نشریه علمی - ترویجی مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی، دوره ششم، شماره ۱، اسفند ماه ۱۳۹۳

شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا : فرصت‌ها و چالش‌ها

محمد حسین پور*[۱], محمد رضا ملک[۲]

[۱]دانشجوی دکتری سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
mhosseinpour@mail.kntu.ac.ir

[۲]دانشیار گروه سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
(قطب علمی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی)
mrmalek@kntu.ac.ir

(تاریخ دریافت خرداد ۱۳۹۳، تاریخ تصویب آذر ۱۳۹۳)

چکیده

در چند سال اخیر شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا[۱] در قالب رسانه‌های اجتماعی، محبوبیت زیادی کسب کرده‌اند. آنها خدماتی ارائه می‌دهند که مرتبط با مکان بوده و به کاربران اجازه می‌دهد تا در نقاط جغرافیایی مختلف اقدام به ورود[۲] نمایند و از این طریق تجربیات و موقعیت‌های بازدید شده را با دوستان خود به اشتراک بگذارند. در واقع این شبکه‌ها به عنوان پل ارتباطی بین جهان واقعی و شبکه‌های اجتماعی برخط عمل می‌نمایند. این حجم بالا از ورودهای ثبت شده در شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا حاوی اطلاعات غنی مکانی و اجتماعی بوده و فرصت مغتنمی را برای محققان جهت مطالعه رفتار اجتماعی کاربران از نظر مکانی و زمانی فراهم می‌آورد. در این مقاله بررسی جامعی بر روی مقالات منتشر شده در طی چند سال گذشته در زمینه شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا صورت گرفته و سعی شده است تا با تقسیم‌بندی حوزه‌های تحقیقاتی موجود در این خصوص وضعیت روشن‌تر و مطلوب‌تری جهت انجام مطالعات آتی بر روی این نوع از شبکه‌های اجتماعی تصویر گردد.

واژگان کلیدی : شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا، پیش بینی مکان، سیستم‌های توصیه‌گر، محاسبات شهری، معانی مکان‌ها

* نویسنده رابط

۱ Location Based Social Networks (LBSN)
۲ Check-in

۱- مقدمه

استفاده گسترده از تجهیزات هوشمند همراه و خدمات مکان مبنا[۱] مفهوم جدیدی از رسانه‌های اجتماعی با نام شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا را ایجاد نموده است. این شبکه‌ها از فن‌آوری GPS و Web 2.0 و دستگاه‌های همراه بهره می‌برند تا به کاربران اجازه انجام فعالیت‌هایی از قبیل به اشتراک‌گذاری موقعیت خود, پیدا کردن نقاط جاذب محلی، اظهار نظر در مورد مکان‌های خاص، برقراری ارتباط با دوستان خود و پیدا کردن دوستانی که در نزدیکی آنها قرار دارند را دهند. تحقیقات نشان می‌دهد که تعداد کاربران این نوع شبکه‌ها هر سال در حال افزایش است و به طور مثال از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۲ از حدود ۱۲ درصد به ۱۸ درصد رسیده است [۱].

رشد سریع شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا باعث گردیده است تا به حجم بالایی از داده‌های کاربران که شامل مسیرهای طی شده[۲] و روابط اجتماعی آنان می‌باشد دسترسی داشته باشیم. این داده‌ها فرصتی برای محققان فراهم می‌آورند تا رفتارهای حرکتی کاربران را از جنبه‌های مکانی، زمانی و اجتماعی بررسی نمایند.

شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا از طریق ارائه خدمات مکان مبنا به کاربران اجازه می‌دهند تا در مکان‌های مختلف اطلاعات ثبت شده خود را چک نمایند و با این کار به طور خودکار موقعیت آنها در سیستم ثبت می‌گردد. عمل چک‌کردن، یک فعالیت برخط می‌باشد که موقعیت جغرافیایی کنونی کاربر را اخذ می‌نماید تا از طریق رسانه اجتماعی به دوستان وی اطلاع دهد که در چه زمانی و در کجا قرار دارد [۲]. در واقع عمل چک‌کردن، محل تلاقی جهان واقعی با جهان مجازی می‌باشد[۳]. بنابراین مطالعه ورودهای ثبت شده در شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا محیط ایده‌آلی را برای تحلیل رفتار کاربران در جهان واقعی و در نتیجه بهبود و توسعه خدمات مکان مبنا فراهم می‌آورد.

ادامه این مقاله به این صورت می‌باشد که در بخش دوم تعدادی از شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا معرفی گردیده‌اند و در بخش سوم حوزه‌های تحقیقاتی موجود در زمینه شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا در قالب فرصت‌های تحقیقاتی معرفی و در هر قسمت تعدادی از کارهای انجام شده و نقاط ضعف آنها مورد بررسی قرار گرفته است و در بخش چهارم برخی از چالش‌های پیش روی این شبکه‌های اجتماعی مطرح شده است. بخش پایانی نیز به جمع بندی مطالب مطرح شده پرداخته و مواردی را به عنوان پیشنهاد برای کارهای آینده بیان نموده است.

۲- شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا

اولین شبکه اجتماعی مکان مبنا که به صورت تجاری در دسترس قرار گرفت Dodgeball بود که در سال ۲۰۰۰ ایجاد گردید و به کاربران اجازه می داد تا از طریق ارسال پیام کوتاه موقعیت خود را به دوستانشان که در فاصله ده بلوکی از آنها قرار دارند اطلاع دهند[۴]. خیلی‌ها به این سرویس به عنوان یک بازی نگاه می‌کردند چرا که بر اساس تعداد دفعات بیرون رفتن و تعداد افراد ملاقات شده به کاربران خود امتیاز می‌داد. در سال ۲۰۰۵ شرکت Google امتیاز Dodgeball را خریداری و توسعه آن را متوقف و در سال ۲۰۰۹ آن را با Google Latitude جایگزین نمود [۵]. این سرویس ارتباط نزدیکی با Google Map داشت و می‌توانست به صورت خودکار موقعیت کاربران خود را کشف نموده و آن را با دوستان آنها به اشتراک بگذارد. همچنین کاربران می‌توانستند بر نحوه به اشتراک‌گذاری موقعیت فعلی خود کنترل داشته و یا آن را غیرفعال نمایند. در ادامه شرکت Google در آگوست سال ۲۰۱۳ این سرویس را نیز غیرفعال نموده و قابلیت‌های مکانی این شبکه را از طریق +Google که در ژانویه سال ۲۰۱۲ در قالب یک تارنما و نیز بر روی دستگاه‌های همراه ارائه گردیده بود در اختیار کاربران قرار داد [۶]. بنیانگذار Dodgeball نیز شبکه اجتماعی مکان مبنای دیگری با نام Foursquare را در همان سال ارائه نمود که از یک سازوکار شبیه بازی استفاده می نماید و کاربران می‌توانند از طریق وارد شدن اقدام به جمع‌آوری امتیاز نمایند[۷]. همچنین Facebook در سال ۲۰۱۰ سرویس مکان مبنای خود با نام Facebook Places را با قابلیت چک‌کردن شروع نمود [۸] و در اواخر سال ۲۰۱۱ امتیاز شبکه اجتماعی مکان مبنای محبوب Gowalla را خریداری کرد.

