–28.
78. Tollin, I.; Fontana, F.A.; Zaroni, M.; Roveda, R. Change prediction through coding rules violations. In Proceedings of the 21st International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, Karlskrona, Sweden, 15–16 June 2017; pp. 61–64.
79. Hu, Y.; Zhang, X.; Sun, X.; Liu, M.; Du, J. An intelligent model for software project risk prediction. In Proceedings of the 2009 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, Xi'an, China, 27 December 2009; pp. 629–632.
80. Manalif, E.; Capretz, L.F.; Nassif, A.B.; Ho, D. Fuzzy-ExCOM software project risk assessment. In Proceedings of the 2012 11th International Conference on Machine Learning and Applications, Boca Raton, FL, USA, 15 December 2012; pp. 320–325.
81. Rana, R.; Staron, M. Machine learning approach for quality assessment and prediction in large software organizations. In Proceedings of the 2015 6th IEEE International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS), Beijing, China, 25 September 2015; pp. 1098–1101.
82. Tariq, S.; Usman, M.; Wong, R.; Zhuang, Y.; Fong, S. On learning software effort estimation. In Proceedings of the 2015 3rd International Symposium on Computational and Business Intelligence (ISCBI), Bali, Indonesia, 9 December 2015; pp. 79–84.
83. Kumar, L.; Rath, S.; Sureka, A. An empirical analysis on effective fault prediction model developed using ensemble methods. In Proceedings of the 2017 IEEE 41st Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), Turin, Italy, 8 July 2017; pp. 244–249.
84. Hu, Y.; Feng, B.; Mo, X.; Zhang, X.; Ngai, E.W.T.; Fan, M.; Liu, M. Cost-sensitive and ensemble-based prediction model for outsourced software project risk prediction. *Decis. Support Syst.* 2015, 72, 11–23.

85. Pospieszny, P.; Czarnacka-Chrobot, B.; Kobylinski, A. An effective approach for software project effort and duration estimation with machine learning algorithms. *J. Syst. Softw.* 2018, 137, 184–196.
86. Lochmann, K.; Ramadani, J.; Wagner, S. Are comprehensive quality models necessary for evaluating software quality? In *Proceedings of the 9th International Conference on Predictive Models in Software Engineering*, Baltimore, MD, USA, 9 October 2013; pp. 1–9.
87. Chen, N.; Hoi, S.C.; Xiao, X. Software process evaluation: A machine learning framework with application to defect management process. *Empir. Softw. Eng.* 2014, 19, 1531–1564.
88. Song, Q.; Zhu, X.; Wang, G.; Sun, H.; Jiang, H.; Xue, C.; Xu, B.; Song, W. A machine learning based software process model recommendation method. *J. Syst. Softw.* 2016, 118, 85–100.
89. Fitzgerald, C.; Letier, E.; Finkelstein, A. Early failure prediction in feature request management systems. In *Proceedings of the 2011 IEEE 19th International Requirements Engineering Conference*, Trento, Italy, 2 September 2011; pp. 229–238.
90. Joseph, H.R. Poster: Software Development Risk Management: Using Machine Learning for Generating Risk Prompts. In *Proceedings of the 2015 IEEE/ACM 37th IEEE International Conference on Software Engineering*, Florence, Italy, 24 May 2015; pp. 833–834.
91. ERTUĞRUL, E.; Baytar, Z.; ÇATAL, Ç.; MURATLI, Ö.C. Performance tuning for machine learning-based software development effort prediction models. *Turk. J. Electr. Eng. Comput. Sci.* 2019, 27, 1308–1324.
92. Colomo-Palacios, R.; González-Carrasco, I.; López-Cuadrado, J.L.; Trigo, A.; Varajao, J.E. I-Competere: Using applied intelligence in search of competency gaps in software project managers. *Inf. Syst. Front.* 2014, 16, 607–625.
93. Nassif, A.B.; Azzeh, M.; Capretz, L.F.; Ho, D. Neural network models for software development effort estimation: A comparative study. *Neural Comput. Appl.* 2016, 27, 2369–2381. [Green Version]
94. Desai, V.S.; Mohanty, R. ANN-Cuckoo Optimization Technique to Predict Software Cost Estimation. In *Proceedings of the 2018 Conference on Information and Communication Technology (CICT)*, Jabalpur, India, 28 October 2018; pp. 1–6.
95. Schleier-Smith, J. An architecture for Agile machine learning in real-time applications. In *Proceedings of the 21th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, Sydney, NSW, Australia, 13 August 2015; pp. 2059–2068.
96. Volf, Z.; Shmueli, E. Screening heuristics for project gating systems. In *Proceedings of the 2017 11th Joint Meeting on Foundations of Software Engineering*, Paderborn, Germany, 8 August 2017; pp. 872–877.
97. Liyi, M.; Shiyu, Z.; Jian, G. A project risk forecast model based on support vector machine. In *Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Software Engineering and Service Sciences*, Beijing, China, 18 July 2010; pp. 463–466.



98. Lopez-Martin, C.; Banitaan, S.; Garcia-Florian, A.; Yanez-Marquez, C. Support vector regression for predicting the enhancement duration of software projects. In Proceedings of the 2017 16th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA), Cancun, Mexico, 21 December 2017; pp. 562–567.
99. Chou, J.-S.; Cheng, M.-Y.; Wu, Y.-W.; Wu, C.-C. Forecasting enterprise resource planning software effort using evolutionary support vector machine inference model. *Int. J. Proj. Manag.* 2012, 30, 967–977.
100. Song, L.; Minku, L.L.; Yao, X. Software effort interval prediction via Bayesian inference and synthetic bootstrap resampling. *AcM Trans. Softw. Eng. Methodol. (TOSEM)* 2019, 28, 1–46.
101. Dahab, S.A.; Porras, J.J.H.; Maag, S. A Software Measurement Plan Management Guided by an Automated Metrics Suggestion Framework. In Proceedings of the 2017 European Conference on Electrical Engineering and Computer Science (ECCS), Bern, Switzerland, 19 November 2017; pp. 9–16.
102. Koroglu, Y.; Sen, A.; Kutluay, D.; Bayraktar, A.; Tosun, Y.; Cinar, M.; Kaya, H. Defect prediction on a legacy industrial software: A case study on software with few defects. In Proceedings of the 2016 IEEE/ACM 4th International Workshop on Conducting Empirical Studies in Industry (CESI), Austin, TX, USA, 17 May 2016; pp. 14–20.
103. Azzeh, M.; Banitaan, S. An Application of Classification and Class Decomposition to Use Case Point Estimation Method. In Proceedings of the 2015 IEEE 14th International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA), Miami, FL, USA, 11 December 2015; pp. 1268–1271.
104. Petkovic, D.; Sosnick-Pérez, M.; Huang, S.; Todtenhoefer, R.; Okada, K.; Arora, S.; Sreenivasan, R.; Flores, L.; Dubey, S. Setap: Software engineering teamwork assessment and prediction using machine learning. In Proceedings of the 2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings, Madrid, Spain, 25 October 2014; pp. 1–8.
105. del Águila, I.M.; Sagrado, J.D. Requirement risk level forecast using Bayesian networks classifiers. *Int. J. Softw. Eng. Knowl. Eng.* 2011, 21, 167–190. [Green Version]
106. Alsri, A.; Almuhammadi, S.; Mahmood, S. A model for work distribution in global software development based on machine learning techniques. In Proceedings of the 2014 Science and Information Conference, London, UK, 29 August 2014; pp. 399–403.
107. Miandoab, E.E.; Gharehchopogh, F.S. A novel hybrid algorithm for software cost estimation based on cuckoo optimization and k-nearest neighbors algorithms. *Eng. Technol. Appl. Sci. Res.* 2016, 6, 1018–1022.
108. Basgalupp, M.P.; Barros, R.C.; Ruiz, D.D. Predicting software maintenance effort through evolutionary-based decision trees. In Proceedings of the 27th Annual ACM Symposium on Applied Computing, Riva del Garda, Italy, 29 March 2012; pp. 1209–1214.

109. Bakır, A.; Turhan, B.; Bener, A.B. A new perspective on data homogeneity in software cost estimation: A study in the embedded systems domain. *Softw. Qual. J.* 2010, 18, 57–80.
110. Helming, J.; Koegel, M.; Hodaie, Z. Towards automation of iteration planning. In *Proceedings of the 24th ACM SIGPLAN conference companion on Object oriented programming systems languages and applications*, Orlando, FL, USA, 29 October 2009; pp. 965–972.
111. Choetkiertikul, M.; Dam, H.K.; Tran, T.; Pham, T.; Ghose, A.; Menzies, T. A deep learning model for estimating story points. *IEEE Trans. Softw. Eng.* 2018, 45, 637–656. [Green Version]
112. Niinimäki, T.; Piri, A.; Hynninen, P.; Lassenius, C. Studying communication in agile software development: A research framework and pilot study. In *Proceedings of the ICMI-MLMI'09 Workshop on Multimodal Sensor-Based Systems and Mobile Phones for Social Computing*, Cambridge, MA, USA, 6 November 2009; pp. 1–4.
113. Pechau, J. Rafting the agile waterfall: Value based conflicts of agile software development. In *Proceedings of the 16th European Conference on Pattern Languages of Programs*, Irsee, Germany, 17 July 2011; pp. 1–15.
114. Gousios, G.; Zaidman, A. A dataset for pull-based development research. In *Proceedings of the 11th Working Conference on Mining Software Repositories*, Hyderabad, India, 18 May 2014; pp. 368–371.
115. Makris, C.; Vikatos, P.; Visser, J. Classification model for predicting cost slippage in governmental ICT projects. In *Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on Applied Computing*, Salamanca, Spain, 17 April 2015; pp. 1238–1241.
116. Qu, Y.; Tang, X.-L. Software project risk assessing model based on credal networks. In *Proceedings of the 2010 International Conference on Machine Learning and Cybernetics*, Qingdao, China, 14 July 2010; pp. 1976–1979.
117. Gouthaman, P.; Sankaranarayanan, S. Agile Software Risk Management Architecture for IoT-Fog based systems. In *Proceedings of the 2018 International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT)*, Tirunelveli, India, 14 December 2018; pp. 48–51.
118. Andrés, J.D.; Landajo, M.; Lorca, P. Using nonlinear quantile regression for the estimation of software cost. In *Proceedings of the International Conference on Hybrid Artificial Intelligence Systems*, Oviedo, Spain, 22 June 2018; pp. 422–432.
119. Pa, R.S.; Snspsc, R. Improving efficiency of fuzzy models for effort estimation by cascading & clustering techniques. *Procedia Comput. Sci.* 2016, 85, 278–285.
120. Nassif, A.B.; Azzeh, M.; Idri, A.; Abran, A. Software development effort estimation using regression fuzzy models. *Comput. Intell. Neurosci.* 2019, 2019.
121. Mohebzada, J.G.; Ruhe, G.; Eberlein, A. SRP-plugin: A strategic release planning plug-in for visual studio 2010. In *Proceedings of the 1st Workshop on Developing Tools as Plug-ins*, Honolulu, HI, USA, 28 May 2011; pp. 36–39.



122. Baolong, Y.; Hong, W.; Haodong, Z. Research and application of data management based on Data Management Maturity Model (DMM). In Proceedings of the 2018 10th International Conference on Machine Learning and Computing, Macau, China, 10 February 2018; pp. 157–160.
123. Sigweni, B. Feature weighting for case-based reasoning software project effort estimation. In Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, London, UK, 13–14 May 2014; pp. 1–4.
124. Huang, Z.-W. Cost Estimation of Software Project Development by Using Case-Based Reasoning Technology with Clustering Index Mechanism. In Proceedings of the 2009 Fourth International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC), Kaohsiung, Taiwan, 7–9 December 2009; pp. 1049–1052.
125. Wang, Y.-H.; Jia, J.; Qu, Y. The “Earth-Moon” model on software project risk management. In Proceedings of the 2010 International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Qingdao, China, 14 July 2010; pp. 1999–2003.
126. Amasaki, S.; Kawata, K.; Yokogawa, T. Improving cross-project defect prediction methods with data simplification. In Proceedings of the 2015 41st Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications, Madeira, Portugal, 28 August 2015; pp. 96–103.
127. Nassif, A.B.; Capretz, L.F.; Ho, D.; Azzeh, M. A treeboost model for software effort estimation based on use case points. In Proceedings of the 2012 11th International Conference on Machine Learning and Applications, Boca Raton, FL, USA, 15 December 2012; pp. 314–319.
128. Wagner, S. A literature survey of the quality economics of defect-detection techniques. In Proceedings of the 2006 ACM/IEEE international symposium on Empirical software engineering, Rio de Janeiro Brazil, 21–22 September 2006; pp. 194–203.
129. Pressman, R.S. *Software Engineering: A Practitioner’s Approach*; Palgrave Macmillan: London, UK, 2005.
130. Nassif, A.B.; Ho, D.; Capretz, L.F. Towards an early software estimation using log-linear regression and a multilayer perceptron model. *J. Syst. Softw.* 2013, 86, 144–160. [Green Version]
131. Menzies, T.; Mizuno, O.; Takagi, Y.; Kikuno, T. Explanation vs performance in data mining: A case study with predicting runaway projects. *J. Softw. Eng. Appl.* 2009, 2, 221. [Green Version]
132. Kitchenham, B.; Mendes, E.; Travassos, G.H. A systematic review of cross-vs. In within-company cost estimation studies. In Proceedings of the 10th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE) 10, Swindon, UK, 11 April 2006; pp. 1–10.
133. Mahdi, M.N.; Yusof, M.Z.M.H.A.; Cheng, L.K.; Azmi, M.S.M.; Ahmad, A.R. Design and Development of Machine Learning Technique for Software Project Risk Assessment-A Review. In Proceedings of the 2020 8th International Conference on Information Technology and Multimedia (ICIMU), Selangor, Malaysia, 26 August 2020; pp. 354–362.

134. Lee, T.; Gu, T.; Baik, J. MND-SCEMP: An empirical study of a software cost estimation modeling process in the defense domain. *Empir. Softw. Eng.* 2014, 19, 213–240.
135. Mitchell, S.M.; Seaman, C.B. A comparison of software cost, duration, and quality for waterfall vs iterative and incremental development: A systematic review. In *Proceedings of the 2009 3rd International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*, Lake Buena Vista, FL, USA, 16 October 2009; pp. 511–515.
136. Jorgensen, M.; Shepperd, M. A systematic review of software development cost estimation studies. *IEEE Trans. Softw. Eng.* 2006, 33, 33–53. [Green Version]
137. González-Ladrón-de-Guevara, F.; Fernández-Diego, M.; Lokan, C. The usage of ISBSG data fields in software effort estimation: A systematic mapping study. *J. Syst. Softw.* 2016, 113, 188–215. [Green Version]
138. Iranmanesh, S.H.; Hojati, Z.T. Intelligent systems in project performance measurement and evaluation. In *Proceedings of the Intelligent Techniques in Engineering Management*, 5 May 2015; Springer: Berlin, Germany, 2015; pp. 581–619.
139. Mellegård, N.; Staron, M. Characterizing model usage in embedded software engineering: A case study. In *Proceedings of the Fourth European Conference on Software Architecture: Companion Volume*, Copenhagen, Denmark, 23–26 August 2010; pp. 245–252.
140. Antonellis, P.; Antoniou, D.; Kanellopoulos, Y.; Makris, C.; Theodoridis, E.; Tjortjis, C.; Tsirakis, N.; A data mining methodology for evaluating maintainability according to ISO/IEC-9126 software engineering–product quality standard. *Special Session on System Quality and Maintainability-SQM2007*. 2007. Available online: <https://www.ihu.edu.gr/tjortjis/A%20Data%20Mining%20Methodology%20for%20Evaluating%20Maintainability%20according%20to%20SQM07.pdf> (accessed on 5 May 2021).
141. Azar, D.; Harmanani, H.; Korkmaz, R. A hybrid heuristic approach to optimize rule-based software quality estimation models. *Inf. Softw. Technol.* 2009, 51, 1365–1376.
142. Mahdi, M.N.; Azmi, M.S.M.; Cheng, L.K.; Yusof, A.; Ahmad, A.R. Software Project Management Using Machine Learning Technique-A Review. In *Proceedings of the 2020 8th International Conference on Information Technology and Multimedia (ICIMU)*, Selangor, Malaysia, 26 August 2020; pp. 363–370.
143. Zhang, H.; Dai, G. The strategy of traffic congestion management based on case-based reasoning. *Int. J. Syst. Assur. Eng. Manag.* 2019, 10, 142–147.
144. Agrawal, A.; Menzies, T. “Better Data” is Better than “Better Data Miners” (Benefits of Tuning SMOTE for Defect Prediction). *arXiv* 2017, arXiv:1705.03697.
145. Amasaki, S.; Takahara, Y.; Yokogawa, T. Performance evaluation of windowing approach on effort estimation by analogy. In *Proceedings of the 2011 Joint Conference of the 21st International Workshop on Software*



Measurement and the 6th International Conference on Software Process and Product Measurement, Nara, Japan, 4 November 2011; pp. 188–195.

146. Arcuri, A.; Briand, L. A practical guide for using statistical tests to assess randomized algorithms in software engineering. In Proceedings of the 2011 33rd International Conference on Software Engineering (ICSE), Honolulu, HI, USA, 28 May 2011; pp. 1–10.
147. Wan, S.; Li, D.; Gao, J.; Li, J. A knowledge based machine tool maintenance planning system Using case-based reasoning techniques. *Robot. Comput. Integr. Manuf.* 2019, 58, 80–96.
148. Kaur, A.; Kaur, K. Effort Estimation for Mobile Applications Using Use Case Point (UCP). In Proceedings of the Smart Innovations in Communication and Computational Sciences, Bangkok, Thailand, 30 June 2019; pp. 163–172.
149. Srivastava, A.; Singh, S.; Abbas, S.Q. Performance Measure of the Proposed Cost Estimation Model: Advance Use Case Point Method. In Proceedings of the Soft Computing: Theories and Applications, Lviv, Ukraine, 20 September 2019; pp. 223–233.
150. Larsson, S.; Jansson, M.; Boholm, Å. Expert stakeholders' perception of nanotechnology: Risk, benefit, knowledge, and regulation. *J. Nanoparticle Res.* 2019, 21, 57.
151. Poth, A.; Sasabe, S.; Mas, A.; Mesquida, A.L. Lean and agile software process improvement in traditional and agile environments. *J. Software Evol. Process.* 2019, 31, e1986.
152. Sievi-Korte, O.; Beecham, S.; Richardson, I. Challenges and recommended practices for software architecting in global software development. *Inf. Softw. Technol.* 2019, 106, 234–253.
153. Lops, P.; Gemm, M.D.; Semeraro, G. Content-based recommender systems: State of the art and trends. In *Recommender Systems Handbook*; Springer: Berlin, Germany, 2011; pp. 73–105.
154. Fauzi, S.S.M.; Ramli, N.; Nasir, M.H.N.M. Software Configuration Management A Result from the Assessment and its Recommendation. In Proceedings of the 2009 International Conference on Information Management and Engineering, Kuala Lumpur, Malaysia, 3–5 April 2009; pp. 416–419.
155. Khomyakov, I.; Mirgalimova, R.; Sillitti, A. An investigation of the project management approaches of agile and plan-based companies. In Proceedings of the 35th Annual ACM Symposium on Applied Computing, Brno, Czech Republic, 3 April 2020; pp. 1662–1665.
156. Prakash, B.; Viswanathan, V.A. Survey on Software Estimation Techniques in Traditional and Agile Development Models. *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.* 2017, 7, 867–876.
157. Picha, P.; Brada, P. Software process anti-pattern detection in project data. In Proceedings of the 24th European Conference on Pattern Languages of Programs, Irsee, Germany, 19 July 2019; pp. 1–12.
158. Kappen, T.H.; Vergouwe, Y.; Wolfswinkel, L.V.; Kalkman, C.; Moons, K.; Klei, W.V. Impact of adding therapeutic recommendations to risk assessments

- from a prediction model for postoperative nausea and vomiting. *Br. J. Anaesth.* 2015, 114, 252–260.
159. Kanimozhi, U.; Ganapathy, S.; Manjula, D.; Kannan, A. An intelligent risk prediction system for breast cancer using fuzzy temporal rules. *Natl. Acad. Sci. Lett.* 2019, 42, 227–232.
 160. Matharu, G.S.; Mishra, A.; Singh, H.; Upadhyay, P. Empirical study of agile software development methodologies: A comparative analysis. *ACM SIGSOFT Softw. Eng. Notes* 2015, 40, 1–6.
 161. Yang, M.Q.; Elnitski, L.L. Prediction-based approaches to characterize bidirectional promoters in the mammalian genome. *BMC Genom.* 2008, 9, S2. [PubMed][Green Version]
 162. Nagwani, N.K.; Bhansali, A. A data mining model to predict software bug complexity using bug estimation and clustering. In *Proceedings of the 2010 International Conference on Recent Trends in Information, Telecommunication and Computing, Kerala, India, 13 March 2010*; pp. 13–17.
 163. Shan, X.; Jiang, G.; Huang, T. A framework of estimating software project success potential based on association rule mining. In *Proceedings of the 2009 International Conference on Management and Service Science, Beijing, China, 22 September 2009*; pp. 1–4.
 164. Khan, B.; Iqbal, D.; Badshah, S. Cross-Project Software Fault Prediction Using Data Leveraging Technique to Improve Software Quality. In *Proceedings of the Evaluation and Assessment in Software Engineering, Trondheim, Norway, 17 April 2020*; pp. 434–438.
 165. Chelly, Z.; Elouedi, Z. Improving the dendritic cell algorithm performance using fuzzy-rough set theory as a pattern discovery technique. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Innovations in Bio-Inspired Computing and Applications IBICA, Ostrava, Czech Republic, 25 June 2014*; pp. 23–32.
 166. Ghotra, B.; McIntosh, S.; Hassan, A.E. Revisiting the impact of classification techniques on the performance of defect prediction models. In *Proceedings of the 2015 IEEE/ACM 37th IEEE International Conference on Software Engineering, Florence, Italy, 16–24 May 2015*; pp. 789–800.
 167. Li, J.; Ji, X.; Jia, Y.; Zhu, B.; Wang, G.; Li, Z.; Liu, X. Hard drive failure prediction using classification and regression trees. In *Proceedings of the 2014 44th Annual IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks, Atlanta, GA, USA, 26 June 2014*; pp. 383–394.
 168. Ryu, D.; Choi, O.; Baik, J. Value-cognitive boosting with a support vector machine for cross-project defect prediction. *Empir. Softw. Eng.* 2016, 21, 43–71.



کاربردهای شبکه‌های عصبی مصنوعی در مهندسی ژئوتکنیک: مطالعه مروری

مرتضی مبلغ^۱

چکیده

طی سالیان گذشته، استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در بسیاری از حوزه‌های مهندسی افزایش یافته است. به‌طور خاص، شبکه‌های عصبی مصنوعی در بسیاری از مسائل مهندسی ژئوتکنیک به کار گرفته شده است و نتایج قابل ملاحظه‌ای به دست آمده‌اند. بررسی پیشینه موضوع نشان می‌دهد که شبکه‌های عصبی مصنوعی با موفقیت در پیش‌بینی ظرفیت باربری شمع، سازه‌های نگهدارنده خاک، نشست سازه‌ها، پایداری شیب‌ها، طراحی تونل‌ها و بازشوهای زیرزمین، روان‌گرایی، تراکم خاک، تورم و طبقه‌بندی خاک‌ها به کار گرفته شده‌اند. هدف این مقاله، ارائه‌ی نمای کلی از برخی کاربردهای شبکه‌های عصبی مصنوعی برای حل برخی مسائل مهندسی ژئوتکنیک است؛ همچنین نقاط قوت و ضعف این روش در مقایسه با سایر راهکارهای مدل‌سازی بررسی خواهد شد.

واژگان کلیدی: شبکه‌های عصبی مصنوعی، مهندسی ژئوتکنیک، نشست، روان‌گرایی.

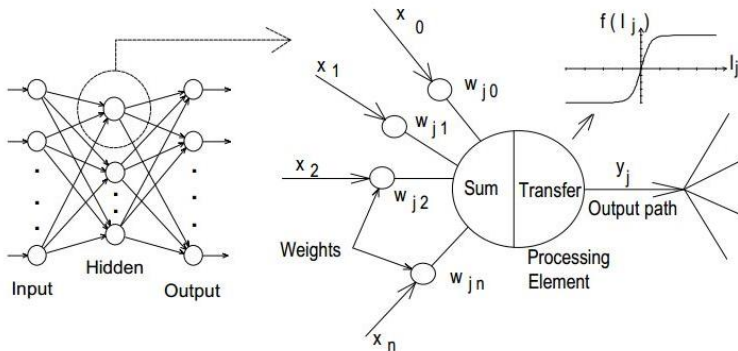
^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی ژئوتکنیک، دانشگاه تربیت‌دبیر شهیدرجایی، تهران، ایران

۱. مقدمه

مصالح مهندسی، نظیر خاک و سنگ، به دلیل فرایند پیچیده و مبهم تشکیل، رفتار متفاوت و نامطمئنی دارند [۱]. این موضوع، برخلاف بیشتر مصالح مهندسی دیگر- مانند فلز، بتن و چوب- است که همگنی و همسان‌گردی بسیار بیشتری از خود نشان می‌دهند؛ به همین منظور، برای مقابله با پیچیدگی رفتار ژئوتکنیکی، روش‌های طراحی سنتی به‌طور موجهی ساده شده‌اند. رویکرد جایگزینی، که موفقیت‌آمیز بوده است، ساختار و پارامترهای مدل را براساس داده‌ها تعیین می‌کند. این تکنیک که شبکه عصبی مصنوعی^۱ گفته می‌شود، به‌منظور مدل‌سازی مسائل پیچیده، که برقراری ارتباط بین متغیرهای مدل در آن دشوار است، طراحی شده است [۲]. هدف این مقاله، بررسی برخی ویژگی‌های ANNs و کاربرد آن در مهندسی ژئوتکنیک است.

۲. پیشینه تحقیق

امروزه، شبکه‌های عصبی مصنوعی مدلی از هوش مصنوعی هستند که سعی در تقلید رفتار مغز انسان و سیستم‌های عصبی دارند. بسیاری از محققان، ساختار و عملکرد ANNs را تعریف کرده‌اند. ساختار ANNs از تعدادی عناصر و یا گره، که معمولاً در لایه‌ها (لایه ورودی، لایه خروجی و لایه‌های مخفی) مرتب می‌شوند، تشکیل می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱: فرایند تشکیل شبکه عصبی مصنوعی [۳ و ۴]

ورودی از هر عنصر پردازش در لایه قبلی (x_i) با وزن قابل تنظیم (w_{ji}) ضرب می‌شود. در هر عنصر، سیگنال‌های ورودی وزن‌دار با هم جمع شده و با مقدار آستانه‌ای (θ_i) اضافه می‌شوند؛ سپس این ورودی ترکیب‌شده (I_j) از تابعی غیرخطی ($f(I_j)$) عبور داده می‌شود تا خروجی عنصر پردازشی (y_i) تولید شود. خروجی حاصل از یک عنصر ورودی، سایر عناصر پردازش در لایه‌های بعدی را تولید می‌کند. این روند در معادلات ۱ و ۲ خلاصه شده است که در شکل ۱ قابل مشاهده هستند.

$$I_j = \sum w_{ji} + x_i + \theta_i \quad (1)$$

$$y_i = f(I_j) \quad (2)$$

¹ Artificial neural networks (ANNs)

انتشار اطلاعات در شبکه‌های عصبی مصنوعی از لایه ورودی، که داده‌های ورودی در آن ارائه می‌شوند، شروع می‌شود. شبکه در ابتدا وزن‌های خود را روی ارائه داده‌های آموزشی تنظیم می‌کند و از قوانین آموزشی برای پیدا کردن مجموعه‌ای از وزن‌هایی که نقشه‌های ورودی و خروجی را تولید می‌کند و کمتر احتمال خطا خواهد داشت، استفاده می‌کند؛ به این فرایند، یادگیری یا آموزش گفته می‌شود. زمانی که فاز آموزشی مدل با موفقیت به پایان رسید، باید عملکرد مدل آزمایشی با استفاده از مجموعه‌ای از آزمایش‌های مستقل اعتبارسنجی شود. مطابق روند شرح داده‌شده، ANNs فرایند یادگیری را از داده‌هایی که به آن ارائه شده شروع و از این داده‌ها برای وزن‌دهی به عناصر پردازش استفاده می‌کند تا رابطه بین متغیرهای ورودی و خروجی‌های مربوط را به دست آورد؛ در نتیجه، شبکه‌های عصبی مصنوعی به دانش قبلی درباره ماهیت رابطه بین متغیرهای ورودی/خروجی نیاز ندارند که یکی از مزایای شبکه‌های عصبی مصنوعی، که با بیشتر روش‌های تجربی و آماری مقایسه کرده‌اند، است.

۳. کاربردهای ANNs در مهندسی ژئوتکنیک

۱/۱. تعیین ظرفیت باربری شمع‌ها

پیش‌بینی ظرفیت باربری شمع‌ها، به‌خصوص شمع‌هایی که براساس داده‌های حفاری به‌دست آمده‌اند، توسط چندین پژوهشگر حوزه ANN بررسی شده است. پیش‌بینی ظرفیت شکست شمع‌ها در خاک‌های رسی با یک شبکه عصبی توسط گاه^۱ ارائه شد که این شبکه عصبی با داده‌های میدانی پروژه‌ای آزمایش شد. طول شمع، قطر شمع، تنش مؤثر و تنش برشی زهکشی نشده، ورودی‌های مدل و مقاومت اصطکاکی پوسته، خروجی این مدل بودند [۵]. نتایج به‌دست آمده از شبکه عصبی با نتایج حاصل از مدل سمپل و ریگدن^۲ و روش a از طریق تجزیه و تحلیل رگرسیون مقایسه شدند که درصد خطاها در جدول ۱ نشان داده شده‌اند. طبق جدول ۱، ANNs از نتایج بهتری برخوردار است؛ همچنین، این مطالعه نشان می‌دهد ضعف اصلی روش ANNs، ناتوانی در تشریح منطقی نحوه رسیدن به خروجی از ورودی‌ها است.

جدول ۱: خلاصه ضرایب همبستگی و میزان خطا برای ظرفیت شمع اصطکاکی [۷ و ۶]

نرخ خطا (کیلوپاسکال)		ضریب همبستگی		روش
		آموزش	آزمایش	
آموزش	آزمایش	آموزش	آزمایش	شبکه عصبی
۱/۰۱۶	۱/۱۹۴	۰/۹۸۵	۰/۹۵۶	شبکه عصبی
۱/۳۱۸	۱/۸۹۴	۰/۹۷۶	۰/۸۸۵	سمپل و ریگدن
۴/۸۲۴	۳/۰۹۶	۰/۷۳۱	۰/۷۰۴	روش a

¹ Goh

² Semple and Regden

پس از این مطالعه، شبکه عصبی دیگری توسط گاه گسترش یافت که ظرفیت بار نهایی شمع در خاک‌های غیرچسبنده در آن بررسی شد [۸]. در این تحقیق، داده‌های استفاده‌شده از نتایج آزمایش‌های بارگذاری واقعی روی چوب، بتن و شمع فولادی در خاک‌های ماسه‌ای استفاده شد. ورودی‌های مؤثر در این مدل شبکه عصبی شامل وزن چکش، چکش افتان، طول شمع، وزن شمع، سطح مقطع شمع، مدول الاستیسیته شمع و نوع چکش و خروجی مدل نیز ظرفیت باربری شمع بود. زمانی که مدل آزمایش شد، دیده شد که شبکه عصبی ظرفیت باربری شمع را با موفقیت مدل‌سازی کرده و مهم‌ترین ورودی‌های عناصر پردازش، وزن و نوع چکش بودند. جدول ۲ خلاصه‌ای از مقایسه شبکه عصبی با سایر روش‌های سنتی، با استفاده از تجزیه و تحلیل رگرسیون را نشان می‌دهد. طبق جدول ۲، نتایج حاصل از شبکه عصبی موفقیت قابل ملاحظه‌ای نسبت به سایر روش‌ها از خود نشان داده است.

جدول ۲: خلاصه نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیون پیش‌بینی ظرفیت باربری شمع [۹ و ۱۰]

ضریب همبستگی		روش
آموزش	داده‌های آزمایش	
۰/۹۶	۰/۹۷	شبکه عصبی
۰/۶۹	۰/۶۱	اخبار مهندسی ^۱
۰/۴۸	۰/۷۶	هایلی ^۲
۰/۸۲	۰/۸۹	جانبو ^۳

چان و همکارانش^۴ شبکه عصبی‌ای را به‌عنوان جایگزینی برای فرمول‌های شمع کوبی توسعه دادند [۱۱]. این شبکه با پارامترهای ورودی مشابهی که در فرمول ساده‌شده هایلی فهرست شده‌اند [۱۲]، آموزش داده شد که شامل فشار الاستیک شمع و خاک، تنظیم شمع و انرژی رانشی اعمال‌شده به شمع بود. خروجی مدل، ظرفیت باربری شمع بود. مقدار خروجی مطلوب ظرفیت شمع، که در فرایند آموزش استفاده شد، با استفاده از کد کامپیوتری تجاری‌ای به نام CAPWAP یا روش CASE تخمین زده شد [۱۳ و ۱۴]. خطای میانگین مربعات ریشه میانگین درصدی شبکه عصبی برای مجموعه آموزش ۱۳/۵٪ و برای مجموعه آزمایشی ۱۲٪ بود.

لی^۵ از شبکه‌های عصبی برای پیش‌بینی ظرفیت باربری نهایی شمع‌ها استفاده کرد [۱۵]. مسئله لی با استفاده از داده‌های مدل آزمایش‌های بار شمع، با استفاده از اتاق کالیبراسیون و نتایج آزمایش‌های بارگذاری شمع در محل، شبیه‌سازی شد. برای شبیه‌سازی با استفاده

¹ Engineering News

² Hiley

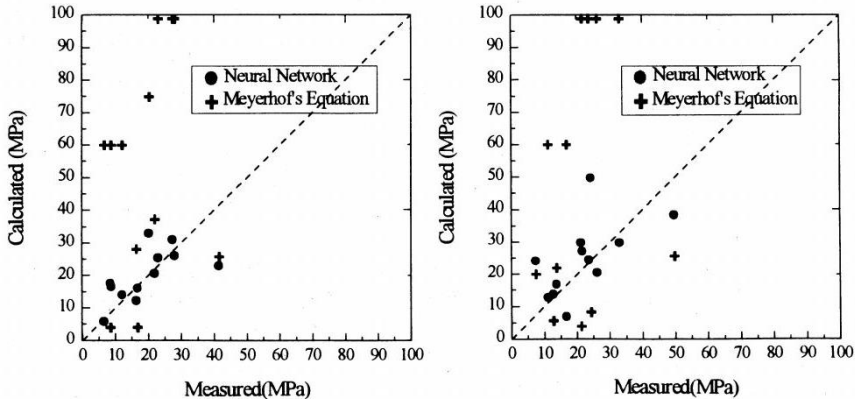
³ Janbu

⁴ Chan et al.

⁵ Lee



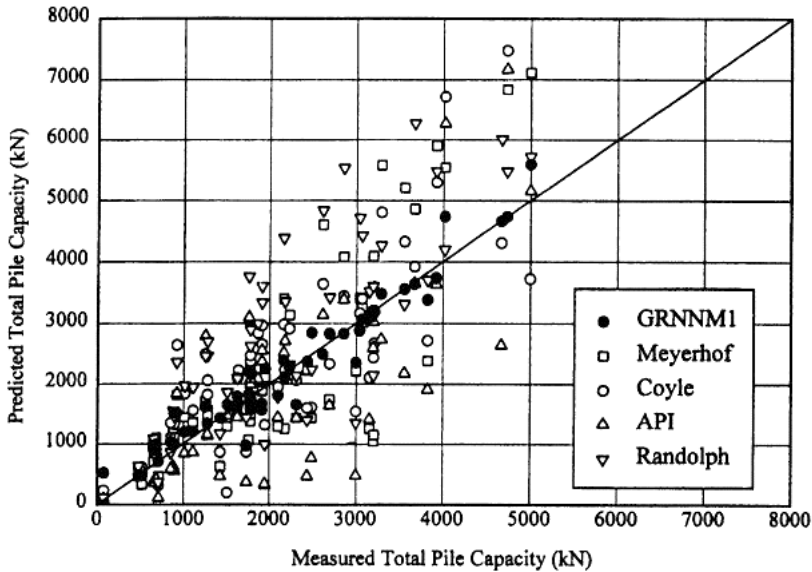
از داده‌های مدل آزمایش‌های بار شمع، ورودی‌های مدل شامل نسبت عمق نفوذ (عمق نفوذ شمع/ قطر شمع)، فشار متوسط محفظه کالیبراسیون و تعداد ضربات بودند. ظرفیت بارگیری نهایی، خروجی مدل بود. پیش‌بینی مدل شبکه عصبی حداکثر خطا را کمتر از ۲۰٪ و خطای مجموع مربعات میانگین را کمتر از ۱۵٪ نشان داد. برای شبیه‌سازی با استفاده از داده‌های آزمایش بار شمع در محل، پنج متغیر ورودی استفاده شدند که نسبت عمق نفوذ، متوسط شماره نفوذ استاندارد در طول بدنه شمع، متوسط شماره نفوذ استاندارد نزدیک نوک شمع، تنظیم شمع و انرژی چکش را نشان می‌دهند. دو مدل شبکه عصبی توسعه داده شدند. نتایج این مدل‌ها با معادله مایرهایف، براساس مقدار متوسط شماره نفوذ استاندارد، مقایسه شدند [۱۶]. شکل ۴، نمودارهای نتایج مجموعه آزمایشی از بارگذاری شمع تخمینی در مقابل بارگذاری اندازه‌گیری شده به دست آمده از مدل‌های شبکه عصبی و معادله مایرهایف را نشان می‌دهد. نمودارها در شکل ۴ نشان می‌دهند مقادیر پیش‌بینی شده از شبکه‌های عصبی مطابقت بهتری نسبت به مقادیر اندازه‌گیری شده معادله مایرهایف دارند.



