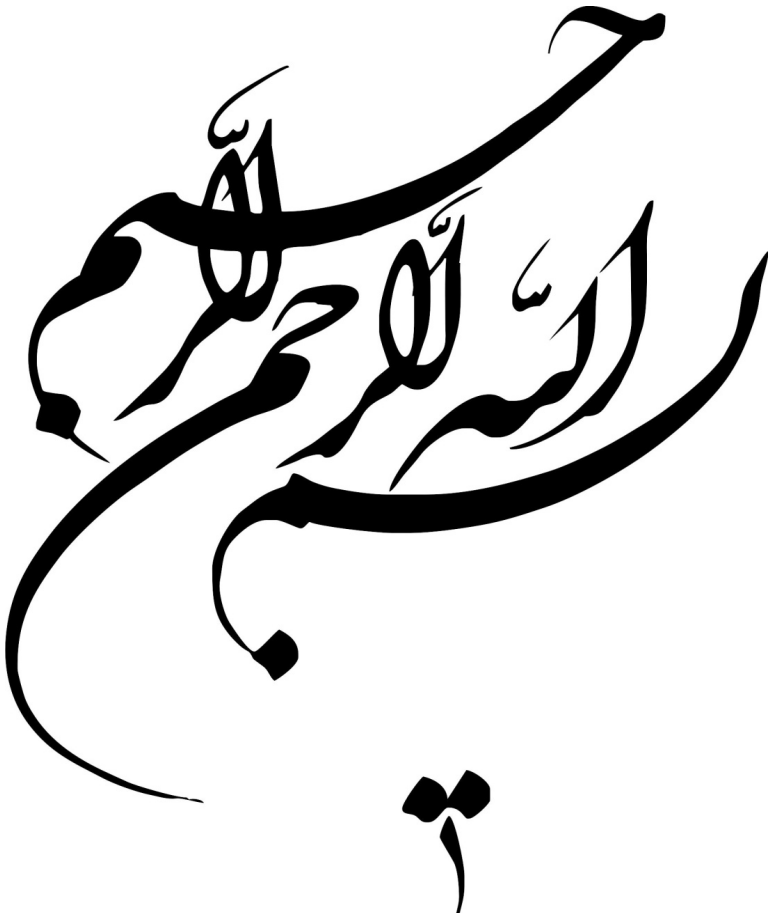

دانشگاه اصفهان
دانشکده فنی و مهندسی
گروه مهندسی کامپیوتر

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی کامپیوتر
گرایش هوش مصنوعی

حفظ حریم مکانی برای انجام پرس‌وجوهای نزدیک‌ترین همسایه‌ی گروهی در خدمات مکان‌مبنا

استاد راهنما:
دکتر بهروز ترک لادانی

پژوهشگر:
فهیمه بلورکش

مهر ماه ۱۳۹۱

دانشگاه اصفهان
دانشکده فنی و مهندسی
گروه مهندسی کامپیوتر

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی کامپیوتر گرایش هوش مصنوعی خانم فهیمه بلورکش تحت عنوان

حفظ حریم مکانی برای انجام پرس‌وجوهای نزدیک‌ترین همسایه‌ی گروهی در خدمات مکان‌مبنا

در تاریخ ۹۱/۷/۲۹ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه بسیار خوب به تصویب نهایی رسید.

۱- استاد راهنمای پایان‌نامه	دکتر بهروز ترک لادانی	با مرتبه‌ی علمی	دانشیار	امضا
۲- استاد داور داخل گروه	دکتر افسانه فاطمی	با مرتبه‌ی علمی	استادیار	امضا
۳- استاد داور خارج از گروه	دکترحمید ملا	با مرتبه‌ی علمی	استادیار	امضا

امضای مدیر گروه

سپاسگزاری

سپاس خدای را که انسان را به بهترین شکل آفرید و به راه شناخت خویش هدایت کرد. خدایی که به آدمی فرصت آموختن داد و در این فرصت به او آموخت آن‌چه را که نمی‌دانست؛ به آدمی فرصت بیان داد تا او را بخواند به اسماء الحسنی؛ و هر آن‌که او را خواند، پاسخش گفت بدان‌سان که او را کفایت کند.

