

بکارگیری شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی مکان آتی فرد در برنامه هشدار مکانی تحت اندروید

وحید رنجبار^۱، مصطفی صالحی^۲، هادی ویسی^۳

^۱ دانشجوی دکتری، دانشگاه تهران، تهران،
vranjbar@ut.ac.ir

^۲ عضو هیئت علمی، دانشگاه تهران، تهران،
Mostafa_salehi@ut.ac.ir

^۳ عضو هیئت علمی، دانشگاه تهران، تهران،
h.veisi@ut.ac.ir

چکیده

به طور کلی برنامه‌های هشدار که تاکنون ارائه شده‌اند براساس زمان تنظیم می‌شوند و با یادآوری زمان‌های خاصی که توسط کاربر از قبل تنظیم شده است، در برنامه‌ریزی زمانی به کاربر کمک می‌کنند. در بسیاری از مواقع پیش‌بینی می‌آید که باید کاری را در یک مکان خاصی انجام دهیم اما فراموش می‌کنیم و نیاز داریم کسی در آن مکان به ما یادآوری کند و یا در سفر، می‌خواهیم زمانی که به یک مکان خاص رسیدیم از آن مطلع شویم، در روش پیشنهادی ارائه شده در این مقاله با استفاده از شبکه عصبی و برنامه موبایل توسعه یافته به فرد کمک می‌شود که در تلفن خود هشدارهایی برای مکان‌های مختلف تنظیم کند و نگران فراموش کردن آن‌ها نباشد. تفاوت اصلی این برنامه با نمونه‌های مشابه این است که به صورت هوشمند با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون حرکت فرد در آینده را پیش‌بینی می‌کند که این قابلیت باعث کارکرد و دقت بهتر آن نسبت به دیگر برنامه‌ها می‌شود. همچنین در مدل یادگیری پیشنهادی، امکان یادگیری برخط نیز وجود دارد و برنامه به مرور زمان خود را با کاربر منطبق کرده و طبق نتایج کارایی آن بهبود می‌یابد.

کلمات کلیدی

برنامه آگاه از موقعیت، محاسبات فراگیر، پیش‌بینی حرکت، شبکه عصبی، یادگیری برخط، برنامه‌نویسی اندروید.

سرویس‌های خود را ارائه کنند و برنامه‌نویسان برنامه‌های گوشی‌های تلفن همراه از این رویکرد در توسعه برنامه‌های خود استفاده می‌کنند [۱،۲].

یکی از مهمترین ویژگی‌هایی که تلفن همراه می‌تواند از کاربر و محیط اطراف خود حس کند موقعیت کاربر است، این ویژگی می‌تواند در ارائه بسیاری از سرویس‌ها یاری‌گر برنامه‌نویسان بوده تا برنامه‌های مبتنی بر موقعیت و یا آگاه از موقعیت را ارائه دهند [۳].

امروزه برنامه‌های مختلف در گوشی‌های تلفن همراه برای آگاهی از موقعیت از روش‌های زیادی استفاده می‌کنند که مهمترین این روش‌ها استفاده از حسگر

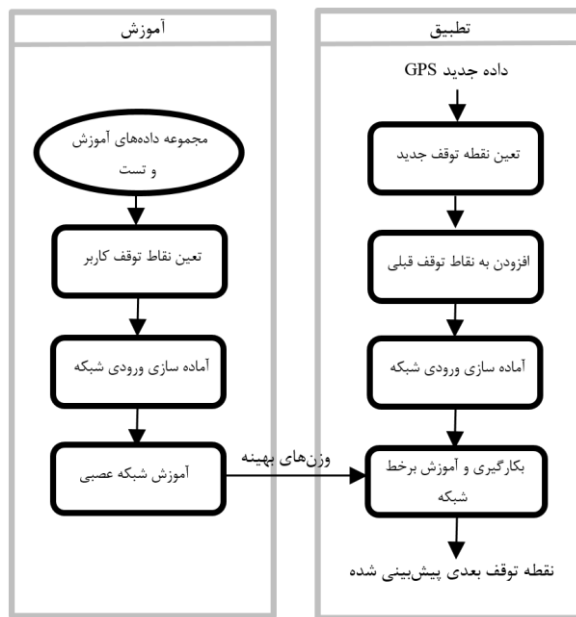
۱- مقدمه

امروزه تکنولوژی‌های الکترونیکی و تلفن‌های همراه پیشرفت فراوانی داشته‌اند و به جزیی از زندگی افراد تبدیل شده‌اند. هر فرد در هر مکان و زمانی گوشی تلفن همراه خود را به همراه دارد و از آن استفاده می‌کند. همچنین گوشی‌های تلفن همراه هوشمند جدید دارای سنسورهای مختلفی هستند که می‌توانند محیط اطراف خود و کاربر را حس کرده و با توجه به شرایط محیط و کاربر

برای یک محیط محدود و تعداد نقاط کم می‌باشند. با این حال بهترین دقت کارهای انجام شده در مقالات بررسی شده ۳۴ درصد می‌باشد [۱۰] و این به دلیل عمومی بودن روش‌ها و عدم وجود قابلیت انطباق با محیط و کاربر است که در روش پیشنهادی سعی شده است این مشکلات حل شود.