شکل ۴: نتایج آزمایش ظرفیت باربری شمع پیش‌بینی شده در مقابل اندازه‌گیری شده از آزمایش بار شمع در جا [۱۵]

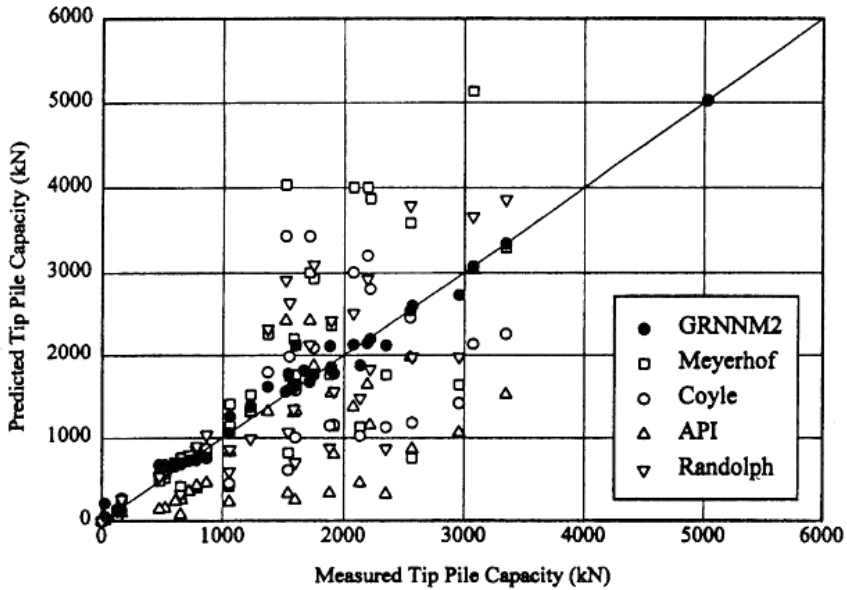
ابوکیف سه مدل شبکه عصبی (معروف به مدل‌های GRNNM1، GRNNM2 و GRNNM3) را برای پیش‌بینی ظرفیت شمع‌های کوبیده شده در خاک‌های غیرچسبنده معرفی کرد [۱۷]. مدل اول برای برآورد ظرفیت کل شمع توسعه داده شد. مدل دوم برای برآورد ظرفیت نوک شمع استفاده شد؛ در حالی که مدل نهایی برای برآورد ظرفیت بدنه شمع استفاده شد. در مدل اول، پنج متغیر برای ورودی مدل انتخاب شدند؛ این ورودی‌ها شامل زاویه مقاومت برشی خاک در اطراف بدنه، زاویه مقاومت برشی در نوک شمع، فشار برشی مؤثر در نوک شمع، طول و سطح مقطع معادل شمع بود. مدل اول، یک خروجی داشت که نمایانگر ظرفیت کل شمع بود. در مدل استفاده شده برای ارزیابی ظرفیت نوک شمع، متغیرهای ورودی ذکر شده استفاده شدند. متغیرهای ورودی استفاده شده برای پیش‌بینی

ظرفیت بدنه شمع، چهار متغیر بودند که نمایانگر میانگین شماره نفوذ استاندارد اطراف بدنه، زاویه مقاومت برشی اطراف بدنه، طول و قطر شمع بودند. نتایج شبکه‌های حاصل از این مطالعه با چهار روش تجربی دیگر مقایسه شدند؛ این روش‌ها شامل آنچه توسط مایرهاف، کوپل و کاستلو، انستیتوت نفت آمریکا و راندلف پیشنهاد شده‌اند، بود [۲۰-۱۶]. نتایج پیش‌بینی ظرفیت کل شمع برای همه داده‌های به‌دست آمده از شبکه عصبی ضرایب اطمینان بالایی (۰/۹۵) را نشان داد. درحالی‌که برای روش‌های دیگر بین ۰/۵۲ تا ۰/۶۳ متغیر بودند. شکل‌های ۵ تا ۷، مقادیر اندازه‌گیری شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده به ترتیب برای ظرفیت بارگیری، نوک و بدنه شمع را نشان می‌دهند. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این شکل‌ها، پراکندگی پیش‌بینی‌های شبکه‌های عصبی کمتر از پیش‌بینی‌های تمامی روش‌های دیگر بوده؛ بنابراین، بهترین پیش‌بینی ظرفیت بارگیری، نوک و بدنه شمع را ارائه می‌دهند.

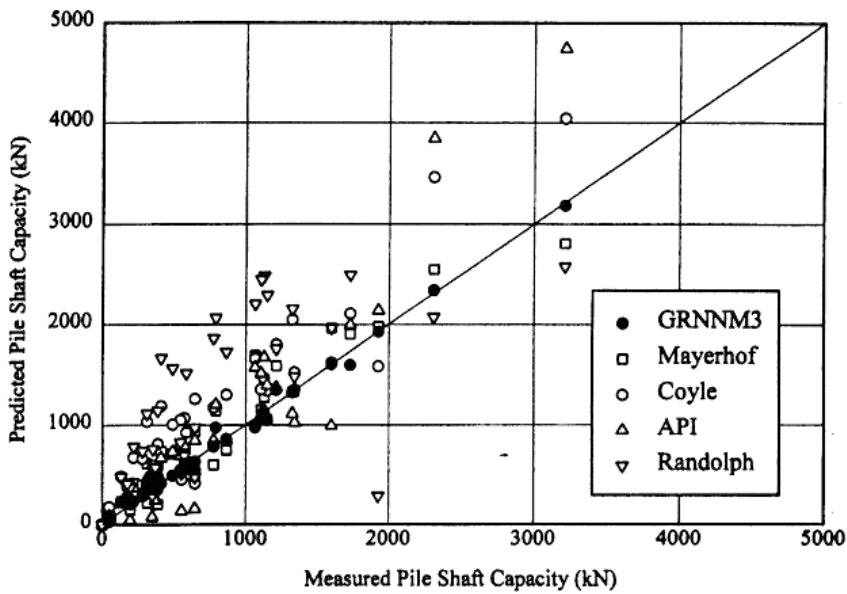


شکل ۵: مقایسه ظرفیت باربری پیش‌بینی شده با مدل GRNNM1 و مدل اندازه‌گیری شده [۱۹]





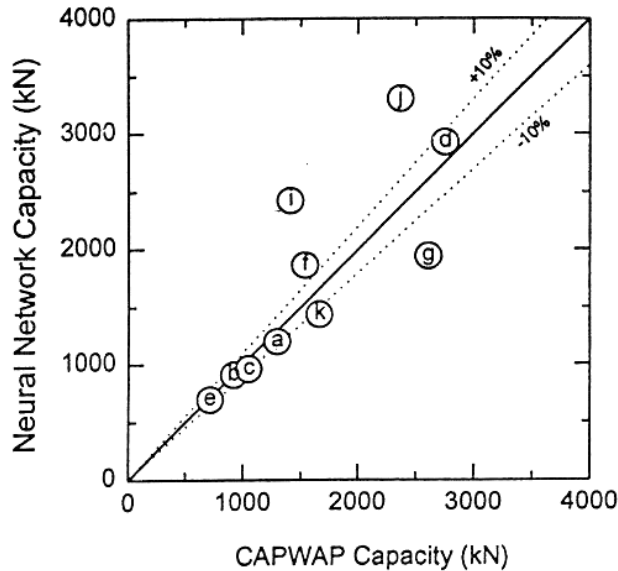
شکل ۶: مقایسه ظرفیت باربری پیش‌بینی شده با مدل GRNNM2 و مدل اندازه‌گیری شده [۱۹]



شکل ۷: مقایسه ظرفیت باربری پیش‌بینی شده با مدل GRNNM3 و مدل اندازه‌گیری شده [۱۹]

ته و همکارانش شبکه‌ای عصبی را برای برآورد ظرفیت شمع‌های استاتیکی - با استفاده از داده‌های موج تنشی دینامیک برای شمع‌های بتنی تقویت شده پیش‌ساخته با مقطع مربعی - پیشنهاد دادند [۲۱]. شبکه‌ها برای ارتباط دادن داده‌های موج تنشی ورودی با ظرفیت‌های به‌دست‌آمده از کد کامپیوتری تجاری CAPWAP آموزش داده شدند [۱۳]. این مطالعه به‌جای

ظرفیت واقعی باربری شمع، به پیش‌بینی «ظرفیت پیش‌بینی شده توسط CAPWAP» توجه داشت. این شبکه عصبی، پیش‌بینی ظرفیت کل شمع‌های استاتیکی با خطای میانگین مربعات ریشه کمتر از ۰/۰۰۰۳ را انجام داد. شکل ۸ پیش‌بینی‌های دقیق صورت گرفته برای ۷ شمع از ۱۰ شمع را نشان می‌دهد.

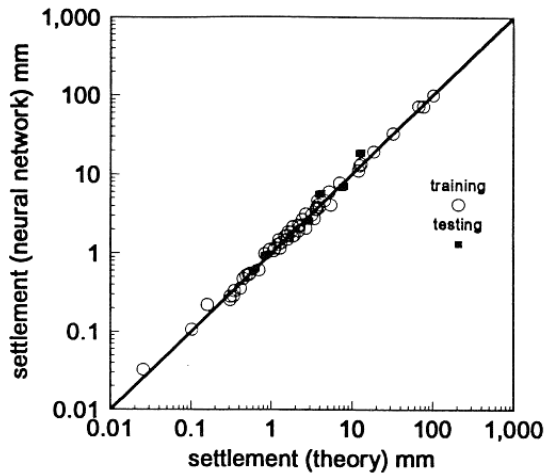


شکل ۸: ظرفیت ایستای پیش‌بینی شده توسط CAPWAP و شبکه عصبی برای مجموعه آزمایش‌ها [۲۱]

۱/۲. نشست فونداسیون‌ها

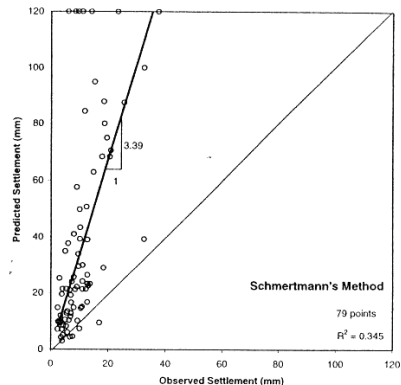
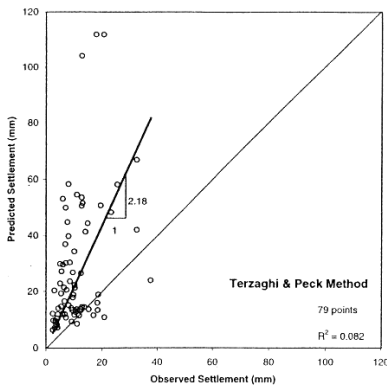
طراحی شمع‌ها معمولاً با معیارهای ظرفیت باربری و نشست کنترل می‌شود که در بیشتر مواقع نشست حاکم است. مسئله تخمین نشست شمع‌ها بسیار پیچیده، نامعلوم و هنوز کاملاً درک نشده است و به همین دلیل، برخی از پژوهشگران به سمت پیش‌بینی نشست با استفاده از شبکه مصنوعی عصبی سوق پیدا کرده‌اند. گاه، شبکه‌ای عصبی را برای پیش‌بینی نشست شمع عمودی در یک لایه خاک یکنواخت توسعه داد [۵]. متغیرهای ورودی شبکه عصبی پیشنهادی گاه شامل نسبت مدول الاستیک شمع به مدول برشی خاک، طول شمع، بار شمع، مدول برشی خاک، نسبت پواسون خاک و شعاع شمع و متغیر خروجی نیز نشست شمع بود. خروجی مورد نیاز برای آموزش مدل شبکه عصبی با استفاده از تجزیه و تحلیل‌های امان محدود و معادله انتگرال توسط رندوف و ورث^۱ به دست آمده بود [۲۰]. مقایسه‌ای از نشست‌های نظری و پیش‌بینی شده برای مجموعه‌های آموزش و آزمایش در شکل ۹ آورده شده است. نتایج شکل ۹ نشان می‌دهند که شبکه عصبی قادر به مدل‌سازی موفقیت‌آمیز نشست شمع‌ها بوده است.

¹ Randolph and Wroth



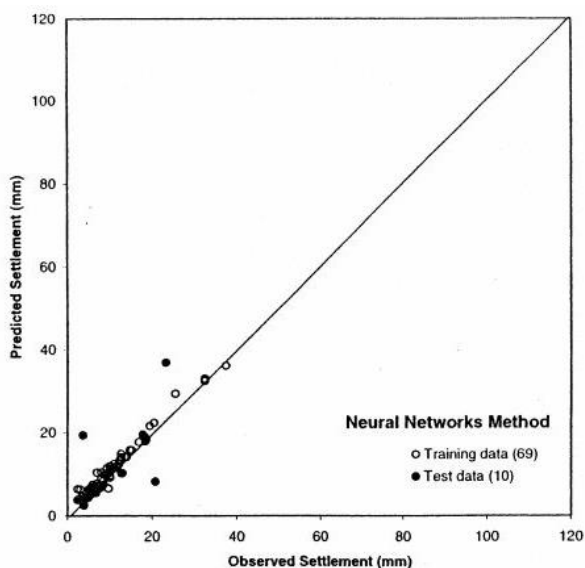
شکل ۹: مقایسه نشست‌های تئوری و پیش‌بینی شده با شبکه عصبی [۵]

سیواکوگان و همکارانش^۱ امکان استفاده از شبکه‌های عصبی برای پیش‌بینی نشست شمع‌های کم‌عمق در خاک‌های دانه‌ای را بررسی کردند [۲۲]. این شبکه عصبی با پنج ورودی که فشار اعمالی اصلی، متوسط شماره ضربه از آزمایش نفوذ استاندارد، عرض شمع، شکل شمع و عمق شمع را نمایش می‌دهد، آموزش داده شد و در نهایت، خروجی آن، نشست شمع بود. نتایج حاصل از شبکه عصبی با روش ترزاقی^۲ و پک^۳ و روش شمترمن^۴ مقایسه شد [۲۳ و ۲۴]. براساس نتایج به دست آمده، که در شکل ۱۰ نشان داده شده‌اند، روش سنتی ترزاقی و پک و روش شمترمن به ترتیب نشست را حدود ۲/۱۸ و ۳/۳۹ بار بیش‌تر از حد مورد انتظار تخمین زده‌اند؛ در مقابل، پیش‌بینی‌ها با استفاده از مدل شبکه عصبی بسیار خوب بودند (شکل ۱۱).



شکل ۱۰: نشست‌های پیش‌بینی شده با استفاده از روش‌های متداول [۲۲]

- 1 Sivakugan et al.
- 2 Terzaghi
- 3 Peck
- 4 Schmertman



شکل ۱۱: نشست‌های پیش‌بینی شده با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی [۲۲]

اخیراً، شاهین و همکارانش^۱ کار مشابهی برای پیش‌بینی نشست شمع‌های کم‌عمق در خاک‌های بدون چسبندگی انجام دادند [۲۵]؛ در این تحقیق از ۲۷۲ تاریخچه داده برای مدل‌سازی استفاده شد. متغیرهای ورودی- که تأثیر مهمی بر تخمین نشست داشتند- عرض شمع، طول شمع، فشار اعمال‌شده زمین و تراکم‌پذیری خاک بودند. نتایج شبکه عصبی با سه روش سنتی و معمولی مقایسه شدند؛ این روش‌ها شامل مایرهایف^۲، شولتز و شریف^۳ و شمرتمن و همکارانش بودند. نتایج این مطالعه تأیید کردند که شبکه عصبی قادر به پیش‌بینی نشست بوده و عملکرد بهتری نسبت به روش‌های سنتی دارد. همان‌طور که در جدول ۳ نشان داده شده است، شبکه عصبی دارای ضرایب همبستگی بالا (r)، خطاهای میانگین مربعات ریشه‌ای کم (RMSE) و خطاهای مطلق میانگین کمتر (MAE) نسبت به سایر روش‌ها بوده است.

جدول ۳: مقایسه نشست‌های پیش‌بینی شده و اندازه‌گیری شده [۲۵]

دسته‌بندی	ANN	Meyerhof (1965)	Schultze & Sherif (1973)	Schmertman et al. (1978)
همبستگی (r)	۰/۹۹	۰/۳۳	۰/۸۶	۰/۷۰
RMSE (mm)	۳/۹	۲۷	۲۳/۸	۴۵/۲
MAE (mm)	۲/۶	۲۰/۸	۱۱/۱	۲۹/۵

^۱ Shahin et al.

^۲ Meyerhof

^۳ Schultze and Sherif



روان‌گرایی پدیده‌ای است عمدتاً ناشی از زلزله که در ماسه‌های کم‌تراکم و اشباع به وجود می‌آید؛ در این پدیده، به دلیل افزایش فشار آب منفذی، مقاومت برشی خاک از بین می‌رود و اغلب منجر به بروز خسارت زیادی در بیشتر سازه‌های مهندسی شهری می‌شود. تعیین پتانسیل روان‌گرایی ناشی از زلزله، مسئله‌ای پیچیده در مهندسی ژئوتکنیک است. گاه^۱ از شبکه‌های عصبی برای مدل‌سازی رابطه پیچیده بین پارامترهای زلزله و خاک استفاده کرد تا پتانسیل روان‌گرایی را بررسی کند [۲۶]. شبکه عصبی استفاده‌شده در مطالعه گاه با استفاده از ۱۳ زلزله- که در سال‌های ۱۸۹۱ تا ۱۹۸۰ میلادی در ژاپن، ایالات متحده و پان‌آمریکا^۲ رخ داده بودند- آموزش داده شد و هشت متغیر ورودی و فقط یک متغیر خروجی داشت. متغیرهای ورودی شامل مقادیر آزمایش SPT^۳، خصوصیات ذرات ریز خاک، اندازه میانگین ذرات، فشار کل، تنش مؤثر، تنش برشی دینامیک معادل، بزرگی زلزله و بیشینه شتاب افقی در سطح زمین بودند. مقدار خروجی به مقدار دودویی یک برای مکان‌هایی که دارای روان‌گرایی فراوان یا متوسط بودند و مقدار صفر برای روان‌گرایی کم یا عدم روان‌گرایی اختصاص داده شد. نتایج به‌دست‌آمده از مدل شبکه عصبی با روش سید و همکاران^۴ مقایسه شدند [۲۷]. این مطالعه نشان داد شبکه عصبی در ۹۵٪ موارد پیش‌بینی‌های صحیحی داشته است؛ درحالی‌که نرخ موفقیت روش سید برابر با ۸۴٪ بوده است. گاه نیز از شبکه‌های عصبی برای ارزیابی پتانسیل روان‌گرایی از داده‌های مقاومت آزمایش پرندۀ مخروط^۵ استفاده کرد [۲۸]. سوابق داده‌شده برای مناطق ذخیره ماسه و ماسه‌ای لومی در ژاپن، چین، ایالات متحده و رومانی مربوط به پنج زلزله در سال‌های ۱۹۶۴ تا ۱۹۸۳ میلادی بودند. استراتژی مدل‌سازی مشابه شبکه‌های عصبی، مانند استفاده‌شده در گاه، برای این مطالعه استفاده شد و نتایج آن با روش شیباتا و تپارکسا^۶ مقایسه شد [۲۹]. شبکه عصبی نرخ موفقیت ۹۴٪ را نشان داد که معادل تعداد پیش‌بینی‌های اشتباه به روش معمول شیباتا و تپارکسا بود.

دو پژوهش دیگر نیز از داده‌های آزمایش CPT برای ارزیابی پتانسیل روان‌گرایی خاک و مقاومت آن استفاده کردند [۳۰ و ۳۱]؛ در تحقیق اول، از شبکه‌های عصبی برای توصیف مقاومت روان‌گرایی خاک با استفاده از مجموعه داده‌های میدانی از جهان استفاده شد. مدل شبکه عصبی‌ای که در تحقیق اول توسعه یافت، برای تولید نمودار ارزیابی پتانسیل روان‌گرایی ساخته شد که می‌تواند توسط مهندسان ژئوتکنیک در وظایف ارزیابی روان‌گرایی استفاده شود.

¹ Goh

² Pan-America

³ Standard penetration test

⁴ Seed et al.

⁵ Cone penetration test

⁶ Shibata and Teparaksa



کاربردهای دیگر شبکه‌های عصبی برای پیش‌بینی روان‌گرایی شامل پیش‌بینی مقاومت و پتانسیل روان‌گرایی، بررسی دقت پیش‌بینی روان‌گرایی توسط شبکه‌های عصبی نسبت به منطق فازی و روش‌های آماری است [۳۰ و ۳۲].

۴/۱. پایداری شیب‌ها

نی و همکارانش^۱ روشی برای ارزیابی پایداری شیب‌ها ارائه دادند که از تئوری مجموعه‌های فازی با شبکه‌های عصبی مصنوعی ترکیب شده است [۳۳]؛ در این روش، پارامترهای ورودی شامل شیب، پروفیل افقی، پروفیل عمودی، موقعیت، ارتفاع، منشأ زمین‌شناسی، بافت خاک، تغییرات آب‌وهوایی، جهت شیب‌ها، گیاهان، استفاده از زمین، بیشترین بارش روزانه و بیشترین بارش ساعتی و خروجی نیز پتانسیل شکست شیب بود. تعدادی از شیب‌های طبیعی فرضی به‌وسیله هر دو شبکه‌های عصبی و یک مدل تحلیلی ارزیابی شدند و نتایج روش شبکه‌های عصبی با نتایج حاصل از مدل تحلیلی در تطابق خوبی بودند.

۵/۱. ونل‌ها و بازشوهای زیرزمین

شی و همکارانش^۲ مطالعه‌ای درباره شبکه‌های عصبی برای پیش‌بینی مناطق پرتراکم تونل‌ها ارائه دادند [۳۴]؛ در این تحقیق، مدلی کلی از شبکه عصبی آموزش داده‌شده با داده‌های تونلی در برزیل به طول ۶/۵ کیلومتر آزمایش شد. بسیاری از عوامل در تحقیق شی و همکارانش از ورودی‌های مدل بودند و سه پارامتر نشست، خروجی‌های مدل شناسایی شدند. پارامترهای ورودی شامل طول حفاری از زمان شروع حفاری، عمق پوشش خاک بالای تونل، مساحت مقطع تونل، عمق سطح آب زیرزمینی، نرخ پیشرفت حفاری، روش ساخت، میانگین تعداد ضربه‌ها در سطح تاج تونل و میانگین تعداد ضربه‌ها از آزمایش نفوذ استاندارد در سطح کف تونل بود. سه پارامتر خروجی این مدل نیز شامل نشست در صورت تونل، نشست در کف تونل و نشست نهایی پس از پایداری تونل بود.

نتایج نشان دادند مدل شبکه عصبی به موفقیت چندانی دست پیدا نکرد. برای بهبود دقت پیش‌بینی، مطالعه مدل شبکه عصبی براساس مفهوم یکپارچه‌سازی چندین شبکه عصبی در یک سیستم ارائه کرد؛ به‌طوری‌که هر بخش، محدود به کار در شرایط خاصی از مسئله پیچیده واقعی بود که منجر به بهبود در هم‌گرایی مدل و پیش‌بینی دقیق‌تر شد.

قابلیت بهبود مدل‌های توسعه‌یافته در این مطالعه بعداً توسط پژوهشگر دیگری با استفاده از تبدیل داده‌های ورودی افزایش یافت [۳۵]. این مطالعه توسعه‌یافته نشان داد که تبدیل توزیع متغیرهای ورودی با کاهش خطا در پیش‌بینی بیش از ۱۳٪ منجر به بهبود شده است. در مطالعه دیگری برای شناسایی حالت‌های شکست احتمالی بازشوهای زیرزمینی از اطلاعات تاریخی قبلی استفاده کرده‌اند؛ این مطالعه از دانش به‌دست‌آمده توسط شبکه عصبی برای تولید ابزار طراحی تونل استفاده کرد [۳۶].

¹ Ni et al.

² Shi et al.



۴. نتیجه‌گیری

از مطالعات مرور شده می‌توان استنباط کرد که شبکه‌های عصبی مصنوعی در بسیاری از زمینه‌های مهندسی ژئوتکنیک با موفقیت استفاده شده‌اند؛ این موارد شامل پیش‌بینی ظرفیت باربری شمع‌ها، روان‌گرایی، پایداری شیب، نشست فونداسیون‌ها و طراحی تونل‌ها و باز شوهای زیرمینی است. شبکه‌ی عصبی در موارد ذکر شده، بهتر یا مانند روش‌های سنتی پیشین عمل می‌کند؛ زیرا در بسیاری از موارد در مهندسی ژئوتکنیک امکان مواجهه با مسائل بسیار پیچیده وجود دارد که درک آن‌ها به‌خوبی امکان‌پذیر نیست و شبکه‌ی عصبی با مدل‌سازی مناسب بر پایه داده‌های ورودی قادر به حل این مسائل است. با وجود عملکرد قابل قبول شبکه‌های عصبی در بسیاری از موارد، آن‌ها محدودیت‌هایی نیز دارند. در مسائل مدل‌سازی، صرفاً نمی‌توان با استفاده از شبکه‌ی عصبی به فیزیک مسئله پی برد؛ به عبارت دیگر، مرتبط ساختن پارامترها یا ساختار شبکه به پارامترهای فرایند معمولاً با سختی انجام می‌شود؛ همچنین، پیش‌بینی عملکرد آینده شبکه به‌سادگی امکان‌پذیر نیست. در نهایت با توجه به آنکه نتایج شبکه‌ی عصبی براساس درون‌یابی حاصل می‌شوند، در صورتی که داده‌های ورودی از داده‌های آموزشی شبکه‌ی عصبی خارج باشند، نتایج حاصل معتبر نیستند. به‌طور کلی، با وجود محدودیت‌های شبکه‌های عصبی، مزایای این روش باعث می‌شود مهندسان راه‌حل بسیاری از مشکلات مهندسی ژئوتکنیک را با ابزاری قدرتمند و عملی پیدا کنند.

- [1] Jaksa, M. B. (1995). "The influence of spatial variability on the geotechnical design properties of a stiff, overconsolidated clay," PhD thesis, The University of Adelaide, Adelaide.
- [2] Hubick, K. T. (1992). Artificial neural networks in Australia, Department of Industry, Technology and Commerce, Commonwealth of Australia, Canberra.
- [3] Hecht-Nielsen, R. (1990). Neurocomputing, Addison-Wesely Publishing Company.
- [4] Maren, A., Harston, C., and Pap, R. (1990). Handbook of neural computing applications, Academic Press, Inc., San Diego, California.
- [5] Goh, A. T. C. (1994a). "Nonlinear modelling in geotechnical engineering using neural networks." Australian Civil Engineering Transactions, CE36(4), 293-29.
- [6] Semple, R. M., and Rigden, W. J. (1986). "Shaft capacity of driven pipe piles in clay." Ground Engineering, 19(1), 11- 17.
- [7] Burland, J. B. (1973). "Shaft friction of piles in clay." Ground Engineering, 6(3), 1-15.
- [8] Goh, A. T. C. (1996b). "Pile driving records reanalyzed using neural networks." J. Geotech. Engrg., ASCE, 122(6), 492-495.
- [9] Hiley, A. (1922). "The efficiency of the hammer blow, and its effects with reference to piling." Engineering, 2, 673.
- [10] Janbu, N. (1953). "Une analyse energetique du battage des pieux a l'aide de parametres sans dimension." Norwegian Geotech. Inst., Oslo, Norway, 3, 63-64.
- [11] Chan, W. T., Chow, y. K., and Liu, L. F. (1995). "Neural network: An alternative to pile driving formulas." J. Computers and Geotechnics, 17, 135-156.
- [12] Broms, B. B., and Lim, P. C. (1988). "A simple pile driving formula based on stress-wave measurements." Proc., The 3rd Int. Conf. on the Application of Stress-Wave Theory to Piles, B. H. Fellenius, ed., Vancouver, 591-600.
- [13] Rausche, F., Moses, F., and Goble, G. G. (1972). "Soil resistance predictions from pile dynamics." J. Soil Mech. and Found. Div., ASCE, 98, 917-937.
- [14] Goble, G. G., Likins, G. E., and Rausche, F. (1975). "Bearing capacity of piles from dynamic measurements." Final Report, Dept. of Civil Engineering, Case Western University.
- [15] Lee, I. M., and Lee, J. H. (1996). "Prediction of pile bearing capacity using artificial neural networks." Computers and Geotechnics, 18(3), 189-200.
- [16] Meyrehof, G. G. (1976). "Bearing capacity and settlement of pile foundations." J. Geotech. Engrg., ASCE, 102(3), 196-228.
- [17] Abu-Kiefa, M. A. (1998). "General regression neural networks for driven piles in cohesionless soils." J. Geotech. & Geoenv. Engrg., ASCE, 124(12), 1177-1185.
- [18] Coyle, H. M., and Castello, R. R. (1981). "New design correlations for piles in sand." J. Geotech. Engrg., ASCE, 107(7), 965-986.
- [19] American Petroleum Institute. (1984). RP2A: Recommended practice for planning, designing and constructing fixed offshore platforms, Washington, D.C.
- [20] Randolph, M. F., and Wroth, C. P. (1978). "Analysis of deformation of vertically loaded piles." J. Geotech. Engrg., ASCE, 104(12), 1465-1488.
- [21] Teh, C. I., Wong, K. S., Goh, A. T. C., and Jaritngam, S. (1997). "Prediction of pile capacity using neural networks." J. Computing in Civil Engineering, ASCE, 11(2), 129-138.

[22] Sivakugan, N., Eckersley, J. D., and Li, H. (1998). "Settlement predictions using neural networks." Australian Civil Engineering Transactions, CE40, 49-52.

[23] Terzaghi, K., and Peck, R. B. (1967). Soil mechanics in engineering practice John Wiley & Son, Inc., New York.

[24] Schmertmann, J. H., Hartman, J. P., and Brown, P. B. (1978). "Improved strain influence factor diagrams." J. Geotech. Engrg., ASCE, 104(GT8), 1131-1135.

[25] Shahin, M. A., Jaksa, M. B., and Maier, H. R. (2000). "Predicting the settlement of shallow foundations on cohesionless soils using back-propagation neural networks." Research Report No. R 167, The University of Adelaide, Adelaide.

[26] Goh, A. T. C. (1994b). "Seismic liquefaction potential assessed by neural network." J. Geotech. & Geoenv. Engrg., ASCE, 120(9), 1467-1480.

[27] Seed, H. B., Tokimatsu, H., Harder, L. F., and Chung, R. M. (1985). "Influence of SPT procedure in seismic liquefaction resistance evaluations." J. Geotech. Engrg., ASCE, 111(12), 1425-1445.

[28] Goh, A. T. C. (1996a). "Neural-network modeling of CPT seismic liquefaction data." J. Geotech. Engrg., ASCE, 122(1), 70-73.

[29] Shibata, T., and Teparaksa, W. (1988). "Evaluation of liquefaction potentials of soils using cone penetration tests." Soils and Foundations, 28(2), 49-60.

[30] Ali, H. E., and Najjar, Y. M. (1998). "Neuronet-based approach for assessing liquefaction potential of soils." Transportation Research Record No. 1633, 3-8.

[31] Ural, D. N., and Saka, H. (1998). "Liquefaction assessment by neural networks." Electronic Journal of Geotechnical Engrg., <http://geotech.civen.okstate.edu/ejge/ppr9803/index.html>

[32] Juang, C. H., and Chen, C. J. (1999). "CPT-based liquefaction evaluation using artificial neural networks." ComputerAided Civil and Infrastructure Engineering, 14(3), 221-229.

[33] Ni, S. H., Lu, P. C., and Juang, C. H. (1996). "A fuzzy neural network approach to evaluation of slope failure potential." J. Microcomputers in Civil Engineering, 11, 59-66.

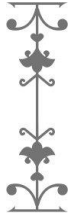
[34] Shi, J., Ortigao, J. A. R., and Bai, J. (1998). "Modular neural networks for predicting settlement during tunneling." J. Geotech. & Geoenv. Engrg., ASCE, 124(5), 389-395.

[35] Shi, J. J. (2000). "Reducing prediction error by transforming input data for neural networks." J. Computing in Civil Engrg., ASCE, 14(2), 109-116.

[36] Sterling, R. L., and Lee, C. A. (1992). "A neural network - expert system hybrid approach for tunnel design." Proc., 33rd United-States Symp. Rock Mechanics, J. R. Tillerson and W. R. Wawerisk, eds., Brookfield VT: Balkema, 501-510.



سال دوم ، شماره‌ی دوم، بهار ۱۴۰۳



شناسایی و ردیابی انسان از روی تصاویر

محمدناظم جعفری^۱، محمدرحیم طاهری^۲

چکیده

روش استفاده‌شده برای شناسایی و ردیابی انسان در این تحقیق براساس لبه‌گیری عمل می‌کند. پس از تفریق پیش‌زمینه از پس‌زمینه، با استفاده از روش لبه‌گیری، لبه‌های نواحی پیش‌زمینه به دست می‌آیند؛ سپس الگوریتم شناسایی، اشخاص را از بالا به پایین شناسایی و از تصویر حذف می‌کند. در نهایت با استفاده از توزیع احتمال گوسی، افراد با توجه به جایگاه‌شان در فرم قبلی، ردیابی می‌شوند. این الگوریتم در مکان‌های شلوغ به خوبی عمل می‌کند و در مقابل هم‌پوشانی‌ها دچار مشکل نمی‌شود. با توجه به اینکه از تصاویر استریویی در این مطالعه استفاده می‌شود، فاصله افراد نسبت به دوربین را نیز می‌توان تعیین کرد. واژگان کلیدی: شناسایی انسان، ردیابی انسان، توزیع گوسی، لبه‌گیری.

^۱ دانشگاه کاتب، کابل، افغانستان. m.n.jafari@kateb.edu.af

^۲ دانشگاه کاتب، کابل، افغانستان. mohammadrahimtaheri@gmail.com

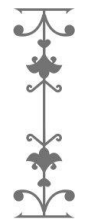
از دیرباز تاکنون، شناسایی و به دنبال آن ردیابی انسان از زمینه‌های تحقیق در حوزه بینایی ماشین بوده است. دلیل اهمیت این موضوع، کاربردهای فراوان آن در سامانه‌های امنیتی و کنترل رفت‌وآمد مردم در مکان‌های عمومی، نظیر ادارات، ایستگاه‌های قطار و اتوبوس و... است. کارهایی که تاکنون در این زمینه صورت گرفته‌اند، به دلیل هم‌پوشانی جزئی یا کامل، تغییرات نوری محیط، وجود سایه و فاصله نسبت به دوربین، معمولاً ضعف‌هایی داشته‌اند. یکی از راه‌حل‌های برطرف کردن ضعف‌های گذشته، استفاده از چند دوربین، به خصوص برای هم‌پوشانی، است؛ در این حالت، نقاط صحنه از چند زاویه دیده می‌شوند.

در این پژوهش، از تصاویر دوربین‌های استریو استفاده شده است. دوربین‌های استریو، که ساده‌ترین شکل این سامانه‌ها هستند، تصویرهایی می‌دهند که شدت روشنایی تصویر با توجه به فاصله شیء تا دوربین متغیر است؛ یعنی اشیای نزدیک‌تر، روشن‌تر هستند. معمولاً از دوربین‌های استریو برای شناسایی و ردیابی انسان به صورت «نقشه کف»، «دید دوربین» و «ترکیب دید دوربین با نقشه کف» استفاده می‌شود.

احتمالاً برای اولین بار، بایمر در سال ۲۰۰۰ از بینایی استریو به صورت از بالا به پایین، یعنی «نقشه کف»، استفاده کرده است [۴]؛ او از دوربین استریو برای شناسایی و شمردن افراد استفاده کرد. بایمر به جای بررسی تصاویر استریوی محل دید دوربین، از تلفیق نقشه محل قرار گرفتن افراد با اورتوگرافیگ محیط (تصویری که به طور عمودی از بالای سر گرفته می‌شود) تصویری به دست آورد که آن را «نقشه کف» نامید. او از مدل مخلوط گوسی و فیلتر کالمن جهت ردیابی افراد استفاده کرد که در این الگوریتم فقط از اطلاعات محل قرار گرفتن افراد در «نقشه کف» برای ردیابی استفاده شد.

موناز-سالیناز الگوریتم شناسایی خاصی برای شناسایی و ردیابی چند نفر با استفاده از «نقشه کف» ارائه داد [۵]. او علاوه بر نقشه کف و ارتفاع، از «نقشه رنگ» نیز برای شناسایی و ردیابی افراد استفاده کرد؛ همچنین، از فیلترینگ جزئی برای ردیابی استفاده کرد. موناز-سالیناز و همکارانش بعداً الگوریتم توسعه داده شده‌ای نسبت به کار قبلی‌شان معرفی کردند [۶]. آن‌ها نقشه کف جدیدی، که «نقشه اطمینان» نامیده می‌شد، معرفی کردند که اطلاعات استریوی هر پیکسل را ثبت می‌کرد. نقشه اطمینان برای بهبود شناسایی اشیا (کدام شیء نسبت به دوربین نزدیک است) استفاده می‌شد؛ در این حالت، شناسایی و ردیابی به طور مستقیم روی تصویر صورت می‌گیرد و با استفاده از اطلاعات مربوط به عمق اشیا می‌توان به مسائلی مانند هم‌پوشانی جزئی و ابهام در ردیابی رسیدگی کرد.

ناندا و همکارانش الگوریتمی ارائه دادند که براساس اطلاعات عمق (استریو) بالاته و دست افراد را شناسایی می‌کند [۷]. مشکلی الگوریتم آن‌ها استفاده از دوربین استریوی



بود که فقط افراد ثابت را در فاصله کم شناسایی می‌کرد؛ اما ایده آن‌ها هنوز مورد توجه محققان است.

موناز-سالیناز و همکارانش الگوریتم شناسایی انسانی براساس «دید دوربین» و فناوری استریو ارائه دادند [۸]. این الگوریتم برای کاربردهای رباتیک، که دوربین درحال حرکت است، پیشنهاد شد. در این الگوریتم نیازی به مدل پس‌زمینه نبود. آن‌ها با استفاده از روش فیلترینگ جزئی، توأم با مدلی از انسان، که شامل دو بیضی برای سر و نیم‌تنه بالایی بود، افراد را شناسایی می‌کردند. آن‌ها در این روش از فیلترینگ جزئی برای شناسایی افراد به‌صورت مجزا استفاده می‌کردند؛ یعنی افراد را جداگانه پردازش می‌کردند.

سونگمین جیا و همکارانش ردیابی را با استفاده از فضای دید دوربین انجام داده بودند؛ این الگوریتم، که برای کاربردهای رباتیک طراحی شده بود، مناسب فضای بیرون و داخل ساختمان بود [۲]. آن‌ها به جای استفاده از یکی از فضاهای ردگیری، با استفاده از هر دو فضای ردگیری، یعنی دید دوربین و نقشه کف، توانستند نتایج بهتری در کاربردها به دست آورند. موناز-سالیناز و همکارانش یک الگوریتم استریو، که کاربرد رابط بین ماشین و انسان داشت، ارائه دادند [۹]. آن‌ها همچنین الگوریتم استریویی که بدون مدل پس‌زمینه عمل می‌کرد، ارائه دادند [۸]؛ این الگوریتم برای کاربردهای رباتیک، که دوربین‌ها در آن درحال حرکت هستند، استفاده می‌شد. این مطالعه به جای ردیابی روی نقشه کف، مانند کارهای قبلی‌شان، با استفاده از فیلترینگ جزئی صورت می‌گرفت. یانگ زو در مطالعه خود از ترکیب دید دوربین با نقشه کف به همراه مدل بندی پس‌زمینه فعال استفاده کرد [۳].