سپاس او را که کفایتش، بندگان را غرق عنایت کرده و حمایتش در مهیب‌ترین گرداب‌ها، امن‌ترین ساحل‌هاست. سپاس و ستایش خدایی را که در سپاس و ستایش او ناتوانیم و او به مرحمت خویش وسع تنگ ما را در وسعت بی‌منتهایش لحاظ می‌کند.

به مصداق جمله‌ی

«من لم یشکر المخلوق، لم یشکر الخالق»

از راهنمایی‌های ارزشمند و بی‌دریغ استاد گرانقدر، **جناب آقای دکتر بهروز ترک لادانی** جهت انجام این پایان‌نامه و هم‌چنین از تلاش و زحمات بی‌وقفه‌ی ایشان در جهت پیشرفت و توسعه‌ی سطح علمی دانشگاه، کمال قدردانی را داشته و علو مدارج علمی ایشان را از خداوند منان مسئلت می‌نمایم.

تقدیم به

روح پاک پدرم که عالمانه به من آموخت تا چگونه در عرصه زندگی، ایستادگی را تجربه نمایم؛

و به مادرم، دریای بی کران فداکاری و عشق که وجودم برایش همه رنج بود و وجودش برایم همه مهر؛

و تقدیم به خواهران عزیزم، مهربان فرشتگانی که لذت و غرور دانستن، جسارت خواستن، عظمت رسیدن و تمام تجربه های یکتا و زیبای زندگیم، مدیون حضور سبز آنهاست.

چکیده

توسعه و افزایش روزافزون دستگاه‌های قابل‌حمل گوناگون، که دارای ابزارهای مکان‌یابی و قابلیت برقراری ارتباطات بی‌سیم هستند، موجب پیدایش و توسعه‌ی سیستم‌هایی برای ارائه‌ی خدمات مکان‌مبنا شده‌است. این سیستم‌ها با دریافت پرس‌وجوهای مکان‌مبنای کاربران، اطلاعات متناسب با مکانشان را در اختیار آن‌ها قرار می‌دهند. از آن‌جا که برای انجام این پرس‌وجوها، کاربران باید اطلاعات مکانی خود را در اختیار فراهم‌کنندگان خدمت قرار دهند، امکان ردیابی و نقض حریم خصوصی کاربران وجود دارد. بنابراین هدف تحقیقات فعلی در این زمینه، بهبود روش‌های حفظ حریم مکانی با وجود ارائه‌ی خدمات با کیفیت بالا، و هم‌چنین ارائه‌ی انواع جدید و مختلفی از خدمات کاربردی به کاربران می‌باشد. یکی از خدمات جدید در این زمینه، پرس‌وجوهای نزدیک‌ترین همسایه‌ی گروهی هستند که در آن‌ها اعضای یک گروه نزدیک‌ترین مکان به کل افراد گروه را درخواست می‌کنند. تاکنون راهکارهای مختلفی جهت حفظ حریم مکانی کاربران در پرس‌وجوهای فردی طراحی شده‌اند، اما در مورد پرس‌وجوهای گروهی تا به حال تحقیقات کمی صورت گرفته‌است. در این پایان‌نامه، دو روش برای انجام پرس‌وجوهای نزدیک‌ترین همسایه‌ی گروهی ارائه و بررسی شده‌است. در روش اول، یک شناسه‌ی منحصربه‌فرد برای پرس‌وجو انتخاب شده و سپس هر یک از اعضای گروه با استفاده از روش‌های مخفی‌سازی مکان که در پرس‌وجوهای فردی استفاده می‌شوند، ناحیه‌ی بی‌نشانی خود را به فراهم‌کننده‌ی خدمت اعلام می‌کند؛ فراهم‌کننده‌ی خدمت پس از دریافت تمام نواحی بی‌نشانی، پرس‌وجو را پردازش کرده و مجموعه‌ای از جواب‌های کاندیدا را به کاربران بازمی‌گرداند که شامل جواب حقیقی می‌باشد. در نهایت کاربران با استفاده از الگوریتم‌های شایعه‌ی مورداستفاده در تجمیع داده‌ها، جواب حقیقی را به‌دست می‌آورند، به طوری که هیچ یک نتوانند مکان حقیقی دیگری را حدس بزنند. در روش دوم که روشی تقریبی است، ابتدا کاربران با استفاده از الگوریتم‌های شایعه روی یک شاخص مکانی مشترک به توافق رسیده و یکی از اعضای گروه، این شاخص مکانی را به فراهم‌کننده‌ی خدمت ارسال می‌کند. پس از آن فراهم‌کننده‌ی خدمت جواب‌های تقریبی را به آن کاربر ارسال کرده و کاربر مذکور نیز این جواب‌ها را به سایر اعضای گروه ارسال می‌کند. کاربران می‌توانند برای محاسبه‌ی جواب‌های دقیق، مجموعه جواب بزرگ‌تری را از فراهم‌کننده‌ی خدمت درخواست کرده و سپس با استفاده از الگوریتم شایعه جواب حقیقی را پیدا کنند. نتایج حاصل از ارزیابی‌های انجام شده نشان می‌دهد که هر دو روش ارائه‌شده میزان حفاظت از حریم مکانی و زمان پاسخ به کاربران را نسبت به روش‌های پیشین بهبود می‌بخشند. در روش دوم هزینه‌ی پردازش پرس‌وجو در فراهم‌کننده‌ی خدمت نیز کاهش می‌یابد.