۳- روش پیشنهادی برای پیش‌بینی موقعیت

یکی از نیازهای اساسی ما در پیش‌بینی مکان آتی کاربر محدود نبودن پیش‌بینی به یک محدوده خاص است. برنامه یادآور مکانی پیشنهادی باید به گونه‌ای باشد که هر فرد مستقل از مکانی که در آن قرار دارد، در هر کجای کره زمین بتواند از آن استفاده کند. پس روش پیشنهادی برای پیش‌بینی مکان آتی فرد باید بتواند مستقل از مکان فرد موقعیت آتی آن را پیش‌بینی کند. این بدان معنی است که برای پیش‌بینی محدود به یک منطقه خاص نبوده و می‌توان در هر کجای کره زمین کار کند و پیش‌بینی فقط وابسته به مکان‌های قبلی فرد می‌باشد. همچنین برای بهبود کارایی پیش‌بینی باید مدل یادگیری بتواند به مرور زمان با توجه به کاربر استفاده کننده پیش‌بینی خود را بهبود بدهد، یعنی در حین استفاده توسط کاربر، آموزش مدل را نیز داشته باشیم و مدل یادگیری مسیرهای جدید کاربر را یاد بگیرد به این نوع یادگیری در مبحث یادگیری ماشین، یادگیری برخط^۱ گفته می‌شود. شکل ۱ مراحل مختلف روش پیشنهادی را نشان می‌دهد.



شکل (۱): مراحل روش پیشنهادی

۳-۱- تعیین نقاط توقف

بدلیل وجود نویز، عدم قطعیت داده‌های ثبت شده و فراوانی داده‌ها استفاده از داده‌های خام GPS در مدل پیش‌بینی باعث افزایش پیچیدگی مدل و کاهش دقت می‌شود. همچنین نقاط ثبت شده توسط GPS نقاط با معنایی برای حرکت کاربر نیستند و برای پیش‌بینی و یادگیری مدل مناسب نیستند. به همین منظور قبل از استفاده داده‌ها در مدل، باید پیش‌پردازش‌هایی روی

GPS است. مطالعات انجام شده بیانگر این است که حرکت افراد بر اساس الگوهای خاص زمانی و مکانی می‌باشد که با داشتن مکان‌های قبلی یک فرد، می‌توان مکان آتی آن را پیش‌بینی کرد [۷۸].
 به طور خلاصه ما در این مقاله اهداف زیر را دنبال می‌کنیم:

۱. ارائه یک مدل شبکه عصبی پرسپترون^۱ چندلایه برای پیش‌بینی مکان آتی کاربران گوشی‌های تلفن همراه با استفاده از داده‌های GPS و ارائه راهکاری برای تعیین نقاط توقف کاربر برای استفاده در شبکه عصبی.
۲. ارائه روشی برای بهبود نتایج پیش‌بینی و انطباق مدل پیش‌بینی برای کاربر و آموزش مدل یادگیری به صورت برخط.
۳. توسعه یک برنامه کاربردی برای سیستم عامل اندروید که با استفاده از سنسور GPS و شبکه اینترنت موقعیت فرد را بدست آورده و فرد می‌تواند هشدارهایی را برای مکان‌های مختلف تنظیم کند.
۴. استفاده از مدل یادگیری توسعه داده شده در یک برنامه کاربردی گوشی تلفن همراه.

در ادامه مقاله ابتدا به بررسی کارهای پیشین و ارائه مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه برای پیش‌بینی موقعیت پرداخته و نتایج به دست آمده از پیاده‌سازی ارائه می‌شود، سپس معماری برنامه هشدار مکانی توسعه داده شده و اجزای مختلف آن شرح داده و در نهایت به نتیجه‌گیری و کارهای آتی پرداخته می‌شود.