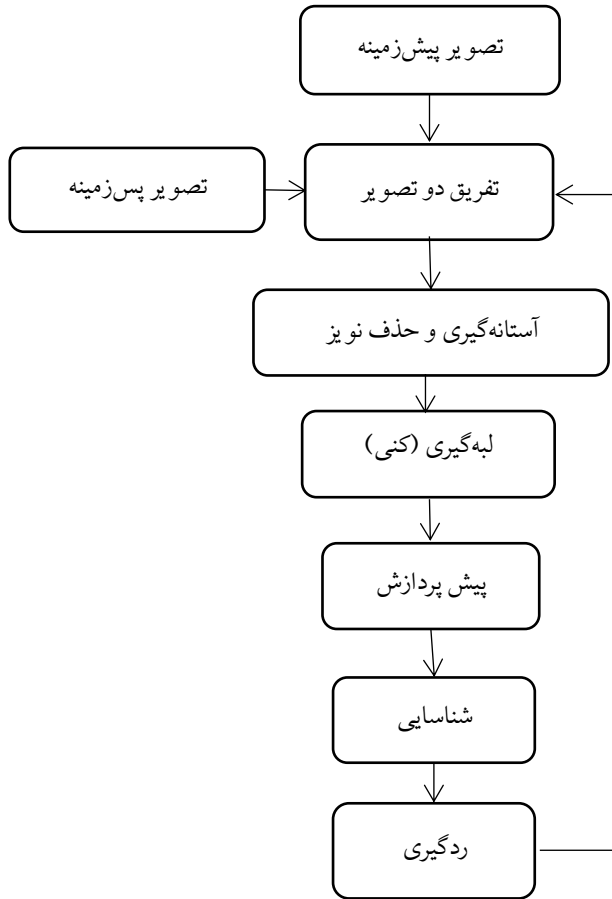
۲. روش تحقیق

در این پژوهش، شناسایی و ردیابی انسان با استفاده از روش جدیدی، براساس لبه‌گیری، انجام می‌شود. به دلیل استفاده از تصاویر استریویی، نتایج الگوریتم لبه‌گیری به‌طور کامل واضح و مطلوب هستند که بر مشکلاتی نظیر انسداد غلبه می‌کنند؛ همچنین اطلاعات عمقی افراد، که در کاربردهای مختلف استفاده می‌شود، قابل دستیابی هستند. سامانه‌ی طراحی شده می‌تواند برای شناسایی و ردیابی افراد در محیط‌های نسبتاً شلوغ استفاده شود.

تصاویر استفاده‌شده در این تحقیق از وبسایت [۱] استخراج شده‌اند و شبیه‌سازی‌ها با matlab 2018 صورت گرفته‌اند.



بخش بندی کلی سامانه شناسایی و ردگیری به صورت زیر است که هر بخش به ترتیب بررسی خواهد شد.



شکل ۱: نمودار سامانه اصلی

۳. تفریق پیش زمینه از پس زمینه

مانند بیشتر روش های شناسایی انسان، ابتدا تصویر پیش زمینه را از تصویر پس زمینه تفریق می کنیم؛ اشیای پیش زمینه (افراد) در تصویر حاصل، به دلیل وجود نویز و تغییرات نوری، به طور کامل از پس زمینه جدا نیست؛ یعنی پیکسل های پس زمینه، صفر نیستند. با استفاده از حد آستانه (در اینجا ۱۱ در نظر گرفته شده است) می توان پیکسل هایی که سطح روشنایی کمتر از حد آستانه دارند، صفر و بقیه را خودشان در نظر گرفت؛ نتیجه حاصل از این عملیات ها در شکل ۲ قابل مشاهده هستند. حد آستانه گیری لازم است؛ زیرا بیشتر پیکسل ها پس از تفریق به طور کامل صفر نمی شوند.





(ب)



(الف)



(ج)



(د)

شکل ۲: الف. تصویر پس‌زمینه؛ ب. تصویر پیش‌زمینه؛ ج. تصویر تفریق پیش‌زمینه از پس‌زمینه؛ د. تصویر حاصل از آستانه‌گیری

۴. حذف نویز و پیش پردازش

تصویری که در مرحله گذشته به دست آمد، برای مراحل بعدی قابل استفاده نیست و باید عملیات‌هایی جهت حذف نویز و حفره‌های احتمالی به‌وجود آمده، انجام شوند؛ این عملیات‌ها با استفاده از عمل باز و بسته کردن [۱۳] انجام می‌شوند. هرکدام از اعمال باز و بسته کردن، ترکیبی از دو عمل گسترش و سایش هستند.

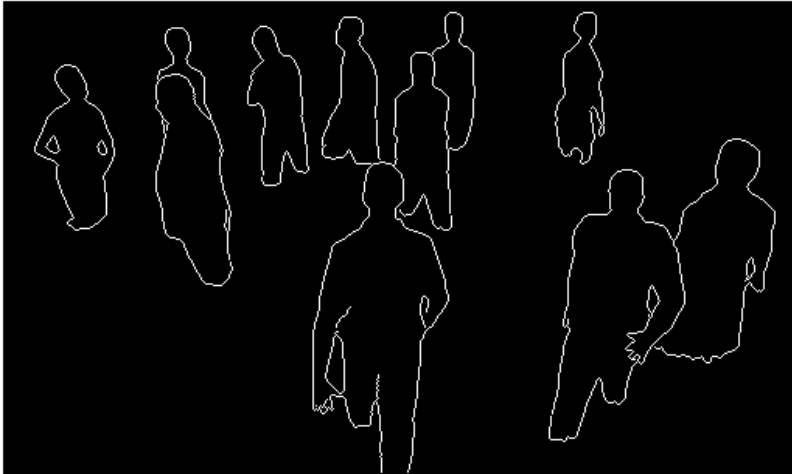
۵. لبه‌گیری

برای تشخیص لبه از آشکارساز لبه [۱۳] استفاده شده است. داده‌هایی که در آشکارساز لبه‌کنی استفاده شده‌اند، به‌صورت زیر هستند:

- انحراف معیار استفاده‌شده در فیلتر گوسی: $\sigma = 0.3$ ؛
- حد آستانه بالایی = 0.1 ؛
- حد آستانه پایینی = 0.04 .



با توجه به نتیجه (شکل ۳)، نواحی (افراد) به‌خوبی شناسایی و از یکدیگر مجزا هستند؛ بنابراین، شناسایی نواحی به‌خوبی صورت می‌گیرد و به مرحله بعد (شناسایی) کمک می‌کند تا نتیجه بهتری حاصل شود.



شکل ۳: آشکارسازی لبه‌ها توسط لبه‌گیرکنی

تصویر حاصل را با عملیات باز و بسته کردن، ترمیم می‌کنیم؛ یعنی حفره‌های مرزی را از بین می‌بریم. اگر در مرزها گسستگی باشد، در مرحله شناسایی - که مرزها دنبال می‌شوند - نتیجه مطلوب حاصل نمی‌شود؛ یعنی باعث عدم شناسایی یا حذف نواحی، که مرز ناحیه مربوطه نیست، می‌شود. شناسایی اشتباه یا عدم شناسایی، روند کلی الگوریتم را دچار مشکل می‌کند. پس از هر مرحله شناسایی، این مرحله تکرار می‌شود تا در مرزها گسستگی به وجود نیاید. نتیجه این عملیات در شکل ۴ دیده می‌شود. تصویر حاصل برای مرحله بعد (شناسایی) آماده است.

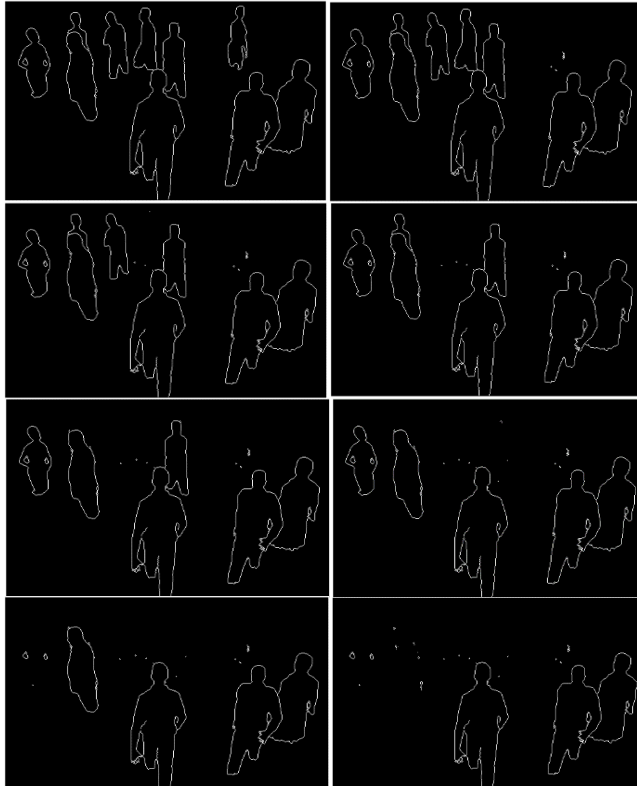
۶. شناسایی

الگوریتم شناسایی به این طریق عمل می‌کند:

- از بالا و سمت چپ، شروع به اسکن می‌کند؛
- اولین پیکسل غیر صفر را پیدا می‌کند؛
- در صورت اتصال چند پیکسل غیر صفر به یکدیگر وارد مرحله بعد می‌شود؛
- از سمت چپ و سمت راست، مرزها را دنبال می‌کند؛
- در صورت اتصال ناحیه و غیر صفر بودن مرکز ناحیه در تصویر اصلی، فرد، شناسایی و از تصویر حذف می‌شود و در غیر این صورت فقط ناحیه حذف می‌شود؛
- این روند تا پایان تصویر ادامه می‌یابد.



مزیت این الگوریتم، حذف نواحی مربوط به فرد مورد نظر و حذف نکردن نواحی مشترک است؛ همچنین نقاط و خطوطی که ممکن است حین اجرای الگوریتم باقی مانده باشند، بدون اینکه فرد جدیدی به شمار آید، از تصویر حذف می‌شوند (شکل ۴). مختصات و شدت روشنایی مرکز ثقل و مختصات بالاترین نقطه هر ناحیه (فرد) در بردار X ذخیره می‌شود.



شکل ۴: شناسایی

۷. ردیابی

ردیابی افراد رابطه مستقیمی با مرحله شناسایی دارد. اگر شناسایی دقیقی صورت گیرد، ردیابی با مشکل کمتری مواجه می‌شود. الگوریتم ردیابی استفاده شده براساس توزیع احتمال گوسی عمل می‌کند که روند کار آن به شرح زیر است:

- ابتدا بردار X ، که در مرحله شناسایی فرم اول یا فرم قبلی به دست می‌آید، براساس شدت روشنایی مراکز ثقل افراد مرتب می‌شود؛
- شناسایی در فرم جدید صورت می‌گیرد و مختصات افراد در بردار A ذخیره می‌شود؛
- با استفاده از توزیع احتمال گوسی $N(x, 0, \sigma^2)$ ، احتمال قرار گرفتن هر فرد در مکان x را با توجه به بردار X (محل افراد در مرحله قبل) محاسبه و در بردار D که سطرها

آن برابر با تعداد افراد شناسایی شده در مرحله قبل و ستون‌های آن برابر تعداد افراد شناسایی شده در فرم جدید است- قرار می‌دهد؛

- پس از تکمیل بردار D ، برای هر ستون این بردار (به ترتیب) بررسی می‌شود که مقدار کدام سطر بزرگتر است. در صورتی که شدت روشنایی این نقطه با شدت روشنایی مرکز ثقل قبلی اش متناسب باشد (اختلاف زیادی نداشته باشد)، انتخاب و احتمال‌های متناظر این نقطه در سطرهای بعدی صفر می‌شود؛
- مختصات متناظر A در X جایگزین می‌شود؛
- این روند برای تمام ستون‌های D انجام می‌شود؛
- اگر ستونی وجود داشت که برای آن سطری (مکان جدید) پیدا نشده بود، محل این فرد همان مکان قبلی اش در نظر گرفته می‌شود و اگر این عمل چندبار تکرار شد، این فرد از فهرست حذف می‌شود.
- در صورتی که سطری وجود داشت که ستونی از آن غیر صفر بود، این فرد، جدید است و هنوز شناسایی نشده که به فهرست افراد شناسایی شده افزوده می‌شود و مختصات آن در X اضافه می‌شود.

این روند برای هر فرم جدید تکرار می‌شود.

داده‌های زیر در این مرحله استفاده شده‌اند:

○ انحراف معیار مورد استفاده در تابع گوسی: $\sigma = 6$.

○ حد اکثر تغییر شدت روشنایی قابل قبول: ۵.



(الف)

(ب)

شکل ۵: الف. ردگیری فرم اول؛ ب. ردگیری فرم دوم

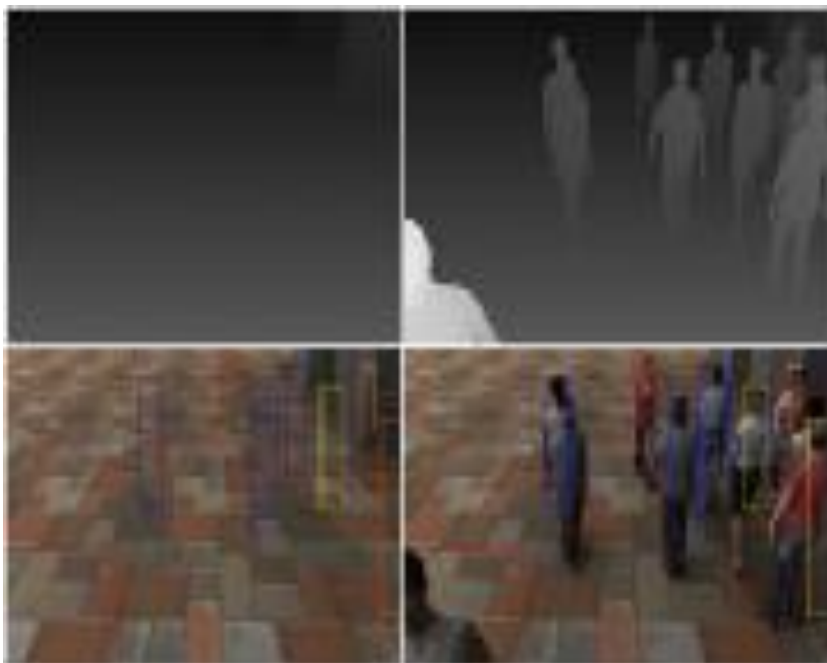


۸. ویژگی‌های الگوریتم

- ✓ افراد می‌توانند از هر طرف قاب وارد صحنه شوند؛
- ✓ این الگوریتم، مرزهایی را که فقط متعلق به فرد مورد ردیابی است، حذف می‌کند؛ یعنی نواحی بسته را خراب نمی‌کند؛
- ✓ تعداد افراد مورد ردیابی می‌توانند نسبتاً زیاد باشند (نسبت به الگوریتم‌های دیگر)؛
- ✓ هر زمان که فرد جدیدی وارد صحنه شده باشد، شناسایی می‌شود؛
- ✓ ردیابی به ترتیب انجام می‌شود؛ یعنی اول افرادی ردیابی می‌شوند که نسبت به دوربین نزدیک‌تر هستند.
- ✓ فاصله نسبی افراد نسبت به یکدیگر و دوربین مشخص است.
- ✓ مستطیل‌ها متناسب با فاصله افراد نسبت به دوربین هستند.

۹. نتیجه‌گیری

در این مقاله، روش جدیدی مبتنی بر لبه‌گیری برای شناسایی و ردگیری انسان ارائه شده است. این روش، نتایج خوبی در شناسایی در محیط‌های می‌دهد و مکان‌هایی که افراد هم‌پوشانی دارند، می‌دهد. الگوریتم‌های لبه‌گیری روی تصاویر استریو، به دلیل شدت روشنایی متفاوت هر ناحیه، نتیجه مطلوبی می‌دهند.



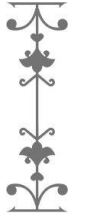
- کارهایی می‌توانند در آینده صورت گیرند که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:
- استفاده از دوربین‌های با حوزه دید بیشتر (با پیشرفت تکنولوژی این کار محقق می‌شود).
 - استفاده از چند دوربین استریو که هم‌زمان پردازش می‌شوند و می‌توانند حوزه وسیعی را تحت پوشش قرار دهند.
 - ما شناسایی و ردیابی انسان را بررسی کردیم؛ این کار می‌تواند برای اشیاء، نظیر ماشین، حیوان یا محل و جابجایی اشیاء در کارخانه‌ها صورت گیرد.
- متأسفانه نتوانستیم تصاویر استریویی مناسبی، که به صورت متوالی و فریم‌به‌فریم باشند، دسترسی داشته باشیم؛ بنابراین سعی کردیم این نقیصه را با استفاده از تصویر پس‌زمینه جبران کنیم. برای این کار ابتدا روی تصویر اصلی، الگوریتم شناسایی را انجام دادیم؛ سپس با توجه به روند حرکتی افراد، مختصات آن‌ها را در فرم قبلی پیدا کردیم. با توجه به مختصات افراد، شناسایی و سپس ردگیری الگوریتم در فرم اصلی انجام شده است که همان‌طور که دیده می‌شود، شناسایی و ردگیری به‌خوبی انجام شده است.
- در پایان لازم است از وبسایت [۱] بابت تصاویر این مطالعه تشکر نمایم.



- [1] http://www.cdvpr.dcu.ie/datasets/pedestrian_detection.
- [2] Songmin Jia, Liang Zhao, Xiuzhi Li, Wei Cui. Autonomous Robot Human Detecting and Tracking Based on Stereo Vision. Proceedings of the 2011 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation August 7 - 10, Beijing, China.
- [3] Yong Zhao . Detection, Tracking, and Identification of People using Stereo Vision . Ph.D., Brown University, May 2011.
- [4] M. Harville. Stereo person tracking with adaptive plan-view templates of height and occupancy statistics. IVC, 22(2):127–142, February 2004.
- [5] Rafael Munoz-Salinas. A bayesian plan-view map based approach for multiple-person detection and tracking. Pattern Recogn., 41(12):3665–3676, 2008.
- [6] Rafael Munoz-Salinas, R. Medina-Carnicer, F. J. Madrid-Cuevas, and A. Carmona-Poyato. People detection and tracking with multiple stereo cameras using particle filters. J. Vis. Comun. Image Represent., 20(5):339–350, 2009.
- [7] Harsh Nanda and Kikuo Fujimura. Visual tracking using depth data. In CVPRW '04: Proceedings of the 2004 Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshop (CVPRW'04) Volume 3, page 37, Washington, DC, USA, 2004. IEEE Computer Society.
- [8] Rafael Munoz-Salinas, Miguel Garc'ia-Silvente, and Rafael Medina Carnicer. Adaptive multimodal stereo people tracking without background modelling. J. Vis. Comun. Image Represent., 19(2):75–91, 2008.
- [9] Rafael Munoz-Salinas, Eugenio Aguirre, and Miguel Garc'ia-Silvente. People detection and tracking using stereo vision and color. Image Vision Comput., 25(6):995–1007, 2007.
- [10] Rafael Munoz-Salinas, Eugenio Aguirre, Miguel Garc'ia-Silvente, and Gonzalez Antonio. People Detection and Tracking Through Stereo Vision for Human-Robot Interaction. Springer Berlin / Heidelberg, 2005.
- [11] Hamid Laga, Sofiane Yous , Kunihiro Chihara . People Detection and Tracking with World- Z Map from a Single Stereo Camera .
- [12] Rafael c.gonzalez, Richard e.woods, steven l.eddins. Digital image processing using matlab. Second edition.
- [13] Rafael c.gonzalez, Richard e.woods, steven l.eddins. Digital image processing using matlab. Second edition.



سال دوم ، شماره‌ی دوم، بهار ۱۴۰۳



بررسی روش‌های ردیابی هدف براساس فیلتر ذره‌ای

نجیب‌الله خالقی^۱، دکتر حسن قانع‌ی یخدان^۲

چکیده

ردیابی هدف مستلزم تخمین توأم موقعیت، سرعت و شتاب آن است. روش‌های مختلفی با الگوریتم‌های متفاوت برای ردیابی هدف وجود دارند؛ فیلتر ذره‌ای روشی جدید برای به دست آوردن تابع توزیع احتمال پسین بر پایه تئوری بیزین است. الگوریتم فیلتر ذره بر مبنای روش‌های مونت کارلوی زنجیره‌ای است که در آن از نمایش ذره‌ای چگالی احتمال برای تخمین پارامترهای توزیع دلخواهی استفاده می‌شود.

ردگیری هدف، تخمین تابع چگالی پسین در هر جاروب برای هدف موجود در محیط تحت مشاهده است. برخی امور این امر را مشکل می‌کنند که عبارت‌اند از: عدم آشکارسازی کامل هدف، وجود اهداف کاذب، عدم اطمینان در نحوه تخصیص داده‌ها به هدف موجود و معادلات غیرخطی و نویزهای غیرگوسی - که امکان به‌کار گرفتن فیلتر کالمن و خانواده‌های آن (کالمن توسعه‌یافته و غیرملموس) را محدود می‌کند. - اخیراً کارایی شیوه‌های مونت کارلو و فیلترهای ذره‌ای در رأس آن‌ها در حل موارد ذکر شده، به اثبات رسیده است. شیوه‌های مونت کارلوی ردگیری چندهدفه جانشین شیوه‌های کلاسیک شده‌اند؛ اما هنوز جا برای پیشرفت دارند. در روش‌های مرسوم ردیابی اهداف هوایی، فاصله تا هدف و زاویه سمت هدف، که تابعی غیرخطی از حالت‌های سیستم هستند، اندازه‌گیری می‌شوند؛ اما نویز دارند که استفاده از روش‌های تخمین و فیلتر کردن، امری ضروری است. فیلتر کالمن تعمیم‌یافته عملکرد مناسبی برای مواجهه با سیستم‌های غیرخطی و نویزهای گوسی دارد؛ اما در پیاده‌سازی عملی با نویزهای غیرگوسی (کلینت) مواجه هستیم که فیلترهای ذره‌ای عملکرد مناسبی دارند.

عملکرد فیلتر ذره‌ای، با وجود مزایای زیاد، نقطه ضعف‌هایی نیز دارد؛ زیرا با انتخاب اولیه تعداد زیادی ذره ممکن است هیچ ذره‌ای در نزدیکی حالت صحیح قرار نگیرد؛ این ضعف به مسئله تباهیدگی معروف است. برای کاهش تباهیدگی در فیلتر ذره‌ای استاندارد از نمونه‌برداری مجدد استفاده می‌شود. نمونه‌برداری مجدد، ضمن حیاتی بودن، سبب پدیدة

^۱ نامزد پوهنیار، دانشکده کامپیوتر ساینس، دانشگاه خاتم النبیین (ص)، کابل، افغانستان
۰۷۸۸۷۲۶۲۸۹ najibullahkhaliqui4@gmail.com

^۲ دانشیار، دانشکده مهندسی برق، دانشگاه یزد، یزد، ایران

۰۰۹۸۹۱۳۳۶۴۱۴۹۸ hqhaeiny@yazd.ac.ir

دیگری به نام فقر نمونه‌ها می‌شود که تنوع میان ذرات از بین می‌رود و در بدترین حالت، همه ذرات به نقطه‌ای از فضای حالت ریزش می‌کنند. محققان، نسخه‌های مختلف فیلتر ذره‌ای (کمکی، منظم‌شده و بی‌رد) را برای بهبود نمونه‌برداری مجدد ارائه کرده‌اند.

واژگان کلیدی: روش‌های ردگیری هدف براساس فیلتر ذره‌ای، الگوریتم، مدل هدف



۱. مقدمه

ردیابی اهداف از موضوعات مهم جامعه مدرن امروزی است که نقشی اساسی در رشد فناوری، توسعه‌های و صنعت دارد و یکی از گام‌های مهم در بسیاری از کاربردها در عرصه فناوری است؛ مانند تعامل انسان و کامپیوتر، تصویربرداری پزشکی، فشرده‌سازی ویدئو، نظارت تصویری، تشخیص ژست، احراز هویت، پردازش تصویر و برنامه‌های کاربردی که پیشرفت‌های چشم‌گیری - مثل سیستم‌های مراقبت نظیر کنترل ترافیک هوایی، مراقبت دریایی، پدافند هوایی، سیستم‌های پویا، رباتیک، نقشه‌یابی و موقعیت‌یابی، ناوبری و ... - داشته‌اند.

روش‌های مختلفی برای ردگیری اهداف وجود دارد؛ که از الگوریتم‌های متفاوتی استفاده کرده‌اند. در سال‌های اخیر، الگوریتم‌های ردیابی براساس فیلتر ذرات به‌طور گسترده مطالعه شده‌اند که می‌توان برای مثال به موارد زیر اشاره کرد:

در نخست، ردیابی وقعی اجسام متحرک براساس الگوریتم ترکیبی بازنمونه‌برداری فیلتر ذره‌ای و خوشه‌بندی (MeanShift) است. مسئله دقت در تشخیص مرکز جرم هدف و ردیابی موقعیت آن در فریم‌های متوالی ویدئویی، که از مسائل مهم است، به عهده دارد که خوشه‌بندی داده‌های پراکنده را در خوشه جا می‌دهد. دومین الگوریتم، تخمین هم‌زمان حالت و دسته‌بندی سیستمی دینامیکی با استفاده از فیلتر ذره‌ای و مدل‌های چندگانه متعامل برای ردیابی هدف مانوردار است که اساس کار ردیابی اهداف با این الگوریتم، بر نظریه تخمین و شناسایی استوار است. سومین الگوریتم، فیلتر ذرات بهبودیافته براساس محاسبات نرم است که مسئولیت رفع مشکل ناسازگاری نمونه‌برداری مجدد روی فضای حاشیه هدف را به عهده دارد. ردیابی از طریق فیلتر ذرات و شبکه کانولوشن، الگوریتم چهارم است که برای استخراج ویژگی‌های مرتبه بالا استفاده می‌شود. پنجمین الگوریتم، الگوریتم ردیابی خوک چندهدف براساس ارتباط داده‌های احتمال مشترک و فیلتر ذرات است که براساس فناوری بینایی ماشین برای ردیابی رفتار خوک استفاده می‌شود. فیلتر ذرات کانولوشنال عمیق با نقشه‌های هم‌بستگی تطبیقی برای ردیابی بصری، ششمین الگوریتم است که با استفاده از نقشه‌ها به‌همراه فیلتر ذرات، استحکام ردیاب‌های بصری مبتنی بر نقشه‌های هم‌بستگی تولیدشده از شبکه‌های عصبی کانولوشنال را به‌طور قابل ملاحظه‌ای بهبود می‌بخشد. هفتمین الگوریتم، فیلتر ذرات محدود مکانی-زمانی برای ردیابی هدف مشارکتی است که وظیفه مکان‌یابی دقیق و ارزیابی عملکرد هدف را در شبکه‌های حسگر بی‌سیم به عهده دارد. ردیابی شیء با تطبیق فیلتر ذرات مبتنی بر رنگ، هشتمین الگوریتم است که رسیدگی به تغییرات ظاهری هدف با توجه به رنگ را به عهده دارد. فیلتر ذرات هم‌بستگی چندکاره برای ردیابی اشیای قوی، نهمین الگوریتم است که برای هدایت ذرات نمونه‌برداری شده به سمت حالت‌های توزیع حالت هدف از آن استفاده می‌شود. ردیابی هدف در زیر آب (محیط دریایی) براساس الگوریتم فیلتر ذرات هرمیت کالمن گوسی، الگوریتم دهم است که برای ردیابی اهداف زیر آب برای اندازه‌گیری ویژگی‌های قوی غیرخطی و غیرگوسی و استخراج اطلاعات دقیق از آن استفاده

می‌شود. یازدهمین الگوریتم، الگوریتم ردیابی اهداف هوایی مانوردار با استفاده از فیلتر ذره‌ای تکاملی است که وظیفه تخمین توأم موقعیت، سرعت و تعجیل هدف را به عهده دارد. دوازدهمین الگوریتم، الگوریتم ردیابی اهداف هوایی با استفاده از فیلتر ذره‌ای است که تخمین توابع چگالی پسین در هر اسکن هدف را انجام می‌دهد.

در عمل، تشخیص و ردیابی اهداف امری مهم، پیچیده و بسیار حیاتی است؛ بنابراین، دقت و تخصص کافی در انجام مراحل ردیابی اهداف، ضروری است. مسائل و عوامل زیادی در عملکرد الگوریتم‌های ردگیری هدف تأثیرگذار هستند؛ این مسائل از تغییر نگرش، تغییرات ظاهری - به دلیل تغییرات روشنایی، انسداد جزئی، نویز زمینه یا صحنه - تشکیل می‌شوند [۵].

۲. مرور کلی روش‌های ردیابی هدف براساس فیلتر ذره‌ای

روش‌های مختلفی برای ردگیری اهداف وجود دارند که از الگوریتم‌های متفاوتی استفاده کرده‌اند. در سال‌های اخیر، الگوریتم‌های ردیابی براساس فیلتر ذرات به‌طور گسترده‌ای مطالعه شده‌اند که می‌توان موارد زیر را برشمرد:

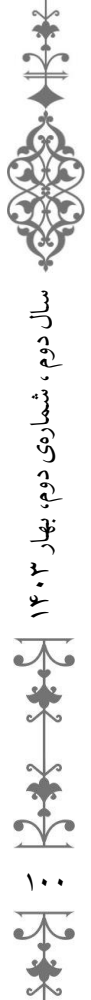
۱-۱. روش اول: ردیابی وقعی اجسام متحرک براساس الگوریتم ترکیبی بازنمونه‌برداری فیلتر ذره‌ای و خوشه‌بندی (MeanShift)

در این روش، مسئله دقت در تشخیص مرکز جرم هدف و ردیابی موقعیت آن در فریم‌های متوالی ویدئویی^۱ از مسائل مهم در پردازشگر محسوب می‌شود. نتایج حاصل از ردیابی در سناریوهای مختلف، با الگوریتم ترکیبی‌ای که در این مقاله مطرح شد، نشان می‌دهند تخمین موقعیت اولیه هدف توسط الگوریتم بازنمونه‌برداری فیلتر ذره در محدوده اطراف هدف و سپس تخمین نهایی موقعیت توسط الگوریتم خوشه‌بندی نه تنها دقت تخمین موقعیت هدف را افزایش می‌دهد، بلکه دقت تعیین شعاع کرنل^۲ در هر فریم را نیز افزایش می‌دهد. دقت تغییرات وقعی شعاع کرنل نیز خود موجب افزایش دقت الگوریتم ردیابی می‌شود؛ بنابراین، در این مقاله با استفاده از الگوریتم ترکیبی بازنمونه‌برداری فیلتر ذره و خوشه‌بندی (MeanShift) و همین‌طور تغییرات مناسب شعاع کرنل، متناسب با تغییرات مدل هدف در هر فریم، نتایج خوبی در ردیابی اهداف متحرک با حرکت‌های تصادفی از نظر میزان دقت، صورت گرفته است و زمان پردازش نیز نسبت به الگوریتم بازنمونه‌برداری فیلتر ذره به‌طور متوسط فقط 6 میلی‌ثانیه افزایش داشته است.

روش بررسی شده در مقاله براساس دو الگوریتم بازنمونه‌برداری فیلتر ذره و الگوریتم ترکیبی بازنمونه‌برداری فیلتر ذره‌ای و خوشه‌بندی و بهره‌گیری از تخمین چگالی کرنل با شعاع متغیر

¹ Continues video sequences

² Kernel ray



جهت به دست آوردن نگارباخت یا هیستوگرام^۱ وزن‌دار شده مدل هدف و مدل کانید هدف، در نرم‌افزار مطلب شبیه‌سازی شد. در شرایطی که تغییرات مدل هدف در اندازه، زاویه، چرخش و تغییرات تصادفی در جهت حرکت، بسیار زیاد بود، نتایج شبیه‌سازی‌ها دقت بالایی الگوریتم ترکیبی بازنمونه‌برداری فیلتر ذره‌ای و خوشه‌بندی را نسبت به الگوریتم بازنمونه‌برداری فیلتر ذره نشان می‌دادند.

۲-۱. روش دوم: تخمین هم‌زمانی حالت و دسته‌بندی سیستمی دینامیکی با استفاده از فیلتر

ذره‌ای و مدل‌های چندگانه متعامل برای ردیابی هدف مانوردار

اساس کار ردیابی اهداف در این روش بر نظریه تخمین و شناسایی استوار است. ردیابی هدف مسئله‌ای است که از گذشته تا حال مورد توجه محققان و دانشمندان بوده و بخش وسیعی از پژوهش‌ها را به خود اختصاص داده است.

در این روش، دو رویکرد مختلف، شامل فیلترینگ تطبیقی براساس مدل و تخمین ورودی، برای ردیابی اهداف با مانور نامشخص بررسی شده‌اند؛ همچنین، در کار مذکور، به منظور غلبه بر مشکلات روش تخمین ورودی، روش‌های MIE^۲ و EIE^۳ پیشنهاد شده‌اند. برای ردیابی اهداف مانوردار روشی مبتنی بر تخمین ورودی ارائه شده است. مدل پیشنهادی از ترکیب دو مدل نامعینی، یعنی مدل‌های بیزی و فیشر^۴، تشکیل شده و شتاب را ورودی‌ای اضافی در معادلات حالت در نظر می‌گیرند. ایده اصلی روش ارائه شده، تبدیل مسئله هدف مانوردار به هدف بدون مانور توسط حالت افزوده برای حصول مدل بیزی استاندارد است. ردیابی و دسته‌بندی هدف در بسیاری از سیستم‌های عملی، دو مسئله چالش‌برانگیز هستند. در ردیابی و دسته‌بندی اهداف به صورت هم‌زمان (JTC)^۵ دسته‌بندی براساس خصوصیت حرکتی مثل سرعت و شتاب و مشخصات فیزیکی اهداف مثل اندازه، سطح و ... صورت می‌گیرد [۲].

در [۲] به مسئله ردیابی و دسته‌بندی اهداف به صورت هم‌زمان پرداخته شده است. براساس روش‌های مونت کارلو، فیلتر ذره‌ای چندمدلی و فیلتر کالمن ترکیبی برای شناسایی دو کلاس هدف مانوردار، مانند هواپیما ی نظامی و تجاری، طراحی شده است. تخمین‌زننده نهایی به صورت جمع وزن‌دار دو فیلتر طراحی شده؛ به طوری که وزن‌ها به نسبت احتمال مربوط به آشکارسازی مانور در حرکت وابسته باشند. این روش نیز کارایی فیلتر را در زمان‌هایی که حرکت هدف، عادی و بدون مانور است، کاهش می‌دهد؛ همچنین، برای هر کلاس هدف،

1 Histogram

2 Modified Input Estimation

3 Enhanced Input Estimation

4 Fashier

5 Joint Tracking and Classification



فیلتر مجزایی طراحی شد که عملکرد موازی فیلترها، براساس چند مدل دینامیک، کل فضای کلاس را پوشش می‌دهد. سنجش‌های مورد نیاز برای ردیابی اهداف، توسط حسگر راداری و برای دسته‌بندی، توسط حسگر ESM^۱ فراهم می‌شوند و از روش IMM^۲ نیز استفاده می‌شود. ضعف روش IMM افزایش پیچیدگی با افزایش تعداد حالت‌های اهداف است؛ زیرا در این روش، چند فیلتر به صورت موازی پیاده‌سازی می‌شود که هر فیلتر متناظر با یک دسته هدف است.

در این مقاله، عملکرد الگوریتم ردیابی به طرز مؤثری با ترکیبی از فیلتر ذره‌ای و روش IMM بهبود می‌یابد. تنها با استفاده از یک فیلتر می‌توان به صورت هم‌زمان حالت و دسته هدف را تخمین زد؛ در نتیجه، حجم محاسبات و خطای ردیابی کاهش پیدا می‌کند.

۳-۱. روش سوم: فیلتر ذره‌ای بهبودیافته مبتنی بر محاسبات نرم با کاربرد در ردیابی هدف در این روش، به استفاده از فیلتر ذره‌ای برای ردیابی هدف پرداخته شده است. فیلتر یکی از مهم‌ترین فیلترهای تخمین سیستم‌های غیرخطی/غیرگوسی است که در کاربردهای زیادی استفاده می‌شود. از آنجایی که در فیلتر ذره‌ای، استاندارد تابع چگالی پسین مشترک حالت با استفاده از نمونه‌برداری پراهمیت بازگشتی تقریب زده می‌شود، ابعاد تابع چگالی پسین مشترک در هر لحظه از زمان رشد می‌کند؛ این موضوع تبدیل به موج می‌شود که سریعاً الگوریتم تباهیده شود.

طبق آنچه بیان شد، استفاده از استراتژی نمونه‌برداری مجدد به منظور تضمین تقریبی منطقی از تابع چگالی احتمال پسین روی کل مسیر لازم می‌شود؛ با وجود این، در پیاده‌سازی فیلتر ذره‌ای، نمونه‌برداری مجدد روی فضای حاشیه‌ای انجام می‌شود. از آنجایی که ممکن است سیستم، رفتار فراموشی‌نمایی از خطاهای گذشته‌اش نداشته باشد، فرایند نمونه‌برداری مجدد روی فضای حاشیه‌ای با تعداد ذره محدود، تخمین ناسازگاری به وجود می‌آورد. برای رفع این مشکل در این روش، فیلتر ذره‌ای بهبودیافته مبتنی بر محاسبات نرم ارائه می‌شود که، برخلاف فیلتر ذره‌ای، نمونه‌برداری روی توزیع حاشیه‌ای انجام می‌شود و ابعاد نمونه‌برداری با زمان افزایش نمی‌یابد؛ به علاوه، نمونه‌برداری با استفاده از الگوریتم تکامل تفاضلی (DE) بهبود داده شده است. روش پیشنهادی با استفاده از شبیه‌سازی‌های ارزیابی شد و نتایج نشان دادند این روش عملکرد بهتری نسبت به فیلتر ذره‌ای استاندارد دارد [۳].

مسئله تخمین حالت، موضوع مهمی در بسیاری از کاربردها است. هدف از مسئله تخمین، پیدا کردن مقدار واقعی حالت‌های سیستم دینامیکی با استفاده از دنباله‌ای از اندازه‌گیری‌های نویزی است.