واژگان کلیدی: خدمات مکان‌مبنا، حریم مکانی، پرس‌وجوی نزدیک‌ترین همسایه‌ی گروهی، الگوریتم شایعه.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

عنوان **صفحه**

فصل چهارم

فصل پنجم

عنوان **صفحه**

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

عنوان **صفحه**

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

فصل اول

کلیات

۱-۱ مقدمه

با پیشرفت روزافزون تکنولوژی‌های بی‌سیم، دستگاه‌های شخصی سیار و قابل‌حمل[1] مختلف (مانند تلفن‌همراه، PDA و...) توانایی دسترسی گسترده به اینترنت را در زمان‌ها و مکان‌های مختلف فراهم نموده‌اند. علاوه بر آن، امروزه سیستم‌های مکان‌یابی جهانی[2] یک جزء اساسی و رایج در دستگاه‌های قابل‌حمل دستی به شمار می‌روند. در نتیجه در حوزه‌ی محاسبات فراگیر[3] سیستم‌های جدیدی به نام خدمات مکان‌مبنا[4](LBS) طراحی شده‌اند که این امکان را برای کاربران فراهم می‌کنند که پرس‌وجوهای مبتنی بر مکان خود را از هر جایی به یک فراهم‌کننده‌ی خدمت مکان‌مبنا ارسال کرده و جواب آن را دریافت کنند. این پرس‌وجوها می‌توانند درباره‌ی یک مکان موردعلاقه[5] یا اطلاعاتی مانند میزان ترافیک یا آلودگی هوا باشد؛ به عنوان مثال، یک

[1] Mobile and Portable Devices
[2] Global Positioning System(GPS)
[3] Pervasive Computing
[4] Location Based Service(LBS)
[5] Points Of Interest(POI)

پرس‌وجو می‌تواند این باشد که «نزدیک‌ترین عابربانک (ATM) به من کجا می‌باشد؟» و یا «کدام پمپ‌بنزین‌ها فاصله‌ی کمتر از یک کیلومتر به من را دارند و کدام‌یک در مسیر من قرار دارد؟»

برای استفاده از خدمات مکان‌مبنا و انجام چنین پرس‌وجوهایی کاربران باید اطلاعات مربوط به مکان خود را برای فراهم‌کنندگان خدمت فاش سازند. درنتیجه، این امکان وجود دارد که این سیستم‌ها حریم خصوصی[1] افراد را به خطر بیندازند؛ به این صورت که فراهم‌کننده‌ی خدمت یا یک فرد مهاجم می‌تواند با دنبال کردن پرس‌وجوهای کاربر او را شناسایی کند. اگر حفاظت لازم صورت نگیرد، یک مهاجم می‌تواند اطلاعات مربوط به مکان یا مسیرهای شخص را با اطلاعات قبلی خود ترکیب کرده و با انجام استنتاج‌هایی روی آن‌ها به دیگر اطلاعات خصوصی او نیز دسترسی پیدا کند [۱]. به عنوان مثال، با بررسی مسیرهای روزانه‌ی فرد و مکان‌هایی که روزانه به آن‌ها رفت‌وآمد دارد، می‌توان علاقه‌ها، عقاید و سبک زندگی او را تا حد زیادی تشخیص داد. بنابراین در توسعه‌ی خدمات مکان‌مبنا، یک نکته‌ی اساسی که باید در نظر گرفته‌شود، حفظ حریم مکانی[2] کاربران است که تأثیر زیادی روی موفقیت و محبوبیت آن خدمت دارد.