Gowalla یکی دیگر از شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا می‌باشد که شبیه به یک بازی است و در سال ۲۰۰۷ راه اندازی گردید[۹]. برخلاف بسیاری از شبکه‌های اجتماعی

---

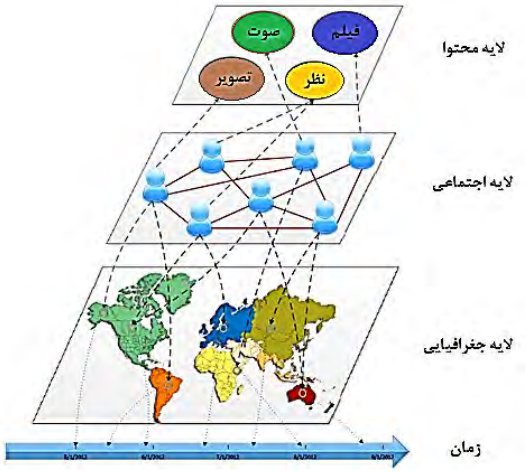
۱ Location Based Services (LBS)
۲ Trajectories

دیگر این شبکه دارای تنظیمات حفظ حریم شخصی نیست و کاربر می‌تواند به روز نمودن موقعیت توسط دوستان خود را مشاهده نماید.

یکی دیگر از شرکت‌هایی که در زمینه ارائه خدمات مکان مبنا پیشرو بوده است Brightkite می‌باشد که خدماتی از قبیل به اشتراک‌گذاری مکان، ارتباط بین افراد و به روز کردن وضعیت با چک‌کردن در هر مکان را به کاربران ارائه می‌داد. این سرویس در سال ۲۰۰۷ راه‌اندازی و در سال ۲۰۰۹ توسط شبکه اجتماعی Limbo خریداری و در سال ۲۰۱۱ ارائه خدمات توسط این سرویس قطع گردید[۱۰].

Loopt یکی دیگر از شبکه‌های مبتنی بر دستگاه‌های همراه می‌باشد که در سال ۲۰۰۵ ایجاد گردید و هم‌اکنون فقط برای استفاده کاربران آمریکایی می‌باشد [۱۱]. این برنامه نقشه‌ای را در اختیار قرار می‌دهد که در آن موقعیت کنونی کاربر و نیز دوستانی که در نزدیکی وی قرار دارند نمایش داده می‌شود.

همه این شبکه‌ها دارای چارچوب چهارلایه‌ای مطابق شکل۱ می‌باشند[۳]. لایه جغرافیایی[۱] شامل تاریخچه‌ای از ورودهای کاربر بوده و لایه اجتماعی[۲] در برگیرنده اطلاعات مربوط به دوستی‌های اجتماعی است و لایه محتوا[۳] شامل نظرات و بازخورد کاربران در مورد مکان‌های مختلف می‌باشد. همه این سه لایه به طور مشترک با یک لایه زمانی[۴] در ارتباط هستند که نشان دهنده اطلاعات زمانی مربوط به ورودهای کاربر می‌باشد.



شکل ۱- لایه های اطلاعاتی موجود در شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا [۳]

۱ Geographical Layer
۲ Social Layer
۳ Content Layer
٤ Timeline

۳- فرصت‌های تحقیقاتی

اکثر کارهای انجام گرفته در زمینه شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا به این صورت بوده است که ابتدا یک سری تحلیل‌ها بر روی لایه‌های اطلاعاتی موجود در این شبکه‌ها که شامل افراد، مکان‌ها و روابط بین آنها می‌باشد انجام گرفته و سپس بر اساس نتایج بدست آمده یک سری خدمات ارائه گردیده است. در ادامه به نمونه‌هایی از فرصت‌های تحقیقاتی در حوزه شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا که بر حسب نوع تحلیل‌ها و خدمات ارائه شده بر اساس آنها تفکیک گردیده‌اند و نیز تعدادی از کارهای انجام گرفته در هر بخش اشاره می‌گردد.

۳-۱- پیش‌بینی مکان کاربر

با توسعه شبکه‌های همراه، موقعیت کاربران، هم برای عملکرد سیستم و هم برای ارائه خدمات به پایانه‌ها[۵] از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. با دانستن موقعیت افراد سرعت پاسخگویی به آنها بیشتر خواهد شد. از آنجایی که اکثر پایانه‌های همراه را دستگاه‌های قابل حمل تشکیل می‌دهند لذا تعیین موقعیت دستگاه‌ها به معنای تعیین موقعیت خود افراد می‌باشد.

در مقاله Gong و همکاران [۱۲] یک طرح پیش‌بینی مکان بر مبنای ایده همبستگی اجتماعی ارائه شده است. فرآیند پیش‌بینی مکان شامل دو مرحله است: جمع‌آوری سابقه اطلاعات و پیش‌بینی مکان، نویسندگان عقیده دارند که بدون داشتن اطلاعات در مورد روابط اجتماعی مردم, هر گونه پیش‌بینی بر مبنای رفتارهای منظم مردم مشکل خواهد بود بنابراین ابتدا به کمک یک الگوریتم و نیز با استفاده از داده‌های موجود، روابط اجتماعی میان افراد شبیه‌سازی شده و از آن برای وزن‌دار کردن ارتباطات بین مردم بهره برده شده است. اساس این کار اندازه‌گیری مدت زمانی است که دو نفر در یک موقعیت یا منطقه یکسان حضور دارند.