¹ Electronic support measure

² Image Modified Measure

تخمین بازگشتی بیزین، پایه‌ای برای بیشتر روش‌های فیلترینگ است. از دیدگاه تئوری بیزین، مسئله تخمین عبارت از تخمین تابع چگالی احتمال پسین^۱ است. با دانستن چگالی احتمال پسین می‌توان تخمین بهینه‌ی حالت‌ها را نسبت به هر تابع معیاری محاسبه نمود [۳].

۴-۱. روش چهارم: ردیابی از طریق فیلتر ذرات و شبکه کانولوشن

این الگوریتم مبتنی بر فیلتر ذرات بهبودیافته است که از مدل طراحی کارآمد مشاهده استفاده می‌کند. در این روش از فیلترهای کانولوشنال از پیش تعریف شده برای استخراج ویژگی‌های مرتبه بالا استفاده می‌شود. نمایندگی جهانی توسط ترکیب ویژگی‌های محلی، بدون تغییر ساختار و آرایش فضایی آن‌ها، ساخته می‌شود؛ این کار نه تنها عدم تغییر ویژگی را افزایش می‌دهد، بلکه ویژگی را حفظ می‌کند. ویژگی استخراج شده از شبکه کانولوشن وارد الگوریتم فیلتر ذرات می‌شود. در مدل مشاهده با ادغام ویژگی رنگی، هدف و مجموعه‌ای از ویژگی‌ها، از الگوهای که استخراج می‌شوند، ساخته می‌شوند.

توسط شبکه‌های کانولوشن بدون آموزش در این روش با ویژگی‌های استخراج شده از شبکه کانولوشن، که برای ردیابی در فرایند ردیابی ترکیب شده است، الگو در زمان واقعی به روز می‌شود و سپس استحکام الگوریتم بهبود می‌یابد [۴].

۵-۱. روش پنجم: الگوریتم ردیابی خوک چندهدف براساس ارتباط داده‌های احتمال مشترک و فیلتر ذرات

از این روش به منظور ارزیابی به موقع وضعیت سلامت خوک‌ها، نظارت دقیق بر پویایی بیماری خوک‌های زنده و کاهش عوارض و مرگ‌ومیر خوک‌ها در مدل کشاورزی در مقیاس بزرگ موجود- براساس فناوری بینایی ماشین، تشخیص و ردیابی خوک- برای نظارت بر رفتار خوک‌ها استفاده می‌شود [۵]؛ با این حال، شناسایی و ردیابی کارآمد خوک‌ها با آن همراه با سروصدای ناشی از انسداد و تعامل بین اهداف، چالش برانگیز است.

با توجه به شرایط واقعی پرورش خوک‌ها و محدودیت‌های فناوری نظارت بر رفتار آن‌ها، این مطالعه روشی را ارائه کرد که می‌توان از رنگ استفاده کرد. ویژگی، مرکز هدف و حداقل نسبت طول به عرض مستطیل محدود شده به عنوان ویژگی‌هایی برای ساختن هدف چندگانه الگوریتم ردیابی هستند که براساس ارتباط داده‌های احتمال مشترک و فیلتر ذرات است [۵].

در مطالعه [۵] به طور کلی، ردیابی چند هدف باید دو مورد را حل کند:

الف. مشکلات مشترک: مشکل برآورد، مانند ردیابی سنتی؛

ب. ارتباط داده‌ها، به ویژه هنگام تعامل چند شیء.

¹ Probability density function posterior

بسیاری از الگوریتم‌های ردیابی، مشکل تخمین را در فرمول (MAP)^۱ حل می‌کنند؛ به عبارت دیگر، بزرگترین احتمال خلفی وضعیت فعلی جسم براساس مشاهدات فعلی و قبلی تخمین موقعیت است.

فرایند، از مهم‌ترین وظایف در هر ردیابی برنامه است که هم برای استخراج اطلاعات مورد نیاز است و هم محیط ردیابی و اطلاع از محل بتن ردیابی خود هدف؛ در همین حال، محدودیت‌های اعمال‌شده توسط اندازه‌گیری در نظر گرفته می‌شوند، فرایند تخمین باید برای به دست آوردن اطلاعات درباره موقعیت قابل اعتماد انجام شود و باید نوین مرتبط با آن‌ها را در نظر گرفت [۵].

۶-۱. روش ششم: فیلتر ذرات کانولوشنال عمیق با نقشه‌های هم‌بستگی تطبیقی برای ردیابی بصری در این روش، اگر این نقشه‌ها به همراه فیلتر ذرات استفاده شوند، می‌توان استحکام ردیاب‌های بصری مبتنی بر نقشه‌های هم‌بستگی تولیدشده از شبکه‌های عصبی کانولوشنال را به طور قابل ملاحظه‌ای بهبود بخشید.

در این طرح، فیلتر ذراتی ارائه می‌شود که اندازه هدف و موقعیت آن را تخمین می‌زند و از فیلتر هم‌بستگی تطبیقی جدیدی برای محاسبه خطاهای احتمالی در تولید مدل استفاده می‌کند؛ بنابراین، به جای تولید مدلی که به شدت به موقعیت و اندازه هدف تخمین زده شده وابسته است، تعدادی متغیر مدل هدف براساس ذرات با احتمال بالا را تولید می‌کند که در موقعیت‌های چالش برانگیز افزایش می‌یابد و در سناریوهای کمتر پیچیده کاهش می‌یابد. نتایج تجربی روی معیار ردیابی بصری^۲ نشان می‌دهد که چهارچوب پیشنهادی به طور قابل توجهی بهتر از روش‌های پیشرفته عمل می‌کند [۶].

۷-۱. روش هفتم: فیلتر ذرات محدود مکانی-زمانی برای ردیابی هدف مشارکتی

در این روش به بومی‌سازی، از مهم‌ترین موضوعات سیستم فیزیکی سایبری، پرداخته شده است. در دهه‌های گذشته، توجه زیادی به مکان‌یابی دقیق و ارزیابی عملکرد در شبکه‌های حسگر بی‌سیم شده است. واحد اندازه‌گیری اینرسی و هم‌جوشی زمان رسیدن، روشی پیشرفته برای حل مشکل انباشتگی و رانشی است که موقعیت‌یابی و ناوبری واحد اندازه‌گیری اینرسی تنها با آن مواجه است.

فناوری تعاونی شبکه می‌تواند به طور مؤثری خطای انباشته را سرکوب کند. این مقاله، الگوریتم فیلتر ذرات محدود مکانی-زمانی را برای ردیابی هدف مشارکتی ارائه می‌کند تا مشکل ردیابی موقعیت با دقت بالای چندهدفه را در محیط‌های پیچیده و بسیار پویا حل کند [۷].

¹ Maximum A Posteriori

² Visual Tracker

این مقاله در ابتدا، روش فیلتر ذرات نمونه برداری مجدد خطا-بیضی را ارائه کرده است. در مرحله نمونه‌گیری مجدد فیلتر ذرات، برای دستیابی به بهینه‌سازی نمونه برداری مجدد سلسله‌مراتبی، براساس موقعیت هندسی ذرات، بیضی‌های خطا با احتمال اطمینان متفاوت با استفاده از مرکز تخمین زده شده شناخته و مقیاس اطمینان ایجاد می‌شوند. برای ردیابی مشارکتی، روش بهینه‌سازی تخمین حالتی براساس محدودیت فاصله مکانی پیشنهاد شده است؛ به طوری که فیلتر بیضی می‌تواند از اطلاعات مکانی بهره‌مند شود و به ردیابی مشارکتی ادغام اطلاعات مکانی-زمانی دست یابد. در این روش، براساس نتایج تجربی عددی، فیلتر ذرات خطا-بیضی-نمونه‌گیری مجدد پیشنهادی می‌تواند نرخ رشد خطاهای تجمعی را کاهش داده و به دقت موقعیت‌یابی $1/05$ متر برساند. فیلتر ذرات خطای همکاری چندهدفه-بیضی-نمونه برداری مجدد می‌تواند به طور مؤثری خطای تجمعی را از بین ببرد و به دقت موقعیت‌یابی $0/24$ متر دست یابد [7].

۸-۱. روش هشتم: ردیابی شیء با تطبیق فیلتر ذرات مبتنی بر رنگ

رنگ می‌تواند ویژگی بصری کارآمدی برای عدم ردیابی اشیای صلب در زمان واقعی فراهم کند؛ با این حال، رنگ اشیاء می‌تواند تغییر کند و با توجه به زمان به مؤلفه‌های نور، زاویه دید و دوربین وابستگی دارد. برای رسیدگی به این تغییرات ظاهری مبتنی بر رنگ هدف باید در طول مشاهدات تصویری، مدل با ثبات زمانی تطبیق داده شود. ادغام توزیع رنگ در فیلتر کردن ذرات نشان می‌دهد که چگونه این توزیع‌ها را می‌توان در طول زمان تطبیق داد.

فیلتر ذرات، چندین فرضیه را به طور هم‌زمان دنبال می‌کند و آن‌ها را با توجه به شباهت‌شان به مدل هدف، وزن می‌کند. به عنوان معیار تشابه بین دو توزیع رنگ ضریب عمومی باتاچاریا (Bhattacharyya) تطبیق می‌شود. به منظور به روزرسانی مدل هدف، حالت و شرایط تصویر به آرامی تغییر می‌کند تا فریم‌هایی که جسم در آن مسدود شده یا بیش از حد نویز دارند، دور انداخته شوند [8].

۹-۱. روش نهم: تحقیق دربارهٔ ردیابی هدف زیر آب (محیط دریایی) براساس الگوریتم فیلتر

ذرات هرمیت کالمن گوسی

محیط ردیابی هدف زیر آب معمولاً ویژگی‌های قوی غیرخطی و غیرگوسی دارد. مشکل ردیابی هدف معمولاً از فیلتر غیرخطی استفاده می‌کند؛ الگوریتمی که مدل اندازه‌گیری غیرخطی را با دینامیک سیستم خطی ترکیب می‌کند. هدف اصلی ردیابی هدف، استخراج اطلاعات دقیق دربارهٔ وضعیت بی‌درنگ است که هدف، توسط سنسور از مشاهدات غیرخطی نویز به دست آمده است. الگوریتم فیلتر ذرات جدید هرمیت کالمن گوسی (Gaussian) (GHKF-PF) (Hermitt Kalman) برای بهبود دقت ردیابی الگوریتم فیلتر ذرات (PF) استفاده می‌شود.



GHKF-PF از روش نمونه‌گیری GHKF برای نمونه‌گیری ذرات از توزیع خلفی هدف استفاده می‌کند؛ به طوری که میانگین و کوواریانس را برای هر ذره دریافت نموده و از میانگین و واریانس برای هدایت نمونه‌گیری استفاده می‌کند. در آزمایش شبیه‌سازی، مدل حرکت خطی یکنواخت هدف سه‌بعدی زیر آب در محیط گوسی، نویز مخلوط (GMN) ایجاد شد و با استفاده از الگوریتم GHKF-PF در فضای سه‌بعدی می‌توان ردگیری و دقت بالاتر PF را متوجه شد. به منظور بررسی بیشتر اثر بخشی از الگوریتم، مدل حرکت شتاب یکنواخت شش‌بعدی در مقایسه با الگوریتم فیلتر ذرات توسعه‌یافته (EPF) و فیلتر ذرات بدون عطر الگوریتم (UPF) ایجاد شد. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهند که عملکرد الگوریتم GHKF-PF شبیه الگوریتم UPF و بهتر از الگوریتم EPF است.

۱۰-۱. روش دهم: فیلتر ذرات هم‌بستگی چندکاره برای ردیابی اشیای قوی

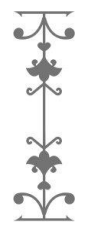
در این روش، فیلتر ذرات هم‌بستگی چندوظیفه‌ای (MCPF) برای ردیابی بصری قوی ارائه می‌شود. در تحقیق [۱۰] ابتدا فیلتر هم‌بستگی چندوظیفه‌ای (MCF) ارائه می‌شود که وابستگی‌های بین ویژگی‌های مختلف را برای یادگیری مشترک فیلترهای هم‌بستگی در نظر می‌گیرد. MCPF مذکور برای بهره‌برداری و تکمیل قدرت MCF و فیلتر ذرات طراحی شده است. در مقایسه با روش‌های ردیابی موجود مبتنی بر فیلترهای هم‌بستگی و فیلترهای ذرات، ردیاب پیشنهادی چندین مزیت دارد:

اول. می‌تواند از طریق MCF ذرات نمونه‌برداری شده را به سمت حالت‌های توزیع حالت هدف هدایت کند که در نتیجه، عملکرد ردیابی قوی‌ای به همراه دارد؛
دوم. می‌تواند تغییرات در مقیاس بزرگ را به‌طور مؤثر از طریق استراتژی نمونه‌برداری ذرات مدیریت کند؛

سوم. می‌تواند حالت‌های متعدد را در چگالی خلفی با استفاده از ذرات کمتری نسبت به فیلترهای ذرات معمولی به‌طور مؤثری حفظ کند و در نتیجه هزینه محاسباتی را کاهش دهد. نتایج تجربی گسترده روی سه مجموعه داده معیار نشان می‌دهند که MCPF مذکور عملکرد مطلوبی در برابر روش‌های جدید دارد [۱۰].

۱۱-۱. روش یازدهم: ردیابی اهداف هوایی با استفاده از فیلتر ذره‌ای

ردگیری چندهدفه، در کلی‌ترین حالت، تخمین تابع چگالی پسین در هر جا روب برای اهداف موجود در محیط تحت مشاهده است. اموری این امر را مشکل می‌کنند که شامل عدم آشکارسازی کامل اهداف، وجود اهداف کاذب، عدم اطمینان در نحوه تخصیص داده‌های دریافتی به اهداف موجود و معادلات غیرخطی و نویزهای غیرگوسی - که امکان به کار گرفتن فیلتر کالمن و خانواده‌های آن، مانند فیلتر کالمن توسعه‌یافته و غیرملموس را محدود می‌کند - می‌شود. اخیراً کارایی شیوه‌های مونت کارلو - در رأس آن‌ها فیلترهای ذره‌ای - در حل موارد ذکر شده به اثبات



رسیده است. شیوه‌های مونت کارلوی ردگیری چندهدفه جانشین شیوه‌های ردگیری چندهدفه کلاسیک شده‌اند؛ اما هنوز برای پیشرفت جا دارند. از آنجاکه فیلتر ذره‌ای از مؤثرترین روش‌های ردیابی است، می‌توان از ویژگی‌های منحصر به فرد این روش در تصمیم‌گیری و ردیابی، به‌وسیله تعدادی ذره محدود و نحوه نتیجه‌گیری از این سامانه براساس مشاهدات، سود برد؛ از این‌رو در این مقاله سعی شده است با معرفی روشی از فیلتر ذره‌ای بتوان چند هدف را در فضای آسمان به‌صورت هم‌زمان، با حضور کلاترهایی چون ابر و باران، ردیابی کرد.

۱۲-۱. روش دوازدهم: ردیابی اهداف هوایی مانوردار با استفاده از فیلتر ذره‌ای تکاملی

در این روش، ردیابی اهداف هوایی با مانور بالا کاربردهای زیادی در زمینه‌های دفاعی و غیردفاعی دارد. ردیابی هدف مستلزم تخمین توأم موقعیت، سرعت و شتاب آن است. در روش‌های مرسوم ردیابی اهداف هوایی، فاصله تا هدف و زاویه سمت هدف، که تابعی غیرخطی از حالت‌های سیستم هستند، اندازه‌گیری می‌شوند. از آنجاکه این اندازه‌گیری‌ها نویز دارند، استفاده از روش‌های تخمین و فیلتر کردن جهت تخمین سرعت و شتاب هدف، امری ضروری است.

فیلتر کالمن تصمیم‌یافته برای مواجهه با سیستم‌های غیرخطی و نویزهای گوسی عملکرد مناسبی دارد؛ اما در پیاده‌سازی عملی با نویزهای غیرگوسی، مانند نویز گلینت، مواجهه هستیم که فیلترهای ذره‌ای در چنین مسائلی عملکرد مناسب‌تری دارند. به علت بار محاسباتی بالای فیلترهای ذره‌ای، قابلیت پیاده‌سازی و به‌کارگیری آن‌ها به‌صورت به‌هنگام وجود ندارد. برای کاهش بار محاسباتی و بهبود عملکرد زمان حقیقی فیلتر ذره‌ای در حل مسئله ردیابی اهداف هوایی، از الگوریتم تکاملی بهینه‌سازی اجتماع ذرات در مرحله نمونه‌برداری این مقاله استفاده شده است. روش پیشنهادی در سناریویی شامل تمام حالت‌های ممکن حرکت هدف با مانور بالا شبیه‌سازی و ارزیابی شده است؛ همچنین، عملکرد فیلتر ذره‌ای تکاملی با فیلتر کالمن تصمیم‌یافته و تعدادی از فیلترهای ذره‌ای مقایسه شده است. نتایج حاصل از شبیه‌سازی حاکی از این است که فیلتر ذره‌ای تکاملی، در عین دقت بسیار بالاتر نسبت به فیلترهای مقایسه‌شده، قابلیت به‌هنگام بودن در ردیابی اهداف هوایی مانوردار دارد.

۳. دسته‌بندی و ردیابی اهداف به‌صورت هم‌زمان با استفاده از قاعدهٔ بیزین

ردیابی هدف، موضوع مهمی است. ردگیری چندهدفه، در کلی‌ترین حالت، ردیابی و ردیابی چندهدفه شامل تخمین تابع چگالی پسین در هر جاروب برای اهداف موجود در محیط تحت‌مشاهده هستند. اموری این امر را مشکل می‌کنند که شامل عدم آشکارسازی کامل اهداف، وجود اهداف کاذب، عدم اطمینان در نحوه تخصیص داده‌های دریافتی به اهداف موجود و معادلات غیرخطی و نویزهای غیرگوسی - که امکان به کار گرفتن فیلتر کالمن و خانواده‌های آن، مانند فیلتر کالمن توسعه‌یافته و غیرملموس را محدود می‌کند - می‌شود. از آنجاکه فیلتر ذره‌ای از مؤثرترین روش‌های ردیابی است، می‌توان از ویژگی‌های منحصر به فرد



این روش در تصمیم‌گیری و ردیابی، به وسیله تعدادی ذره محدود و نحوه نتیجه‌گیری از این سامانه براساس مشاهدات، سود برد؛

به طور کلی، از فیلترهای ذره‌ای برای ردیابی اهداف در محیط ردیابی اهدافی استفاده می‌شود که معمولاً ویژگی‌های قوی غیرخطی و غیرگوسی داشته باشند. برای ردیابی هدف مشکل از فیلترهای غیرخطی و غیرگوسی بیشتر استفاده صورت می‌گیرد [۹].

به طور مرسوم، به منظور تعیین کلاس هدف از روش IMM استفاده می‌شود. در این روش، فیلتری برای هر کلاس در نظر گرفته می‌شود (شکل ۱) و با توجه به اینکه کلاس هدف چه باشد با یکی از این فیلترها تطبیق می‌یابد [۲]. در ادامه، معادلات این روش بیان می‌شود. معادلات را می‌توان به فرم کلی زیر در نظر گرفت:

$$x_k = (x_{k-1}, m_{k-1}, w_{k-1}) \quad (1)$$

$$z_k = h(x_k, m_k, w_k) \quad (2)$$

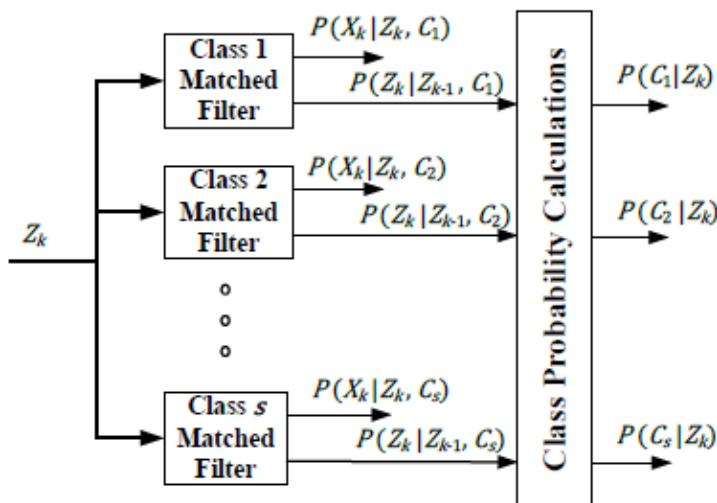
که m ، حالت سیستم است و هر زمان می‌تواند، براساس زنجیره مارکوف مرتبه اول، با ماتریس انتقال زیر تغییر کند.

$$\pi_{ij} = (m_j = j | m_{k-1} = i) \quad (3)$$

فرض می‌شود هدف می‌تواند تنها متعلق به یک کلاس از M کلاس، از میان مجموعه کلاس $\{C_1, C_2, \dots, C_M\}$ ، باشد. تخمین هم‌زمان حالت و کلاس هدف، نسبت به هرکدام به ترتیب تغییرپذیر و تغییرناپذیر با زمان است؛ به عبارت دیگر، کلاس هدف، همیشه ثابت است. سنجش‌های موجود را به صورت مجموعه $\{Z_k, Y_k\}$ در نظر بگیرید که Z_k ، سنجش‌های جنبشی (مکان، زاویه، سرعت شتاب و...) و Y_k ، سنجش‌های کلاس هستند.

به دلیل این فرض که هیچ اطلاعاتی راجع به کلاس یا ویژگی‌های فیزیکی هدف نداریم، مجموعه مشاهدات $\{Y_k\}$ را با سرعت تخمینی از مرحله قبل جایگزین می‌کنیم؛ در این صورت، با توجه به محدودیت‌ها و شرایط سرعت مربوط به هر کلاس، دسته‌بندی صورت می‌گیرد.





شکل ۱: دسته‌بندی هدف با روش IMM [۲]

می‌خواهیم تابع چگالی احتمال $p(c | \{Z_k, Y_k\})$ را تخمین بزنیم؛ به عبارت دیگر، احتمال کلاس هدف را، با شرط در اختیار داشتن سنجش‌های مناسب، محاسبه کنیم. در صورتی که تابع چگالی احتمال $p(x_k, c | \{Z_k, Y_k\})$ را در اختیار داشته باشیم، تابع چگالی احتمال $(c | \{Z_k, Y_k\})$ از انتگرال‌گیری رابطه زیر به دست می‌آید.

$$p(c | \{Z_k, Y_k\}) = \int p(x_k, c | \{Z_k, Y_k\}) dx_k \quad (۴)$$

در ابتدا فرض کنید تابع چگالی احتمال پسین $p(x_{k-1}, c | \{Z_{k-1}, Y_{k-1}\})$ را در زمان $k-1$ می‌دانیم؛ در این صورت، طبق قاعده بیزی می‌توان $p(x_k, c | \{Z_k, Y_k\})$ را در دو مرحله پیش‌بینی و به‌روزرسانی محاسبه کرد. معادلات مربوط به دو مرحله پیش‌بینی و به‌روزرسانی و الگوریتم تخمین کلاس و حالت هدف در [۲] وجود دارند.

ضعف روش IMM، افزایش پیچیدگی همراه با افزایش تعداد حالت‌های اهداف است؛ زیرا در این روش چند فیلتر موازی پیاده‌سازی می‌شوند که هر فیلتر با یک کلاس هدف متناظر است. عملکرد الگوریتم ردیابی با ترکیبی از فیلتر ذره‌ای و روش IMM به‌طور مؤثری بهبود می‌یابد. تنها با استفاده از یک فیلتر می‌توان حالت و کلاس هدف را به‌صورت هم‌زمان تخمین زد و حجم محاسبات را کاهش داد [۲].

تحقیق [۸] چنین فیلتری (فیلتر ذرات براساس توزیع رنگ) را در زمینه‌ای مبتنی بر رنگ اعمال کرد. در این روش، به دست آوردن استحکام در برابر عدم سفتی، چرخش و انسداد جزئی روی رنگ تمرکز می‌شود.

توزیع‌ها، مدل‌های هدف این‌ها، با بافت‌نگار یا هیستوگرام‌هایی نشان داده می‌شوند که معمولاً در فضای RGB با استفاده از سطول‌های $8 \times 8 \times 8$ محاسبه می‌شوند. همه پیکسل‌های منطقه



برای توصیف شیء به اندازه یکسان مهم نیستند؛ به عنوان مثال، می توان پیکسل هایی را که دورتر از مرکز منطقه هستند، با استفاده از تابع وزن زیر به وزن های کوچکتر اختصاص داد:

$$k(r) = \begin{cases} 1 - r^2 & : r < 1 \\ 0 & : \text{Otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

که r ، فاصله از مرکز منطقه است؛ بنابراین، ما قابلیت اطمینان توزیع رنگ را، زمانی که این پیکسل های مرزی به پس زمینه یا مسدود شدند، افزایش می دهیم که می توان از تابع وزنی متفاوتی استفاده کرد؛ مثل هسته اپانچنیکف.

توزیع رنگ ناحیه R در موقعیت y به طور زیر محاسبه می شود:

$$p_y^{(u)} = \{p_y^{(u)}\}_{u=1\dots m} \quad (6)$$

$$p_y^{(u)} = f \sum_{x_i \in R} k\left(\frac{\|y - x_i\|}{a}\right) \delta[h(x_i) - u]$$

در تحقیق [۴] به طور کلی ویژگی های استخراج شده از شبکه های کانولوشن به چهارچوب فیلتر ذرات بلوک هدف معرفی شده است. اطلاعات محلی با نمایش پراکنده نشان داده می شوند و اطلاعات مکانی هدف به طور کامل بهره برداری می شوند که تغییر حالت شیء را نشان می دهند. براساس وضعیت هدف، با اطلاعات مختلف برخورد می شود. از آنجاکه قطعات جهانی از اطلاعات فیلتر ذرات تعیین موقعیت هدف فعلی ترکیب شده اند، ظاهر محلی مشکل تغییر و انسداد جزئی هدف بوده و بهتر حل می شود.

۴. ردیابی هدف براساس فیلتر ذره ای

همان طور که بیان شد، ردیابی هدف براساس فیلتر ذره ای از اساسی ترین روش ها برای ردیابی هدف است. بیشتر مشکلات و نواقصی که روش های دیگر، توسط فیلتر ذره ای حل و برطرف می شوند.

ردیابی هدف، موضوع مهمی است. فیلتر ذرات، چندین فرضیه را به طور هم زمان دنبال و آن ها را وزن می کند. در کلی ترین حالت، ردگیری چندهدفه شامل تخمین تابع چگالی پسین در هر جا روب برای اهداف موجود در محیط تحت مشاهده است. اموری این امر را مشکل می کنند که عبارت اند از عدم آشکارسازی کامل اهداف، وجود اهداف کاذب و عدم اطمینان در نحوه تخصیص داده های دریافتی به اهداف موجود که این مشکلات تا حدی توسط فیلتر ذره ای برطرف می شوند.

روش های مختلفی برای پیاده سازی عملی فیلتر بیز، با توجه به مدل فرایند و اندازه گیری، وجود دارند. فیلترکالمن، عمومی ترین روش برای تخمین سیستم های خطی با نویز سفید است. برای سیستم های غیرخطی و دارای نویز سفید گوسی می توان از روش های زیربهنه، مانند فیلتر کالمن توسعه یافته، فیلتر کالمن بیرد، استفاده کرد.



در بسیاری از کاربردهای عملی با سیستم‌های غیرخطی-غیرگوسی سروکار داریم که فیلتر کالمن توسعه‌یافته در آن‌ها به‌صورت بهینه عمل نمی‌کند؛ برای تخمین چنین سیستم‌هایی از فیلتر ذره‌ای استفاده می‌شود.

همان‌طور که بیان شده بود، فیلتر ذره‌ای، روش بازگشتی مونت-کارلو است که به‌طور وسیعی در تخمین سیستم‌های غیرخطی-غیرگوسی کاربرد دارد. تابع چگالی احتمال پسین در فیلتر ذره‌ای با مجموعه‌ای از ذرات وزن‌داده‌شده تخمین زده می‌شود.

با وجود مزایای زیادی که فیلتر ذره‌ای در تخمین سیستم‌های غیرخطی و غیرگوسی دارد، نقطه ضعف بزرگی نیز دارد. در فیلتر ذره‌ای، حتی با انتخاب اولیه تعداد زیادی از ذرات ممکن است هیچ ذره‌ای در نزدیکی حالت صحیح قرار نگیرد. این ضعف در متون مربوط به فیلتر ذره‌ای به مسئله تباهدگی^۱ معروف است.

برای کاهش تباهدگی در فیلتر ذره‌ای استاندارد از نمونه‌برداری مجدد^۲ استفاده می‌شود. در عین حال که مرحله نمونه‌برداری مجدد برای فیلتر ذره‌ای حیاتی است، سبب پدیده دیگری به نام فقر نمونه نیز می‌شود؛ در این حالت، تنوع میان ذرات از بین می‌رود و در بدترین حالت، همه ذرات به یک نقطه از فضای حالت ریزش می‌کنند. با توجه به خصوصیات مشترک روش‌های فراابتکاری با فیلتر ذره‌ای، این الگوریتم‌ها سابقه خوبی در بهبود فیلتر ذره‌ای در حوزه فیلترینگ دارند؛ به‌عنوان مثال با وارد کردن اپراتورهای الگوریتم ژنتیک در فیلتر ذره‌ای، فیلتر ذره‌ای ژنتیک معرفی شده است. برای حل مسئله تباهدگی در فیلتر ذره‌ای از استراتژی‌های تکاملی استفاده شده است [۳]. برای حل مسئله فقر نمونه‌ها و وابستگی به تعداد نمونه‌ها فیلتر ذره‌ای جدیدی به نام فیلتر ذره‌ای بهینه‌سازی اجتماع ذرات (PSOPF) با ترکیب الگوریتم بهینه‌سازی اجتماع ذرات (PSO)^۳ با فیلتر ذره‌ای ارائه شده است؛ در این الگوریتم، جدیدترین اندازه‌گیری‌ها در پروسه نمونه‌برداری شرکت می‌کنند و سبب بهینه‌سازی این فرایند می‌شوند. از طریق الگوریتم اجتماع ذرات، ذرات به سمت ناحیه‌ای حرکت می‌کنند که چگالی احتمال پسین بالاتری دارند. این الگوریتم، سبب حل مشکل فقر ذرات و کاهش تعداد ذرات برای تخمین دقیق خواهد شد.

در حالت کلی، فرم‌های پایه فیلترهای ذره‌ای با یک نمونه از $t-1$ شروع می‌کنند و پیش‌گویی حالت‌ها در لحظه t را انجام می‌دهند؛ سپس به‌روزرسانی وزن‌های پراهمیت، براساس اندازه‌گیری y_t ، صورت می‌گیرد. این نمونه‌ها تقریبی از توزیع مشترک $p(x_{1:t}|y_{1:t})$ را در لحظه t تشکیل می‌دهند. از آنجایی که تابع چگالی پسین مشترک^۴ حالت با استفاده از نمونه‌برداری پراهمیت بازگشتی تقریب زده می‌شود، فرایند نمونه‌برداری پراهمیت باید روی کل مسیر فرم رسمی همه

¹ Destruction

² Resampled

³ Particle swarm optimization

⁴ Joint posterior density



نسخه‌های فیلتر ذره‌ای اجرا شود؛ با وجود این، نمونه‌برداری مجدد روی فضای حاشیه‌ای در پیاده‌سازی فیلتر ذره‌ای انجام می‌شود که اگر سیستم نسبت به خطاهای گذشته‌اش فراموشی نمایی نداشته باشد، تخمینی ناسازگار با تعداد ذرات محدود به وجود می‌آورد.

مطالعه‌ها نشان می‌دهند فیلتر ذره‌ای حاشیه‌ای بهبود یافته است که سبب افزایش دقت، ایجاد تنوع میان ذرات و سازگاری می‌شود. فیلتر ارائه‌شده روی توزیع حاشیه‌ای انجام می‌شود و ابعاد نمونه‌برداری با زمان افزایش می‌یابد؛ به‌علاوه، نمونه‌برداری با استفاده از الگوریتم تفاضل تکاملی بهبود داده شده است. برتری استفاده از فیلتر ذره‌ای حاشیه‌ای تفاضلی نسبت به فیلتر ذره‌ای در عملکرد آن در اصلاح واریانس وزن پراهمیت، دقت تخمین و سازگاری برتر است. لازم است فیلتر ذره‌ای را دقیق‌تر مطالعه کنیم.

۱-۱۳. فیلتر ذره‌ای

فیلتر ذره روش جدیدی برای به دست آوردن تابع توزیع احتمال پسین بر پایه تئوری بیزین است. الگوریتم فیلتر ذره بر مبنای روش‌های مونت کارلوی زنجیره‌ای^۱ است که از نمایش ذره‌های چگالی احتمال برای تخمین پارامترهای توزیع دلخواهی در آن استفاده می‌شود [۱]. فیلتر ذره‌ای روش مؤثری برای حل مسئله تخمین در سیستم‌های غیرخطی با نویز غیرگوسی است؛ این روش، جزء روش‌های آماری مونت کارلو است [۳]. فیلتر ذره راه‌حل کاملی برای تخمین بهینه حالت جسم در شرایط غیرخطی مدل سیستم با توزیع نویز غیرگوسی است. مدل انتقال یا حرکت سیستم با زبان احتمالات به صورت $p\left(\frac{x_t}{x_{t-1}}\right)$ و مدل مشاهده یا اندازه‌گیری سیستم با $p\left(\frac{x_t}{Z_{t-1}}\right)$ بیان می‌شوند؛ در معادلات مربوط، x_t نماینده بردار حالت سیستم در حالت کنونی و Z_t نماینده مشاهده در سیستم هستند.

معادلات بازگشتی بیزین از دو مرحله زیر تشکیل شده‌اند:

الف. مرحله پیش‌بینی:

$$p\left(\frac{x_t}{Z_{t-1}}\right) = \int_{R^n} P\left(\frac{x_t}{Z_{t-1}}\right) P\left(\frac{x_{t-1}}{Z_{t-1}}\right) dx_{t-1} \quad (7)$$

ب. مرحله به‌روزرسانی:

$$p\left(\frac{x_t}{Z_t}\right) = \frac{p\left(\frac{Z_t}{x_t}\right) p\left(\frac{x_t}{Z_{t-1}}\right)}{p\left(\frac{Z_t}{Z_{t-1}}\right)} \quad (8)$$

$$p\left(\frac{Z_t}{Z_{t-1}}\right) = \int_{R^n} P\left(\frac{Z_t}{x_t}\right) P\left(\frac{x_t}{Z_{t-1}}\right) dx$$

¹ Sequential Monte Carlo (SMC)



انتگرالی روی متغیرهای فضای حالت فرایند انجام می‌شود؛ در صورتی که ابعاد فضای حالت زیاد باشد، هزینه محاسبات بالا خواهد بود. روش شبیه‌سازی مونت کارلو به جای محاسبه انتگرال در تمامی نقاط، مقدار آن را با نمونه‌برداری در نقاطی که بیشترین سهم را در محاسبه انتگرال دارند، انجام می‌دهد؛ به این صورت که برای محاسبه انتگرال زیر

$$I = \int g(x) dx \quad (9)$$

آن را به صورت حاصل ضرب عبارت $g(x)=f(x) \cdot p(x)$ نشان می‌دهند که $p(x)$ احتمال برآورده‌کننده شرایط $\{ \int P(x) dx = 1 \text{ and } P(x) \geq 0 \}$ است؛ بنابراین، I امید ریاضی تابع دلخواه $f(x)$ خواهد بود.

حال، اگر از مدل حالت سیستم تا لحظه k ، که با تابع احتمال $P(X_k|Z_k)$ بیان می‌شود، به تعداد N ذره مستقل ($N \gg 1$) و هم‌توزیع مانند $(X_{0:k}^i)$ به صورت زیر نمونه‌برداری شود:

$$X_{0:k}^i = X_{0:k}^i \sim P(X_k|Z_k) ; i = (1, 2, 3, \dots, N) \quad (10)$$

تخمین از این توزیع به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$P_N \left(\frac{X_k}{Z_k} \right) \triangleq \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \delta(X_k - X_k^i) \quad (11)$$

که $\delta(X_k - X_k^i)$ نشان‌دهنده تابع دلتای دیراک در نقطه $X_k = X_k^i$ است. اگر امید ریاضی تابع دلخواه $f(\cdot)$ نسبت به $P(X_k/Z_k)$ با I نشان داده شود، خواهیم داشت:

$$I = \int f(X_k) \cdot p(X_k/Z_k) dX_k \quad (12)$$

آن‌گاه تخمین مونت کارلوی انتگرال به صورت $I \approx \int f(X_k) \cdot P_N(X_k/Z_k) dX_k$ جمع مقادیر تابع به صورت زیر خواهد بود:

$$(13)$$

$$I_N = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f(X_k^i)$$

۱-۱۳-۱. ساخت و اجرای مدل

اجزای مدل اجرایی که می‌توان برای ردیابی و اعمال فیلتر ذره‌ای استفاده کرد قرار شرح زیر هستند.