۲- کارهای پیشین

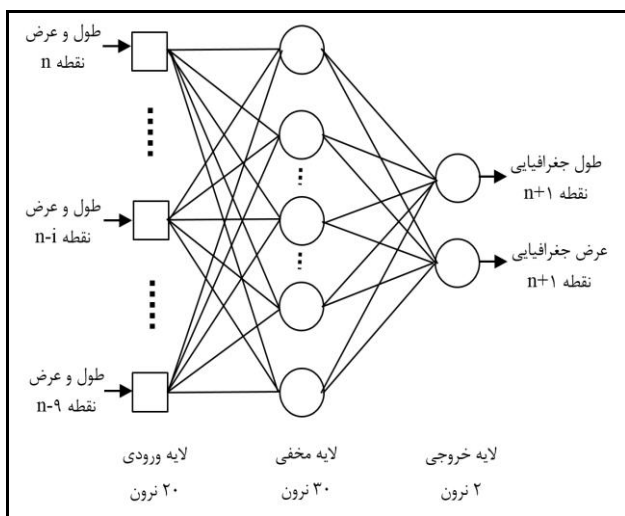
یکی از اولین برنامه‌های ارائه شده برای گوشی‌های تلفن همراه برنامه‌های یادآور و یا هشدار بوده‌اند که به طور کلی برنامه‌های هشدار که تاکنون ارائه شده‌اند براساس زمان تنظیم می‌شوند و با یادآوری زمان‌های خاصی که توسط کاربر از قبل تنظیم شده است، در برنامه‌ریزی زمانی به کاربر کمک می‌کنند. اما در بسیاری از مواقع پیش می‌آید که باید کاری را در یک مکان خاصی انجام دهیم اما فراموش می‌کنیم و نیاز داریم کسی در آن مکان به ما یادآوری کند و یا در سفر، می‌خواهیم زمانی که به یک مکان خاص رسیدیم از آن مطلع شویم، مثلاً زمانی که به ایستگاه مورد نظرمان رسیدیم به ما هشدار داده شود و ما نگران رد شدن از مقصد خود نباشیم. این امر نیازمند این است که برنامه هشدار بتواند از موقعیت فرد آگاهی داشته باشد. همچنین اگر این برنامه بتواند موقعیت آتی فرد را قبل از رسیدن پیش‌بینی کند، می‌تواند کارایی بهتری داشته باشد [۴،۵،۶].

تاکنون روش‌های زیادی برای پیش‌بینی موقعیت بعدی فرد با استفاده از داده‌های GPS ارائه شده است [۱۰،۱۱،۱۲،۱۳]. این روش‌ها نقاط توقف و مکان‌های معنادار شهری را از روی داده‌های خام ثبت شده استخراج کرده و سپس با استفاده از الگوریتم‌های داده کاوی و یادگیری ماشین الگوی حرکتی فرد را استخراج می‌کنند. در نهایت با استفاده از مدل استخراج شده مکان آتی فرد را پیش‌بینی می‌کند.

در تمام روش‌هایی که تاکنون ارائه شده است، محدوده‌ای که کاربر در آن قرار دارد مشخص بوده و داده‌های جمع آوری شده و مکان پیش‌بینی شده محدود به یک مکان خاص مثلاً شهر خاص یا محدوده خاص بوده است. همچنین در این روش‌ها قابلیت یادگیری برخط برای بهبود پیش‌بینی وجود ندارد و اکثراً

۳-۳- مدل شبکه عصبی

در این مرحله با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و مجموعه داده شرح داده شده در بخش ۴-۱ شبکه آموزش داده می‌شود. در این شبکه سه لایه نرون (لایه نرون‌های ورودی، مخفی و خروجی) در نظر گرفته شده است و مقادیر اولیه وزن‌ها با استفاده از روش نوگن-ویدرو که باعث همگرایی زودتر و دقت بالاتر می‌شود، داده شده است و پارامترهای مختلف مدل (نرخ یادگیری، ضریب ممان و ...) با تکرار آزمایش با مقادیر مختلف به دست آمده است [۱۹]. تعداد نرون‌های لایه میانی در نهایت ۳۰ عدد در نظر گرفته شده که این مقدار نیز بعد از انجام آزمایش روی مقادیر مختلف بدست آمده است. ساختار شبکه در شکل ۳ دیده می‌شود، در آن طول و عرض جغرافیایی نقاط توقف بدست آمده در مرحله قبل به عنوان ورودی بوده و خروجی شبکه طول و عرض جغرافیایی نقطه توقف بعدی می‌باشد.



شکل (۳): ساختار شبکه عصبی مورد استفاده

۴- نتایج

در این بخش به تشریح داده‌های استفاده شده، بیان مسائل مرتبط با پیاده‌سازی، آموزش و ارزیابی روش پیشنهادی می‌پردازیم.