Davis و همکاران [۱۳] نیز در کنار روش‌های معمول برای فهمیدن موقعیت مکانی پیغام‌های شبکه اجتماعی Twitter از قبیل آدرس IP از روش‌های دیگری مانند روابط اجتماعی موجود میان کاربران این شبکه استفاده

۵ Terminals

کرده‌اند. روش پیشنهادی بر این ایده استوار است که اکثر اوقات افرادی که کاربران در شبکه اجتماعی با آنان در ارتباط هستند همان افرادی هستند که در زندگی واقعی با آنان تعامل دارند. در این مقاله فرض بر این است که کاربر در جایی قرار دارد که از نظر دوستان وی به عنوان محبوب‌ترین مکان، شناخته شده است.

همچنین Sadilek و همکاران [۱۴] یک سیستم پیش‌بینی مکان و رابطه در شبکه‌های اجتماعی برخط با نام Flap (Friendship + Location Analysis and Prediction) را ارائه نموده‌اند. این سیستم دارای سه زیر سیستم جمع‌آوری داده‌ها، نمایش و استنباط می‌باشد. در قسمت استنباط، سیستم دو کار اصلی انجام می‌دهد: یکی یادگیری و مدلسازی روابط دوستانه افراد و آشکارسازی روابط مخفی و دیگری یادگیری مدل حرکتی کاربران و پیش‌بینی مکان آنها در هر زمان. به منظور پیش‌بینی مکان، این سیستم یک مدل احتمالی مقیاس‌پذیر از جابجایی انسان‌ها را به کار می‌برد. در واقع نویسندگان این مقاله کاربران دارای موقعیت مکانی معلوم را به عنوان سنسورهای نویزداری در نظر می‌گیرند که به کمک آنان می‌توان موقعیت دوستان آنها را پیش‌بینی کرد.

Noulas و همکاران [۱۵] نیز از روی تحلیل رفتار کاربران اقدام به پیش‌بینی مکان بعدی که احتمال رویت توسط کاربر را دارد نموده‌اند. نویسندگان مشکل پیدا کردن مقصد بعدی کاربر را به عنوان یک مساله رتبه‌بندی در نظر گرفته و سعی در حل آن دارند. به منظور حل این مساله، چند شاخصه پیش‌بینی حرکت در سه گروه کلی شاخصه‌های حرکت کاربر، شاخصه‌های حرکت سراسری و شاخصه‌های زمانی بیان گردیده و به ارزیابی آنها در قالب دو مدل نظارت شده رگرسیون خطی و مدل درختی M5 پرداخته شده و نتیجه گرفته شده است که مدل دومی در مقایسه با اولی عملکرد بهتری را در پیش‌بینی مقصد آتی کاربر ارائه می‌دهد.

در مجموع، کارهای تحقیقی انجام گرفته در این بخش حداکثر به دقت ۲۰ الی ۳۰ درصد در پیش‌بینی مکان کاربران دست یافته‌اند که رضایت بخش نمی‌باشد و می‌توان با ترکیب روش‌های مختلف یا انواع داده‌ها از منابع مختلف از قبیل دوستی کاربران، تعاملات برخط و تاریخچه مکان کاربران، این دقت را بهبود بخشید.

۳-۲- حفظ حریم شخصی

تعداد کاربران شبکه‌های اجتماعی هر روز در حال افزایش است و این کاربران حجم انبوهی از اطلاعات شخصی را به اشتراک می‌گذارند که اغلب دارای مؤلفه‌های مکانی و زمانی هستند. این اطلاعات در دسترس بسیاری از کاربران قرار دارد و می‌تواند توسط سایر افراد مورد سوء استفاده قرار گیرد. به دلیل کمبود ابزارهای مناسب جهت حفظ حریم شخصی افراد، کاربران در انتشار اطلاعات و اینکه این اطلاعات برای چه کسانی قابل دسترس هست دچار تردید خواهند بود.

Freni و Dario [۱۶] در مقاله خود به دو مقوله از بحث حفظ حریم شخصی در شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا پرداخته‌اند که عبارتند از حریم مکان و حریم غایب بودن. برای هر دو مقوله از ایده حداقل محدوده نایقینی[۱] استفاده شده است یعنی تعریف یک محدوده زمانی-مکانی که شخص مقابل قادر به کشف هیچ یک از مکان‌های کاربر در این محدوده نباشد. این کار از طریق تقسیم‌بندی زمان و مکان به بازه‌های خیلی کوچک امکان‌پذیر است. البته نویسندگان عقیده دارند که آنالیز همزمان دو یا چند محتوا می‌تواند دوباره حریم شخصی افراد را خدشه دار نماید. همچنین در صورتی که الگوریتم استفاده شده برای خلاصه‌سازی محتوای منتشر شده برای شخص مقابل معلوم باشد وی قادر خواهد بود تا با عملیات معکوس اطلاعات مکانی کاربر را کشف نماید.

Friedland و همکاران [۱۷] برای مفهوم حریم شخصی از لفظ Cybercasting استفاده کرده‌اند و با بیان سناریوهای مختلف از سه تارنمای مکانی که Twitter نیز جزو آنها می‌باشد سعی داشته‌اند تا در خصوص حفظ بعد مکان اطلاعات منتشر شده در این تارنماها هشدارهایی را به کاربران بدهند. همچنین برای نمونه، برنامه کاربردی برای گوشی‌های iPhone طراحی کرده‌اند که به کاربران اجازه می‌دهد تا سطح انتشار اطلاعات موقعیتی خود را کنترل نمایند.

Li و Chen [۱۸] نیز با جمع‌آوری داده‌های شبکه Brightkite به مدت ۲۱ ماه به بررسی رفتارهای کاربران در زمینه به اشتراک‌گذاری موقعیت خود پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که میزان اهمیت حفظ حریم شخصی

---

۱ Minimal Uncertainty Region

کاربران با سن، جنسیت، نحوه تردد و منطقه جغرافیایی آنان مرتبط می‌باشد. همچنین نویسندگان دریافته‌اند که دوستان در مورد حفظ حریم شخصی دغدغه‌های مشابهی دارند و بنابراین در مورد فاش نکردن موقعیت خود دارای رفتارهای شبیه هم هستند.

Vicente و همکاران [۱۹] نیز در خصوص حفظ حریم شخصی در شبکه‌های اجتماعی چهار مقوله حریم خصوصی مکان، حریم خصوصی بودن چندین کاربر به صورت همزمان در یک مکان[۱]، حریم خصوصی غایب بودن و حریم خصوصی هویت را مطرح کرده و روش‌ها و تکنیک‌های موجود جهت حفظ حریم خصوصی افراد در خصوص مکان را بیان نموده‌اند.