جدول ۱: اجزای مدل اجرایی [۴]

مدل حرکت هدف	مدل مشاهده هدف	مدل رنگ: مدل هدف، مدل کاندیدای هدف و تابع شباهت	مدل کانولوشنال هدف: مرحله اول (لایه هدف)، مرحله دوم (لایه پس‌زمینه)، مرحله سوم (لایه کانولوشن)، مرحله چهارم (به‌روزرسانی مدل)	مدل مشاهده سیستم
--------------	----------------	---	---	------------------

۱. راه‌اندازی در $k=0$

- نمونه‌برداری اولیه ذرات به صورت $x_0^j \sim po(x_0, c = i|z_0), c^j = i$

$j = 1, 2, \dots, N, \quad i = 1, 2, \dots, s$

- اختصاص وزن‌ها: $w_0^j = 1/N$

- تعیین ماتریس انتقال مد: $pm(c = i|z_0)$

۲- اجرای حلقه برای $k=1, 2, 3, \dots$

- مرحله پیش‌بینی:

$$m_{k-1}^j \sim p(m_{k-1}^j | m_{k-2}^j)$$

$$x_k^j \sim p(x_k^j | x_{k-1}^j, c^j, m_{k-1}^j)$$

$$\omega_k^j = p(z_k^j | x_k^j) g(y_k^j)$$

- نرمالیزه کردن وزن ذرات: $w_k = w_k / \sum(w_k)$

- بازنمونه‌برداری ذرات:

$$N_c \sim \text{MNRND}(N, \hat{p}(c|\{Y, Z\}))$$

$$p(\{z_k, y_k\} | c, \{Z_{k-1}, Y_{k-1}\}) = L(c) = \sum_{j=1}^{N_c} \omega_k^j$$

$$\hat{x}_k^c = \sum_{j=1}^{N_c} \omega_k^j x_k^j, \quad \omega_k^j = \omega_k^j / \sum \omega_k^j$$

تخمین حالت و کلاس

هدف:

$$\hat{p}(c|\{Z_k, Y_k\}) = \frac{L(c) \hat{p}(c|\{Z_{k-1}, Y_{k-1}\})}{\sum_{c=1}^M L(c) \hat{p}(c|\{Z_{k-1}, Y_{k-1}\})}$$

$$\hat{x}_k = \sum_{c=1}^M \hat{x}_k^c p(c|\{Z_k, Y_k\})$$

۱-۱۳-۲. نمونه‌برداری با اهمیت^۱

اغلب موارد، نمونه‌برداری به صورت مستقیم از توزیع چگالی $p(x)$ در هر مرحله زمانی - به دلایلی مانند پیچیدگی، ابعاد بالا، در دسترس نبودن آن به صورت دقیق، چندمتغیره بودن و ... - ممکن نیست؛ به همین دلیل می‌توان به جای آن از توزیع دیگری، مانند $q(x)$ که بسیار شبیه $p(x)$ است، نمونه‌برداری انجام داد و سپس با وزن‌دهی صحیح، به همان تخمین مونت کارلو نزدیک شد؛ توزیع مذکور را $q(x)$ می‌نامند. انتگرال به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$I = \int f(x) \cdot p(x) dx = \int f(x) \cdot \frac{p(x)}{q(x)} \cdot q(x) dx \quad (14)$$

بنابراین، تخمین مونت کارلوی آر

است:

$$I_N = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f(x^i) \cdot \tilde{w}(x^i) \quad (15)$$

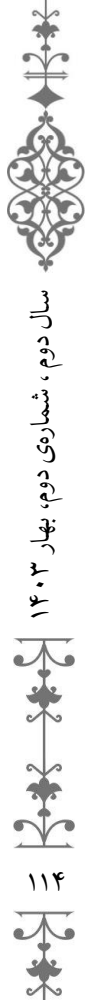
$$\tilde{w}(x^i) = \frac{p(x^i)}{q(x^i)} \quad (16)$$

عبارت $\tilde{w}(x^i)$ وزن با اهمیت نامیده می‌شود و از آنجاکه ضریب نرمالیزاسیون مربوط به $P(x)$ را نداریم، وزن‌های با اهمیت به دست آمده را نرمالیزه می‌کنیم که داریم [۸]:

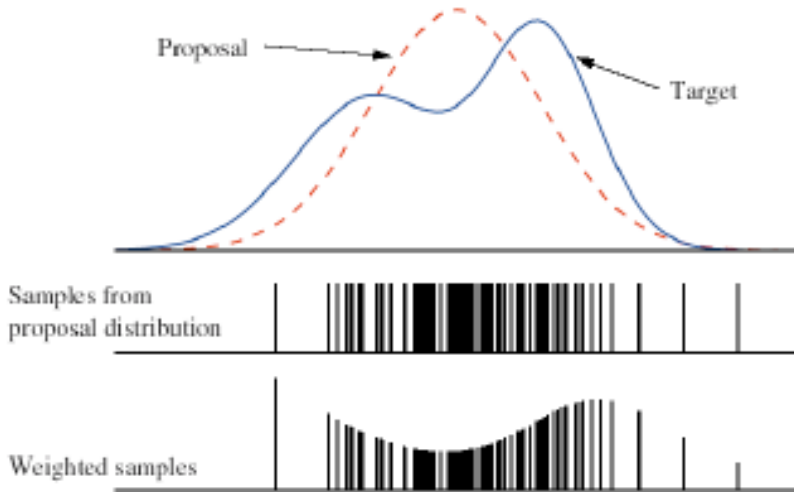
$$(17)$$

$$w(x^i) = \frac{\tilde{w}(x^i)}{\sum_{j=1}^N \tilde{w}(x^j)}$$

important sampling



باید در هر مرحله زمانی از نمونه برداری با اهمیت، نمونه برداری از توزیع $q(x)$ را به همراه محاسبه وزن‌ها انجام داد که محاسبات را در هر مرحله بالا می‌برد. روش نمونه برداری با اهمیت دنباله‌ای به حل این مشکل می‌پردازد.

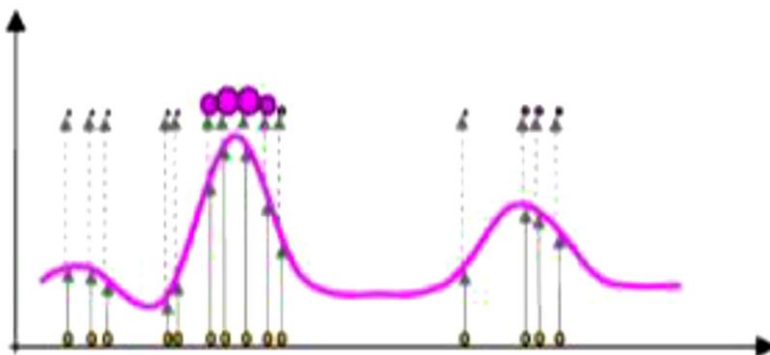


شکل ۲: نمونه برداری با اهمیت [۳]

۳-۱۳-۱. نمونه برداری با اهمیت دنباله (SIS)^۱

ایده اصلی در روش نمونه برداری با اهمیت دنباله‌ای، استفاده دوباره از نمونه‌های تولید شده در مراحل زمانی قبل برای نمونه برداری از تابع توزیع پسین در مرحله جدید است؛ این فرایند موجب ثابت ماندن هزینه محاسباتی الگوریتم در هر مرحله می‌شود که به این منظور باید بتوان تابع توزیع پیشنهادی هر لحظه k را به صورت زیر تجزیه کرد:

$$q(X_k|Z_k) = q(x_k|X_{k-1}, Z_k) q(X_{k-1}|Z_{k-1}) \quad (18)$$



شکل ۳: نمایش روش SIS از تابع چگالی احتمال پسین

^۱ Sequential Importance Sampling



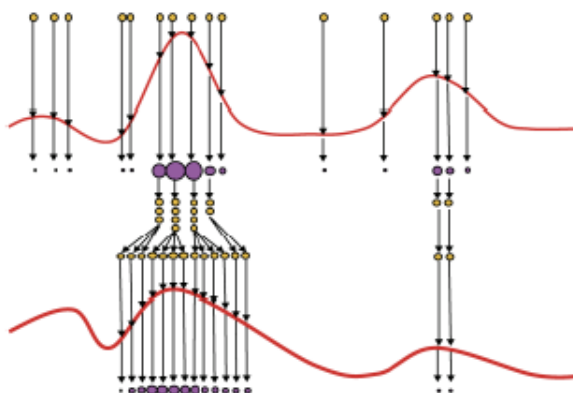
۱-۱۳-۴. توزیع پیشنهادی

موضوع اساسی در فیلترهای ذره، انتخاب توزیع پیشنهادی مناسب است؛ ساده‌ترین انتخاب، توزیع پیشین است [۱]؛ یعنی:

$$p(x_k^i/x_{k-1}^i) = N(x_k; f_{k-1}(x_{k-1}^i), Q_{k-1}) \quad (19)$$

۱-۱۳-۵. بازنمونه‌برداری دنباله‌ای (SIR)

بازنمونه‌برداری، روشی برای حل مشکل انحطاط از طریق صفر کردن واریانس وزن‌ها است. این روش، نقشی اساسی در کارایی روش‌های مونت کارلوی دنباله‌ای دارد. در مرحله بازنمونه‌برداری از میان نمونه‌های وزن‌دهی شده در انتهای یک مرحله زمانی SIS، N بار نمونه‌برداری انجام می‌شود. شانس انتخاب شدن هر ذره به وزن آن وابسته است؛ در نتیجه، در این مرحله، نمونه‌هایی با وزن بیشتر چند مرتبه کپی شده و نمونه‌هایی با وزن کمتر حذف می‌شوند. در انتهای این مرحله، وزن همه نمونه‌های انتخاب‌شده برابر با N^{-1} خواهد شد.



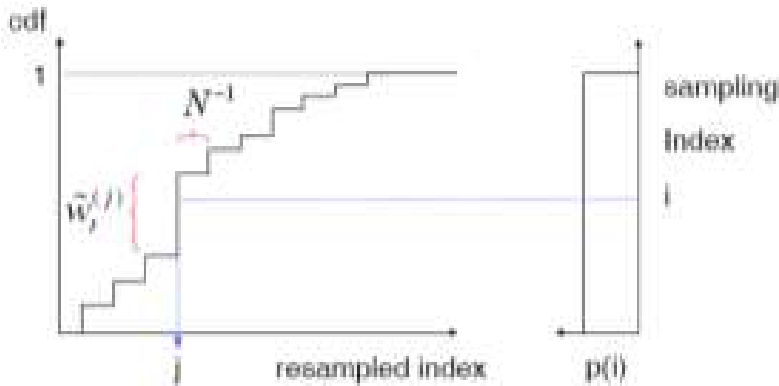
شکل ۴: نمای گرافیکی بازنمونه‌برداری SIR [۳]

شکل ۴ نمای گرافیکی مرحله بازنمونه‌برداری را برای باز نمونه‌برداری با اهمیت دنباله‌ای، باز نمونه‌برداری (SIR) گویند. اگرچه این کار، گامی حیاتی برای مقابله اما مشکلاتی را به دنبال خواهد داشت [۱]؛ چراکه SIR، در نتیجه به‌ناچار خطایی را در تخمین آن مرحله کپی شدن ذرات با وزن‌های بیشتر و حذف نمونه‌های یکسان نمونه‌ها می‌شود. در عمل ممکن است به حالتی زمانی k نمونه‌هایی یکسان برای تعیین موقعیت در آن

شان می‌دهد. به این روش - باز نمونه‌برداری دنباله‌ای در فیلترهای ذره‌ای است، یعنی از تخمین وزن‌دار SIS خواهد کرد؛ همچنین باعث شود که پیدایش گذشته همه ذرات موجود در مرحله شته باشند؛ یعنی موقعیت

جسم تنها با یک نمونه تخمین زده شده است که به این پدیده، فقر نمونه^۱ گفته می‌شود. باید تا جایی که امکان دارد در SIR با احتیاط رفتار نمود.

شکل ۵ نحوه جایگزینی وزن‌ها را در مرحله SIR نشان می‌دهد که ابتدا عددی بین صفر و یک به صورت اتفاقی و با توزیع یکنواخت در آن تولید می‌شود؛ با تصویر کردن آن روی تابع سمت چپ، که تابع تجمعی وزن‌های نرمالیزه است، اندیس ذره‌ای که باید در جمعیت مرحله بعدی حضور داشته باشد به دست می‌آید؛ بنابراین، احتمال انتخاب شدن ذره‌ای که وزن بیشتر داشته باشد، بیشتر است.



شکل ۵: نحوه جایگزینی وزن‌ها در مرحله SIR

موقعیت و وزن هر ذره به میزان چگالی در آن نقطه از فضای حالت وابسته است؛ این روش، موقعیت هر ذره و وزن متناظرش را برای هر مشاهده به صورت بازگشتی به روز می‌کند. در پایان این مرحله مجموعه جدیدی از ذرات با موقعیت‌ها و وزن‌های جدید به دست می‌آیند [۴] که اگر از مقدار آستانه از پیش تعیین شده کمتر باشند، یعنی $N_{eff}^{\wedge} < N_{th}$ (مقدار آستانه $N/2$)، آن‌گاه باز نمونه‌برداری انجام می‌شود.

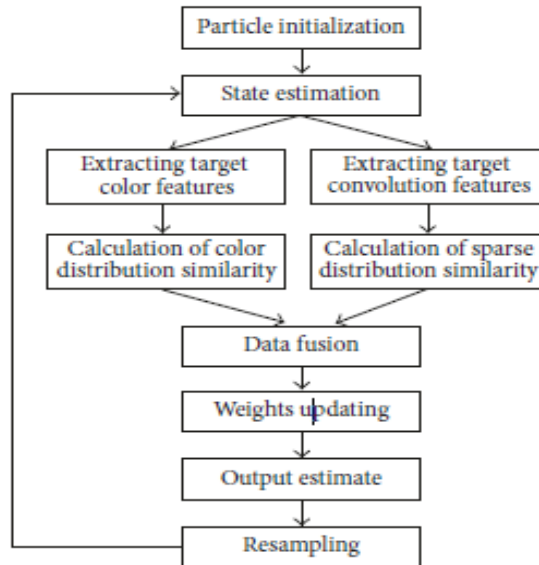
بنابراین، $1 \ll N_{eff}^{\wedge} \ll N_{th}$ است که حد بالای آن برای موضعی است که وزن‌های ذرات یکسان باشند و حد پایین آن برای مواقعی است که جمع احتمال ذرات در مرحله k برابر با یک است. در این مقاله، معیاری برای سنجش میزان انحطاط و جلوگیری از واگرایی بیان شده است که با عنوان تعداد نمونه‌های مؤثر^۲ معرفی می‌شود؛ این معیار، به وضعیت نمونه‌ها در هر مرحله، عددی مثبت و کوچک تر از N_{th} نسبت می‌دهد که می‌توان آن را تعبیر کرد به تعداد نمونه‌هایی که توزیع هدف را به صورت مؤثر تخمین می‌زنند. تعداد نمونه‌های مؤثر را با N_{eff}^{\wedge} نشان می‌دهیم و به صورت زیر است:

$$N_{eff}^{\wedge} \approx \frac{1}{\sum_{i=1}^N (w_i^k)^2} \quad (20)$$

¹ Sample Impoverishment

² Effective Sample Size



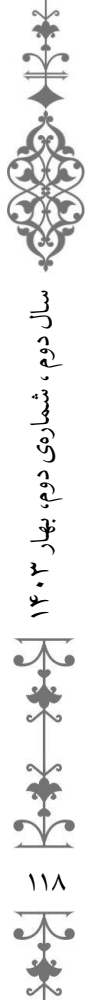


شکل ۶: فلوجارت کلی الگوریتم [۴]

تخمین موقعیت نهایی و عدم قطعیت مکانی (واریانس) در استفاده از الگوریتم فیلتر ذره‌ای می‌تواند به صورت زیر محاسبه شود:

$\hat{x}_{k/k}^{MMS} = E\left(\frac{xk}{zk}\right) = \int X_k P\left(\frac{X_k}{X_k}\right) d xk \approx \sum_{i=1}^N W_k^i \cdot X_k^i \quad (21)$	
$P_{k/k} \approx \sum_{i=1}^N W_k^i \left(X_k^i - \hat{x}_{k/k}^{MMS}\right) \left(X_k^i - \hat{x}_{k/k}^{MMS}\right)^T \quad (22)$	

ردیابی هدف در تحقیق [۷] توجه گسترده‌ای را در کاربردهای مختلفی مانند سیستم‌های مدیریت ترافیک هوشمند و رانندگی مستقل به خود جلب کرده است. سیستم جهانی موقعیت‌یاب (GPS) به‌طور کلی برای فضای باز قابل توجهی مناسب است؛ با این حال در مناطق شهری با ساختمان‌های متراکم، موقعیت‌یاب GPS نمی‌تواند از دقت بالای اثرات مسدود کردن روی سیگنال و چند مسیر استفاده کند. GPS تنها می‌تواند تخمین موقعیت دقیق را در زمان واقعی ارائه دهد و در مناطقی که نمی‌توان با سیگنال‌های GPS آن را پوشش داد مشکل دارند؛ با این حال، در عمل در برنامه‌های کاربردی، این روش‌ها مستلزم استقرار پیش از لنگرها هستند که آن‌ها را برای تخمین موقعیت در مناطق ناشناخته نامناسب می‌کند. در حال حاضر، سیستم ناوبری اینرسی (INS)، که از واحد اندازه‌گیری اینرسی (IMU) استفاده می‌کند، می‌تواند راه‌حل کم‌هزینه‌ای برای تخمین موقعیت در مناطق ناشناخته باشد.



مزیت INS، استقلال تخمین موقعیت آن از زیرساخت اضافی است؛ اما هنوز هم با کمبود خطاهای انباشته دشواری هایی برای ارائه تخمین موقعیت دقیق برای برنامه های طولانی مدت دارد. روش های فیلتر کردن راه حلی عملی و قابل اعتماد برای بهبود دقت موقعیت یابی ارائه می دهند. جونسون و همکاران (۲۰۲۰) دو فیلتر کالمن توسعه یافته (EKF) را توسعه دادند.

الگوریتم فیلتر ذرات (PF) برای کاهش انباشت طولانی مدت خطای ذاتی در موقعیت یابی اینرسی مفید هستند؛ اما هنوز چالش هایی در زمینه بهبود وجود دارد. دقت الگوریتم های موقعیت یابی با تکنیک های فیلترینگ کم است.

در تحقیق [۷] دوروش زیر پیشنهاد شده است:

- الگوریتم فیلتر ذرات را براساس محدودیت های مکانی-زمانی پیشنهاد می کنیم. با توجه به مرکز تخمینی IMU و اطمینان مقیاس ها، بیضی های خطایی، که با احتمال اطمینان متفاوت هستند، تثبیت شده و نمونه برداری مجدد سلسله مراتبی براساس هندسی ذرات موقعیت اجرا می شود. از طریق تقسیم ذرات و نمونه برداری مجدد مکانیزم سطوح مختلف وزن، انحطاط نمونه و مشکل فقر تا حدودی حل می شود.
- برای دستیابی به ردیابی تعاونی چند هدف، بهینه سازی روشی برای فیلتر کردن تخمین حالت براساس فاصله مکانی محدودیت ها پیشنهاد می شود. تخمین فیلتر بازگشتی بیزی در زمان سری می تواند از اندازه گیری های فضایی بهره مند شود. براساس تخمین حالت خلفی بهینه، تخمین بیضی خطای مرکز در سری های زمانی به موقعیت واقعی نزدیک تر است؛ در نتیجه، خطای تجمعی با استفاده از ردیابی مشارکتی پیشنهادی الگوریتم حذف می شود.

۵. معادلات ردیابی هدف مانوردار

هدفی که دینامیک ثابتی داشته باشد، در عمل به ندرت یافت می شود. اهداف عملی معمولاً دینامیک متغیر با زمان دارند؛ مانند خودرو که وقتی در ترافیک بین شهری است، سرعتی ثابت دارد و برخی مواقع، که شرایط مناسب باشد، حرکت شتاب دار خطی دارد و در پیچ جاده ها شتاب زاویه ای پیدا می کند. به همین دلیل باید حالت کاری سیستم به منظور ردیابی در هر زمان مشخص شود. آشکارسازی و ردیابی اهداف مانوردار همواره از چالش برانگیزترین موضوعات ردیابی اهداف بوده است. در ردیابی اهداف مانوردار علاوه بر تخمین حالت اهداف در هر زمان باید حالت اهداف نیز تخمین زده شود [۲].

معادله حالت دینامیک هدف مانوردار و مشاهدات دریافتی در حالت کلی به صورت زیر بیان می شوند.

$$x_k = (x_{k-1}, m_{k-1}) + w_{k-1} \quad (23)$$

$$z_k = h(x_k, m_k) + v_k \quad (24)$$

که x ، حالت سیستم و $m \in \{1, \dots\}$ بیانگر حالت سیستم و M تعداد کل حالت‌های احتمالی هدف هستند. W و v نیز به ترتیب نویز سیستم و نویز مشاهدات هستند.

ایده اصلی در الگوریتم IMMPPF تعریف بردار متغیر تصادفی جدید $yk = (xk, mk)$ است که باید تخمین زده شود؛ به عبارت دیگر، می‌خواهیم تابع چگالی پسین $p(yk|zk)$ را تخمین بزنیم. فرض کنید نمونه‌های تصادفی از توزیع پسین^۱ در زمان $k-1$ ، $p(yk-1|zk-1, k-1)$ (به صورت $\{y_{k-1}^t\}_{t=1}^{Ns}$ نشان داده شوند، حال با دریافت مشاهدات جدید در زمان k به دنبال تخمین $p(yk|zk-1)$ با انتخاب نمونه‌های تصادفی $\{y_k^t\}_{t=1}^{Ns}$ هستیم. مانند روش‌های مرسوم بیزی، این عمل طی دو مرحله پیش‌بینی و به‌روزرسانی انجام می‌شود. در مرحله پیش‌بینی، براساس مدل تکاملی حالت $y_k(p)y_{k-1}$ صورت می‌گیرد که به صورت زیر ساده می‌شود:

$$(yk|yk-1) = (xk|mk, yk-1)(mk|yk-1) \quad (25)$$

که عبارت دوم سمت راست این معادله قابل ساده‌سازی به صورت زیر است:

$$(mk|yk-1) = (mk|mk-1) \quad (26)$$

این رابطه احتمال انتقال تغییر حالت سیستم است که به صورت زنجیره مارکوف با تعداد حالت محدود، مدل می‌شود. عبارت اول سمت راست رابطه ۲۶ براساس معادله دینامیک سیستم به فرم زیر قابل بیان است:

$$(xk|mk, yk-1) = (xk|mk, -1, xk-1) = p(xk|mk, xk-1) \quad (27)$$

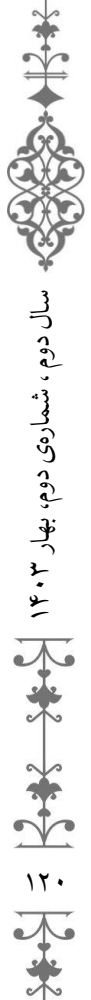
طبق این رابطه با داشتن نمونه‌های تصادفی $\{y_{k-1}^t\}_{t=1}^{Ns}$ مرحله پیش‌بینی طی دو گام زیر انجام می‌شود:

گام اول. مجموعه نمونه تصادفی اندیس‌های $\{m_k^n\}_{n=1}^{Ns}$ از روی اندیس‌های $\{m_{k-1}^n\}_{n=1}^{Ns}$ تولید می‌شوند. در صورتی که $i = m_{k-1}^n$ باشد، اندیس m_k^n با احتمال p_{ij} برابر با j انتخاب می‌شود. الگوریتم انتخاب m_k^n با شرط اینکه $i = m_{k-1}^n$ و u مقدار تصادفی بین صفر و یک باشد، به صورت زیر اجرا می‌شود:

```

set  $c = 0$  and  $b_j = 0$ 
for  $j = 1: m$ 
 $c = c + p_{ij}$ 
 $b_j = c$ 
if  $b_{j-1} < u$  and  $b_j > u$ 
 $mk$ 
 $n = j$  and exit
end if
end for
    
```

¹ Posterior distribution



گام دوم. بردار حالت سیستم طبق دینامیک سیستم پیش‌بینی می‌شود؛ به عبارت دیگر، ذره n از بردار حالت x_k^n به صورت زیر به دست می‌آید.

$$x_k^n = f(x_{k-1}^n, m_k^n) + wkn$$

در این صورت مجموعه ذره‌های پیش‌بینی شده برابر است با:

$$\{m_k^n\}_{n=1}^{Ns} = x_k^n, m_k^n\}_{i=1}^{Ns} \quad (29)$$

در مرحله به‌روزرسانی، مجموعه جدیدی از ذره‌ها با نمونه‌برداری از تابع چگالی پسین تخمین زده و به‌روزرسانی می‌شوند.

$$p(y_k | z_k) \approx \sum_{i=1}^N w_k^i \delta(y_k - y_k^i) \quad (30)$$

$$W_k^i \propto W_{k-1}^i p(z_k | y_{k-1}^i) \\ = W_{k-1}^i p(z_k | x_k^i) \quad (31)$$

۱۴-۱. مدل هدف

برای مشخص کردن مدل هدف، ابتدا فضای ویژگی انتخاب می‌شود. مدل هدف توسط تابع چگالی احتمال آن در فضای ویژگی با q نشان داده می‌شود. مدل هدف این مقاله، هیستوگرام سطح خاکستری است. اگر تعداد ویژگی‌ها برابر با m ، $0, 1, \dots, m$ باشد، داریم:

$$(32)$$

که m برابر با ۲۵۵ است. از آنجاکه مدل هدف $q = \{q_u\}_{u=0,1,\dots,m}$ And $\sum_{u=0}^m q_u = 1$ نقاط حول مرکز جرم از کرنل اپانچنیکوف (Laplace) برای فیسر کردن در فضای محاسبات استفاده شده است؛ چراکه پیکسل‌های دور از مرکز - به دلیل پنهان‌شدگی‌های جزئی، شبه‌هدف‌ها و تداخل با زمینه - کمترین اعتبار را دارند. هیستوگرام مدل هدف با اعمال چگالی کرنل، وزن‌دار شده و هیستوگرام وزن‌دار شده مدل هدف گفته می‌شود و به صورت زیر است [۹]:

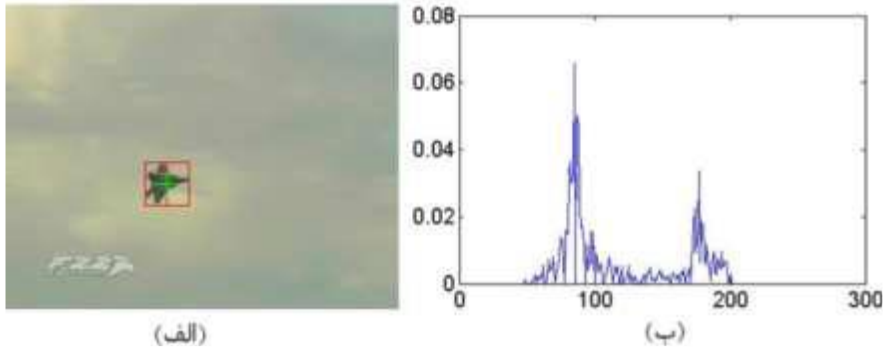
$$q^{(u)} = f \sum_{j=1}^I g(x_j) \delta[b(x_j - u)] \quad (33)$$

$$f = \frac{1}{\sum_{j=1}^I g(x_j)}$$

که I تعداد پیکسل‌ها در محدوده مورد نظر، X_j موقعیت پیکسل‌ها در آن محدوده و f نیز فاکتوری جهت تضمین برقراری معادله است [۸].



قسمت الف از شکل ۷، پنجره محاط بر جسم مورد نظر جهت تعیین مدل هدف در فریم اول را نشان می‌دهد و در قسمت ب، هیستوگرام وزن‌دار شده و نرمالیزه شده سطوح خاکستری مدل هدف را نشان می‌دهد که موجب Epanechnikov با وجود کرنل کمتر شدن تأثیر پس‌زمینه در هیستوگرام مدل هدف شده است.



شکل ۷: الف. پنجره محاط بر هدف جهت تعیین مدل هدف؛ ب. هیستوگرام وزن‌دار شده و نرمالیزه شده مدل هدف

۱۵-۱. مدل ذرات نامزد هدف

الگوریتم فیلتر ذره، در فریم بعدی به صورت تصادفی موقعیت N ذره را در محدوده اطراف مرکز جرم فریم قبلی پیش‌گویی می‌کند که هرکدام از آن‌ها می‌توانند نامزدی برای موقعیت جدید هدف باشند؛ بنابراین، هیستوگرام وزن‌دار شده همه این ذرات مانند مدل هدف به دست می‌آیند. اگر کاندید هدف در موقعیت y تعریف شود و تابع چگالی احتمال آن با $P(Y)$ نمایش داده شود، برای هر ذره می‌توان چنین نوشت:

$$P(y) = \{Pu(u)\}_{u=0\dots m} \text{ And } \sum_{u=0}^m Pu(y) = 1 \quad (34)$$

و با اعمال کرنلی شبیه مدل هدف، هیستوگرام وزن‌دار شده مدل ذرات نامزد برای هر ذره به صورت زیر است:

$$P_u(y) = f \sum_{j=1}^I g\left(\frac{y-x_j}{h}\right) \delta[b(x_j - u)] \quad (35)$$

F فاکتوری جهت تضمین برقراری معادله ۲۹ به صورت زیر است [۱۰]:

$$f = \frac{1}{\sum_{j=1}^I g\left(\frac{y-x_j}{h}\right)} \quad (36)$$

۱-۱۵-۱. ضریب باتاچاریا^۱

¹ Bhattacharyya



این ضریب میزان مشابهت دو توزیع احتمال گسسته را بیان می‌کند؛ هرچه دو توزیع شباهت بیشتری به یکدیگر داشته باشند، مقدار عددی آن‌ها به یک نزدیک‌تر می‌شود و هرچه شباهت کمتر باشد، این ضریب به صفر میل می‌کند.

تابع $\rho[p(y), q]$ را تابع مشابهت میان p و q تعریف می‌کنیم که نقش احتمال را بازی می‌کند و پیشینه آن در ناحیه نامزد هدف، حضور هدف در آن فریم را با توجه به مشابهت با q نشان می‌دهد که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\rho[p(y), q] = \sum_{u=0}^m [\sqrt{p^{(u)} \times q^{(u)}}] \quad (37)$$

برای اینکه این مقادیر مختلف مدل هدف و مدل ذرات نامزد هدف قابل قیاس باشند، این ضریب باید ساختاری متریک داشته باشد؛ بنابراین، از تابع فاصله باتاچاریا جهت بررسی میزان اختلاف بین دو توزیع به صورت زیر استفاده می‌شود:

$$d(y) = \sqrt{1 - \rho[p(y), q]} \quad (38)$$

که این معیار برای هر توزیع دلخواه معتبر بوده، ساختاری متریک دارد و هرچه دو توزیع شباهت بیشتری به یکدیگر داشته باشند، مقدار آن به صفر میل می‌کند [۸].

۱-۱۵-۲. تابع درست‌نمایی مشاهده^۱

تابع درست‌نمایی مشاهده برای فرایند ردیابی در فیلتر ذره بسیار حیاتی است؛ چراکه موجب وزن‌دار شدن ذرات جهت ورود به مرحله بازنمونه‌برداری می‌شوند. این تابع به صورت زیر است:

$$w^{(i)} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp\left(-\frac{d^2}{2\sigma^2}\right) \quad (39)$$

d را از روی فاصله باتاچاریا جایگزین می‌کنیم که عددی بین صفر و یک است، σ نیز میزان واریانس در نظر گرفته شده، پارامتری تأثیرگذار، است جهت مقایسه مدل هدف با مدل نامزد که در شبیه‌سازی این مقاله ۰/۱ در نظر گرفته شده است [۸].

۱-۱۵-۳. نتیجه شبیه‌سازی [۲]

در این قسمت، عملکرد الگوریتم ارائه شده را با شبیه‌سازی نمایش می‌دهیم. فرض می‌کنیم دو هدف احتمالی در محیط دو بعدی یکسانی وجود دارند که از نقطه‌ای روی کره زمین به نقطه دیگری در حال پرواز هستند. یکی از اهداف، قدرت مانور بالا با کلاس C2 (جنگنده نظامی) و دیگری قدرت مانور پایین با کلاس C1 (هواپیمای مسافربری) دارد. هرکدام از کلاس‌ها می‌توانند در پنج حالت احتمالی قرار داشته باشند. محدودیت سرعت هر کلاس می‌تواند به فرم زیر بیان شود:

¹ Observation Likelihood



$$\begin{cases} c_1: \vartheta \in (100, 300)[\text{m/sec}] \\ c_2: \vartheta \in (150, 650)[\text{m/sec}] \end{cases}$$

همان‌طور که دیده می‌شود، این دو کلاس در بازه (150,300) هم‌پوشانی دارند. می‌توان توابع احتمال دامنه سرعت هر هدف را به‌صورت زیر تعریف کرد:

$$g(\vartheta_k^{c_1}) = \begin{cases} 0.8 & \text{if } \vartheta_k^{c_1} \leq 100 \\ 0.8 - \dots \\ 0.1 \end{cases}$$

$$p = \begin{bmatrix} 0.6 & 0.1 & 0.1 & 0.1 & 0.1 \\ 0.1 & 0.6 & 0.1 & 0.1 & 0.1 \\ 0.1 & 0.1 & 0.6 & 0.1 & 0.1 \\ 0.1 & 0.1 & 0.1 & 0.6 & 0.1 \\ 0.1 & 0.1 & 0.1 & 0.1 & 0.6 \end{bmatrix}$$

$$g(\vartheta_k^{c_2}) = \begin{cases} 0.1 - \dots \\ 0.1 \end{cases}$$

که $\emptyset = \sqrt{x^2 + y^2}$ اندازه سرعت است. ماتریس انتقال حالت در هر کلاس به‌صورت زیر تعریف می‌شود [۲۱]:

جدول ۳: مقایسه زمان پردازش و متوسط زمان

طبق جدول ۳ زمان پردازش و متوسط زمان ردیابی الگوریتم ارائه‌شده با کامپیوتر مدل Core i7, 3.4GHz در نرم‌افزار متلب، کمتر از حالت چندفیلتر است.

۱-۱۵-۴. شبیه‌سازی مدل

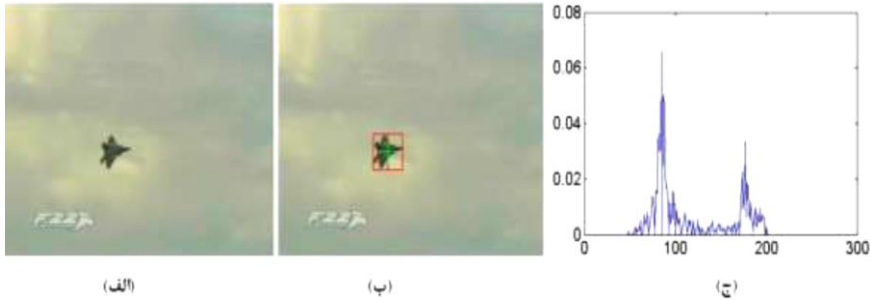
زمان پردازش (ثانیه)	متوسط زمان ردیابی	الگوریتم ردیابی
۳	۰/۰۰۰۶۸۱۱۱	روش پیشنهادی ($N_e = 5000$)
۱۰	۰/۰۷۶۹۷۲	روش Multi Filter

در تحقیقات انجام شده در [۱] نشان داده می‌شود که برای ردیابی جسمی با مانور زیاد از هواپیمای جنگنده F22 با 170^3 فریم، که مانورهای حرکتی با تغییرات در جهت و زاویه به‌صورت تصادفی دارد، استفاده شده است. برای شروع فرایند ردیابی، در فریم اول، که قرار است ردیابی آغاز شود، پنجره مستطیلی روی هدف محاط کرده و با اعمال کرنل Epanechnikov متناسب با ابعاد پنجره احاطه‌کننده هدف، هیستوگرام وزن‌دار شده سطوح خاکستری، یعنی مدل هدف، به دست می‌آید [۱].

قسمت الف در شکل ۸، جسم مورد نظر را در فریم اول شروع ردیابی نشان می‌دهد؛ قسمت ب، پنجره محاط بر جسم مورد نظر را جهت تعیین مدل هدف نشان داده است؛ قسمت ج، هیستوگرام وزن‌دار شده سطوح خاکستری مدل هدف را، که نرمالیزه شده، با اعمال کرنل Epanechnikov نشان می‌دهد.



در فریم اول، ذرات $N=100$ را در مختصات مرکز جرم هدف مقداردهی اولیه نموده و برای فریم بعدی، که شروع ردیابی است، ذرات براساس مختصات هدف در فریم قبلی با اعمال نویز تصادفی در واریانس مشخص پیش‌گویی می‌شوند.



شکل ۸: الف. جسم موردنظر جهت ردیابی؛ ب. پنجره محاط بر هدف جهت تعیین مدل هدف؛ ج. هیستوگرام وزن‌دار شده و نرمالیزه‌شده مدل هدف [۱]

لازم به ذکر است که ابعاد حداکثر واریانس، سه برابر مستطیل احاطه‌کننده هدف است؛ هنگامی که هدف را از دست می‌دهد تا ده برابر بزرگ می‌شود و جستجو را ادامه می‌دهد تا هدف را بیابد که در این حالت زمان پردازش به‌طور طبیعی بالا می‌رود؛ بنابراین، همواره هدف را در احاطه دارد.

وزن همه ذرات نمونه انتخاب‌شده برابر با $1/N$ ($N=100$) خواهد شد. این موقعیت اولیه (x_0, y_0) وارد الگوریتم خوشه‌بندی می‌شود و طبق شکل، موقعیت نهایی جسم در هر فریم تعیین می‌شود. با تعیین مرکز جرم هدف در هر فریم، موقعیت‌های بالا، پایین، چپ و راست به دست می‌آیند و شعاع کرنل مناسبی برای فریم بعدی انتخاب می‌شود.

قسمت الف در شکل ۹ نحوه پراکندگی ذرات، با توجه به واریانس سه برابر بزرگ‌تر از پنجره احاطه‌کننده، جهت تعیین موقعیت جسم در فریم بعدی را نشان می‌دهد و قسمت ب نحوه تغییر مکان ذرات کم‌وزن‌تر به موقعیت ذرات با وزن بیشتر در مرحله بازنمونه‌برداری را نشان می‌دهد. در قسمت ج از شکل ۹ تخمین موقعیت اولیه جسم، پس از بازنمونه‌برداری فیلتر ذره، در فریم بعدی و در قسمت د تخمین موقعیت جسم، پس از مرحله MeanShift، نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، تخمین موقعیت جسم در این مرحله به مرکز جرم هدف نزدیک‌تر است. در این مقاله، شبیه‌سازی با در نظر گرفتن ۱۰۰ ذره و سه برابر بزرگ‌تر بودن واریانس پراکندگی تصادفی ذرات از پنجره احاطه‌کننده هدف انجام شده است. با توجه به وزن ذرات، مرحله بازنمونه‌برداری به‌صورت وقتی در هر فریم تغییر می‌کند. شعاع کرنل نیز پس از تخمین نهایی موقعیت جسم، به‌صورت وقتی و متناسب با ابعاد هدف تغییر می‌کند. پس از مرحله بازنمونه‌برداری فیلتر ذره، تخمین موقعیت هدف در برخی فریم‌ها در

مرکز جرم هدف واقع نمی‌شود؛ بنابراین، شعاع کرنل نیز- که متناسب با تعیین موقعیت هدف به صورت وقتی تغییر می‌کند- دچار خطا در تعیین دقیق ابعاد جدید هدف می‌شود.
 شکل ۹: الگوهای الف. مرحله پراکندگی ذرات؛ ب. تغییر موقعیت ذرات پس از بازنمونه برداری؛



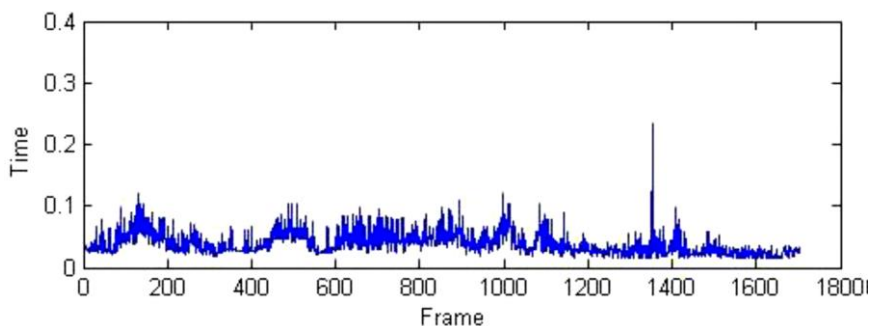
ج. تخمین موقعیت اولیه هدف پس از الگوریتم فیلتر ذره؛ د. تخمین نهایی موقعیت هدف پس از

[۱] MeanShift

شکل ۱۰: تغییرات وقتی شعاع کرنل متناسب با ابعاد هدف [۱]



شکل ۱۰ تعیین موقعیت جسم در برخی پیرابندهای منتخب را پس از بازنمونه برداری فیلتر ذره نشان می‌دهد؛ همان‌طور که مشاهده می‌شود، تعیین موقعیت در مرکز جرم هدف واقع نشده است.