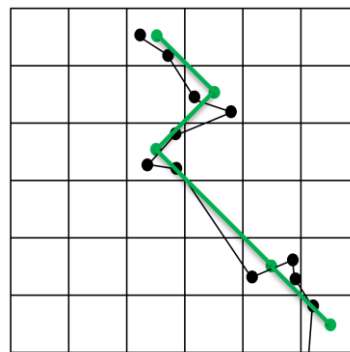
۴-۱- مجموعه داده

برای آموزش و تست مدل پیشنهادی از مجموعه داده GeoLife [۱۴] استفاده شده است که شامل اطلاعات GPS مربوط به ۱۸۱ کاربر در مدت چهار سال (۲۰۰۷-۲۰۱۱) است.

لازم به ذکر است که اطلاعات کاربران در این مدت به طور کامل به ثبت نرسیده است و اطلاعات هر کاربر محدود و پراکنده می‌باشد و به همین دلیل در این کار از اطلاعات ۱۸ کاربر که حجم اطلاعات بیشتری نسبت به بقیه داشته‌اند و همچنین داده‌های آنها پراکندگی کمتری داشته است، استفاده شده است.

داده‌های خام انجام شود تا نقاط توقف معنادار از آنها استخراج شود برای این کار مکانیزم‌های مختلفی ارائه شده است [۱۶، ۱۵، ۱۴، ۴].

در این مقاله به منظور تعیین نقاط توقف کاربر کل فضای داده‌های GPS (طول و عرض جغرافیایی کره زمین) را همانند شکل ۲ به مربع‌های تقریباً ۲۰۰ متر در ۲۰۰ متر شکسته (ضلع هر مربع برابر با ۰.۰۰۲ درجه می‌باشد که تقریباً برابر ۲۲۰ متر است) و هر داده با مرکز مربعی که در آن قرار دارد جایگزین شده است. با توجه به این خلاصه‌سازی در هر مربع ممکن است چندین نقطه قرار بگیرند که می‌توان با استفاده از تفاضل زمان ورود و خروج کاربر در هر مربع مدت زمان ماندن فرد در آن مربع محاسبه شود. با این کار علاوه بر این که داده‌های زیاد GPS به داده‌های با معنی کاهش می‌یابد، همچنین نویز داده‌ها که به علت خطای سیستم GPS است حذف خواهد شد.



شکل (۲): مثالی از تقسیم‌بندی صفحه مختصات به مربع‌هایی به ضلع ۲۰۰ متر به منظور تعیین نقاط توقف

همچنین در این مرحله برای این که نقاط توقف را از نقاطی که کاربر از آنها عبور کرده است و توقفی در آن نداشته جدا کنیم، فقط مربع‌هایی که مدت زمان ماندن کاربر در آن بیشتر از ۳۰ دقیقه باشد را نگه داشته و بقیه را حذف می‌کنیم. این نقاط می‌تواند نشان دهنده نقاط با معنی و توقف کاربر در طی حرکت باشد. در نهایت این دنباله از نقاط را که هر کدام شامل پنج مشخصه طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی، زمان ورود، زمان خروج، مدت ماندن است را به عنوان مسیر حرکت کاربر در نظر می‌گیریم.

در این مرحله به طور خلاصه نقاط بی معنی GPS را به نقاط معنی‌دار حرکت کاربر تبدیل کرده و می‌توانیم با استفاده از نقاط بدست آمده به پیش‌بینی نقطه بعدی بپردازیم.

۳-۲- تعیین دنباله نقاط و آماده سازی ورودی و

خروجی برای شبکه عصبی

پس از تعیین نقاط توقف هر کاربر و ذخیره آنها در فایل مربوطه در این مرحله این نقاط برای ورود به شبکه عصبی آماده می‌شود. با توجه به این که شبکه طراحی شده با توجه به ۱۰ نقطه توقف قبلی کاربر نقطه توقف بعدی آن را پیش‌بینی می‌کند، پس هر نمونه داده ورودی شبکه، ۱۰ نقطه توقف قبلی بوده و خروجی آن برای آموزش و تست نقطه توقف بعدی آن‌ها می‌باشد.

۴-۲- تنظیم متغیرهای شبکه

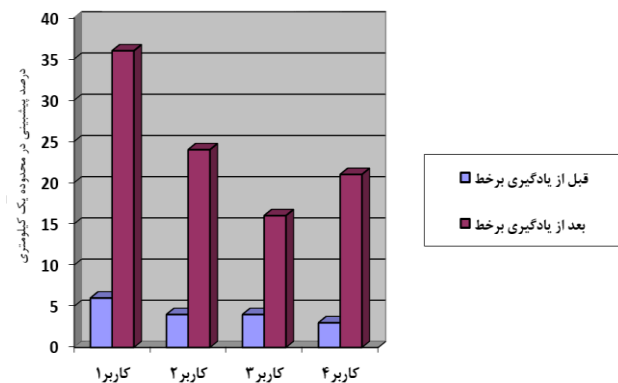
کاربرانی که داده آنها در مرحله آموزش نبوده است ۴ درصد بدست آمد. خلاصه نتایج در جدول (۲) آمده است.