Camilli [۲۰] نیز به موضوع حفظ حریم افرادی که همزمان در یک مکان قرار دارند پرداخته و روش تعریف قیود را پیشنهاد می‌دهد که در صورت نقض آنها یک الگوریتم تعمیم بر روی پیغام منتشر شده از سوی کاربر اعمال می‌شود به طوری که یا منطقه مورد نظر را وسیع‌تر عنوان نماید یا برخی از افراد را از لیست حذف نماید تا امکان سوء استفاده از پیغام منتشر شده وجود نداشته باشد.

۳-۳- سیستم‌های توصیه‌گر

یکی از حوزه‌هایی که به صورت گسترده کارهای تحقیقی در خصوص آن صورت گرفته است سیستم‌های توصیه‌گر هستند که به عنوان یکی از مهم‌ترین قابلیت‌های شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا می‌باشند. این سیستم‌ها بر مبنای اطلاعات درج شده از سوی کاربران و در نظر گرفتن علائق آنها مکان‌های جدید یا افراد جدید را پیشنهاد می‌نمایند. در این بخش تعدادی از این سیستم‌ها بر اساس نوع پیشنهاد (مکان، فرد یا تلفیقی) مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

۳-۳-۱- سیستم توصیه‌گر مکان

توصیه مکان به عنوان یکی از خدمات معروف در شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا می‌باشد که بر اساس تاریخچه مکان‌های بازدید شده توسط کاربر و نیز سایر اطلاعات موجود در شبکه، مکان های بازدید نشده را به کاربر پیشنهاد می‌دهد.

Mao و همکاران [۲۱] بر اساس ویژگی‌های اجتماعی و مکانی داده‌های Foursquare متد جدیدی به نام Geo-Measured friend-based collaborative filtering ارائه کرده‌اند که برای امتیاز دادن به مکان‌ها صرفا از نظرات دوستان استفاده می‌نماید. در متد ارائه شده به جای محاسبه میزان شباهت بین کاربران بر اساس مکان‌های رویت شده، این شباهت بر اساس فاصله آنها از یکدیگر بدست آمده است. در نهایت روش‌های مختلفی که بر اساس پالایش اشتراکی[۲] کار می‌کنند باهم مقایسه شده و معلوم شده است که متد پیشنهادی از نظر کارآیی و اثربخشی قابل رقابت با متدهای قبلی است.

همچنین Mao و همکاران [۲۲] در مقاله دیگری در زمینه پیشنهاد دادن نقاط مورد علاقه[۳] به کاربران پارامترهای جدیدی را در نظر گرفته‌اند که عبارتند از نقاط مورد علاقه کاربر، تاثیرات اجتماعی سایر کاربران و تاثیرات مکانی. نویسندگان عقیده دارند که فاصله مکانی میان POI های مختلف تاثیر بسزایی در نحوه چک‌کردن کاربران دارد. ارزیابی‌ها نشان می‌دهد که تاثیر مکانی در مقایسه با تاثیر اجتماعی نقش مهم‌تری ایفا می‌کند.

Zhou و همکاران [۲۳] نیز در مقاله خود از داده‌های چهار شهر اصلی آمریکا در Gowlla به سه روش user-based CF, item-based CF و Probabilistic Latent Semantic Analysis (PLSA) استفاده شده و نتایج با یکدیگر مقایسه گردیده است و معلوم شده است که روش سوم نسبت به دو روش دیگر عملکرد بهتری دارد. همچنین سیستم‌های توصیه‌گر به دو گروه مبتنی بر حافظه و مبتنی بر مدل تقسیم‌بندی گردیده‌اند.

سیستم توصیه‌گر ارائه شده در مقاله Bao و همکاران [۲۴] مجموعه‌ای از مکان‌ها را بر اساس اولویت‌های شخصی کاربر و نظرات متخصصان محلی به کاربر پیشنهاد می‌دهد. این سیستم شامل دو بخش است: اولی مدلسازی برون‌خطی که اولویت‌های شخصی کاربر را مشخص می‌کند. دومی توصیه برخط که ابتدا تعدادی از متخصصان محلی منطقه مورد نظر کاربر را تعیین و سپس بر اساس

---

۱ Co-location privacy

۲ Collaborative Filtering

۳ Point Of Interest

نظرات آنها یک سری از مکان‌ها را جهت پیشنهاد رتبه‌بندی می‌نماید.

Rahimi و Wang [۲۵] دو روش جدید به نام‌های Probabilistic Category Recommender و Probabilistic Category-based Recommenderمعرفی کرده و با آنالیز مکانی داده‌ها مشخص نموده‌اند که احتمال بازدید یک مکان با افزایش فاصله آن از منزل کاربر کاهش پیدا می‌کند. در روش اول بر اساس تاریخچه زمانی و مکانی بازدیدهای قبلی کاربر، برای هر یک از مقوله‌های مکانی، یک احتمال برآورد می‌شود که بر اساس آن می‌توان مکان آتی را به کاربر پیشنهاد داد. روش دوم نیز در واقع توسعه داده شده روش اول می‌باشد که در آن تاثیرات جغرافیایی یعنی موقعیت منزل کاربر نیز لحاظ شده است.

۳-۳-۲- سیستم توصیه‌گر افراد

این سیستم‌ها به طور گسترده در شبکه‌های اجتماعی برخط مورد استفاده قرار می‌گیرند اما در مورد شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا بعد دیگری به نام مکان اضافه شده است که از آن می‌توان به عنوان اطلاعات کمکی در پیشنهاد دادن افراد و ارتباطات جدید استفاده نمود.

Lubke و همکاران [۲۶] سیستم MobilisGroups را تشریح نموده‌اند که یک برنامه کاربردی تحت آندروییدبوده و هدف آن ایجاد گروه‌هایی در شبکه اجتماعی بر اساس موقعیت مکانی کاربران می‌باشد. Xiao و همکاران [۲۷] نیز برای توصیه افراد میزان شباهت بین کاربران را با استفاده از الگوریتم Maximal Travel Match (MTM) که بر روی تاریخچه مکان‌های بازدید شده عمل می‌کند اندازه‌گیری می‌نمایند. Ying و همکاران [۲۸] هم از روش بیشترین میزان شباهت معنایی بین مسیرهای پیموده شده[۱] توسط کاربران استفاده نموده‌اند ولی به جای میزان نزدیکی مسیرهای پیموده شده، کاربری مکان های بازدید شده (مدرسه و پارک و ...) به عنوان ملاک ارزیابی شباهت بین آنها بوده است.