شکل ۱۱: زمان پردازش هر فریم با الگوریتم ترکیبی بازنمونه برداری فیلتر ذره و MeanShift

۶. نتیجه‌گیری

از تحقیقات انجام شده به نتایج زیر می‌رسیم:

۱. ردیابی هدف براساس فیلتر ذره‌ای؛ مهارتی خاص و تخصص کافی در امر انجام مراحل ردیابی اهداف است.



۲. روش‌های متعدد ردگیری هدف با الگوریتم‌های متفاوتی وجود دارند؛ اما فیلتر ذره‌ای عملکرد مناسب‌تری دارد.
۳. فیلتر ذره‌ای از مؤثرترین روش‌های ردیابی است؛ از ویژگی‌های منحصر به فرد این روش در تصمیم‌گیری و ردیابی به‌وسیله تعداد محدودی ذره است و می‌توان از نحوه نتیجه‌گیری از این سامانه براساس مشاهدات سود برد.
۴. به‌طور کلی، از فیلترهای ذره‌ای برای ردیابی اهداف در محیط ردیابی اهدافی استفاده می‌شود که معمولاً ویژگی‌های قوی غیرخطی و غیرگوسی داشته باشند. برای ردیابی هدف مشکلی بیشتر از فیلترهای غیرخطی و غیرگوسی استفاده می‌شود.
۵. فیلتر ذره‌ای، چند نمونه از تغییرات شعاع کرنل را در برخی فریم‌ها نمایش می‌دهد که الگوریتم، به‌خوبی مقیاس هدف را می‌یابد و در برابر چرخش هدف بسیار مقاوم است؛ چراکه چرخش هدف می‌تواند با تغییر شکل، تغییر رنگ (یا سطح خاکستری) و تغییر اندازه همراه باشد که هرکدام به‌نوبه خود مشکل‌آفرین هستند.
۶. در ردیابی هدف براساس فیلتر ذره‌ای، مرحله‌های مذکور و به‌روزرسانی، مدل هدف، مدل ذرات نامزد هدف، تابع درست‌نمایی مشاهده، ضریب باتاچاریا، مدل شبیه‌سازی و ... ارائه شدند که اهمیت ویژه‌ای در تخمین سیستم‌های غیرخطی-غیرگوسی دارند؛ در فیلتر ذره‌ای کلاسیک، فرایند نمونه‌برداری مجدد سبب کاهش تنوع ذرات و دقت تخمین‌ها می‌شود که خود مشکل است. برای رفع این مشکل و افزایش سازگاری، از فیلتر ذره‌ای بهبودیافته مبتنی بر محاسبات نرم استفاده می‌شود؛ در این فیلتر، نمونه‌برداری با استفاده از الگوریتم تقاضل تکاملی بهبود داده شده است.
۷. فیلتر ذره‌ای چندین فرضیه را به‌طور هم‌زمان دنبال می‌کند و آن‌ها را وزن می‌کند؛ با توجه به شباهت آن‌ها و مدل هدف ردگیری چندهدفه از فیلتر ذره‌ای استفاده می‌شود.
۸. ردیابی و فقی اجسام متحرک براساس الگوریتم ترکیبی بازنمونه‌برداری فیلتر ذره‌ای و **Meanshift** و دقت در تشخیص مرکز جرم هدف و ردیابی موقعیت آن در فریم‌های متوالی و یدئویی از مسائل مهم در پردازشگر محسوب می‌شوند. دقت تغییرات و فقی شعاع کرنل نیز خود موجب افزایش دقت الگوریتم ردیابی می‌شود.
۹. بر اساس دو الگوریتم بازنمونه‌برداری فیلتر ذره و الگوریتم ترکیبی باز نمونه‌برداری فیلتر ذره‌ای و **MeanShift** و بهره‌گیری از تخمین چگالی کرنل با شعاع متغیر جهت به دست آوردن هیستوگرام وزن‌دار شده مدل هدف و مدل نامزد هدف، شبیه‌سازی در نرم‌افزار متلب انجام شد. هدف، ردیابی و تخمین کلاس اهداف مانوردار به‌صورت هم‌زمان است. نتایج- در شرایطی که تغییرات اندازه، زاویه چرخش و تغییرات تصادفی در جهت حرکت مدل هدف بسیار زیاد بود- دقت بالای الگوریتم ترکیبی باز نمونه‌برداری فیلتر ذره‌ای و **MeanShift** را نسبت به الگوریتم باز نمونه‌برداری فیلتر ذره نشان می‌دادند.



۱۰. هدف با توجه به کلاس خود با یکی از فیلترها تطبیق می‌یابد. می‌توان نشان داد که استفاده از تعداد بیشتر مدل‌ها لزوماً باعث افزایش کارایی الگوریتم ردیابی نمی‌شود و افزایش بار محاسباتی را به دنبال دارد؛ به همین دلیل - برخلاف الگوریتم‌های مرسوم ارائه شده تاکنون که فیلتر مجزایی برای هر کلاس در نظر می‌گیرند - کلاس هدف در این مقاله تنها با استفاده از یک فیلتر ذره‌ای تخمین زده می‌شود که منجر به کاهش چشمگیر حجم محاسبات و افزایش دقت می‌شود.
۱۱. نتایج نشان می‌دهند که الگوریتم مذکور به خوبی کلاس هدف را تشخیص می‌دهد. در ادامه می‌توان با توجه به پیشرفت فناوری ذخیره داده و با گنجاندن مسئله داده کاوی در حوزه ردیابی در شبکه‌های حسگر همراه با نویز و کلاتر، دسته بندی و ردیابی هم‌زمان را بررسی نمود.
۱۲. فیلترهای ردیاب ذرات مبتنی بر رنگ می‌توانند کارآمد باشند و تغییرات اجسام صلب و متحرک سریع را تحت ظاهرهای مختلف با موفقیت کنترل کنند؛ علاوه بر این، اشیا می‌توانند با پردازش چندین فرضیه خوب ردیابی در موارد انسداد یا سردرگمی باشند. محدودیت رویکرد مذکور ردیاب ممکن است زمانی که شیئی را به سرعت تغییر می‌دهد، گم کند که این نقص توسط فیلترهای ذره‌ای برطرف می‌شود.
۱۳. در تحقیقات انجام شده، فیلتری ذره‌ای با حاشیه‌ای بهبودیافته ارائه شده است که سبب افزایش دقت، ایجاد تنوع میان ذرات و سازگاری می‌شود. فیلتر ارائه شده روی توزیع حاشیه‌ای انجام می‌شود و ابعاد نمونه برداری با زمان افزایش می‌یابد؛ به علاوه، نمونه برداری با استفاده از الگوریتم تفاضل تکاملی بهبود داده شده است. برتری استفاده از فیلتر ذره‌ای حاشیه‌ای تفاضلی نسبت به فیلتر ذره‌ای، عملکرد آن در اصطلاح واریانس وزن پراهمیت، دقت تخمین و سازگاری است.



منابع

- [۱] عبیری، عقیل و محمدرضا محزون. «ردیابی و فقی اجسام متحرک براساس الگوریتم ترکیبی بازنمونه‌برداری فیلتر ذره و MeanShift». هوش محاسباتی در مهندسی برق. ۶ (۴)، (زمستان ۱۳۹۴)، ص ۱۸-۱.
- [۲] حسینی، سید نصرالله، حائری، محمد و حمید خالوزاده. «تخمین هم‌زمان حالت و دسته‌بندی یک سیستم دینامیکی با استفاده از فیلتر ذره‌ای و مدل‌های چندگانه متعامل برای ردیابی هدف مانوردار». مجله کنترل. ۱۲ (۴)، (زمستان ۱۳۹۷)، ص ۱۵-۲۲.
- [۳] هاونگی، رمضان. «فیلتر ذره‌ای بهبودیافته مبتنی بر محاسبات نرم با کاربرد در ردیابی هدف». مجله علمی-پژوهشی رایانش نرم و فناوری اطلاعات. ۷ (۲)، (پیاپی ۲)، (پاییز و زمستان ۱۳۹۷)، ص ۱۶-۲۸.
- [4] Hongxia Chu, Kejun Wang and Xianglei Xing. "Target Tracking via Particle Filter and Convolutional Network" Hindawi Journal of Electrical and Computer Engineering Volume 2018, Article ID 5381962, 9 pages Received 3 June 2017; Revised 17 August 2017; Accepted 14 November 2017; Published 9 January 2018.
- [5] Sun L Q, Li Y Y. "Multi-target pig tracking algorithm based on joint probability data association and particle filter"; 14(4): 199–207. Int J Agric & Biol Eng, 2021.
- Reza Jilil Mozhdghi, Yevgeniy Vladimirovich Reznichenko, Abubakar Siddique, Henry P. Medeiros.
- [6] Reza Jilil Mozhdghi, Yevgeniy Vladimirovich Reznichenko, Abubakar Siddique, Henry P. Medeiros. "Deep Convolutional Particle Filter with Adaptive Correlation Maps for Visual Tracking". e-Publications@Marquette. 2018.
- [7] Xu, Xinxin Wang, Shihong Duan, Jiawang Wan. "Spatial-temporal constrained particle filter for cooperative target tracking" Cheng 2018. School of Computer and Communication Engineering, University of Science and Technology Beijing, China, Shunde Graduate School, University of Science and Technology Beijing, China, Beijing Key Laboratory of Knowledge Engineering for Materials Science, China
- [8] Katja Nummiaro¹, Esther Koller-Meier², and Luc Van Gool^{1,2, 1}. "Object Tracking with an Adaptive Color-Based Particle Filter" Katholieke Universiteit Leuven, ESAT/VISICS, Belgium, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), D-ITET/BIWI, Switzerland
- [9] Chengzhen Zhang, Yang Yang, Yuanming Ding. Journal of Physics: Conference Series. "Research on underwater target tracking based on Gaussian Hermitian Kalman Particle Filter Algorithm". College of Information Engineering, Dalian University, Dalian 116622, China. 1748 (2021) 032037.
- [10] Tianzhu Zhang¹. Changsheng Xu¹, Ming-Hsuan Yang³. "Multi-task Correlation Particle Filter for Robust Object Tracking". National Laboratory of Pattern Recognition, Institute of Automation, Chinese,



Academy of Sciences, University of Chinese Academy of Sciences 3
University of California at Merced

[11] B. Han, "Adaptive Kernel Density Approximation and its Applications to RealTime Computer Vision" Doctor of Philosophy Dissertation, 2005.

[12] Y. Cheng, "Mean shift, mode seeking, and clustering" IEEE Trans. on Patt. Anal. and Mach. Intell. 17 (8) 790–799, 1995.

[13] R. T. Collins, "Mean-shift Blob Tracking through Scale Space" Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'03), IEEE, June. 2003.

[14] D. D. Liang, Q. Huang, S. Jiang, H. Yao, W. Gao, "MeanShift Blob Tracking With Adaptive Feature Selection and Scale Adaptation" in Proc. IEEE, 2007.

[15] O. Hlinka, F. Hlawatsch, and P. M. Djurić, "Likelihood consensus-based distributed particle filtering with distributed proposal density adaptation" Available online: arXiv:1109.6191v1 [stat.AP], Sep. 2011.

[16] O. Hlinka, O. Slučiak, F. Hlawatsch, P. M. Djurić, and M. Rupp, "Likelihood consensus and its application to distributed particle filtering." Available online: arXiv:1108.6214v1 [stat.AP], Aug. 2011.

[17] M. Gao, H. Zhang, "Sequential Monte Carlo methods for parameter estimation in nonlinear state-space models" in Proc. ScienceDirect, March. 2012.

[18] Changjiang Yang, Ramani Duraiswami and Larry Davis. "Fast Multiple Object Tracking via a Hierarchical Particle Filter". Department of Computer Science, Perceptual Interfaces and Reality Laboratory. University of Maryland, College Park, MD 20742, USA.



ارائه روشی جهت کنترل پذیرش تماس برای نقطه دسترسی IEEE802.11 مبتنی بر پروتکل شروع جلسه

محمد داوود فروتن^۱، محمد شاه امید^۲

چکیده

در دو دهه گذشته، کنترل پذیرش تماس (CAC)^۳ در شبکه بی سیم، به علت محبوبیت، توجه زیادی را به خود جلب کرده و در ارتباطات بی سیم رشد بیشتری داشته است. شیوهی CAC نقش مرکزی در تأمین کیفیت سرویس از نظر کیفیت سیگنال، مسدود کردن و حذف تماس، تأخیر بسته، نوسانات تأخیر، نرخ از دست دادن بسته و پهنای باند ایفا می کند. با توجه به محدود بودن ظرفیت شبکه، برقراری تماس بیش از اندازه باعث افزایش تأخیر انتقال و نوسان تأخیر بسته-ها می شود و می تواند باعث افت کیفیت سرویس گردد؛ از این رو، در این مطالعه تلاش شده است با کنترل پذیرش تماس، با توجه به ظرفیت شبکه، از تماس تازه وارد جلوگیری شده و امکان برقراری تماس با کیفیت سرویس مناسب فراهم شود. با توجه به سخت بودن تشخیص ظرفیت نقطه دسترسی، در این مقاله روش ساده‌ی کنترل پذیرش تماس مبنی بر اندازه‌گیری نرخ خطای تصدیق^۴ در نقطه دسترسی ارائه می شود. نرخ خطای تصدیق برابر با تعداد تصدیق‌های دریافت نشده در واحد زمان و نشانگر ازدحام شبکه است. در پروژه پیشنهادی، ماژولی برای نرم افزار OpenSip طراحی شده است که مقادیر خطاها را از نقطه دسترسی دریافت نموده و طبق آن به سرور پروتکل شروع جلسه (SIP)^۵ جهت تصمیم‌گیری برای رد یا پذیرش تماس کمک می کند. نتایج نشان می دهند که طبق روش پیشنهادی، کنترل پذیرش تماس کیفیت تماس مناسبی برای کاربران ارائه می کند.

واژگان کلیدی: کنترل پذیرش تماس، تأخیر بسته، نوسانات تأخیر، نرخ از دست دادن بسته‌ها، IEEE802.11.

^۱ پوهنیار کمپیوتر ساینس، دانشگاه کاتب، کابل، افغانستان.

md.frotan@kateb.edu.af شماره تماس: ۰۷۲۸۲۳۱۸۰۱

^۲ پوهنیار، کمپیوتر ساینس، دانشگاه کاتب، کابل، افغانستان.

m.shah.omid@kateb.edu.af شماره تماس: ۰۷۲۹۰۰۸۳۱۲

^۳ Call admission control

^۴ Acknowledgment

^۵ Session initiation protocol

شبکه‌های بی‌سیم بر پایه استاندارد IEEE802.11 روشی کاربردی و کم‌هزینه به‌وسیله خدمات تلفن سیار هستند. امتیازات شبکه بی‌سیم در مقایسه با شبکه محلی سیمی، که نقاط دسترسی را به یکدیگر متصل می‌کند، عبارت‌اند از سهولت گسترش و توسعه، پوشش بهتر و وسیع‌تر و قابلیت متحرک بودن کاربر. چنین شبکه بی‌سیمی ظرفیت ایجاد ستون فقرات بی‌سیم در مقیاس تجاری یا سازمانی برای حمایت کاربران صدا از طریق پروتکل اینترنت (VOIP)^۱ سیار دارند. هنگامی که چنین سناریوهایی در همه‌جا گسترش یابند، ظرفیت تحریک کاربران برای استفاده از تلفن‌های VOIP بی‌سیم را، به‌جای تلفن‌های ثابت، به وجود خواهند آورد [۱].

کنترل پذیرش تماس براساس معیار ارزیابی تعریف‌شده‌ای پذیرش یا رد تماس در شبکه را انجام می‌دهد که در واقع، شرایط بارگذاری شبکه را مدنظر قرار می‌دهد.

شیوهی CAC نقش مرکزی را در تأمین کیفیت سرویس از نظر کیفیت سیگنال، مسدود کردن و حذف تماس، تأخیر بسته، نوسانات تأخیر، نرخ از دست دادن بسته و پهنای باند ایفا می‌کند. با توجه به محدود بودن ظرفیت شبکه، برقراری تماس بیش از اندازه باعث افزایش تأخیر انتقال و نوسان تأخیر بسته‌ها می‌شود و می‌تواند باعث افت کیفیت سرویس شود.

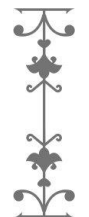
شبکه‌های ۸۰۲/۱۱ در حال توسعه هستند. فناوری تلفن همراه هوشمند نیز پیشرفت زیادی داشته است و بیشتر تلفن‌های همراه هوشمند به Wi-Fi مجهز هستند؛ در نتیجه، کاربرد VoIP روی ۸۰۲/۱۱ بسیار فراگیر شده است. با در نظر گرفتن روند رشد سریع تلفن‌های همراه و خدمات VoIP، تقاضای فوق‌العاده‌ای برای فناوری‌های بی‌سیم به پشتیبانی VoIP، به‌ویژه در فناوری‌های Wi-Fi، وجود دارد [۲ و ۳].

به‌طور خلاصه، CAC سازوکار مورد استفاده در شبکه‌ها برای مدیریت کیفیت خدمات است [۴]. با محدود کردن تعداد ارتباطات هم‌زمان در سیستمی، کیفیت سرویس بالا و رضایت‌مندی از اتصالات پذیرفته‌شده حاصل می‌شود. برای هر درخواست اتصال، CAC تصمیم رد یا پذیرش کاربر را می‌گیرد. این تصمیم براساس تعداد اتصالات کنونی و مقدار منابع اختصاص داده‌شده به آن‌ها صورت می‌گیرد [۵].

۲. کارهای مشابه

در نسل اول و دوم سیستم‌های بی‌سیم، CAC در محیط سرویس توسعه داده شد و در نسل سوم و فوآر از آن، در سیستم‌های بی‌سیم و خدمات چندرسانه‌ای- از جمله صدا، ویدئو و داده‌ها- با شکل‌های مختلف کیفیت سرویس^۲ ارائه شدند؛ از این رو، CAC با ایده‌های پیچیده‌تری برای کنار آمدن با این تغییرات توسعه یافت. در این قسمت برخی کارهای انجام‌شده در کنترل پذیرش تماس ارائه می‌شوند.

^۱ Voice Over Internet Protocol
^۲ Quality of Service



یکی از روش‌ها براساس بررسی مقدار SIR¹ است که می‌تواند توسط تماس جدید به دست آید. این روش برای رسیدن به کمترین ارزش SIR برای کنترل کیفیت سیگنال قابل پذیرش است. براساس این روش، سیستم، تماس را تنها هنگامی می‌پذیرد که این مقدار بالاتر از کمینه ارزش SIR باشد. طرح‌های مختلف، از جمله دو طرح SIR بر پایه CAC، پیشنهاد شده‌اند. در هر دو طرح، ظرفیت باقی‌مانده (R_k) که در معادله ۱ معیار پذیرش تعریف شده، استفاده می‌شود.

$$R_k = \left| \frac{1}{SIR_{th}} - \frac{1}{SIR_k} \right| \quad (1)$$

که SIR_k اتصال بالارونده^۲ SIR در سلول K (نسبت تداخل سیگنال در سلول K) است، SIR_{th} نیز آستانه^۳ SIR است، که طراحی پارامتر ($SIR_{min} < SIR_{th}$) است. ظرفیت باقی‌مانده (R_k) به صورت دوره‌ای محاسبه شده است و هنگامی که کاربر جدیدی وارد سلول K می‌شود، ایستگاه پایه K، R_k را بررسی می‌کند و اگر بزرگ‌تر از صفر باشد به پذیرفتن تماس جدید اقدام می‌کند، در غیر این صورت تماس جدید رد می‌شود [۶].

مدل جدید دیگر تحلیلی و الگوریتمی کنترل پذیرش کارا برای طرز کار دسترسی تابع هماهنگ توزیع شده IEEE802.11 ارائه شده است. در این مدل هر دو حالت اشباع و غیراشباع شبکه تجزیه و تحلیل شده و اثرات نرخ تنظیم خطا و اندازه ارسال مجدد براساس مدل پیشرفته شبکه زنجیری مارکوف گرفته شده است؛ بنابراین، منابع شبکه می‌توانند به گونه‌ای کارا استفاده شوند. با توجه به تفاوت گذردهی بین حالات اشباع و غیراشباع به عنوان پهنای باند باقی‌مانده موجود، الگوریتم کنترل پذیرشی برای استفاده کارای منابع شبکه طراحی شده است [۷].

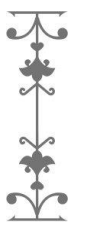
طرح CAC ارائه شده، به جای استفاده از SIR برای معیاری برای پذیرش تماس، تخمین احتمال قطع برق ($\Pr(SIR < SIR_{min})$) را معیار پذیرش تماس به کار گرفته است. احتمال قطع برق هر کلاس براساس تعدادی از کاربران در هر کلاس تخمین زده می‌شود و توان به هر کاربر فعال اختصاص داده شده است. احتمال قطع برق با استفاده از عوامل کنترل توان ناقص، توزیع SIR را به گونه‌ای نرمال برآورد می‌کند. تنها در صورتی که احتمال قطع برق هر کلاس پایین‌تر از سطح موردنیاز مربوطه باشد، تماس جدید پذیرش می‌شود [۸].

حفظ کیفیت سیگنال برحسب SIR می‌تواند توسط کنترل بارگذاری شبکه تحقق یابد. باید توجه داشت که اگر تعداد کاربران زیاد شود، SIR کم خواهد بود. طرح‌های CAC بر پایه ی بارگذاری برای کنترل تعداد کاربران با استفاده از دو مقدار آستانه M_d و M_v به ترتیب برای کاربران صدا و داده به کار برده شده‌اند. M_d و M_v پارامترهای طراحی هستند که مقادیر نسبی اولویت‌بندی یکی از دو خدمات بر دیگری را تعیین می‌کنند [۹].

¹ Signal Interference Ratio

² Uplink

³ Threshold



طرح CAC برای شبکه‌های چندرسانه‌ای تلفن همراه با استفاده از روش‌های محاسبات نرم، مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی، قابل استفاده است. شبکه عصبی مصنوعی در CAC، به منظور کاهش احتمال مسدود کردن یا حذف تماس با استفاده از مدل شبکه عصبی استفاده می‌شود که سلول عصبی مورد نیاز در آن فعال می‌شود و نتایج نهایی را تولید می‌کند. براساس نتیجه نهایی، برای پذیرش یا رد تماس، بر پایه پهنای باند قابل دسترس تصمیم گرفته می‌شود [۱۰].

مشکل کنترل پذیرش تماس و تخصیص نرخ با اجرای طرح مدیریت منابع رادیوی ارتباطی، به منظور بهبود عملکرد شبکه، در شبکه‌های بی سیم یکپارچه معرفی شده است؛ علاوه بر این، با توجه به نیازهای گوناگون کاربران از نظر قیمت و کیفیت خدمت، آن‌ها قادر به انتخاب شبکه براساس اولویت خود هستند. در سناریوی دو شبکه‌ی رقابتی بی سیم، یعنی سامانه ارتباطات سرتاسری تلفن همراه، شبکه‌های بی سیم محلی را داریم. کاربران، دو نوع از ترافیک زمان واقعی و غیر واقعی را با شرایط مختلف کیفیت خدمت تولید می‌کنند؛ بنابراین، می‌توان با استفاده از مدل ریاضی برای کنترل پذیرش تماس بر پایه تئوری، مشکل تخصیص نرخ را برطرف نمود. نتیجه مدل پیشنهادی با توجه به نرخ بسته‌ی ازدست‌رفته، زمان تأخیر بسته و احتمال مسدود شدن تماس - در زمانی که نرخ داده‌ها به هر تماس در نقطه حداکثر بازدهی تأمین‌کننده شبکه اختصاص داده شده - کارایی بهتر شبکه را تأمین می‌کند [۱۱].

۳. معرفی پروتکل SIP

پروتکل SIP پروتکل لایه کاربرد و بر پایه متن است که برای آغاز، تغییر و پایان دادن به جلسات توسط IETF استاندارد شده است. در این پروتکل، بخش کنترلی و داده از یکدیگر جدا شده‌اند؛ به گونه‌ای که در انتقال بی‌درنگ داده‌های جلسات چندرسانه‌ای، مانند صوت و ویدئو، SIP نقش هماهنگ‌کننده بین نقاط انتهایی، یافتن طرفین شرکت‌کننده در جلسه و برقراری توافق روی ویژگی‌های جلسه دارد. طراحی این پروتکل به گونه‌ای صورت گرفته است که تا اندازه زیادی از پروتکل لایه انتقال خود مستقل باشد. معماری این پروتکل متشکل از دو نوع نهاد منطقی تحت‌عنوان عامل کاربر و سرور است [۱۲ و ۱۳].

۴. علل استفاده از طرح‌های کنترل پذیرش تماس

کنترل پذیرش تماس برای تضمین پارامترهای کیفیت تماس - مانند کیفیت سیگنال، احتمال قطع ناگهانی تماس و پارامترهای سطح بسته - استفاده می‌شود. هنگامی که خدمات بسته جهت دار توسط شبکه‌های بی سیم ارائه شد، زمینه بیش از اندازه شدن سربار در شبکه را فراهم می‌کند و منجر به تأخیر بسته و نوسانات تأخیر غیرقابل قبول می‌شود. سطح گذردهی در شبکه یا از دست دادن کاربر نیز می‌تواند تا اندازه تحملی ناپذیری کاهش یابد؛ بنابراین، CAC باید برای محدود کردن سطح شبکه، به منظور تضمین پارامترهای کیفیت خدمت سطح بسته (تأخیر بسته، نوسانات تأخیر و گذردهی)، استفاده شود که در

این مورد، تعداد کاربران، منابع قابل دسترس یا برآورد از پارامترهای کیفیت خدمت سطح بسته به عنوان معیار پذیرش استفاده می‌شوند [۱۴].

۵. روش پیشنهادی

با توجه موانع فیزیکی، مانند دیوار و سقف و موانعی مانند تداخل سیگنال‌ها در شبکه بی‌سیم خطاهایی در ارتباط کاربران در اتصال به نقطه دسترسی رخ می‌دهد. نقطه دسترسی، برخی خطاها را در جریان انجام خدمات در مسیر مشخصی ثبت می‌کند؛ مانند پارامترهای زیر:

در این پروژه روش ساده‌ی CAC بر پایه نرخ خطای ACK برای تشخیص ازدحام در شبکه و جلوگیری از تماس اضافی استفاده شده است که به شرح آن می‌پردازیم.

۱-۱. پارامتر Dot11AckFailureCount

این پارامتر از ارتباط میان کاربر و نقطه دسترسی پیدا شده و زمانی افزایش می‌یابد که در زمان مورد انتظار، ACK دریافت نشود و خطا رخ دهد. در واقع زمانی که تعداد کاربران در سیستم زیاد شود، با توجه به موقعیت و تعداد کاربران، مقادیر این پارامتر زیاد شده و به نحوی نشانگر ازدحام در شبکه است. این شمارنده، رخداد ACK ناموفق را از مجموع تمام کاربران ثبت می‌کند؛ اگر مقدار آن در واحد زمان زیاد باشد به معنی وخیم بودن وضع در نقطه دسترسی است. اگر در موقعیتی هستیم که چندین نقطه دسترسی در یک کانال قرار دارد، تصادم سیگنال‌ها نیز اوضاع را بدتر کرده و باز به مقدار خطای ACK اضافه خواهد کرد [۱۵].

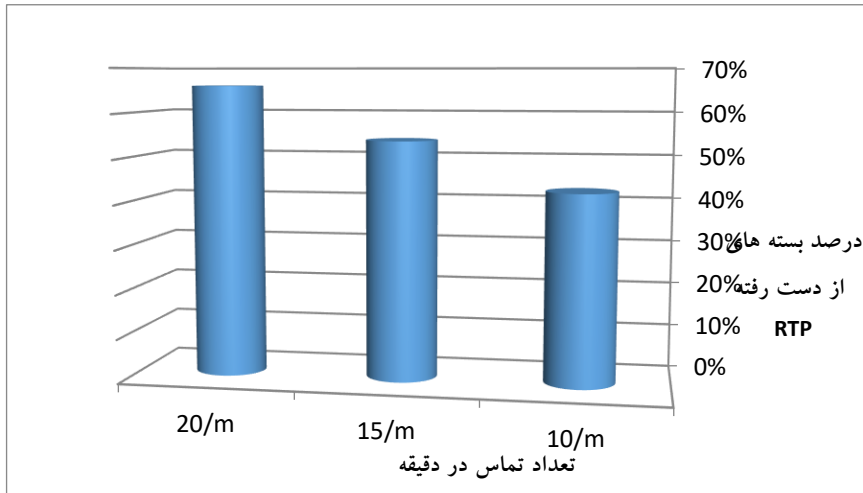
هنگامی که کاربران به نقطه دسترسی وصل می‌شوند، با توجه به محدودیت‌های شبکه بی‌سیم، افزایش از دست رفتن بسته‌ها، تأخیر انتقال و نوسان تأخیر بسته‌ها رخ می‌دهد؛ در نهایت، کیفیت سرویس کاهش می‌یابد.

به گونه مشخصی از این پارامتر در ماژول مورد نظر استفاده شده است. سیستم بر پایه این پارامتر مدیریت، اوضاع در شبکه کنترل و زمینه افزایش کیفیت تماس مناسب فراهم خواهد شد. این روش در مباحث بعدی شرح داده می‌شود.

برای وضوح بیشتر، در آزمایشی صد تماس برقرار کردیم؛ ماژول را در حالت غیرفعال قرار دادیم و در هر تماس ۲۰۰ ثانیه مکالمه انجام شد. این آزمایش با سه نرخ ۱۰ تماس در دقیقه، ۱۵ تماس در دقیقه و ۲۰ تماس در دقیقه انجام شده است؛ همچنین، فاصله بین هر دو تماس ۶ ثانیه، ۴ ثانیه و ۳ ثانیه است. با توجه به آزمایش انجام شده در جریان تماسی معمولی، که زمان مکالمه آن ۲۰۰ ثانیه است، تقریباً ۱۰۰۰۰ بسته‌ی RTP^۱ از کاربر منبع به کاربر مقصد انتقال می‌یابد؛ اما این بسته‌ها در شرایطی که تماس‌های بیشتری برقرار شود، به دلیل ازدحام در شبکه، در مسیر راه گم شده و تعداد آن‌ها کاهش می‌یابد. کاربران با ارسال بسته‌های RTP به

^۱ Real-Time Transport Protocol

یکدیگر ترافیک زیادی ایجاد می‌کنند و باعث ازدحام در شبکه می‌شوند. شکل ۱ نشانگر درصد گم شدن بسته‌ها است.



شکل ۱: بسته‌های ازدست‌رفته با نرخ تماس متفاوت

۱-۲. شرح کامل ماژول

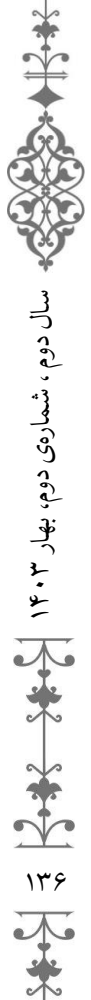
سازوکار CAC به صورت مجموعه‌ای از برنامه کلاینت و سرور کدنویسی شده است. روش کار پیشنهادی به این صورت است که با ارسال تقاضای تماس به سرور SIP، ماژول کلاینت میزان نرخ خطای ACK را از نسخه سرور نصب‌شده روی AP دریافت کرده و براساس آن تماس را قبول یا رد می‌کند. در ادامه، نحوه ارتباط میان سرور SIP و نقطه دسترسی و ارسال مقادیر پارامتر بررسی خواهد شد.

۱-۲-۱. تفاضل‌گیری از پارامتر نقطه دسترسی برای تعیین آستانه

در مباحث پیشین یادآور شدیم که ساز و کار CAC بر پایه‌ی نرخ خطای ACK، به عنوان پارامتر نقطه دسترسی، صورت می‌گیرد. مقادیر پارامتر نقطه دسترسی توسط سوکت ارتباطی برای تعیین آستانه برای ماژول ارسال شده و به گونه‌ای تفاضل گرفته شده است که مقدار فعلی خطای ACK از مقدار پیشین آن کسر شده و بر فاصله زمانی یک ثانیه تقسیم می‌شود. ماژول، طبق معادله ۲ از این مقادیر تفاضل می‌گیرد.

$$\text{AckFailureRatio} = \frac{\text{current value} - \text{previous value}}{\text{interval}} \quad (2)$$

لحظه تصمیم‌گیری در ماژول همان لحظه‌ای است که از نسبت تفاضل معادله ۲ به دست آمده است؛ اگر مقدار به دست آمده، کوچک‌تر یا مساوی مقدار آستانه مورد نظر باشد، تماس پذیرفته می‌شود وگرنه رد خواهد شد. اندازه آستانه طبق آزمایش‌ها طوری تعیین می‌شود که هم کیفیت خدمات در آن تأمین شود و هم تعداد بیشتری از کاربران از ظرفیت نقطه دسترسی استفاده کنند.



۱-۲-۲. میانگین گیری پارامتر نقطه دسترسی

در جریان آزمایش متوجه شدیم گاهی پارامتر، نوسان دارد و این حالت روند تصمیم گیری را با مشکل مواجه می‌کند؛ بنابراین، لازم است ماژول را به قدری ملایم نمود. برای رفع این مشکل از نسبت پارامتر در طول زمان به گونه‌ای میانگین گرفته شد که تأثیرگذاری زمان گذشته بیشتر باشد؛ در نتیجه، نوسانات پارامتر بی‌اثر شده و تصمیم گیری براساس میانگین صورت می‌گیرد. در نهایت ماژول در شرایطی که کیفیت تماس نامطلوب باشد، تماس را رد کرده و در بقیه موارد، تماس را برقرار می‌کند. برای اینکه ماژول به صورت عادی کار کند از معادله ۳ به گونه‌ای میانگین گرفته شده است که $3/0\%$ از مقادیر کنونی و $7/0\%$ از مقادیر پیشین را استفاده کند؛ این کار نوسانات پارامتر را کنترل می‌کند. حالا روند تصمیم گیری با معادله ۳ انجام می‌شود.

$$\text{avg_failure_ratio} = (\text{alfa} * \text{failure_ratio}) + (1 - \text{alfa}) * \text{avg_failure_ratio} \quad (3)$$

۱-۲-۳. انتخاب مقدار تصادفی

پس از انجام مراحل گفته شده، علاوه بر میانگین گیری، عددی تصادفی نیز برای حل ایراد کار اضافه شده است. گاهی ممکن است زمینه برقراری تماس خوب باشد اما ماژول، به دلیل نوسانات مقادیر پارامتر، تصمیم اشتباه برای رد تماس بگیرد؛ این کار به تماس، که در سرحد آستانه قرار دارد، کمک می‌کند، عدالت را در پذیرش تماس رعایت اجرا و روند تصمیم گیری سیستم را آسان تر می‌کند. ممکن است با اضافه شدن عدد تصادفی، یک یا دو تماس در سیستم اضافه شود؛ اما در کیفیت تماس‌ها خدشه وارد نمی‌شود.

این مقدار به گونه‌ای انتخاب شده است که مقادیر معین شده بزرگ تر از آستانه را به ترتیب به صورت درصدی برای پذیرش تماس انتخاب می‌کند؛ برای نمونه، زمانی که مقدار آستانه را ۵۰ و عدد تصادفی را ۱۰ قرار می‌دهیم، 90% احتمال پذیرش تماس با مقدار ۵۱، 80% با مقدار ۵۲ و تا مقدار ۶۰ به ترتیب درصد پذیرش تماس کاهش می‌یابد. شکل ۲ شبکه کد اعداد تصادفی را نشان می‌دهد.

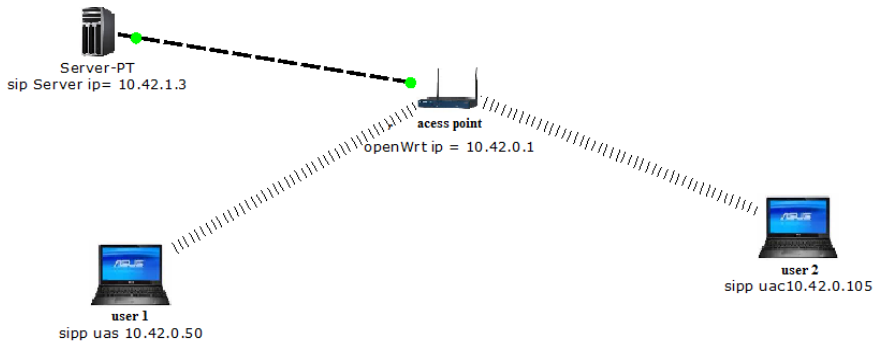
```
Random Number = 10 ;
if (avg_failure_ratio < Ack_failure_ratio + Random Number)
if (avg_failure_ratio - Ack_failure_ratio > Random Number)
(Request is rejected);
else
(Request is accepted);
if (avg_failure_ratio <= Ack_failure_ratio)
(Request is accepted);
else
(Request is rejected);
```

شکل ۲: شبکه کد اعداد تصادفی

با توجه به شکل ۲، مقدار اعداد تصادفی ۱۰ عدد در نظر گرفته شده است. اگر میانگین خطای ACK کوچکتر از AFR و عدد تصادفی باشد، تماس پذیرش شده و اگر نتیجه، پس از کسر میانگین از AFR، بزرگتر از مقدار عدد تصادفی شود، تماس رد می‌شود. در قسمت بعدی عدد تصادفی دخالت ندارد. اگر میانگین، کوچکتر و مساوی AFR باشد، تماس پذیرش می‌شود؛ وگرنه رد می‌شود.