جدول (۲): نتایج ارزیابی مدل شبکه عصبی توسعه داده شده برای داده‌های کاربران مختلف

میانگین مربعات خطا	درصد پیش‌بینی درست در محدوده		
	۱ کیلومتری	۳ کیلومتری	۵ کیلومتری
۱۰ ^{-۵}	۱۹/۳	۷۳/۸	۹۰/۹
۱۰ ^{-۳}	۴/۱	۴۵/۶	۷۹/۱

این نتایج کاملاً نشان می‌دهد که مسیر حرکت و پیش‌بینی مکان آتی فرد تا حد زیادی وابسته به خود فرد می‌باشد و نمی‌توان برای پیش‌بینی مسیر حرکت یک فرد از داده‌های افراد دیگر استفاده نمود. در نتیجه نیازمند روشی هستیم که بتواند مدل را با فرد استفاده کننده منطبق کند و به صورت مداوم در حال یادگیری مسیرهای فرد مورد نظر باشد. به همین منظور یادگیری برخط را به مدل اضافه می‌کنیم که پس از یادگیری اولیه با داده‌های کاربران مختلف بتواند با داده برخط کاربر مورد نظر نیز آموزش ببیند.

برای ارزیابی اثر آموزش برخط شبکه را با مقدار اولیه وزن‌های مرحله قبل برای داده‌های کاربری که در آموزش مرحله قبل نبوده است آموزش داده شد. پس از آموزش در ۱۰۰۰ دور، تست برای داده‌های آن کاربر انجام گرفت که بهبود قابل توجهی در نتیجه دیده شد که در شکل ۴ نتیجه برای ۴ کاربر باقی مانده آورده شده است.



شکل (۴): نتایج یادگیری برخط بعد از آموزش اولیه با داده کاربران جدید

در نهایت برای استفاده از این پیش‌بینی، وزن‌های بدست آمده از مرحله آموزش در برنامه یادآور مکانی توسعه داده ذخیره می‌شود و برنامه از این وزن‌ها و برای پیش‌بینی موقعیت بعدی استفاده می‌کند و همچنین برای بهبود پیش‌بینی برنامه به مرور وزن‌های شبکه را با توجه به داده‌های کاربر بروز می‌کند. برای این کار با گرفتن هر نمونه داده جدید، شبکه را با ۱۰۰ نمونه داده اخیر آموزش می‌دهد و وزن‌های جدید را ذخیره می‌کند. با این کار هر نمونه داده جدید ۱۰۰ بار در آموزش شبکه شرکت داده می‌شود که این کار باعث می‌شود به مرور زمان شبکه توسعه داده شده خود را با رفتار کاربر منطبق کند و نتیجه پیش‌بینی به مقدار واقعی آن نزدیک‌تر شود.

همچنین به دلیل اینکه این مدل در گوشی‌های تلفن با محدودیت‌های پردازشی و انرژی، استفاده می‌شود، مقدار مصرف باتری و پردازنده نیز مورد

به منظور به دست آوردن بهترین تعداد نرون‌های لایه مخفی آموزش با تعداد نرون‌های مخفی ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ انجام شد که کمترین میانگین خطا مربوط به ۳۰ نرون در لایه مخفی بدست آمد. مقدار خطا برای تعداد نرون‌های مختلف در جدول ۱ آمده است. برای تعداد نرون‌های کمتر از ۲۰ و بیشتر از ۳۵ دقت شبکه بشدت افت می‌کند. همچنین بهترین مقدار نرخ یادگیری در آزمایش‌های مختلف ۰٫۹ بدست آمد که با هر ۲۰۰ دور آموزش ۰/۱ از آن کم می‌شود و مقدار کمینه آن ۰/۱ در نظر گرفته شده است.

جدول (۱): مقدار خطا برای مقادیر مختلف تعداد نرون لایه مخفی

تعداد نرون لایه مخفی	مقدار خطای پیش‌بینی
۲۰	۱۰ ^{-۳}
۲۵	۱۰ ^{-۴}
۳۰	۱۰ ^{-۵}
۳۵	۱۰ ^{-۳}

۴-۳- معیارهای ارزیابی

اولین معیار برای ارزیابی مدل ارائه شده "میانگین مربعات خطا" است، این معیار از طریق محاسبه میانگین مربع اختلاف نقطه هدف و خروجی به دست آمده توسط شبکه، بدست می‌آید.