در مقاله Scellato و همکاران [۲۹] از داده‌های Gowalla که به مدت چهار ماه گردآوری شده است استفاده شده و نشان داده شده است که حدود ۳۰ درصد از ارتباطات جدید میان کاربرانی ایجاد می‌شود که از مکان‌های یکسان بازدید داشته‌اند. بررسی‌ها همچنین نشان داده است که احتمال برقراری لینک بین افراد با بالا رفتن تعداد بازدید از یک مکان کاهش پیدا می‌کند.

Li و Chen [۳۰] یک مدل سه لایه گراف مکانی، گراف اجتماعی و گراف محتوا برای شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا ارائه کرده‌اند و عقیده دارند که به منظور پیشنهاد افراد در این شبکه‌ها می‌بایستی تاثیرات هر سه لایه در نظر گرفته شود.

۳-۳-۳- سیستم‌های توصیه‌گر تلفیقی

سیستم‌ها و روش‌های تشریح شده قبلی صرفا بر روی یک نوع توصیه تاکید داشتند در حالی که سیستم‌های دیگری وجود دارند که همزمان می‌توانند افراد, مکان‌ها یا محتویاتی را که ممکن است برای کاربران جالب باشند پیشنهاد دهند.

Symeonidis و همکاران [۳۱] به تشریح سیستم GeoSocialRec پرداخته‌اند که یک سیستم توصیه‌گر برخط بوده و کاربران می‌توانند در کنار توصیه دوستان، مکان‌ها و فعالیت‌ها توضیحاتی را نیز دریافت نمایند. برای توصیه کردن افراد از الگوریتم FriendLink (Friendlink: Predicting links in social networks via bounded local path traversal) و نیز فاصله مکانی بین کاربران به عنوان وزن استفاده شده است.

در مقاله Zheng و همکاران [۳۲] به تشریح یک سرویس شبکه اجتماعی به نام GeoLife پرداخته شده است که قصد دارد تا با درک مسیرهای پیموده شده, مکان‌ها و کاربران، به بررسی ارتباط بین کاربران و مکان‌ها در قالب مسیرهای GPS تولید شده توسط کاربر بپردازد و از این طریق پیشنهاداتی در خصوص مکان‌ها و دوستان ارائه نماید.

به عنوان جمع‌بندی این بخش بایستی گفت که هر یک از سیستم‌های توصیه‌گر از متدهای (پالایش اشتراکی، محتوا مبنا و ...) خاصی استفاده می‌نمایند که دارای نقاط قوت و ضعف هستند ولی با ترکیب این روش‌ها با یکدیگر می‌توان بر نقاط ضعف آنها غلبه نمود. همچنین در نمونه کارهای ذکر شده بافت کاربر در نظر گرفته نشده است در حالی که جهت دست یافتن به نتایج مطلوب، بایستی

[۱] Maximal Semantic Trajectory Pattern Similarity (MSTP-Similarity)

سیستم توصیه‌گر بافت‌آگاه باشد یعنی بافت خود کاربر و بافت محیط پیرامون وی در نظر گرفته شود و توصیه‌ها بر مبنای موقعیت کنونی کاربر دریافت شوند که البته لازمه انجام محاسبات اضافی و وقت‌گیر خواهد بود.

۳-۴- استخراج معانی مکان‌ها[۱]

با توجه به اضافه شدن بعد مکان به شبکه‌های اجتماعی برخط، هر روز بر تعداد مکان‌های ثبت شده در این شبکه‌ها افزوده می‌شود. بسیاری از این مکان‌ها دارای عنوان مشخص از قبیل رستوران، سینما و دانشگاه هستند ولی برخی دیگر فاقد هرگونه برچسب می‌باشند که کار استفاده از این مکان‌ها در سیستم‌های توصیه‌گر یا جستجوهای معمولی را دچار مشکل می‌سازد بنابراین می‌بایستی با یک سازوکار مناسب به شناسایی این مکان‌ها اقدام نمود.

Mao و همکاران [۳۳] یک تکنیک نامگذاری معنایی ارائه کرده‌اند که به صورت خودکار همه مکان‌هایی را که برچسب مناسبی ندارند نامگذاری می‌کند. بر اساس نحوه وارد شدن کاربران، ویژگی‌های مکان‌ها، از طریق الگوهای صریح مکان‌ها و ارتباط ضمنی بین مکان‌های مشابه استخراج می‌گردد. با این کار احتمال متعلق بودن هر برچسب به یک طبقه از کاربری‌ها مشخص می‌شود. Rattenbury و Naaman [۳۴] نیز با ارائه دو روش جدید به نام‌های TagMaps و Scale-Structure Identification قصد داشته‌اند تا مفاهیم مکانی را از روی برچسب های الحاق شده به عکس‌هایی که در وب‌سایت Flickr منتشر می‌شوند استخراج نمایند که به دقت ۸۵ درصدی در استخراج اطلاعات دست یافته‌اند.

۳-۵- محاسبات شهری[۲]

شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا حاوی اطلاعات زیادی در خصوص نحوه فعالیت کاربران آنها می‌باشند و با انجام تحلیل‌های مکانی می‌توان به چگونگی توزیع فعالیت‌ها در یک شهر دست یافته و الگوهای مکانی موجود در شهر را آشکار نمود. در ادامه به برخی از کارهای تحقیقی که سعی داشته‌اند تا از روی داده‌های موجود در شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا به مطالعه ساختارهای شهری و کشف الگوهای مکانی بپردازند اشاره می‌شود.

Taha [۳۵] به تشریح سیستم همراه Alexplore پرداخته است که مربوط به شهر اسکندریه در مصر بوده و در آن پتانسیل‌های گوناگون شبکه‌های اجتماعی در زمینه توریسم و برنامه‌ریزی شهری بارزسازی شده است. این سیستم برای استفاده افراد محلی، مسئولین محلی و جهانگردان طراحی شده و دارای دو نوع لایه است که در یکی از این لایه ها افراد محلی امکان وارد نمودن دیدگاه‌های خود نسبت به پدیده‌های شهری را دارند و این اطلاعات پس از تایید می‌تواند در لایه اصلی که فقط توسط مسئولین قابل ویرایش است وارد گردد و در برنامه‌های نگهداری و توسعه شهری مورد استفاده قرار گیرد.