به طور کلی اهداف و کاربردهای خدمات مکان‌مبنا را می‌توان مشتمل بر موارد زیر دانست:

- ارائه‌ی روش‌های جدید برای ارتباط بهتر و راحت‌تر کاربران،
- اطلاع‌رسانی بهتر و آگاهی سریعتر کاربران از اطلاعات، اخبار و امکانات جدید،
- ایجاد سیستم‌های سرگرمی،
- کاربردهای تجاری و آگهی‌های بازرگانی،
- توانایی بهتر در دنبال‌کردن مواردی مانند پیگیری افراد و وسائل گم‌شده،
- کاربردهای نظامی.

کاربران مختلف با توجه به نوع خدمت مکان‌مبنایی که استفاده می‌کنند، نیازمندی‌های امنیتی متفاوتی دارند. تاکنون راه‌های مختلفی برای حفظ حریم مکانی کاربران، در انجام پرس‌وجوهای فردی پیشنهاد داده شده‌اند، اما درمورد حریم مکانی کاربرانی که با هم مرتبط هستند و پرس‌وجوهای گروهی، تا به حال تحقیقات کمی صورت گرفته‌است. یک نمونه از این پرس‌وجوها می‌تواند به این صورت باشد: «رستورانی که به یک گروه از دوستان نزدیک‌تر می‌باشد، کدام است؟» در این پرس‌وجو باید مکانی انتخاب شود که حاصل‌جمع فاصله‌اش به تمام

[1] Privacy
[2] Location Privacy

کاربران پرس‌وجوکننده کمترین مقدار را داشته‌باشد. این نمونه از پرس‌وجوها استفاده‌ی زیادی در زندگی و فعالیت‌های اجتماعی کاربران دارند.

هدف این پایان‌نامه، بررسی چگونگی انجام پرس‌وجوهای گروهی مکان‌مبنا است به طوری که حریم مکانی اعضای گروه به خطر نیفتد. در این فصل، به شرح مسئله‌ای که در این پایان‌نامه مطرح شده‌است پرداخته و اهمیت و کاربردهای آن را بیان می‌کنیم. برای این منظور مسئله‌ی موردبحث را از جوانب مختلف بررسی کرده و پس از مرور روش انجام تحقیق، نتایج حاصله را شرح می‌دهیم. در نهایت ساختار کلی پایان‌نامه معرفی می‌شود.

۱-۲ شرح مسئله و روش انجام پژوهش

خدمات مکان‌مبنا در صورتی پیشرفت خواهند کرد که نیازمندی‌های امنیتی و کارایی دلخواه کاربران را برآورده سازند؛ از این رو، تحقیقات فعلی در زمینه‌ی خدمات مکان‌مبنا، سعی در بهبود روش‌های حفظ حریم خصوصی کاربران و بالا بردن کیفیت خدمات دارند و نیز در صدد ارائه‌ی خدمات جدید و مطابق با نیاز روز می‌باشند.