۱-۲-۴. ساختار بستر آزمایش

به منظور پیاده‌سازی از یک دستگاه نقطه دسترسی و برای سرور و کاربرهای SIP از سه کامپیوتر استفاده شده است که یک کامپیوتر هسته سرور SIP و دو کامپیوتر، عامل‌های کاربر SIP هستند. شکل ۳ شمایی کلی بستر آزمایش را نشان می‌دهد.

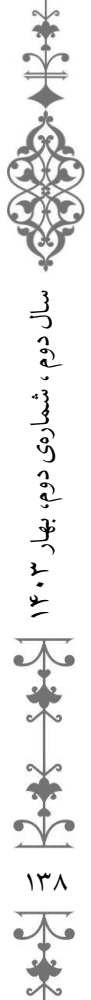


شکل ۳: نمای کلی بستر آزمایش

۱-۳-۳. سناریوی آزمایش

با استفاده از دو کامپیوتر توسط نرم‌افزار SIPP تماس برقرار شده است و تمام ترافیک همگن است. مکالمه صوتی، که ۲۰۰ میلی‌ثانیه است، در فایلی از نوع Pcap ذخیره شده و پس از روند برقراری تماس پخش می‌شود. پس از پایان مکالمه، یکی از کامپیوترها پیام bye می‌فرستد و با ارسال پیام 200 ok، طرف مقابل تماس را تمام می‌کند. این مراحل برای اجرای هر تماس صورت می‌گیرد.

هدف آزمایش، بررسی وضعیت کیفیت تماس، ضمن مشخص نمودن کارایی و ظرفیت نقطه دسترسی است. در هر آزمایش ۱۰۰ تماس با نرخ‌های مختلف، به منظور بررسی کیفیت تماس، برقرار شده است تا به واسطه آن، مقدار مطلوب دریافت شود. مقدار مطلوب برای انجام تماسی همان است که درصد از دست دادن بسته‌ها، تأخیر و نوسانات تأخیر در آن قابل قبول باشد؛ در نهایت، درصد پذیرش تماس‌ها را بررسی می‌کنیم.



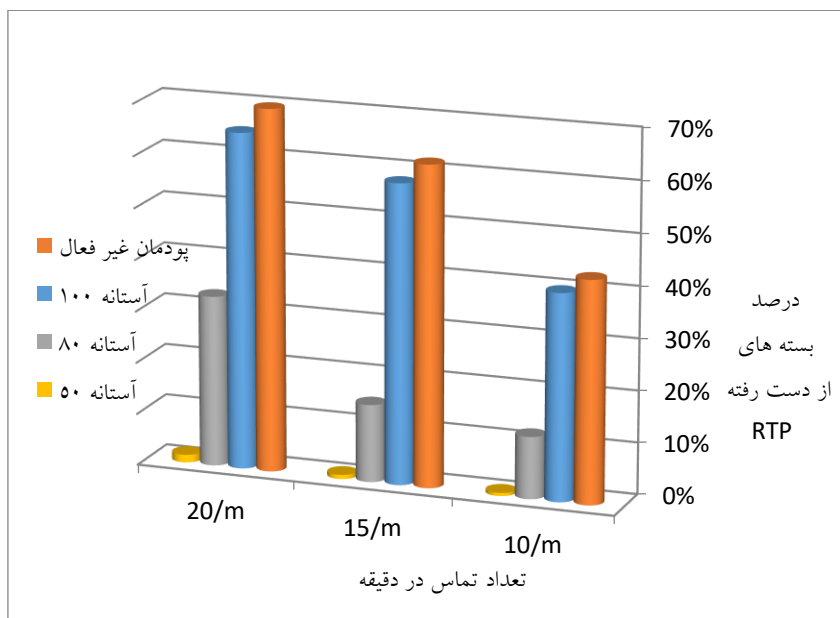
۱-۴. بررسی پارامترهای کیفیت تماس

با توجه به آزمایش‌های انجام‌شده، مواردی که در کیفیت تماس نقش دارند عبارت‌اند از بسته‌های ازدست‌رفته، تأخیر و نوسانات تأخیر که هرچه مقادیر آن‌ها بیشتر شود، کیفیت تماس‌ها پایین می‌آید و هرچه مقادیر آن‌ها کمتر باشد، کیفیت تماس بهتر می‌شود.

۱-۵. بسته‌های ازدست‌رفته

در آزمایش اول، ۱۰۰ تماس برقرار شد و ماژول در حالت فعال قرار داشت. با توجه به شکل ۴ چنین برداشت می‌شود که کیفیت همهٔ تماس‌ها افت نموده و باحالت غیرفعال ماژول فرق چندانی ندارد؛ علت، مناسب نبودن ارزش آستانه و کیفیت تماس نامناسب است.

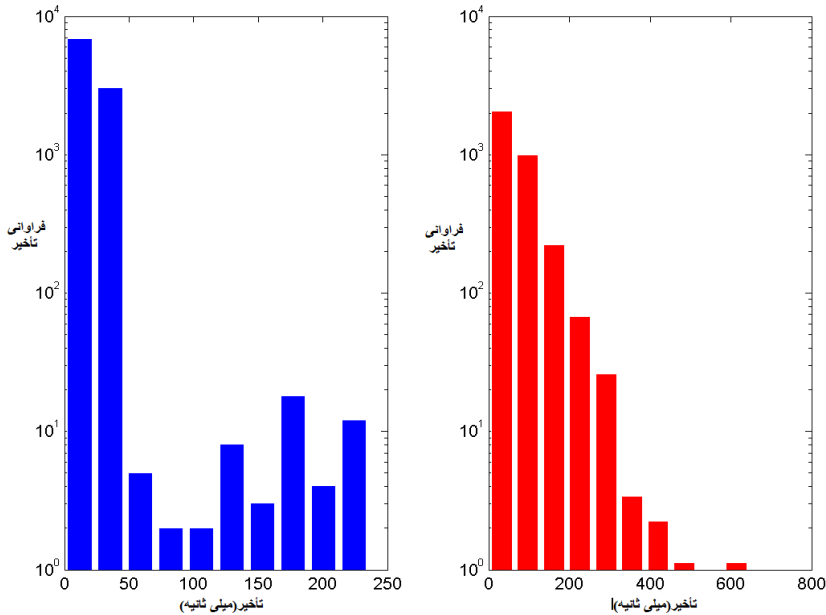
شکل ۳ مربوط به بسته‌های ازدست‌رفته است؛ مشاهده می‌شود که با نرخ‌های ۱۰ تماس در دقیقه، ۱۵ تماس در دقیقه و ۲۰ تماس در دقیقه و حالت غیرفعال ماژول تا ۷۰٪ بسته‌ها از دست رفته‌اند که علت آن تعداد تماس‌های بیشتر، ازدحام و بیشینه شدن ظرفیت نقطهٔ دسترسی شده که باعث می‌شود نتواند خدمات لازم ارائه کند. در آستانهٔ ۱۰۰ از ۴۲٪ تا ۶۳٪ و در آستانهٔ ۸۰ از ۱۰٪ تا ۳۳٪ بسته‌ها از دست رفته‌اند. طبق آزمایش انجام‌شده، آستانهٔ مطلوب، ۵۰ است که در هر سه نرخ، مقدار بسته‌های ازدست‌رفته، ۱٪ است.



شکل ۴: درصد بسته‌های ازدست‌رفته

۱-۵-۱. تأخیر بسته‌ها

بر اساس آزمایش انجام‌شده، ۱۰۰ تماس با نرخ ۲۰ تماس در دقیقه به‌خوبی قابل مشاهده است. در شکل ۵ در حالت غیرفعال ماژول، تأخیر بسته‌ها تا مرز ۶۰۰ میلی‌ثانیه هم وجود دارد؛ زیرا تماس‌های بیشتری در شبکه جریان داشته و ترافیک بیش از اندازه به وجود آورده است. در حالت فعال ماژول با آستانه ۵۰ از تأخیرهای بزرگ جلوگیری شده است و در سطح قابل قبولی است.

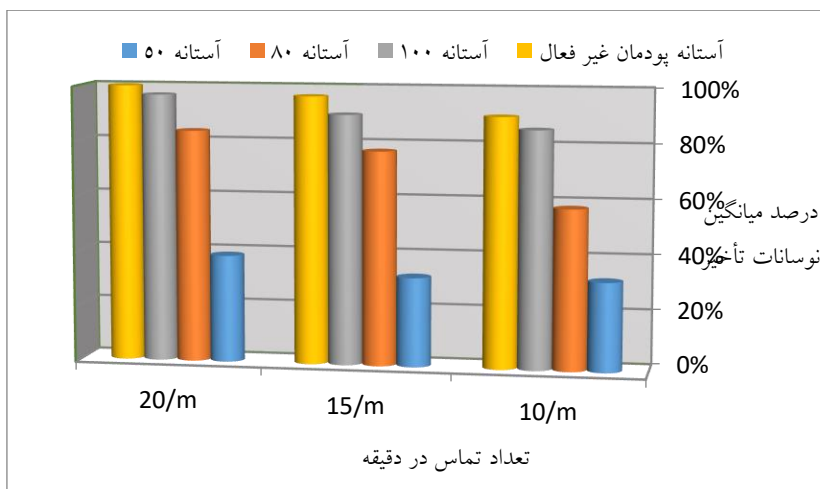


شکل ۵: مقایسه تأخیر بسته‌ها با نرخ ۲۰ تماس در دقیقه در حالت فعال و غیرفعال ماژول

۱-۵-۲. نوسانات تأخیر

در واقع، نوسانات تأخیر، خطایی زمانی است. این خطا به‌وسیله تأخیرهای بسته‌های RTP به وجود آمده و با توجه به تفاوت‌های تأخیر در حالت فعال و غیرفعال ماژول، در نوسانات تأخیر نیز این تفاوت‌ها مشاهده می‌شود. هرچه تعداد تماس بیشتری پذیرش شده باشد و ترافیک در نقطه دسترسی افزایش یابد، به همان میزان تأخیر و نوسانات تأخیر نیز افزایش می‌یابد. سطح نوسانات تأخیر در آزمایش‌ها با تأخیر بسته‌ها هم‌خوانی دارد؛ یعنی هر قسمت که تأخیر بیشتری داشته باشد، نوسانات تأخیر هم افزایش خواهد یافت. در شکل ۶ درصد میانگین نوسانات تأخیر تمام آزمایش‌ها نمایش داده شده است.



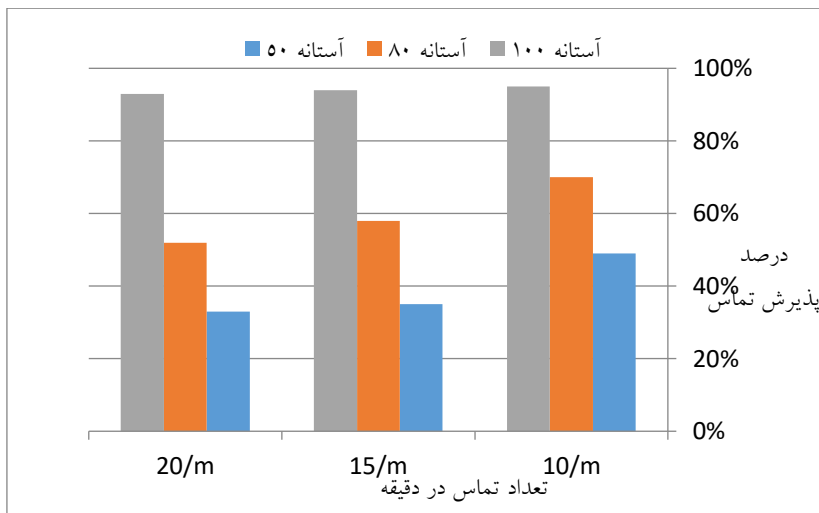


شکل ۶: نوسانات تأخیر چهار آزمایش با نرخ متفاوت

همان‌گونه که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، نوسانات تأخیر در آستانه ۵۰ با نرخ ۲۰ تماس در دقیقه، ۳۷٪ است و با حالت غیرفعال ماژول، ۶۳٪ تفاوت دارد. در نرخ ۱۵ تماس در دقیقه، ۶۷٪ و در نرخ ۱۰ تماس در دقیقه، ۶۲٪ تفاوت نیز مشاهده می‌شود؛ بنابراین ماژول بهتر عمل نموده، کارایی آن از لحاظ نوسانات تأخیر نیز به اثبات رسیده است و زمینه کیفیت تماس بهتر را فراهم نموده است.

۱-۵-۳. بررسی درصد پذیرش تماس

در قدم نخست یادآور می‌شویم که ارزش آستانه، همان مقداری است که از نسبت پارامتر نقطه دسترسی به وجود می‌آید. انتخاب ارزش آستانه با انجام چندین آزمایش برای رسیدن به آستانه مطلوب انجام شده است و درصد پذیرش به آستانه وابسته است. از آنجایی که تصمیم‌گیری در پذیرش یا رد تماس از نسبت پارامتر نقطه دسترسی گرفته می‌شود، پذیرش تماس وابستگی مستقیمی با پارامتر دارد. شکل ۷، درصد پذیرش تماس‌ها با آستانه ۵۰، ۸۰ و ۱۰۰ را نشان می‌دهد که در نرخ ۱۰ تماس در دقیقه به ترتیب ۴۹٪، ۷۰٪ و ۹۵٪ پذیرش شده است. با این حساب، رد تماس‌ها به ترتیب ۵۱٪، ۳۰٪ و ۵٪ اتفاق افتاده است.



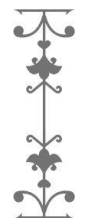
شکل ۷: درصد پذیرش تماس‌ها با سه آستانه متفاوت

۶. شرح آستانه مطلوب

با آزمایش‌های انجام شده به این نتیجه می‌رسیم که آستانه ۵۰ جواب مطلوب را می‌دهد. روش کار به گونه‌ای است که پیش از پذیرش اولین تماس، مقدار آستانه، صفر است. پس از پذیرش اولین تماس، مقدار آستانه بالا می‌رود و پس از پذیرش ۱۸ تماس، پهنای باند نقطه دسترسی کاملاً استفاده می‌شود؛ درعین حال، مقدار آستانه از اندازه تعیین شده فراتر می‌رود و تماس‌های بعدی را رد می‌کند. این حالت تا پایان ترتیبی تماس‌های پذیرش شده ادامه دارد؛ سپس دوباره تماس جدید را پذیرش نموده و همین چرخه ادامه دارد.

۷. نتیجه‌گیری

نرخ خطای ACK به عنوان پارامتر نقطه دسترسی در CAC پیشنهادی کارایی خوبی در مدیریت تماس‌ها داشته است. از نتایج آزمایش‌ها متوجه شدیم که در حالت فعال، ماژول با آستانه مطلوب تا زمان به اشباع رسیدن پهنای باند نقطه دسترسی، تماس‌ها را پذیرش می‌کند و پس از آن تماس‌ها را رد می‌کند؛ درعین حال، پارامترهای سطح بسته-مانند تأخیر، نرخ از دست دادن بسته‌ها و نوسانات تأخیر- قابل قبول هستند. در حالت بدون ماژول، پارامترهای سطح بسته افزایش یافتند و باعث کاهش بیش از اندازه کیفیت تماس شدند؛ اگرچه در این حالت تعداد کمتری از تماس‌ها پذیرش می‌شوند، اما شرایط مناسبی ایجاد شده و کیفیت سرویس نیز تضمین می‌گردد. با استفاده از روش پیشنهادی، زمینه کنترل پذیرش تماس فراهم شده است؛ بنابراین، کیفیت تماس‌ها خوب خواهد بود.

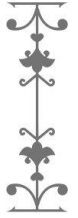


- [1] Eng. Nassar Enad. GH. Muhanna, "Computer Wireless Networking and Communication" International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, Vol. 2, Issue 8, August 2013.
- [2] Irshad A. Qaimkhani and Ekram Hossain, "Efficient Silence Suppression and Call Admission Control through Contention-Free Medium Access for VoIP in WiFi Networks" IEEE Communications Magazine, Vol. 46, Issue 1, pp. 90-99, 2008.
- [3] J. POURGHASEM, S.kARIMI and S.A.EDALATPANA, "A survey of Voice Over Internet (Voip) Technology" IJCMSA, vol. 6, no. 3-4, pp. 53-62, 2012.
- [4] Rao R M, Comaniciu C, Lakshman T V, Poor H V, "Call Admission Control in Wireless Multimedia Networks" IEEE Signal Processing Magazine, Vol. 21, Issue5, pp. 51-58, 2004.
- [5] Niyato D, Hossain E, "Call admission control for QoS provisioning in 4G wireless networks: issues and approaches", Special Issue of IEEE Network on 4G Network Technologies for Mobile Telecommunications; Vol. 19, Issue 5, pp. 5-11, 2005.
- [6] Z. Liu, M. El Zarki, "SIR-based Call Admission Control for DS-CDMA Cellular Systems", IEEE JSAC, Vol.12, pp. 638-44, May 1994.
- [7] LidongLinl, Haohuan Fu and Weijia Jia, "An efficient admission control for IEEE 802.11 networks based on throughput analyses of (un)saturated channel", International Journal of Communication Systems, Vol. 21, pp. 755-771, 2008.
- [8] T. Shu and Z. Niu, "Call Admission Control using Differentiated Outage Probabilities in Multimedia DS-CDMA Networks with Imperfect Power Control", International Conference on Communication, pp. 336-41, Oct 2002.
- [9] J. Wu, "Performance Analysis of QoS-Based Voice/Data CDMA Systems", Wireless Pers. Communication, pp. 223-36. 2000.
- [10] Sanjeev kumar, krishankumar, "A Comparative Study of Call Admission Control in Mobile Multimedia Networks using Soft Computing", International Journal of Computer, Vol. 107, December 2014.
- [11] Hyun M. Shin, Chae Y. Lee, "Optimal Rate Allocation and QoS-Sensitive Admission Control in Wireless Integrated Networks", Wireless Network, Vol. 17, pp. 231-246, 2011.
- [12] Flavio E.Goncalves, Building Telephony Systems with OpenSIPS 1.6. 2010: BIRMINGHAM – MUMBAI.
- [13] H. Schulzrinne and E. Schooler, SIP: Session Initiation Protocol., 1997.
- [14] Ahmed M.H, "Call Admission Control in Wireless Networks", IEEE Communications Surveys, Vol. 7, Issue 1, pp. 49-68, 2005.
- [15] C. Huang, R. Yates, "Call Admission in Power Controlled CDMA Systems", IEEE 46th, Vol.3, pp. 1665-69, 1996.





سال دوم ، شماره‌ی دوم، بهار ۱۴۰۳



۱۴۴



حفاظت لرزهای ساختمان‌ها با استفاده از ترکیب خاک و لاستیک به‌عنوان جداساز لرزهای ژئوتکنیکی

هادی فصیحی، رجب‌علی احمدی، علی‌رضا علی‌زاده

چکیده

در این مقاله، جداسازی لرزهای ژئوتکنیکی به کمک مدل‌سازی عددی با روش تفاضل محدود و نرم‌افزار Flac بررسی شده است. این کار با جای‌گذاری لایه‌ای از ترکیب خاک و تایر^۱، با خاصیت میرایی بیشتر از خاک‌های معمولی، در زیر اساس تهاداب ساختمان انجام شده است. نتایج تحلیل‌های دینامیکی کامل نشان دادند که این روش می‌تواند راهکار مؤثری برای کاهش اندازهٔ تعجیل انتقال‌یافته به ساختمان باشد؛ به این صورت که به‌جای بزرگ‌نمایی امواج حین عبور از لایهٔ خاکی، شاهد کوچک‌نمایی خواهیم بود. تحلیل‌ها نشان داده‌اند که هرچه ضخامت لایهٔ میراگر بیشتر باشد، نرخ کوچک‌نمایی نیز بیشتر خواهد شد. مقدار کوچک‌نمایی برای دو زلزلهٔ مختلف استفاده‌شده در این تحقیق، تقریباً یکسان بود. تحلیل تعامل مستقیم خاک و ساختمان^۲ نشان داد در محدودهٔ حداکثر تعجیل ورودی زلزله از 0.1g تا 0.6g، استفاده از لایهٔ میراگر منجر به کاهش ۱/۴ تا ۱/۹ برابری مقدار جابه‌جایی نسبی (دریفت) طبقهٔ ساختمان می‌شود.

واژگان کلیدی: جداسازی لرزهای ژئوتکنیکی، مدل‌سازی عددی، میرایی.

¹ Rubber Soil Mixture (RSM)

² Soil Structure Interaction

یکی از موضوعات مهم انجینیری سیول، انجینیری زلزله و کاهش خسارات ناشی از آن است؛ تلاش‌های زیاد انجام شده در این زمینه، اهمیت این موضوع را نشان می‌دهد که از جمله آن‌ها می‌توان به تدوین کودها، ارائه روش‌های مختلف جهت ساخت ساختمان‌های انعطاف‌پذیر، ساخت مصالح سبک، استفاده از ساختمان‌های هوشمند، استفاده از میراگرها در بخش‌هایی از ساختمان‌ها و استفاده از روش‌های جداسازی لرزه‌ای اشاره کرد. موضوع جداسازی ساختمان از تهداب و خاک زیر آن، به اختصار جداسازی لرزه‌ای ژئوتکنیکی، از روش‌های مطرح شده سال‌های اخیر است. دو نوع جداسازی لرزه‌ای ژئوتکنیکی وجود دارد: یکی استفاده از جداگرهای لغزشی و دیگری استفاده از مصالح دارای خاصیت میرایی بیشتر از خاک معمولی در زیر تهداب ساختمان. درباره جداسازی لرزه‌ای نوع اول، یعنی استفاده از جداگرهای لغزشی، می‌توان به تحقیقات Yegian و Kadakal در سال ۲۰۰۴ اشاره کرد که با تعیبه مواد ژئوسنتتیکی، با اصطکاک داخلی کمتر نسبت به خاک، در زیر تهداب ساختمان توانستند تعجیل انتقال یافته به ساختمان را کاهش دهند [۱]. درباره روش دوم، یعنی جداسازی لرزه‌ای ژئوتکنیکی، با استفاده از مصالح دارای خاصیت میرایی بیشتر از خاک می‌توان به اولین استفاده از تایر برای حافظت لرزه‌ای ساختمانی در سال ۱۹۶۰ در Macedonia اشاره کرد که بلوک‌های بزرگی از تایر در زیر ساختمانی سه طبقه با اسکلت کانکریتی قرار گرفت. از آنجاکه صلبیت قائم بلوک تایری تقریباً با صلبیت افقی آن برابر بود، ساختمان در هنگام زلزله به عقب و جلو حرکت می‌کرد؛ برای رفع این مشکل، تایر تقویت شده با صفحات فلزی یا سربی به وجود آمد. مطالعات زیادی روی خواص انجینیری خاک و تایر صورت گرفته است. محققان زیادی آزمایش‌های برش مستقیم و سه محوری روی مخلوط خاک و تایر انجام داده‌اند و به بررسی مقاومت برشی آن پرداخته‌اند؛ همه آن‌ها بر این باورند که افزودن مقداری تایر خرد شده باعث افزایش مقاومت برشی ریگ می‌شود. با توجه به نتایج به دست آمده از آزمایش‌ها میزان تشنج نرمال، مقدار تایر موجود در مخلوط، وزن مخصوص ریگ، نسبت ابعاد تایر و میزان تراکم مخلوط به طور قابل ملاحظه‌ای روی مقاومت برشی تأثیر می‌گذارد. در سال ۱۹۹۴، Edil و Bosscher مطالعاتی روی خواص انجینیری و رفتار تراشه‌های تایر فرسوده در حالت مخلوط با خاک انجام دادند. خصوصیات که آن‌ها بررسی کردند شامل تراکم پذیری، مقاومت، تغییر شکل‌پذیری و قابلیت نفوذپذیری بودند [۲].

در سال ۱۹۹۵، Benson تحقیقاتی روی برخی کاربردهای خرده‌تایر انجام داد. نتایج این تحقیق نشان دادند که مخلوط خرده‌تایر فرسوده و خاک می‌تواند به عنوان



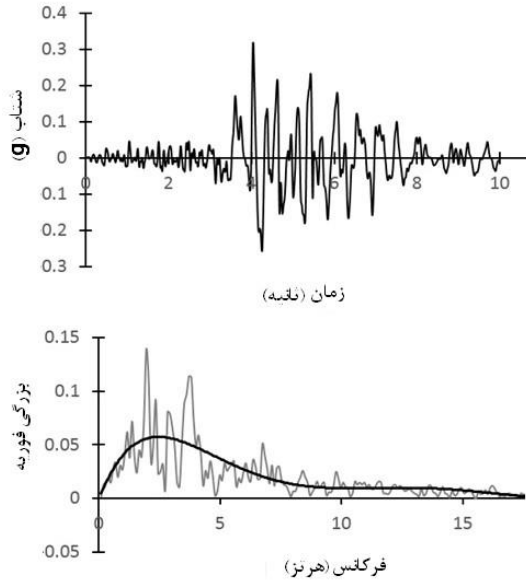
مصالح پرکننده با وزن کم و مقاومت زیاد در پشت ساختمان‌های نگهبان، مانند دیوار-های انتهایی دو طرف پل‌ها و دیوارهای استنادی بزرگ در کنار سرک‌ها، استفاده شود [۳]. جهت تخمین مقاومت خاک‌های ریگی مخلوط‌شده با خرده‌های تایر، آزمایش‌های برش مستقیم توسط Foos و همکارانش در سال ۱۹۹۶ روی نمونه‌های این مخلوط انجام گرفت. نتایج این تحقیق نشان می‌دهند که سه عامل تشنج قائم، مقدار تایر و وزن واحد حجم مخلوط ریگ و تایر در مقاومت برشی مؤثر هستند [۴]. به منظور بررسی رابطه تشنج-کرنش، مقاومت تراشه‌های تایر و اختلاط تراشه تایر با ریگ، آزمایش‌هایی توسط Lee و همکارانش در سال ۱۹۹۹ انجام شد. نتایج این آزمایش‌ها نشان می‌دهند بهترین روش، از دیدگاه زیست‌محیطی، استفاده مجدد خرده‌های تایر فرسوده یا مخلوط‌هایی از آن‌ها و ریگ برای احداث برخی پروژه‌ها، مانند بندها و خاکریزها، است؛ همچنین، مطالعات این محقق نشان می‌دهند که استفاده از مخلوط خاک و تایر در این پروژه از لحاظ پایداری مصالح نیز مناسب است [۵]. آزمایش‌های انجام‌شده برای تعیین رفتار دینامیکی مخلوط ریگ و خرده تایر توسط Sutter و Feng در سال ۲۰۰۰ نشان داد به دلیل خاصیت ارتجاعی بالای تایر، مدول برشی مخلوط با افزایش درصد تایر، کاهش چشمگیری می‌یابد؛ همچنین، افزایش درصد تایر تا حدود ۵۰٪ تأثیر اندکی بر میرایی مخلوط دارد، اما با رسیدن تایر به ۷۵٪، میرایی افزایش چشمگیری داشته و به حدود ۵٪ در کرنش‌های اندک و ۲۰٪ در کرنش‌های زیاد می‌رسد. این بررسی نشان داد افزایش تشنج نرمال باعث افزایش چشمگیر در مدول برشی می‌شود؛ اما تأثیری روی میرایی مخلوط ندارد [۶]. در سال ۲۰۰۱، Kim و Konagi نشان دادند پوشش بتنی تونل با روکش نرم و نازکی برای کاهش خسارات زلزله مؤثر است [۷]. با پیشرفت نرم‌افزارهای عددی در انجینیری سیول، توجه زیادی به مدل‌های رفتاری خاک شده است. در این راستا Li و Ding در سال ۲۰۰۲ رفتار غیرخطی نمونه‌های خاک مسلح‌شده با الیاف تحت کرنش‌های کم ناشی از بارگذاری سیکلی را بررسی کردند. نتایج این تحقیقات حاکی از نقش مهم تشنج همه‌جانبه، میزان الیاف و تعداد سیکل‌های بارگذاری روی خواص انجینیری خاک بوده است. نتایج نشان داده‌اند که در اثر افزودن الیاف، تشنج محوری انحرافی زیاد می‌شود؛ همچنین، در تمامی نمونه‌های آزمایش، با افزایش تشنج همه‌جانبه در سیکلی مشخص، سختی محوری نمونه‌ها زیاد می‌شود [۸]. بررسی‌های عددی Youwai و Bergado در سال ۲۰۰۴ نشان می‌دهند که در صورت استفاده از مخلوط ریگ-تایر، به‌عنوان مصالح خاکریز در پشت دیوار استنادی، با افزایش درصد تایر، تغییر مکان جانبی دیوار استنادی و نیروی وارده به مسلح‌کننده‌ها افزایش پیدا می‌کند. این موضوع، به دلیل تغییر کرنش حجمی از حالت انقباضی به حالت انبساطی، با افزایش درصد تایر است [۹]. در سال ۲۰۰۴،



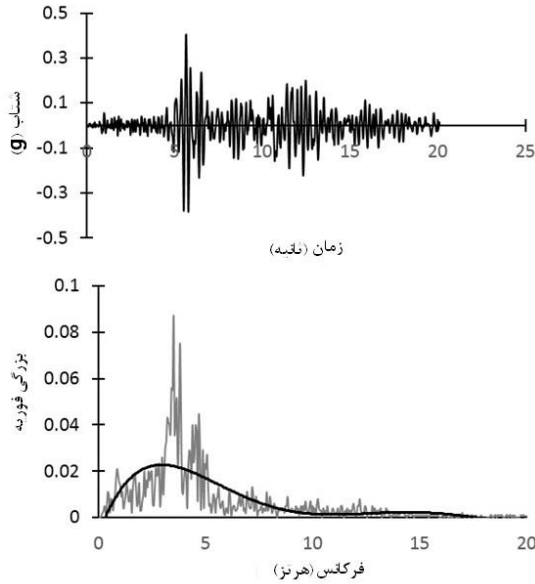
Zornbeng و همکاران با انجام آزمایش‌هایی روی مخلوط ریگ و خرده تاپر به این نتیجه رسیدند که با افزودن خرده تاپر، مقاومت برشی افزایش می‌یابد و در اختلاط ۳۵٪ به مقدار بیشینه خود می‌رسد؛ سپس میزان مقاومت در بیش از ۳۵٪، کاهش می‌یابد [۱۰]. در سال ۲۰۰۸، Tsang سیستم جداسازی لرزه‌ای با استفاده از مخلوط خاک و تاپر (RSM) را پیشنهاد داد. مزیت اصلی این روش، کاهش ارتعاشات هم‌زمان افقی و قائم ناشی از زلزله است. این پیشنهاد الگویی مناسب برای مصرف توده‌های بزرگ تاپرهای فرسوده در جهان نیز است. وی مدل‌سازی تحلیلی را از طریق تئوری موج انجام داد. نتایج، کاهش زیاد جابه‌جایی نسبی بالای لایه‌ی RSM به پایین آن را در بیشتر فرکانس‌های امواج زلزله نشان می‌دهند؛ به جز محدوده‌ی باریکی (حدود ۱ تا ۲ هرتز) که با افزایش مواجه شد [۱۱ و ۱۲]. قابل ذکر است که نتایج حاصله وابسته به خصوصیات دینامیکی و زمین‌شناسی لایه RSM هستند؛ علاوه بر این، Tsang پنج موضوع مهم شامل تأثیرات تشدید خاک، پاسخ غیرخطی مکانی، روان‌گرایی، نشست زمین و تأثیرات زیست‌محیطی این مصالح را نیز بررسی کرد. Tsang و همکاران در سال ۲۰۱۲ با انجام مطالعات عددی به وسیله نرم‌افزار Quad4m به این نتیجه رسیدند که استفاده از مخلوط خاک و تاپر می‌تواند تعجیل و جابه‌جایی نسبی افقی طبقات ساختمان را کاهش دهد؛ همچنین خاک تقویت شده با تاپر، در مقایسه با خاک معمولی، افزایش قابل توجهی در مقاومت برشی و توانایی جذب انرژی خواهد داشت [۱۳]. با توجه به مطالب عنوان شده، موضوع جداسازی لرزه‌ای ژئوتکنیکی با جایگزینی لایه خاکی مرکبی، برای مثال ترکیب خاک و تاپر، با خاصیت میرایی بیشتر از خاک معمولی در زیر ساختمان‌ها و تحلیل دینامیکی کامل با استفاده از مدل‌سازی عددی به روش تفاضل محدود با نرم‌افزار Flac در این مقاله بررسی می‌شود.

۲. تعجیل‌نگاشت‌های استفاده‌شده

برای انجام تحلیل‌ها دو تعجیل‌نگاشت فروبلی و کهک انتخاب شد. ابتدا، تاریخچه زمانی تعجیل‌نگاشت‌های انتخابی فیلتر شدند و محدوده فرکانس بین ۰/۱ تا ۲۵ هرتز در نظر گرفته شد. برای فیلتر کردن از روش Butter Worth مرتبه ۴ استفاده شد؛ علاوه بر این، تعجیل‌نگاشت‌ها برای خط مبنا به‌نحوی نیز اصلاح شدند که تاریخچه زمانی جابه‌جایی در انتهای زلزله صفر می‌شود که فرایند مذکور توسط نرم‌افزار seismsignal صورت گرفت. تاریخچه زمانی زلزله‌های انتخاب شده به همراه طیف فوریه آن‌ها در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل‌های ۱ و ۲ مشخص است، فرکانس غالب دوزلزله فروبلی و کهک به ترتیب تقریباً برابر با ۲ و ۳/۵ هرتز هستند؛ همچنین، زمان ارتعاشات قوی دوزلزله فوق به ترتیب برابر با ۱۰ و ۲۰ ثانیه است.



شکل ۱: تاریخچه زمانی تعجیل‌نگاشت زلزله فرویلی و طیف فوریه آن



شکل ۲: تاریخچه زمانی تعجیل‌نگاشت زلزله کبهک و طیف فوریه آن

۳. صحت‌سنجی تحلیل‌ها

در تجزیه و تحلیل‌های صورت‌گرفته، برای تعریف لایه ی میراگر از میرایی هسترزیس موجود در کتابخانه نرم‌افزار Flac استفاده شده است؛ بنابراین، ابتدا صحت عملکرد



نرم افزار و مدل رفتاري استفاده شده ارزیابی می شود که برای این منظور از نرم افزار Shake91 استفاده شده است. این نرم افزار، براساس روش تحلیلی با فرض رفتار غیرخطی معادل، پاسخ لرزه‌اي لایه‌هاي خاكي را تخمین می‌زند؛ بنابراین، بلوك خاکی به عرض ۱ و ارتفاع ۴۵ متر، در ۱۰ لایه با مدول‌هاي برشي مختلف مدل شده است. مشخصات مصالح، شامل مدول برشي اولیه و دانسیته لایه‌ها، در جدول ۱ ارائه شده‌اند. با توجه به وابستگی مدول برشي و میرایی به کرنش، خاک به صورت غیرخطی رفتار خواهد کرد. روند تغییرات مدول برشي و میرایی مورد استفاده در دو نرم افزار Shake و Flac در شکل ۳ نشان داده شده است.

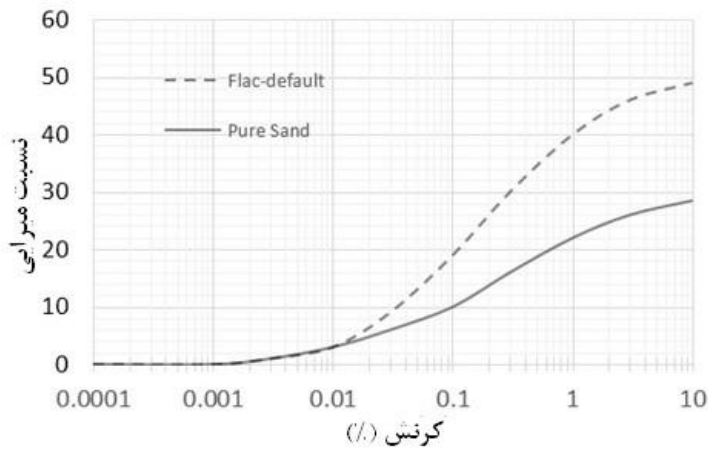
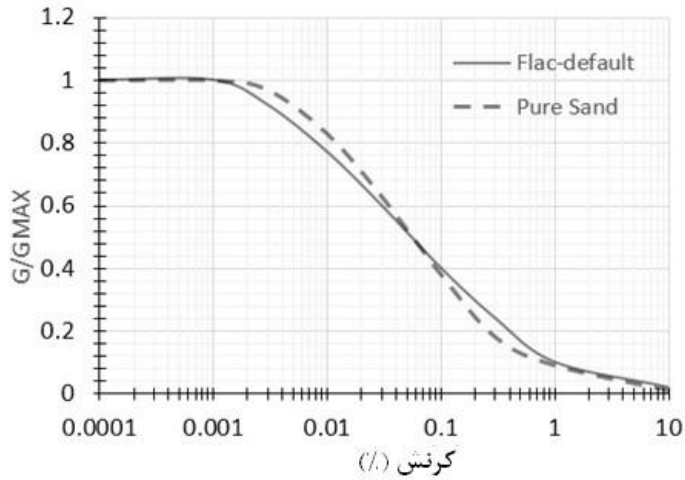
برای تعریف میرایی در نرم افزار Shake91 از نمودار پیشنهادی کاهش مدول و میرایی Seed و Idress (۱۹۷۰) که برای ریگ ارائه شده، استفاده شده است. از آنجایی که رفتار غیرخطی مصالح، شامل تغییرات مدول برشي و میرایی در مقابل کرنش برشي، در نرم افزار Shake به صورت عددی تعریف می‌شوند و در نرم افزار Flac از مدل رفتاري موجود آن‌ها استفاده شده است، اختلاف کمی بین آن دو در این شکل دیده می‌شود. برای بار دینامیکی نیز از زلزله Loma Prieta با تعجیل‌هاي بیشینه مختلف از ۰/۰۰۰۱g تا ۱g استفاده شده است. تعجیل‌هاي بیشینه استفاده شده را در جدول ۲ و تاریخچه زمانی تعجیل-زمان این زلزله را در شکل ۴ نشان داده‌ایم. نتیجه تحلیل به صورت حداکثر تعجیل دریافتي در سطح زمین نسبت به تعجیل ورودی در کف لایه حاصل از دو نرم افزار به صورت مقایسه‌ای در شکل ۵ رسم شده است. در شکل ۶ نیز تاریخچه زمانی تعجیل دریافتي در بالای هر دو مدل برای بیشینه تعجیل اعمالی ۰/۰۰۰۱g نشان داده شد است. همان طور که مشخص است هر دو روش عددی و تحلیلی نتایج نزدیک به هم نشان داده‌اند؛ به عنوان مثال، طبق شکل ۶، حداکثر تعجیل محاسبه شده در سطح زمین براساس نرم افزارهای Shake و Flac به ترتیب ۰/۰۰۰۵۹۲g و ۰/۰۰۰۵۹g است.