Jiang و Miao [۳۶] تعریف جدیدی از شهر به نام شهرهای طبیعی[۳] ارائه کرده‌اند که با تعریف قبلی آن که دربرگیرنده مرزها است متفاوت می‌باشد. روش کار به این صورت بوده است که داده‌های شبکه Brightkite به مدت سه سال جمع‌آوری و بر اساس موقعیت مکانی کاربران, شبکه نامنظم مثلثی[۴] ایجاد گردیده که شامل ۸۳۰۷ مثلث یا شهر طبیعی می‌باشد. نویسندگان به این نتیجه دست یافته‌اند که سیر تکاملی شهرهای طبیعی از نظر ابعاد زمانی و مکانی غیرخطی است و در واقع عمومی بودن قانون Zipf را نشان می‌دهد که قسمت‌های کوچک‌تر نسبت به قطعات بزرگتر فاصله بیشتری از هم دارند.

Ferrari و همکاران [۳۷] از روش مدل مبنای موضوعی[۵] جهت استخراج الگوهای شهری از روی داده‌های شبکه اجتماعی Twitter استفاده نموده‌اند. مکانیسم مورد استفاده دارای سه مرحله تشخیص ازدحام و شلوغی، آماده‌سازی داده‌ها و شناسایی الگوهای شهری است که از الگوریتم Latent Dirichlet Allocation جهت تشخیص الگوهای شهری استفاده شده است.

Yuan و همکاران [۳۸] نیز در مقاله خود سعی دارند تا به کمک نحوه جابجایی انسان‌ها بین نقاط مختلف و شاخصه‌های زمینی مانند رستوران‌ها و فروشگاه‌ها از نظر عملکرد، شهر را به بخش‌های گوناگون تقسیم‌بندی نمایند.

---

۱ Place Semantics
۲ Urban Computing
۳ Natural Cities
۴ Triangulated Irregular Networks
۵ Topic Model-Based

در واقع هر ناحیه به عنوان یک سند و عملکرد آن به عنوان موضوع سند در نظر گرفته شده و سعی شده است تا با روش Dirichlet Multinomial Regression (DMR) عملکرد هر قسمت تعیین گردد. نویسندگان متد پیشنهادی خود را با دو روش LDA و term frequency-inverse document frequency (tf-idf) مقایسه نموده و نتیجه گرفته‌اند که متد آنها نتایج بهتری را ارائه می‌نماید (شکل ۲).

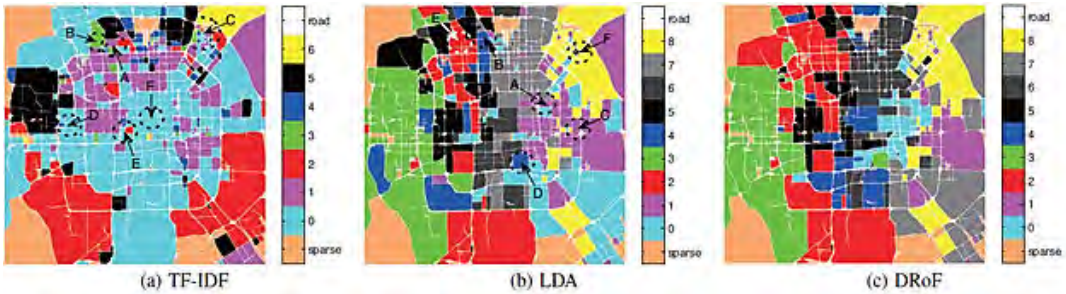
Cavia [۳۹] از داده‌های مربوط به سه شهر نیویورک، لندن و پاریس از وب‌سایت Foursquare جهت تحلیل فعالیت‌های اجتماعی کاربران استفاده کرده و نتیجه گرفته است که در Foursquare توزیع فعالیت‌های اجتماعی به صورت غیرخطی است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که به لحاظ فعالیت‌های اجتماعی لندن چند مرکزی بوده و شهر نیویورک دارای تمرکز بیشتری است.

تحقیقات Ribeiro و همکاران [۴۰] نشان می‌دهد که محتویات منتشر شده در شبکه اجتماعی Twitter تا حدود زیادی با جهان واقعی ارتباط مستقیم دارد لذا نویسندگان این مقاله بر آن شده‌اند تا از اطلاعات ترافیکی موجود در این شبکه جهت کمک به سایر رانندگان استفاده نمایند. در این مقاله سیستم Traffic Observatory تشریح شده است که یک سیستم جستجوی متن است که در شبکه Twitter به جستجوی محتویات مرتبط با ترافیک می‌پردازد. Varriale و همکاران [۴۱] نیز سیستم VITS را ارائه نموده‌اند که مسیر کاربران را به عنوان ورودی گرفته و بر اساس اطلاعات ترافیکی موجود در شبکه Twitter و نیز اطلاعات وارد شده در سیستم VTI میزان تاخیر احتمالی در رسیدن آنان به مقصد را محاسبه می‌نماید.

۴- چالش‌های پیش روی

از زمان ظهور شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا چند سالی بیشتر نمی‌گذرد و با وجود پیشرفت‌های چشمگیر در زمینه تکنولوژی‌های خدمات مکان مبنا، همچنان برخی چالش‌ها و مسائل حل نشده پیش روی محققان این حوزه قرار دارد. در این بخش قصد داریم تا برخی از این مشکلات و کمبودها را بررسی نماییم.

از آنجایی که عنصر مکان به عنوان مهمترین مؤلفه شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا می‌باشد لذا بایستی بتوان با دقت بالا کاربران این شبکه‌ها را ردیابی نمود. هر چند تکنولوژی‌های تعیین موقعیت پیشرفت‌های خوبی داشته و روز به روز بر کیفیت و سرعت آنها افزوده می‌شود ولی باز هم معضلاتی در این خصوص وجود دارد. به عنوان مثال اکثر کاربران در محیط‌های سرپوشیده اقدام به چک‌کردن می نمایند که کار تعیین موقعیت آنان را سخت خواهد نمود. چرا که در محیط‌های بسته استفاده از تکنولوژی GPS به سختی و از طریق تجهیزات اضافه امکان‌پذیر بوده و روش‌های دیگر دارای دقت کافی نمی‌باشند. از طرف دیگر برخی از کاربران اطلاعات کافی در خصوص نحوه به اشتراک‌گذاری موقعیت مکانی خود نداشته و یا تمایلی به این کار ندارند بنابراین با نقصان اطلاعات مکانی در مورد این دسته از کاربران مواجه خواهیم بود.