یکی از اصلی‌ترین جنبه‌های زندگی انسان‌ها، ارتباطات اجتماعی بین آن‌ها است که منجر به تصمیم‌گیری‌های جمعی و فعالیت‌های اجتماعی می‌شود. بنابراین پشتیبانی از درخواست‌های گروهی و تسهیل ارتباط بین افراد مختلف، می‌تواند به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل پیشرفت خدمات مکان‌مبنا در نظر گرفته‌شود. از طرفی با پیدایش شبکه‌های اجتماعی، ارتباطات مجازی گروهی نیز افزایش پیدا کرده‌است و بسیاری از افراد تعاملات روزانه و بخشی از فعالیت‌های اجتماعی خود را به صورت مجازی انجام می‌دهند. از این رو، با پیشرفت خدمات مکان‌مبنا نیز سیستم‌هایی ایجاد شده‌اند که خدمات بلادرنگ جدیدی را به کاربران ارائه می‌دهند، بدین ترتیب که گروهی از کاربران را قادر می‌سازند که یک پرس‌وجوی مبتنی بر مکان مشترک را با هم انجام دهند؛ به عنوان مثال، ممکن است گروهی از کاربران مایل به یافتن نزدیک‌ترین مکان مناسب برای ملاقات باشند، یعنی مکانی که مجموع فواصل پیموده‌شده توسط آن‌ها را کمینه می‌کند و یا مکانی که زمان رسیدن تمام اعضای گروه به آن مکان کمینه است. هم‌چنین ممکن است اعضای گروه بخواهند فردی را در گروه انتخاب کنند که کمترین فاصله به یک مکان موردعلاقه (مانند فروشگاه، رستوران، مرکز اینترنت و ...) را دارد. چنین پرس‌وجوهایی در زندگی روزانه‌ی افراد و فعالیت‌های روزانه‌ی سازمان‌ها و هم‌چنین در زمینه‌های اورژانسی و خدمات نظامی و ... کاربرد دارند.

در این پایان‌نامه فرض بر این است که گروهی از کاربران، می‌خواهند با استفاده از دستگاه‌های بی‌سیم مجهز

به مکان‌یاب جهانی، نزدیک‌ترین نقاط موردعلاقه به خود را بیابند به طوری که حریم خصوصی آن‌ها به خطر نیفتد. این کاربران می‌توانند با استفاده از دستگاه‌های خود با انواع خدمات موجود در اینترنت ارتباط برقرار کرده و هم‌چنین می‌توانند با سایر کاربران موجود در شبکه (سلولی یا اینترنت) ارتباط نظیربه‌نظیر برقرار سازند.

برای حفظ حریم خصوصی کاربران در پرس‌وجوهای گروهی باید مکان اعضای گروه از یکدیگر و از فراهم‌کننده‌ی خدمت و از سایر افراد مهاجم موجود در شبکه مخفی بماند. در این پایان‌نامه برای انجام پرس‌وجوهای گروهی سه مرحله‌ی کلی در نظر گرفته شده‌است که این مراحل باید به صورتی انجام شوند که مکان هیچ یک از اعضا برای هیچ موجودیتی فاش نگردد. مراحل مذکور عبارتند از:

۱) ارسال پرس‌وجوی درخواستی به فراهم‌کننده‌ی خدمت

۲) پردازش پرس‌وجو در فراهم‌کننده‌ی خدمت و ارسال مجموعه‌ی جواب‌های کاندیدا به کاربران

۳) تشخیص نزدیک‌ترین همسایه‌ی حقیقی از بین مجموعه جواب کاندیدا.

در این پایان‌نامه، برای انجام این مراحل دو روش کلی ارائه شده‌است. در روش اول مکان هر یک از اعضای گروه (با توجه به نیازمندی‌های امنیتی آن‌ها) در یک ناحیه‌ی مستطیل شکل مخفی شده و این ناحیه‌ها برای فراهم‌کننده‌ی خدمت ارسال می‌شود. فراهم‌کننده‌ی خدمت نمی‌تواند با استفاده از این نواحی، نزدیک‌ترین همسایه‌ی دقیق را به کاربران اعلام کند، بنابراین نزدیک‌ترین نقاط موردعلاقه به این نواحی را به عنوان مجموعه جواب کاندیدا به اعضای گروه بازمی‌گرداند. پس از آن اعضای گروه باید جواب دقیق را از مجموعه جواب کاندیدا استخراج کنند به طوری که مکان هیچ یک از آن‌ها برای دیگران فاش نگردد. این مرحله با استفاده از سازوکاری به نام فیلتر خصوصی انجام می‌شود. در این پایان‌نامه سه فیلتر خصوصی ارائه می‌شود که برای محاسبه‌ی نزدیک‌ترین همسایه‌های حقیقی از روش‌های تجمیع داده‌ی موجود در شبکه‌های نظیربه‌نظیر استفاده می‌کنند. در این روش، جواب‌های دقیق در اختیار کاربران قرار می‌گیرد، اما هزینه‌ی ارتباطی کاربران و هزینه‌ی محاسباتی و ارتباطی فراهم‌کننده‌ی خدمت نسبت به روش دوم بیشتر است.