معیار دیگری که برای تست شبکه در نظر گرفته شده است به این صورت است که چند درصد از پیش‌بینی‌های انجام شده در محدوده یک کیلومتری، سه کیلومتری و پنج کیلومتری نقطه هدف می‌باشد. به دلیل این که نقاط خروجی شبکه به صورت طول و عرض جغرافیایی است، این معیار بهتر از میانگین مربعات خطا می‌تواند دقت شبکه را نشان دهد.

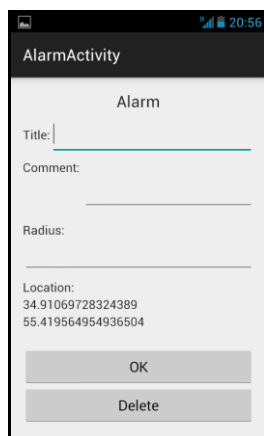
۴-۴- ارزیابی

همانگونه که در بخش مجموعه داده گفته شد آموزش و تست با انتخاب ۱۸ کاربر که داده‌های بیشتری نسبت به بقیه داشته‌اند انجام شده است. ۴ کاربر را برای تست روش آموزش برخط کنار گذاشته و ۱۴ کاربر باقی‌مانده برای آموزش اولیه در نظر گرفته شده است. هر دور آموزش با ۸۰٪ داده‌های ۱۴ کاربر انجام می‌گیرد و ۱۰ درصد بقیه داده‌ها برای مجموعه تایید در نظر گرفته شده است که شرط توقف افزایش خطا بر روی داده‌های تایید در ۵ دور متوالی و یا رسیدن به حداکثر ۵۰۰۰ دور در نظر گرفته شده است.

پس از آموزش شبکه در تست شبکه معیار میانگین مربعات خطا برای ۱۰ در صد باقی‌مانده داده‌های کاربرانی که شبکه با داده‌های آنها آموزش دیده است ۱۰^{-۵} است و این نشان دهنده این است که شبکه توانسته است الگوی حرکت افرادی که در آموزش بوده‌اند را یاد بگیرد. در تست داده‌های کاربرانی که در مرحله آموزش نبوده‌اند، شبکه نمی‌تواند پیش‌بینی خوبی داشته باشد و میانگین مربعات خطا برای این دسته از داده‌ها ۱۰^{-۳} می‌باشد. در معیار محدوده یک کیلومتری نیز شبکه برای کاربرانی که داده‌های آنها در مرحله آموزش بوده است و شبکه الگوی حرکتی آنها را یاد گرفته است، مقدار ۱۹٫۳ درصد و برای

۳-۵- سرویس موقعیت

این بخش به عنوان یک سرویس تعریف شده است که بتواند در پس‌زمینه گوشی فعال شده و موقعیت کاربر را در بازه‌های زمانی مشخص (هر ۱۰ دقیقه یکبار) بررسی کند و هر زمانی که کاربر در محدوده یکی از هشدارها قرار گرفت کاربر را آگاه کند. این سرویس زمانی که کاربر از برنامه خارج شده است نیز در حال اجرا می‌باشد و علاوه بر بررسی هشدارها، موقعیت کاربر را در پایگاه داده ذخیره می‌کند تا برنامه بتواند از آن‌ها برای پیش‌بینی مسیر آینده کاربر استفاده کند. همچنین پیاده‌سازی شبکه عصبی و پیش‌بینی موقعیت بعدی کاربر در این ماژول انجام می‌شود.



(ب)



(آ)

شکل (۶): (آ) صفحه اصلی برنامه یادآور مکانی، (ب) صفحه اضافه کردن هشدار جدید

۴-۵- پایگاه داده موقعیت

در این بخش جدول‌های موجود در پایگاه داده برنامه تعریف شده است. این برنامه دارای یک جدول هشدار است. در جدول هشدار، هشدارهای تعیین شده توسط کاربر ذخیره می‌شود که دارای ۵ ستون: عنوان، شرح، شعاع، طول جغرافیایی و عرض جغرافیایی می‌باشد.

۵-۵- عملیات پایگاه داده

در این بخش عملیات‌های مختلفی که بر روی پایگاه داده انجام می‌شود پیاده‌سازی می‌شوند. عملیات‌ها می‌تواند ایجاد جدول، بروزرسانی، اضافه کردن رکورد جدید، جست‌وجو رکورد و انواع پرس‌وجو باشد. برای هر کدام از عملیات‌ها در این کلاس یک تابع تعریف می‌شود و بخش‌های دیگر با فراخوانی این توابع می‌توانند به پایگاه داده دسترسی داشته باشند.