شکل ۲- نواحی عملکردی کشف شده به کمک روش های مختلف [۳۸]

همچنین در صورت در دسترس بودن این نوع اطلاعات، میزان قابل اعتماد بودن آنها نیز مساله دیگری است. یکی از روش‌های مشخص کردن موقعیت مکانی کاربران، بیان کردن مکان، توسط خود کاربر می‌باشد که باید قبل از استفاده، صحت آن ارزیابی گردد.

یکی از مهم‌ترین چالش‌های موجود در استفاده از شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا مانند هر شبکه اجتماعی

برخط دیگری حفظ حریم شخصی افراد می‌باشد. معمولا در این نوع شبکه‌ها، افراد برخی از اطلاعات و محتواهای شخصی را به اشتراک می‌گذارند که می‌تواند توسط دیگران مورد سوء استفاده قرار گیرد. به عنوان مثال وقتی شما در جایی خارج از خانه اقدام به چک‌کردن می‌نمایید به این معنی است که در خانه حضور ندارید و این برای فرصت‌طلبان، اطلاعات با ارزشی خواهد بود. یا به فرض اگر شما به عنوان کارمند یک اداره در ساعت اداری و در خارج از اداره اقدام به چک‌کردن نمایید، رئیس شما با دیدن اطلاعات موقعیتی شما پی به عدم حضور شما در اداره خواهد برد.

مشکل دیگری که در خصوص شبکه‌های اجتماعی برخط وجود دارد نحوه استفاده از اطلاعات ثبت شده توسط کاربران در صفحات شخصی می‌باشد. برخی از اطلاعات مکانی به صورت برچسب بر روی عکس‌های منتشر شده وجود دارد که باید با الگوریتم‌ها و فنون مختلف، این اطلاعات استخراج گردند. همچنین در اکثر موارد کاربران در اظهار نظرها از اصطلاحات غیر رسمی و محلی استفاده می‌نمایند که باید معانی و مفاهیم آنها استنباط گردد.

مورد آخر نحوه دسترسی کاربران به شبکه‌های اجتماعی می باشد. در برخی از کشورها به دلیل وجود مشکلات زیرساختی، شبکه‌های بی‌سیم به صورت مناسب توسعه نیافته‌اند و کاربران متحرک در استفاده از دستگاه‌های همراه جهت چک‌کردن دچار مشکل خواهند بود. همچنین به دلیل استفاده سوء برخی کاربران از شبکه‌های اجتماعی، بعضی کشورها مجبور به اعمال محدودیت‌هایی در دسترسی و استفاده کاربران از این شبکه‌ها هستند. این محدودیت‌ها به همراه سایر موارد از جمله معضلاتی هستند که پیش روی محققان و توسعه دهندگان تکنولوژی‌های شبکه‌های اجتماعی قرار دارند و بایستی به مرور زمان برای آنان راهکارهای مناسب اندیشیده شود.

۵- جمع‌بندی و پیشنهادات

رشد روزافزون دستگاه‌های مجهز به تکنولوژی تعیین موقعیت به کاربران شبکه‌های اجتماعی، امکان می‌دهد تا به طور مستمر اطلاعات مکانی مرتبط با موقعیت فعلی خودشان را به اشتراک بگذارند و از این طریق این شبکه‌ها دارای شاخصه‌های مکانی گردیده و حتی برخی از شبکه‌های اجتماعی از همان ابتدا بر اساس این ویژگی‌های مکانی ایجاد می‌شوند. به کمک این شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا حجم انبوهی از اطلاعات مکانی در دسترس قرار می‌گیرد که نظر محققان با زمینه‌های تحقیقاتی مختلف را به خود جلب نموده است.

در این مقاله مفهوم شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا بیان گردیده و به بررسی تاریخچه و معرفی تعدادی از این نوع شبکه‌های اجتماعی پرداخته شد. همچنین برخی از مسائل و مشکلات موجود در مسیر توسعه شبکه‌های اجتماعی برخط، در قالب چالش‌های پیش روی، عنوان گردید و بر اساس کارکردهای شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا و نتایج بدست آمده از انجام تحلیل‌های مختلف بر روی داده‌های موجود، فرصت‌ها و زمینه‌های تحقیقاتی، گروه‌بندی شده و در هر حوزه تعدادی از کارهای انجام شده معرفی و نقاط ضعف آنها بررسی گردید. در نهایت به چند مورد از کارهایی که نیازمند انجام تحقیقات بیشتر در حوزه شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا می‌باشد اشاره می‌گردد. مورد اول تلفیق سامانه‌های اطلاعات مکانی و شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا می‌باشد که در این خصوص کارهای محدودی انجام گرفته است و نیازمند انجام بررسی‌های بیشتر جهت مشخص کردن جایگاه شبکه‌های اجتماعی در سامانه‌های اطلاعات مکانی به عنوان منبع غنی از داده‌ها و یا بالعکس استفاده از توانمندی‌های سامانه‌های اطلاعات مکانی در تجزیه و تحلیل داده‌های شبکه‌های اجتماعی هستیم. مورد بعدی کار بر روی مبانی نظری شبکه‌های اجتماعی محلی (کوچک مقیاس) است که برای افرادی که در یک موقعیت خاص مانند پارک، دانشگاه یا مجتمع‌های تجاری هستند می‌توان ایجاد نمود. این شبکه‌ها به لحاظ ساختار و نوع ارتباط و معماری آن، با شبکه‌های جهانی یا سراسری مثل فیس‌بوک متمایز هستند. پیشنهاد آخر در خصوص ارائه شاخصه‌هایی برای ارزیابی کیفیت توصیه‌ها در شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا می‌باشد چرا که هر سیستم توصیه‌گر از مجموعه داده‌ها و روش‌های خاصی استفاده می‌نماید و چارچوب مرجعی برای ارزیابی همه آنها به صورت یکپارچه وجود ندارد.

مراجع

[1] Zickuhr, K.: Three-quarters of smartphone owners use location-based services. Pew Internet & American Life Project (May 11, 2012)

[2] Gao, Huiji, and Huan Liu. "Data Analysis on Location-Based Social Networks." Mobile Social Networking. Springer New York, 2014. 165-194.