در روش دوم تنها یک شاخص مکانی از اعضای گروه به فراهم‌کننده‌ی خدمت ارسال می‌گردد. این شاخص مکانی، یا به صورت مرکز ثقل هندسی کاربران و یا به صورت یک ناحیه‌ی مستطیل شکلی حاوی این مرکز ثقل است که با استفاده از روش‌های تجمیع داده در شبکه‌های نظیربه‌نظیر محاسبه می‌گردند. فراهم‌کننده‌ی خدمت با توجه به این شاخص مکانی، پرس‌وجوی درخواستی را پردازش کرده و نزدیک‌ترین نقاط موردعلاقه به این شاخص مکانی را به کاربران بازمی‌گرداند. این روش در تمام حالت‌ها جواب دقیق را به کاربران بازنمی‌گرداند اما

نسبت به روش اول سربار ارتباطی بسیار کمتری برای کاربران دارد، هم‌چنین سربار ارتباطی و محاسباتی در فراهم‌کننده‌ی خدمت نیز کمتر از روش اول است و بدین ترتیب زمان دست یافتن کاربران به پاسخ نیز بسیار کمتر از روش اول می‌باشد. در صورتی که کاربران نیاز به دریافت جواب‌های دقیق داشته‌باشند، می‌توانند مجموعه جواب بزرگتری را از فراهم‌کننده‌ی خدمت درخواست کنند و سپس در مرحله‌ی بعد با استفاده از فیلترهای خصوصی نزدیک‌ترین همسایه‌های حقیقی را پیدا کنند.

برای ارزیابی دو روش ارائه‌شده، الگوریتم‌های پیشنهادی با استفاده از زبان جاوا پیاده‌سازی شده و عملکرد کاربران و فراهم‌کننده‌ی خدمت شبیه‌سازی می‌شود. با استفاده از نتایج حاصله، الگوریتم‌های پیشنهادی از لحاظ کارایی و هزینه‌های واردشده به کاربران با یکدیگر مقایسه می‌گردند.

۱-۳ ساختار پایان‌نامه

این پایان‌نامه از شش فصل تشکیل شده‌است. در فصل اول به بیان کلیات و شرح مسئله‌ی پژوهشی پرداخته شد و روش انجام تحقیق به طور خلاصه بیان گردید. سازماندهی ادامه‌ی پایان‌نامه به شرح زیر می‌باشد:

در فصل دوم، مفاهیم و تعاریف اولیه‌ای که برای آشنایی با موضوع این تحقیق لازم است، شرح داده می‌شوند. مفاهیم مربوط به حفظ حریم مکانی در خدمات مکان‌مبنا و روش‌های تجمیع داده‌ی مبتنی بر شایعه از جمله مفاهیم مورد بررسی هستند.

در فصل سوم، کارهای انجام‌شده در حوزه‌های مرتبط با موضوع این پایان‌نامه معرفی شده و نقاط قوت و ضعف آن‌ها بررسی می‌گردد.

در فصل چهارم جزئیات راهکارهای پیشنهادی جهت انجام پرس‌وجوهای نزدیک‌ترین همسایه‌ی گروهی شرح داده می‌شود؛ بدین ترتیب که ابتدا مسئله‌ی مورد پژوهش به طور دقیق تعریف شده و سپس دو روش کلی برای انجام پرس‌وجوهای نزدیک‌ترین همسایه‌ی گروهی معرفی می‌شوند.

در فصل پنجم، نحوه‌ی شبیه‌سازی کاربران و فراهم‌کنندگان خدمت مکان‌مبنا بیان شده و کارایی راهکارهای پیشنهادی معرفی‌شده در فصل چهارم مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و با روش‌های قبلی مقایسه می‌شود.

در فصل ششم، ابتدا یک نتیجه‌گیری کلی از پروژه و نتایج به دست آمده انجام شده و در نهایت پیشنهادهایی برای ادامه‌ی کار در این زمینه به عنوان کارهای آینده مطرح می‌گردد.

فصل دوم

مروری بر مفاهیم پایه

۲-۱ مقدمه

در این فصل برای روشن‌شدن موضوع تحقیق و درک بهتر روش پیشنهادی، تشریحی از مفاهیم پایه‌ی موردنیاز، ارائه می‌گردد.