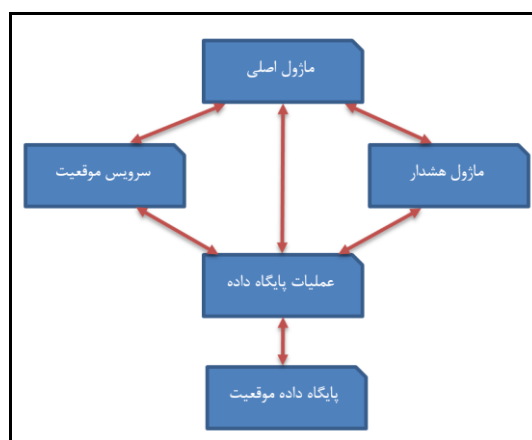
۶- نتیجه گیری

تاکنون برنامه‌های زیادی برای یادآوری و هشدار موقعیت ارائه شده است که با استفاده از سنسورهای موقعیت گوشی موقعیت فرد را تشخیص داده و هشدارهایی را به کاربر یادآوری می‌کنند اما برنامه هشدار مکانی پیشنهادی در این مقاله با استفاده از یادگیری ماشین و شبکه عصبی موقعیت آتی کاربر را پیش‌بینی کرده و قبل از رسیدن به موقعیت تعیین شده می‌تواند کاربر را آگاه سازد. همچنین روش ارائه شده برای پیش‌بینی موقعیت بر خلاف روش‌های

بررسی قرار گرفت که طبق نتایج مشاهده شده مصرف منابع آن با برنامه‌های شبکه‌های اجتماعی مانند وایبر و تلگرام یکسان می‌باشد.

۵- طراحی برنامه یادآور مکانی

برای پیاده‌سازی برنامه یادآور مکانی از زبان برنامه نویسی جاوا و برنامه Eclipse استفاده شده است و با API نسخه ۲۱ که اندروید ۴,۴,۲ را پشتیبانی می‌کنند توسعه داده شده است. این برنامه قابل اجرا در اندروید ۳ تا ۴,۴,۲ است. همانطور که در شکل ۵ دیده می‌شود در این برنامه از پنج ماژول مختلف استفاده شده است که در ادامه هر کدام از ماژول‌ها شرح داده می‌شود. برای ذخیره‌سازی داده‌ها از پایگاه داده سیستم عامل اندروید (SQLite) استفاده [۱۷] و همچنین از کتابخانه نقشه گوگل برای نمایش نقشه استفاده شده است. [۱۸]



شکل (۵): معماری برنامه یادآور مکانی و زیرسیستم‌های مختلف آن

۱-۵- ماژول اصلی

در این بخش صفحه اصلی برنامه که در شکل (آ) نشان داده شده است، طراحی شده است. در صفحه اصلی از نقشه ارائه شده توسط شرکت گوگل استفاده می‌شود و نقشه کره زمین به کاربر نمایش داده می‌شود و کاربر به راحتی می‌تواند بر روی نقشه حرکت کرده و بزرگنمایی و یا کوچکنمایی کند و نقاط مختلف را ببیند. همچنین بر روی این نقشه نقاطی که کاربر بر روی آنها هشدار را تنظیم کرده باشد نشان داده می‌شود و کاربر با نگاه داشتن انگشت خود بر روی یک نقطه از نقشه به بخش ماژول هشدار می‌رود و می‌تواند یک هشدار جدید تنظیم کند. این بخش به عنوان بخش اصلی برنامه بوده و اجرای برنامه از این بخش شروع می‌شود. زمانی که برنامه توسط کاربر اجرا می‌شود، ماژول سرویس موقعیت در این بخش راه اندازی می‌شود که در ادامه در مورد کارکرد آن توضیح داده شده است.

۲-۵- ماژول هشدار

در این بخش از برنامه یک صفحه که در شکل (ب) نشان داده شده است، برای تنظیم هشدار جدید به کاربر نمایش داده می‌شود. کاربر برای تنظیم هشدار جدید، مقادیر: عنوان هشدار، شرح هشدار، شعاع محدوده موقعیت را در فیلدهای تعیین شده مشخص می‌کند و با فشردن دکمه تایید (OK) هشدار مورد نظر فعال می‌شود.