[3] Gao, H., Tang, J., Liu, H.: Exploring social-historical ties on location-based social networks. In: Proceedings of the Sixth International Conference on Weblogs and Social Media (2012)

[4] http://en.wikipedia.org/wiki/Dodgeball_(service)

[5] https://www.google.com/latitude

[6] https://plus.google.com

[7] http://foursquare.com

[8] https://www.facebook.com/about/location

[9] http://en.wikipedia.org/wiki/Gowalla

[10] http://www.crunchbase.com/company/limbo

[11] http://www.loopt.com

[12] Gong, Y.; Li, Y.; Jin, D.; Su, L.; and Zeng, L. 2011. A location prediction scheme based on social correlation. In VTC Spring, 1–5. IEEE.

[13] Davis Jr, C. A., G. L. Pappa, D. R. R. de Oliveira, and F. de L Arcanjo. 2011. Inferring the location of Twitter messages based on user relationships. Transactions in GIS 15 (6):735–751.

[14] Sadilek, A., Kautz, H., Bigham, J.: Finding your friends and following them to where you are. In: Proceedings of the fifth ACM international conference onWeb search and data mining, pp. 723–732. ACM (2012)

[15] Noulas, A., Scellato, S., Lathia, N., & Mascolo, C. (2012, December). Mining User Mobility Features for Next Place Prediction in Location-Based Services. In ICDM (pp. 1038-1043).

[16] Freni, Dario, et al. "Preserving location and absence privacy in geo-social networks." Proceedings of the 19th ACM international conference on Information and knowledge management. ACM, 2010.

[17] Friedland, Gerald, and Robin Sommer. "Cybercasing the joint: on the privacy implications of geo-tagging." Proc. USENIX Workshop on Hot Topics in Security. 2010.

[18] Li, Nan, and Guanling Chen. "Sharing location in online social networks." Network, IEEE 24.5 (2010): 20-25.

[19] Vicente, Carmen Ruiz, et al. "Location-related privacy in geo-social networks." Internet Computing, IEEE 15.3 (2011): 20-27.

[20] Camilli,Matteo. "Preserving co-location privacy in geo-social networks." arXiv preprint arXiv:1203.3946 (2012).

[21] Ye, Mao, Peifeng Yin, and Wang-Chien Lee. "Location recommendation for location-based social networks." Proceedings of the 18th SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems. ACM, 2010.

[22] Ye, Mao, et al. "Exploiting geographical influence for collaborative point-of-interest recommendation." Proceedings of the 34th international ACM SIGIR conference on Research and development in Information Retrieval. ACM, 2011.

[23] Zhou, Dequan, et al. "A study of recommending locations on location-based social network by collaborative filtering." Advances in Artificial Intelligence. Springer Berlin Heidelberg, 2012. 255-266.

[24] Bao, Jie, Yu Zheng, and Mohamed F. Mokbel. "Location-based and preference-aware recommendation using sparse geo-social networking data." Proceedings of the 20th International Conference on Advances in Geographic Information Systems. ACM, 2012.

[25] Rahimi, Seyyed Mohammadreza, and Xin Wang. "Location Recommendation Based on Periodicity of Human Activities and Location Categories." Advances in Knowledge Discovery and Data Mining. Springer Berlin Heidelberg, 2013. 377-389.

[26] Lubke, Robert, Daniel Schuster, and Alexander Schill. "Mobilisgroups: Location-based group formation in mobile social networks." Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), 2011 IEEE International Conference on. IEEE, 2011.

[27] Xiao, Xiangye, et al. "Inferring social ties between users with human location history." Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing 5.1 (2014): 3-19.

[28] Ying, Josh Jia-Ching, et al. "Mining user similarity from semantic trajectories." Proceedings of the 2nd ACM SIGSPATIAL International Workshop on Location Based Social Networks. ACM, 2010.

[29] Scellato, Salvatore, Anastasios Noulas, and Cecilia Mascolo. "Exploiting place features in link prediction on location-based social networks." Proceedings of the 17th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining. ACM, 2011.

[30] Li, Nan, and Guanling Chen. "Multi-layered friendship modeling for location-based mobile social networks." Mobile and Ubiquitous Systems: Networking & Services, MobiQuitous, 2009. MobiQuitous' 09. 6th Annual International. IEEE, 2009.

[31] Symeonidis, Panagiotis, Antonis Krinis, and Yannis Manolopoulos. "Geosocialrec: Explaining recommendations in location-based social networks." Advances in Databases and Information Systems. Springer Berlin Heidelberg, 2013.

[32] Zheng, Yu, Xing Xie, and Wei-Ying Ma. "GeoLife: A Collaborative Social Networking Service among User, Location and Trajectory." IEEE Data Eng. Bull. 33.2 (2010): 32-39.

[33] Ye, Mao, et al. "On the semantic annotation of places in location-based social networks." Proceedings of the 17th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining. ACM, 2011.

[34] Rattenbury, Tye, and Mor Naaman. "Methods for extracting place semantics from Flickr tags." ACM Transactions on the Web (TWEB) 3.1 (2009): 1.

[35] Taha, Dina Sameh. "The influence of social networks in visiting, planning and living in cities.< i> Alexplore</i>: A pilot project in Alexandria." Alexandria Engineering Journal 52.3 (2013): 479-488.

[36] Jiang, Bin, and Yufan Miao. "The evolution of natural cities from the perspective of location-based social media." arXiv preprint arXiv:1401.6756 (2014).

[37] Ferrari, Laura, et al. "Extracting urban patterns from location-based social networks." Proceedings of the 3rd ACM SIGSPATIAL International Workshop on Location-Based Social Networks. ACM, 2011.

[38] Yuan, Jing, Yu Zheng, and Xing Xie. "Discovering regions of different functions in a city using human mobility and POIs." Proceedings of the 18th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining. ACM, 2012.

[39] Bawa-Cavia, Anil. "Sensing the urban: using location-based social network data in urban analysis." Pervasive PURBA Workshop. 2011.

[40] Ribeiro Jr, Sílvio S., et al. "Traffic observatory: a system to detect and locate traffic events and conditions using Twitter." Proceedings of the 5th International Workshop on Location-Based Social Networks. ACM, 2012.

[41] Varriale, Roland, Shuo Ma, and Ouri Wolfson. "VTIS: A Volunteered Travelers Information System." Proceedings of the Sixth ACM SIGSPATIAL International Workshop on Computational Transportation Science. ACM, 2013.