جدول ۱: مشخصات مصالح مورد استفاده در دو نرم افزار برای صحت‌سنجی

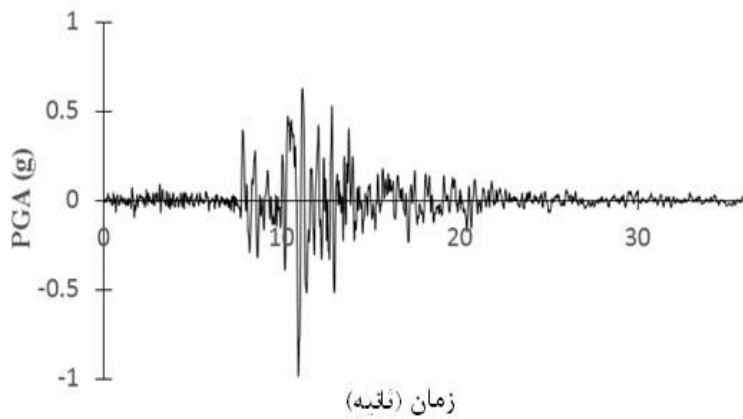
Soil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gmax (MPa)	150	168	180	186	225	327	379	435	495	627
(kg/m ³) γ	2000	2000	2000	2000	2000	2082	2082	2082	2082	2082

جدول ۲: بیشینه تعجیل اعمال شده در مدل صحت‌سنجی

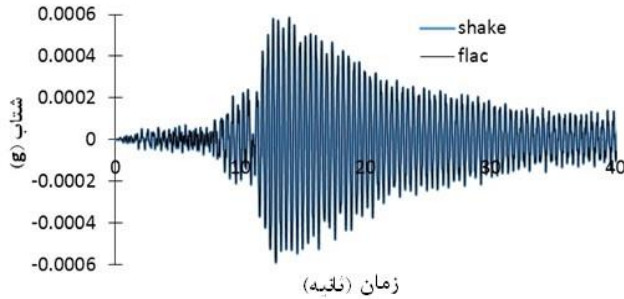
تحلیل	1	2	3	4	5
PGA (g)	0/0001	0/001	0/01	0/1	1



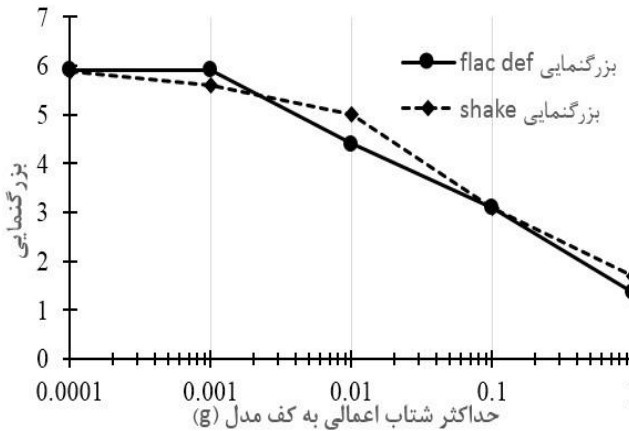
شکل ۳: کاهش مدول و میرایی، استفاده‌شده در هر دو نرم‌افزار



شکل ۴: تاریخچه زمانی تعجیل زلزله Loma Prieta (۱۹۸۳)



شکل ۵: بزرگ‌نمایی حاصل از دو نرم‌افزار



شکل ۶: تعجیل ضبط‌شده براساس دو نرم‌افزار Shake و Flac

۴. مشخصات مصالح استفاده‌شده در تحلیل‌ها

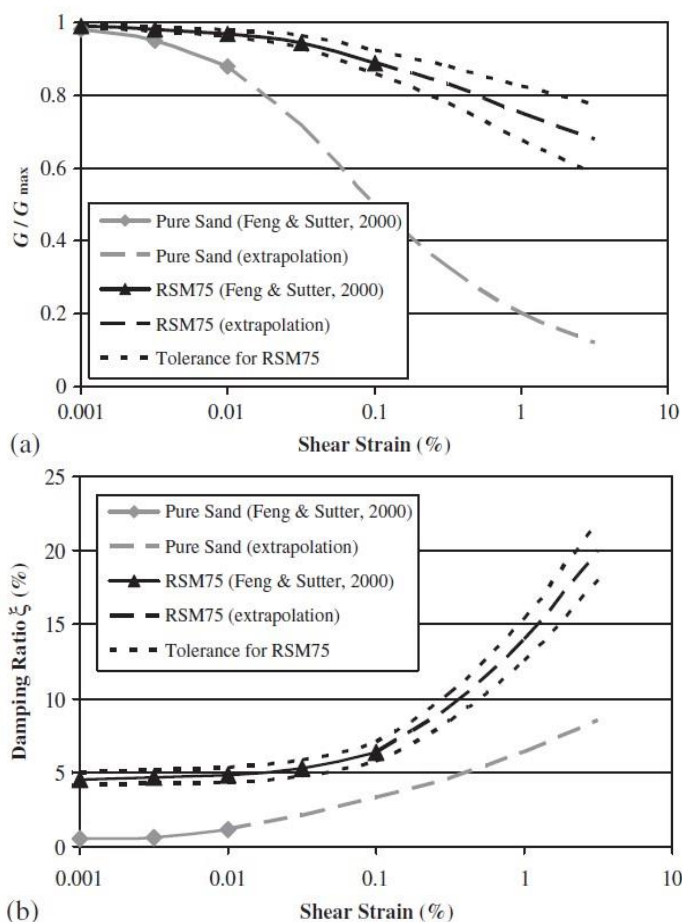
خصوصیات مصالح، شامل ویژگی‌های استاتیکی خاک و ترکیب خاک و تاثیر به‌عنوان لایه میراگر- از قبیل مدول الاستیسته، چسبندگی، زاویه اصطکاک داخلی و ضریب پواسون- براساس تحقیقات Edil و Bosscher (۱۹۹۴) و Masad و همکاران (۱۹۹۶) انتخاب شده‌اند. خصوصیات دینامیکی مصالح نیز از تحقیقات Feng و sutter (۲۰۰۰) به دست آمده‌اند [۶ و ۱۴]. مقادیر پارامترهای استاتیکی استفاده‌شده در این تحقیق در جدول ۳ ارائه شده‌اند.

جدول ۳: خصوصیات استاتیکی مصالح استفاده‌شده در تجزیه و تحلیل‌ها [۲]

نوع مصالح	G_{max} (MPa)	C (kpa)	φ ($^{\circ}$)	γ ($\frac{kg}{m^3}$)	ν	ψ ($^{\circ}$)
ریگ	222	5	38	1740	0.29	8
خاک و ۷۵٪ لاستیک	7.5	42	18	950	0.29	0



علاوه بر این، ویژگی‌های دینامیکی مصالح- شامل نمودارهای کاهش مدول برشی، افزایش میرایی ریگ و ترکیب ریگ و تایلر- که در تحقیق Tsang (۲۰۰۸) ارائه شده بودند با استفاده از مدل‌های رفتاری نرم افزار Flac تا حد امکان شبیه‌سازی شده است [۶ و ۱۴]. لازم به ذکر است نمودارهای استفاده‌شده در تحقیق Tsang همگی کرنش‌ها را پوشش نداده‌اند؛ بنابراین، تحقیق مذکور برون‌یابی‌ای برای محدوده‌ی کرنش‌های بزرگتر انجام داده است. نمودارهای مذکور را می‌توان در شکل ۷ مشاهده کرد. نمودارهای تغییرات مدول برشی و میرایی شبیه‌سازی‌شده را می‌توان در شکل ۸ مشاهده نمود. شکل ۹ نیز میرایی (لوپ هیسترسیس) متعارف نمونه‌ی خاکی را در مقایسه با ماده‌ی مرکب خاکی، برای مثال ترکیب خاک و تایلر که در نرم‌افزار Flac شبیه‌سازی شده است، نشان می‌دهد. همان‌طور که از شکل ۹ مشخص است، شیب (سختی) و سطح لوپ (میرایی) مربوط به خاک خالص در کرنش ثابت به ترتیب بیشتر و کمتر از ترکیب خاک-لاستیک هستند.

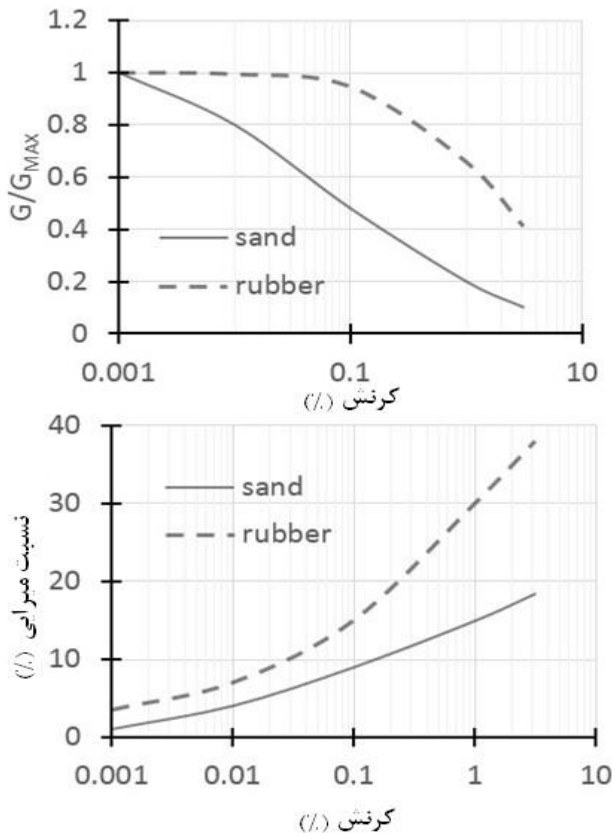


شکل ۷: نمودار منحنی‌های کاهش مدول و میرایی استفاده‌شده [۱۱]

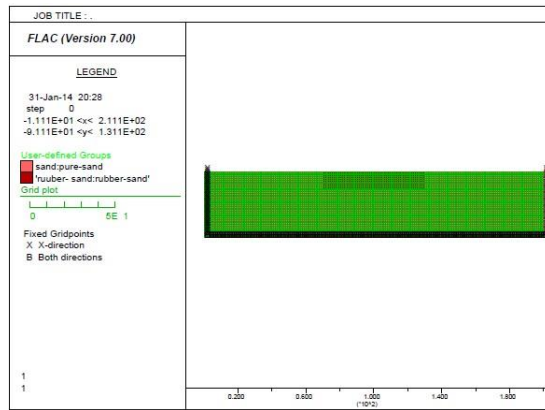
۵. فرایند مدل‌سازی

مدل ساخته شده در این تحقیق با فرض ساختمانی به طول ۴۰ متر در سطح زمین انتخاب شده است. برای کاهش اثرات اندازه‌ی مدل روی پاسخ‌ها، مدل از هر طرف به اندازه ۵ برابر نصف تهداب فرضی امتداد داده شد. ارتفاع لایه خاکی نیز ۴۰ متر انتخاب شد. طول لایه جاذب انرژی زلزله (لایه میراگر ترکیب خاک و تایلر) از اطراف تهداب به اندازه ۱۰ متر در نظر گرفته شد. شکل ۱۰ مدل ساخته شده را نشان می‌دهد. برای جلوگیری از پدیده‌ی انعکاس امواج، از مرزهای جاذب انرژی در طرفین مدل استفاده شد. بارگذاری زلزله به صورت تاریخیچه زمانی تعجیل از کف مدل به صورت افقی اعمال شد. تعجیل زلزله فرویلی با بیشینه‌های مختلف به کف مدل اعمال و تعجیل دریافتی در بالای مدل برای دو نقطه در سطح لایه خاک و تایلر و خاک ثبت شد.

لازم به ذکر است که ابتدا مدل، تحت وزن خودش و در حالت استاتیکی تحلیل شد، سپس تغییر شکل‌ها صفر و زلزله اعمال شد؛ بدین ترتیب صرفاً نتایج حاصل از تحلیل لرزه‌ای به دست می‌آیند.



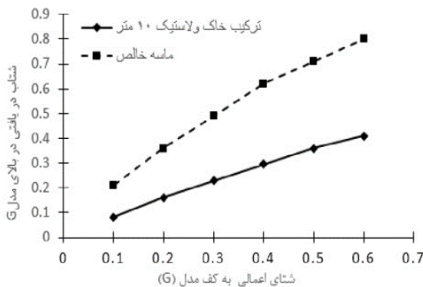
شکل ۹: لوب انرژی شبیه ساختمانی شده برای خاک و ترکیب خاک و تایلر در نرم‌افزار Flac



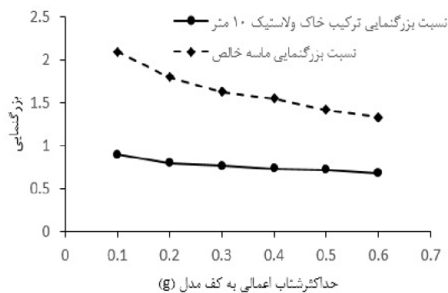
شکل ۱۰: مدل ساخته شده در نرم افزار FLAC

۶. نتایج تحلیل ها

شکل ۱۱، تعجیل دریافتی بالایی مدل را برای زلزله فرویلی با تعجیل و روری حداکثر $0.2g$ برای محیط خاک و تایلر و ریگ خالص نشان می دهد؛ این شکل حاکی از آن است که استفاده از لایه ای با خاصیت میرایی زیاد در زیر تهداب منجر به کاهش تعجیل زلزله در سطح زمین می شود. شکل ۱۲ نشان می دهد که استفاده از لایه میراگر، تعجیل دریافتی در سطح زمین، حین عبور از لایه ریگی خالص، دچار بزرگ نمایی شده است؛ درحالی که تعبیه ۱۰ متر لایه میراگر در زیر تهداب منجر به کوچک نمایی تعجیل حداکثر ورودی در کف مدل شده است. بزرگ نمایی لایه ریگی خالص با افزایش حداکثر تعجیل ورودی کاهش یافت و کوچک نمایی لایه میراگر بیشتر شده است؛ چراکه با بزرگتر شدن اندازه زلزله، میرایی سیستم نیز افزایش می یابد. با این حال لایه ریگی همچنان منجر به بزرگ نمایی و لایه میراگر منجر به کوچک نمایی می شوند. استفاده از لایه ۱۰ متری میراگر به طور متوسط باعث شده است تعجیل دریافتی در سطح زمین به نصف برسد.



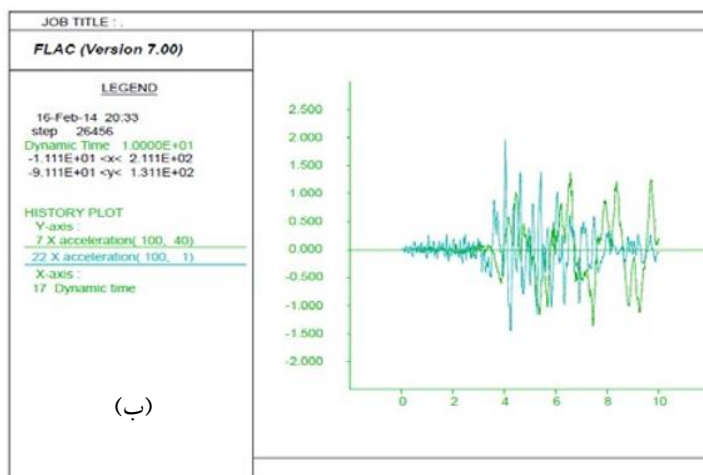
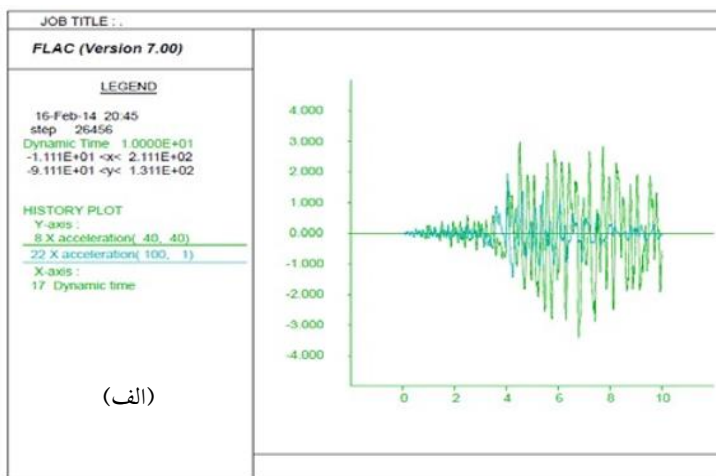
(ب)



(الف)

شکل ۱۱: تعجیل دریافتی بالایی مدل برای زلزله فرویلی با تعجیل حداکثر $0.2g$ (الف). برای

محیط خاک و تایلر؛ ب. ریگ خالص)



شکل ۱۲: الف. پاسخ ریگ و تایر و ریگ خالص برای زلزله فرویلي؛ ب. نسبت بزرگ‌نمایی برای زلزله فرویلي با بزرگی‌های مختلف برای خاک و لاستیک و ریگ خالص

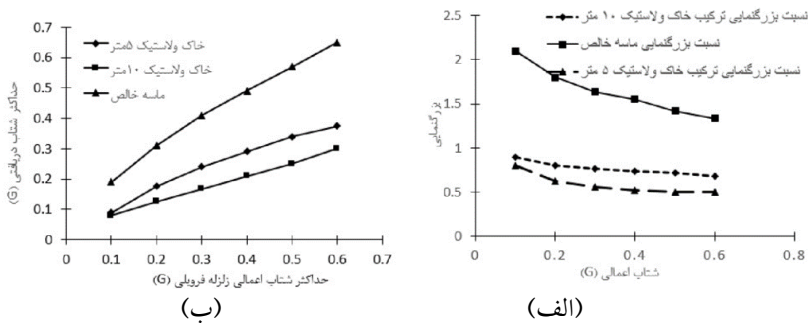
۱-۶. اثر ضخامت لایه میراگر خاک و تایر

به منظور بررسی اثر ضخامت ترکیب خاک و تایر روی پاسخ دریافتی تعجیل اعمال شده، مدلی با همان شرایط ذکر شده با ضخامت ترکیب خاک و تایر ۵ متر ساخته شد؛ سپس، زلزله فرویلي، با تعجیل‌های بیشینه مختلف، به کف مدل اعمال شد. نتایج تحلیل در شکل ۱۳ به صورت تعجیل دریافتی در سطح زمین و بزرگ‌نمایی نشان داده شده‌اند. طبق شکل ۱۳ با کاهش ضخامت ترکیب خاک و تایر، حداکثر تعجیل دریافتی در بالای مدل افزایش می‌یابد. به طور متوسط به غیر از تعجیل حداکثر ورودی $1g$ / ۰ می‌توان گفت نصف شدن ضخامت لایه میراگر، تعجیل دریافتی در سطح زمین را تقریباً ۲۵٪ افزایش داده است.

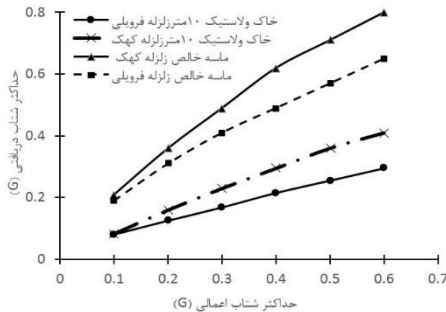


۶-۲. اثر نوع زلزله

به منظور بررسی اثر نوع زلزله و محتوای فرکانسی آن بر رفتار دینامیکی سیستم، علاوه بر زلزله فرویلي، زلزله کهک نیز، با تعجیل‌های حداکثر مختلف، به مدل اعمال شد. قابل ذکر است که ضخامت ترکیب لایه میراگر خاک و تایلر ۱۰ متر در نظر گرفته شد. نتیجه تحلیل‌ها در شکل ۱۴ نشان داده شده‌اند. مشاهده می‌شود که برای هر زلزله، اختلاف تعجیل دریافتی بین دو حالتی که ریگ خالص و ترکیب خاک و تایلر مدل شده، تقریباً یکسان است؛ به عبارت دیگر، محتوای فرکانسی زلزله بسیار بر عملکرد میراکنندگی لایه میراگر مؤثر نبوده است. در این باره شاید بتوان گفت اثر میرایی لایه میراگر بیشتر از اثر تغییر خواص دینامیکی ناشی از تغییر نوع مصالح بوده است؛ هر چند بهتر است تعداد بیشتری زلزله در این مورد استفاده شود تا نتایج دقیق‌تری حاصل شود.



شکل ۱۳: اثر ضخامت خاک و تایلر روی الف. تعجیل دریافتی در سطح زمین؛ ب. بزرگ‌نمایی

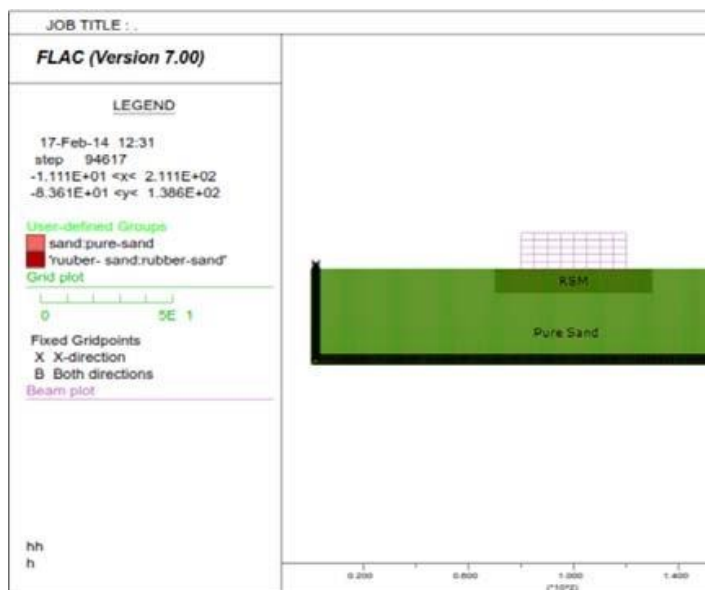


شکل ۱۴: اثر نوع زلزله اعمال شده

۶-۳. تحلیل مستقیم تعامل خاک و ساختمان

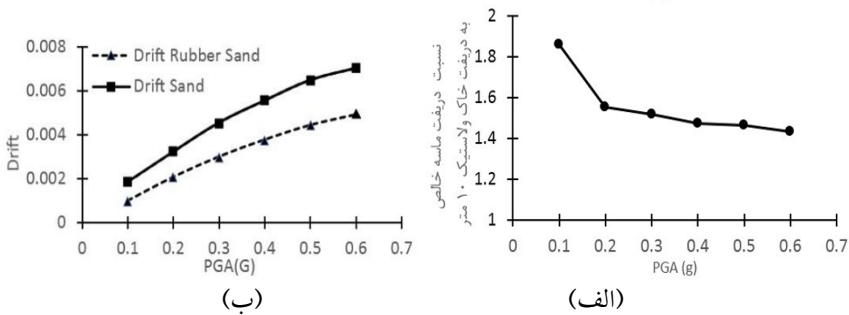
به منظور بررسی اثر تعامل خاک و ساختمان، ساختمان ۵ طبقه بتنی ای به طول ۴۰ متر و ارتفاع ۱۵ متر با تهادی گسترده به طول ۴۰ متر و ضخامت ۱/۲ متر مدل شد. طول بلوک خاک نیز ۵ برابر اندازه نصف تهاداب از هر طرف امتداد داده شد. ارتفاع بلوک خاک ۴۰ متر لحاظ شد. ابعاد ستون‌ها ۰/۵×۰/۵ و تیرها ۰/۳×۰/۴ متر انتخاب شد. فاصله ستون‌ها برابر با ۵ متر و ارتفاع طبقات نیز ۳ متر فرض شد. وزن مخصوص مصالح برابر با 2400 kg/m^3 و مدول الاستیسیته

برابر با 30 GPa در نظر گرفته شد. فاصله ستون‌ها و تیرها در جهت عمود بر صفحه 5 متر در نظر گرفته شد. بار دال کف طبقات و بار زنده و مرده معادل به جرم هر تیر اضافه شد. جرم معادل شده‌ی دال با وزن مخصوص 2400 kg/m^3 و ضخامت 10 سانتی‌متر برابر با 1690 کیلوگرم در هر متر طول تیر است. جرم معادل بار زنده و مرده نیز برابر با 2500 کیلوگرم در هر متر طول است؛ در تحلیل دینامیکی، این جرم نیز به تیرها انتقال داده شد. ابتدا تحلیل استاتیکی صورت گرفت؛ بدین صورت که ابتدا زمین، مدل و تحلیل شد؛ سپس جابه‌جایی‌ها و نشست‌های حاصله صفر شد. برای مدل‌سازی ساختمان، ابتدا تهداب ساختمان اضافه و تحلیل شد؛ در ادامه، ستون‌های طبقه همکف، سقف طبقه همکف تا طبقه آخر اضافه و تحلیل شد. پس از هر مرحله اضافه شدن ستون‌ها یا تیرها تحلیل استاتیکی انجام شد و مدل به تعادل رسید تا اینکه مدل کامل شد. شکل ۱۵، مدل ساخته‌شده را در انتهای ساخت نشان می‌دهد. پس از اتمام تحلیل استاتیکی، نشست‌ها صفر شد و زلزله فروبلی از کف مدل اعمال شد. جهت مقایسه اثر لایه میراگر، جابه‌جایی نسبی طبقه آخر به صورت نسبت جابه‌جایی طبقه تقسیم‌بر ارتفاع آن در برابر حداکثر تعجیل ورودی زلزله در شکل ۱۶. الف نشان داده شده است. نسبت دو پارامتر مذکور، حاصل از حالت بدون وجود لایه میراگر به حالت وجود لایه میراگر در شکل ۱۶. ب نشان داده شده است. همان‌طور که از شکل‌ها مشخص است، وجود لایه میراگر در زیر ساختمان منجر به کاهش جابه‌جایی نسبی طبقه آخر ساختمان شده است؛ همچنین، شکل ۱۶. ب نشان می‌دهد استفاده از لایه میراگری به ضخامت 10 متر منجر به کاهش تقریباً $1/4$ تا $1/9$ برابری جابه‌جایی نسبی شده است.



شکل ۱۵: مدل شبیه‌سازی‌شده ساختمان ۵ طبقه



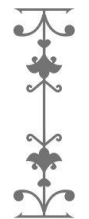


شکل ۱۶: اثر استفاده از لایه میراگر با ضخامت ۱۰ متر روی جابه‌جایی نسبی طبقه آخر ساختمان. الف. مقدار مطلق جابه‌جایی نسبی؛ ب. نسبت جابه‌جایی نسبی در حالت بدون استفاده از لایه میراگر به حالت استفاده از آن

۷. نتیجه‌گیری

استفاده از لایه میراگر خاکی مرکب می‌تواند روش مؤثری برای کاهش اندازه تعجیل انتقال‌یافته به ساختمان تلقی شود؛ بدین صورت که به‌جای بزرگ‌نمایی امواج، حین عبور از لایه خاکی، شاهد کوچک‌نمایی آن خواهیم بود. نتایج تحلیل‌ها نشان دادند که می‌توان، با توجه به اندازه بیشینه تعجیل ورودی از $0.1g$ تا $0.6g$ ، بزرگ‌نمایی لایه خاکی زیر تهداب را بیش از ۲ برابر کاهش داد. هرچه ضخامت لایه میراگر خاکی مرکب بیشتر شود، مقدار کوچک‌نمایی نیز بیشتر خواهد شد؛ هرچند نرخ کوچک‌نمایی اندازه تعجیل زلزله متناسب با نرخ افزایش ضخامت لایه میراگر نیست. مقدار کوچک‌نمایی برای دو زلزله مختلف فرویلی و کهک، با محتوای فرکانسی مختلف که در این تحقیق استفاده شدند، تقریباً یکسان ملاحظه شد؛ هرچند نیاز به تحلیل‌های بیشتر با تعداد زلزله بیشتر در این زمینه وجود دارد. تحلیل اندرکنش مستقیم ساختمان و خاک نشان داد که استفاده از لایه میراگر منجر به کاهش مقدار جابه‌جایی نسبی (دریفت) طبقات ساختمان می‌شود. جابه‌جایی نسبی طبقه آخر ساختمان ۵ طبقه‌ای، بدون استفاده از لایه میراگر نسبت به استفاده از خاک مرکب ۱۰ متری، با توجه به حداکثر تعجیل ورودی از $0.1g$ تا $0.6g$ ، ۱.۴ تا ۱.۹ برابر می‌شود.

- [1] M. Yegian and U. Kadakal, "Foundation isolation for seismic protection using a smooth synthetic liner," *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, vol. 130, no. 11, pp. 1121-1130, 2004.
- [2] T. B. Edil and P. J. Bosscher, "Engineering properties of tire chips and soil mixtures," *Geotechnical testing journal*, vol. 17, pp. 453, 1994.
- [3] C. Benson, "Using shredded scrap tires in civil and environmental construction," *Resource Recycling*, vol. 14, pp. 71, 1995.
- [4] G. J. Foose, C. H. Benson, and P. J. Bosscher, "Sand reinforced with shredded waste tires," *Journal of Geotechnical Engineering*, vol. 122, no. 9, pp. 760-767, 1996.
- [5] J. Lee, R. Salgado, A. Bernal, and C. Lovell, "Shredded tires and rubber-sand as lightweight backfill," *Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering*, vol. 125, no. 2, pp. 132-141, 1999.
- [6] Z.-Y. Feng and K. G. Sutter, "Dynamic properties of granulated rubber/sand mixtures," *Geotechnical Testing Journal*, vol. 23, no. 3, pp. 338-344, 2000.
- [7] D. S. Kim and K. Konagai, "Key parameters governing the performance of soft tunnel coating for seismic isolation," *Earthquake engineering & structural dynamics*, vol. 30, no. 9, pp. 1333-1343, 2001.
- [8] J. Li and D. Ding, "Nonlinear elastic behavior of fiber-reinforced soil under cyclic loading," *Soil dynamics and earthquake engineering*, vol. 22, no. 9-12, pp. 977-983, 2002.
- [9] S. Youwai, D. Bergado, and N. Supawiwat, "Interaction between hexagonal wire reinforcement and rubber tire chips with and without sand mixture," *Geotechnical Testing Journal*, vol. 27, no. 3, pp. 260-268, 2004.
- [10] J. G. Zornberg, A. R. Cabral, and C. Viratjandr, "Behaviour of tire shred sand mixtures," *Canadian geotechnical journal*, vol. 41, no. 2, pp. 227-241, 2004.
- [11] X. Xu, S. Lo, H.-H. Tsang, and M. N. Sheikh, "Earthquake protection by tire-soil mixtures: numerical study," in *Proceedings of the New Zealand Society for Earthquake Engineering (NZSEE) Conference*, Wellington, New Zealand, 2009, pp. 3-5.
- [12] H. H. Tsang, "Seismic isolation by rubber-soil mixtures for developing countries," *Earthquake engineering & structural dynamics*, vol. 37, no. 2, pp. 283-303, 2008.
- [13] H. H. Tsang, S. Lo, X. Xu, and M. Neaz Sheikh, "Seismic isolation for low-to-medium-rise buildings using granulated rubber-soil mixtures: numerical study," *Earthquake engineering & structural dynamics*, vol. 41, no. 14, pp. 2009-2024, 2012.
- [14] E. Masad, R. Taha, C. Ho, and T. Papagiannakis, "Engineering properties of tire/soil mixtures as a lightweight fill," *Geotechnical testing journal*, vol. 19, pp. 297-304, 1996.



Seismic protection of structures by rubber-soil mixture as geotechnical seismic isolation

Hadi Fasihi, Rajab Ali Ahmadi, Alireza Alizada

Abstract

In this article, geotechnical seismic isolation is studied with the help of finite difference numerical modeling. This work is done by placing a layer of rubber-soil mixture with more damping properties than normal soils under the foundation of the structure. The results of complete dynamic analyze showed that this method can be an effective solution to reduce the amount of acceleration transferred to the structure. The results of complete dynamic analyze showed that this method can be an effective solution to reduce the amplification transferred to the structure. The analyzes showed that the higher the thickness of the damping layer, the higher the deamplification will be. The deamplification value for two different earthquakes used in this research was observed to be almost the same. Also, the analysis of the direct soil structure interaction showed that in the maximum range of earthquake input acceleration from 0.1g to 0.6g, the use of a damping layer leads to a reduction of 1.4 to 1.9 times the amount of drift on the floor.

Keywords: geotechnical seismic isolation, numerical modeling, damping.

A New CAC Method for IEEE802.11 Access Point based on Session Initiation Protocol

Mohammad Dawood Frotan¹, Mohammad Shah Omid²

Abstract

Call admission control CAC in wireless networks has been receiving a great deal of attention during the last two decades due to the growing popularity of wireless communications. CAC method plays central role in QoS provisioning in terms of the signal quality, call blocking and dropping probabilities, packet delay, jitter, loss rate and bandwidth. Due to the limited capacity of the network, making more calls through the network which increases the transmission delay and packet delay and cause a decline in service quality. So, in this project considering the network capacity, Call Admission Control prevents the new Calls to Provide the appropriate service. It is difficult to detect the access point capacity, so we use a simple CAC method in this thesis, according to ACK Failure rate in Access Point. ACK Failure rate is equal to failed ACK in a unit time which indicates network congestion. In the proposed project the module is on OpenSip software and it receives the values of errors from access point and makes decision for SIP server whether to accept or reject the calls. The results show that the proposed method of call admission control provides appropriate quality to users.

Keywords: Call admission control, Packet delay, Jitter, Packet loss rate, IEEE 802.11.



Abstract



¹ Computer Science Faculty, Kateb University, Kabul, Afghanistan, md.frotan@kateb.edu.af

² Computer Science Faculty, Kateb University, Kabul, Afghanistan, m.shah.omid@kateb.edu.af



Investigation of target tracking methods based on particle filter

Najibullah Khaleghi, Dr. Hasan Qanei Yakhdan

Abstract

Target tracking requires simultaneous estimation of its position, speed and acceleration. There are different methods with different algorithms for target tracking; Particle filter is a new method to obtain posterior probability distribution function based on Bayesian theory. The particle filter algorithm is based on chain Monte Carlo methods, in which the particle representation of the probability density is used to estimate arbitrary distribution parameters.

Target tracking is the estimation of the posterior density function in each sweep for the target in the observed environment. Some things make this difficult, which include: the lack of full disclosure of the target, the existence of false targets, uncertainty in how to allocate data to the existing target, and non-linear equations and non-Gaussian noises - which makes it possible to use the Kalman filter and its families (extended and intangible Kalman) limits.- Recently, the efficiency of Monte Carlo methods and particle filters on top of them in solving the mentioned cases has been proven. Monte Carlo methods of multi-objective tracking have replaced classical methods; But they still have room for improvement. In the conventional methods of tracking aerial targets, the distance to the target and the angle to the target side, which are a nonlinear function of the system states, are measured; But they have noise, so it is necessary to use estimation and filtering methods. The generalized Kalman filter has a good performance for dealing with nonlinear systems and Gaussian noises; But in practical implementation, we face non-Gaussian noises (Glint) that particle filters have good performance.

Particle filter performance, despite many advantages, also has disadvantages; Because with the initial selection of a large number of particles, no particle may be placed near the correct state; This weakness is known as the problem of deterioration. Re-sampling is used to reduce degradation in a standard particle filter. Re-sampling, while being vital, causes another phenomenon called poverty of samples, where the diversity among particles is lost and in the worst case, all particles fall to a point in the state space. Researchers have proposed different versions of the particle filter (auxiliary, regularized, and traceless) to improve resampling.

Keywords: target tracking methods based on particle filter, algorithm, target model.

Human identification and tracking from images

Mohammad Nazim Jafari¹, Mohammad Rahim Tahiri¹

Abstract

The method used to identify and track humans in this research is based on edge detection. After subtracting the foreground from the background, using the edging method, the edges of the foreground areas are obtained; Then, the identification algorithm identifies people from top to bottom and removes them from the image. Finally, by using the Gaussian probability distribution, people are tracked according to their position in the previous form. This algorithm works well in crowded places and does not suffer from overlaps. Considering that stereo images are used in this study, the distance of people to the camera can also be determined.

Keywords: human identification, human tracking, Gaussian distribution, edge detection.



Applications of artificial neural network in geotechnical engineering - a review study

Morteza Mobalegh¹

Abstract

Over the past years, the use of artificial neural networks has increased in many engineering fields. In particular, artificial neural networks have been applied to many geotechnical engineering problems and remarkable results have been obtained. The review of the background of the subject shows that artificial neural networks have been successfully used in predicting pile bearing capacity, soil retaining structures, settlement of structures, stability of slopes, design of tunnels and underground openings, liquefaction, soil compaction, swelling and classification of soils. The purpose of this article is to provide an overview of some applications of artificial neural network to solve some geotechnical engineering problems; Also, the strengths and weaknesses of this method will be examined in comparison with other modeling solutions.

Keywords: artificial neural network, geotechnical engineering, pile, settlement, liquefaction.

¹ Master's degree in geotechnical engineering, Shahid Rajaei University, Tehran, Iran
(mortezamobaleghm2@gmail.com)

Software Project Management Using Machine Learning Technique — A Review

Mohammed Najah Mahdi, Mohd Hazli Mahammed Zabil, Abdul Rahim Ahmad, Roslan Ismail, Yunus Yusoff, Lim Kok Cheng, Muhammad Sufyian bin Mohd Azmi, Hayder Natiq and Hushalini Happala Naidu

Translated by Habibullah Haidari

Abstract

Project management planning and assessment are of great significance in project performance activities. Without a realistic and logical plan, it isn't easy to handle project management efficiently. This paper presents a wide-ranging comprehensive review of papers on the application of Machine Learning in software project management. Besides, this paper presents an extensive literature analysis of (1) machine learning, (2) software project management, and (3) techniques from three main libraries, Web Science, Science Directs, and IEEE Explore. One-hundred and eleven papers are divided into four categories in these three repositories. The first category contains research and survey papers on software project management. The second category includes papers that are based on machine-learning methods and strategies utilized on projects; the third category encompasses studies on the phases and tests that are the parameters used in machine-learning management and the final classes of the results from the study, contribution of studies in the production, and the promotion of machine-learning project prediction. Our contribution also offers a more comprehensive perspective and a context that would be important for potential work in project risk management. In conclusion, we have shown that project risk assessment by machine learning is more successful in minimizing the loss of the project, thereby increasing the likelihood of the project success, providing an alternative way to efficiently reduce the project failure probabilities, and increasing the output ratio for growth, and it also facilitates analysis on software fault prediction based on accuracy.

Keywords: machine learning technique; software project estimation; software estimation; software project management; project risk assessment



Abstract