در ابتدا مفاهیم و اصطلاحات موجود در حوزه‌ی محاسبات فراگیر، خصوصاً مفاهیم مربوط به حفظ حریم مکانی در خدمات مکان‌مبنا بیان شده و پس از بررسی چالش‌های موجود در این زمینه، ساختارهای پیشنهادی جهت رفع این چالش‌ها را معرفی و طبقه‌بندی می‌کنیم. پس از آن، روش‌های ذخیره و بازیابی و نیز روش‌های پردازش اطلاعات مکانی در خدمات مکان‌مبنا، به طور خلاصه مرور می‌شوند.

در نهایت، از آن‌جا که در روش‌های پیشنهادی از الگوریتم‌های تجمیع داده‌ی مبتنی بر شایعه استفاده نموده‌ایم، به شرح مفهوم تجمیع داده در شبکه‌های نظیربه‌نظیر پرداخته و جزئیات روش تجمیع داده‌ی مبتنی بر شایعه را بیان خواهیم کرد.

۲-۲ محاسبات فراگیر

محاسبات یا رایانش فراگیر، قدرت محاسبات را از قید کامپیوترهای رومیزی رها کرده و این امکان را ایجاد می‌کند که بتوان با استفاده از دستگاه‌های سیار در هر زمان و مکان دلخواه، به اطلاعات موردنیاز دسترسی پیدا کرد [۲]. این فناوری در سال ۱۹۹۱، با نام «محاسبات همه‌جا حاضر»[۱]، در آزمایشگاه زیراکس پارک[۲] ایجاد شد که حاصل همکاری فناوری‌های مختلفی مانند محاسبات سیار[۳]، شبکه‌های بی‌سیم[۴]، محاسبات جاسازی‌شده[۵]، آگاهی از زمینه[۶] با استفاده از فناوری حسگرها، و تعاملات انسان و رایانه[۷] می‌باشد [۳، ۴]. دستگاه‌های مورداستفاده در این زمینه، از لحاظ روش و قابلیت‌ها متفاوت بوده و دارای چالش‌هایی مانند محدودیت قدرت پردازش، عمر باتری، فضای حافظه و پهنای باند و هم‌چنین قطعی‌های متوالی می‌باشند؛ در نتیجه، یکی از نکات مهم در توسعه‌ی برنامه‌های کاربردی در این محیط‌ها، توجه به کارایی و استفاده‌ی بهینه از منابع است [۳].

۲-۲-۱ محاسبات آگاه به زمینه[۸]

طبق تعریف، «هر نوع اطلاعاتی که بتوان از آن برای مشخص‌کردن وضعیت یک موجودیت استفاده کرد، زمینه نامیده می‌شود.» منظور از یک موجودیت، یک شخص، مکان و یا شئ می‌باشد که به تعاملات بین کاربر و سیستم مربوط است [۵]. در محاسبات فراگیر از سه نوع آگاهی از زمینه پشتیبانی می‌شود [۶]:

۱. زمینه‌ی محیط فیزیکی، که به پدیده‌ها و ابعاد محیط فیزیکی وابسته است؛ مانند مکان، زمان و دما.
۲. زمینه‌ی انسانی، که وابسته به نحوه‌ی تعامل کاربران با سیستم است؛ مانند هویت و علایق کاربر.
۳. زمینه‌ی محیط مجازی یا زمینه‌ی فناوری اطلاعات و ارتباطات[۹]، نوع خدمات داخلی یا خارجی ارائه‌شده توسط سیستم‌های توزیع شده، زمینه‌های محیط مجازی را تشکیل می‌دهند.

آگاهی از زمینه یک مفهوم کلیدی در حوزه‌ی محاسبات فراگیر است و هدف آن مرتبط‌نمودن و هماهنگی سیستم‌های کامپیوتری با تغییرات محیطی می‌باشد [۷].

---

[1] Ubiquitous Computing
[2] Xerox PARC (Palo Alto Research Center)
[3] Mobile Computing
[4] Wireless Networks
[5] Embedded Computing
[6] Context Awareness
[7] Human Computer Interaction
[8] Context-aware Computing
[9] Information and Communication Technology (ICT)