- [12] W. Mathew, R. Raposo, and B. Martins, "Predicting future locations with hidden Markov models," in Proceedings of the ACM Conference on Ubiquitous Computing - UbiComp '12, pp. 911–918, 2012
- [13] C. Zhang, J. Han, L. Shou, J. Lu, and T. La Porta, "Splitter: Mining fine-grained sequential patterns in semantic trajectories," Proceedings of the VLDB Endowment, vol. 7, no. 9, pp. 769–780, 2014.
- [14] Y. Zheng, L. Zhang, X. Xie, and W. Ma, "Mining interesting locations and travel sequences from GPS trajectories," in Proceedings of the 18th international conference on World wide web - WWW, pp. 791–800, 2009.
- [15] Y. Zheng and X. Xie, "Learning Location Correlation from GPS Trajectories," in Eleventh International Conference on Mobile Data Management, pp. 27–32, 2010.
- [16] S. Gambs, M.-O. Killijian, and M. N. del Prado Cortez, "Next place prediction using mobility Markov chains," Proceedings of the First Workshop on Measurement, Privacy, and Mobility - MPM, pp. 1–6, 2012.
- [17] <http://developer.android.com/training/load-data-background/index.html> Access date December 2015
- [18] Google Maps Android API, <https://developers.google.com/maps/documentation/android/start>. Access date December 2015

[۱۹] هادی ویسی، کبری مفاخری و سعید باقری شورکی، "مبانی شبکه‌های عصبی، ساختار، الگوریتم‌ها، کاربردها"، انتشارات نص، چاپ سوم، تهران، ۱۳۹۲.

پانویس‌ها

Multi-Layer Perceptron(MLP) ^۱
 Online learning ^۲
 Mean Square Error(MSE) ^۳

دیگر محدود به منطقه خاصی نبوده و مستقل از مکان فرد می‌تواند موقعیت آتی فرد را پیش‌بینی کند. همانطور که در نتایج پیش‌بینی شبکه دیده می‌شود پیش‌بینی شبکه و الگوی حرکتی وابستگی زیادی به فرد دارد و برای پیش‌بینی خوب باید آموزش شبکه با داده‌های خود شخص صورت بگیرد. به همین منظور در مدل پیشنهادی این قابلیت وجود دارد که می‌توان به صورت دوره‌ای با داده‌های جدید مدل را آموزش دهد و کارایی خود را افزایش دهد. به عنوان کارهای آتی می‌توان زمان و جهت حرکت فرد را در مدل پیش‌بینی در نظر گرفت و یا از روش‌های دیگر یادگیری ماشین برای پیش‌بینی استفاده نمود که بتوان نتایج بهتری گرفت، برای این کار لازم است که روش جدیدی برای پیش‌بینی ارائه نمود که هم نتایج بهتری داشته باشد و هم مانند روش ارائه شده در گوشی‌های تلفن همراه قابل اجرا باشد..

مراجع

- [1] J. Alvarez-Lozano, J. A. García-Macías, and E. Chávez, "Learning and user adaptation in location forecasting," in Proceedings of the ACM conference on Pervasive and ubiquitous computing adjunct publication - UbiComp '13 Adjunct, pp. 461–470, 2013.
- [2] M. A. M. Bayir, M. Demirbas, and N. Eagle, "Discovering spatiotemporal mobility profiles of cellphone users," in In World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks & Workshops. IEEE International Symposium on, pp. 1–9, 2009.
- [3] I. E. Burbey, "Predicting Future Locations and Arrival Times of Individuals," Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, 2011.
- [4] T. M. T. Do and D. Gatica-Perez, "Where and what: Using smartphones to predict next locations and applications in daily life," Pervasive and Mobile Computing, vol. 12, pp. 79–91, 2013.
- [5] J. Gomes, C. Phua, and S. Krishnaswamy, "Where Will You Go? Mobile Data Mining for Next Place Prediction," in Data Warehousing and Knowledge Discovery, Springer Berlin Heidelberg, pp. 146–158, 2013.
- [6] S. Scellato, M. Musolesi, and C. Mascolo, "NextPlace: a spatio-temporal prediction framework for pervasive systems," Pervasive Computing., vol. 6696, pp. 152–169., 2011.
- [7] L. Chen, M. Lv, and G. Chen, "A system for destination and future route prediction based on trajectory mining," Pervasive and Mobile Computing, vol. 6, no. 6, pp. 657–676, 2010.
- [8] A. Monreale, F. Pinelli, R. Trasarti, and F. Giannotti, "WhereNext: a Location Predictor on Trajectory Pattern Mining," in Proceedings of the 15th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining - KDD '09, pp. 637–646, 2009.
- [9] M. Morzy, "Prediction of moving object location based on frequent trajectories," Computer and Information Sciences– ISICIS, vol. 4263, pp. 583–592, 2006.
- [10] P.-R. Lei, T.-J. Shen, W.-C. Peng, and I.-J. Su, "Exploring spatial-temporal trajectory model for location prediction," in IEEE 12th International Conference on Mobile Data Management, pp. 58–67, 2011.
- [11] J. Ying, W. Lee, T. Weng, and V. Tseng, "Semantic trajectory mining for location prediction," in Proceedings of the 19th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems, pp. 34–43, 2011