

ارایه یک سامانه توصیه‌گر مکانی شخصی سازی شده برای خدمات ورزشی

نجمه نیسانی سامانی^{۱*}، آسیه نمازی^۲، سحر دارایی^۳

^۱ دانشیار گروه سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی - دانشکده جغرافیا - دانشگاه تهران
nneysani@ut.ac.ir

^۲ استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی - دانشگاه علم و صنعت ایران
anamazi@iust.ac.ir

^۳ کارشناس ارشد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی - دانشکده جغرافیا - دانشگاه تهران
sahardaraie@ut.ac.ir

(تاریخ دریافت تیر ۱۴۰۱، تاریخ تصویب شهریور ۱۴۰۱)

چکیده

امروزه سامانه‌های توصیه‌گر مکانی، امکان تحلیل و توصیه خدمات مکانی را برای کاربران مختلف ایجاد کرده‌اند. قابلیت شخصی سازی ارائه خدمات به کاربران متنوع سیستم قابلیت بکارگیری و کارایی اینگونه سامانه‌ها را افزایش داده‌است. شخصی سازی توصیه ها در در حوزه مکان‌های ورزشی از جمله خدمات شهری است که در افزایش سطح سلامت شهروندان و جامعه می‌تواند بسیار موثر باشد. هدف از تحقیق حاضر طراحی یک سامانه توصیه‌گر دانش مبنای شخصی سازی شده‌ای است تا فرد بر اساس نیازها و شرایط خود مناسب‌ترین و بهینه‌ترین موقعیت‌ها برای دریافت خدمات ورزشی را دریافت نمایند. جهت اجرای طرح پیشنهادی افراد مختلف براساس ویژگی‌ها و شرایط شخصی به کمک الگوریتم شبکه عصبی نگاشت خودسازمان‌ده خوشه بندی شدند و در ادامه جهت مدل سازی عدم قطعیت، ترجیحات افراد در موتور استنتاج فازی شهودی وارد و خروجی صریح و دقیقی به دست آمده و به کاربر ارائه گردید. تعداد ۹۸ نفر در سامانه ثبت نام کردند و به ۷ خوشه متفاوت تقسیم شدند. برای هر خوشه فرایند شخصی سازی برای ارائه خدمات انجام شد. در نهایت سامانه بر اساس سه پارامتر دقت (۰/۷۴)، حساسیت (۰/۸۱) و F-Score (۰/۷۷) مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج حاصل حاکی از عملکرد خوب و قابل قبول رویکرد پیشنهادی دارد.

واژگان کلیدی: مکانهای ورزشی، سامانه‌های توصیه‌گر، شخصی سازی، فازی شهودی، شبکه عصبی نگاشت خودسازمان‌ده

* نویسنده رابط

۱- مقدمه

بکارگیری سیستم های اطلاعات مکانی در حوزه خدمات ورزشی دارای طیف متعددی از کاربردهاست. Esri در سال ۲۰۱۲ کاربردهای مختلفی را در حیطه خدمات ورزشی از ارائه اطلاعات بهنگام به ورزشکاران و قهرمانان ورزشی تا تعیین مکانهای مناسب برای تاسیس ورزشگاهها و استادیومهای ورزشی تا ارائه پیشنهادات مکان مبنا بیان نموده است. یکی از المانهای مهم در شهرهای کنونی، ارائه خدمات سلامت محور برای کلیه افراد جامعه است که در این میان ورزش و خدمات ورزشی یکی از مولفه مهم تامین سلامت عموم شهروندان است. خدمات ورزشی در سطح شهر طیف وسیعی را پوشش می‌دهند که شامل خدمات حرکات دستگاهی مربوط به پارکها و فضاهای سبز، باشگاهها و مجموعه‌های ورزشی و همچنین مکانهای گردشگری شامل خدمات کوهنوردی و مانند آن می‌باشد.

با توجه به وجود افراد مختلف در یک جامعه شهروندی ارائه و توصیه مکانهای ورزشی بصورت سیستماتیک و منطبق بر نیازهای کاربر می تواند نقش مهمی در دو بعد مدیریت شهری و همچنین افزایش سطح رفاه و سلامت شهروندان ایفا نماید. سیستم های توصیه‌گر ابزارهایی هستند که از تعامل با فضاهای اطلاعاتی بزرگ و پیچیده پشتیبانی می کنند. عموماً با ارائه یک نمای شخصی از فضای اطلاعاتی از طریق اولویت بندی مواردی که کاربر ممکن است پیدا کند دارای کاربردهای متعدد می باشند [۱]. با استفاده از سامانه‌های توصیه‌گر می‌توان سامانه‌ای را طراحی کرد که با مدل کردن عدم قطعیت و در نظر داشتن ترجیحات، راهنمای خوبی در تصمیم گیری افراد مختلف در یک محیط شهری باشد. سامانه‌های توصیه‌گر، سامانه‌هایی هستند که در یافتن آیتم‌های مورد نظر کاربر از میان تعداد بیشماری از آیتم موجود نقش قابل ملاحظه ای را ایفا می‌کند. پیشنهاد مناسب‌ترین و بهترین گزینه‌ها در کمترین زمان در میان حجم عظیمی از داده‌های موجود به شرطی که بیشترین بالاترین میزان شباهت را با خواست، نیاز و علاقه کاربر داشته باشد مهم ترین ضرورت یک سامانه توصیه‌گر شخصی سازی شده است [۲]. سامانه‌های توصیه‌گر دارای دو نوع سنتی و مدرن هستند که یکی از روش‌های مدرن

در شخصی سازی و توصیه‌گری اطلاعات استفاده از روش‌های دانش مبنا است. سامانه‌های توصیه‌گر دانش‌مبنا با استفاده از دانشی که از کاربران و آیتم‌ها به دست می آورد استدلال‌های مناسبی را در مورد این که چه آیتم‌هایی مورد نیاز کاربر است انجام و بر طبق این استدلال‌ها توصیه‌های مناسبی را ارائه می‌دهند [۳]. سامانه‌های دانش مبنا کاملاً به دانش دامنه متکی هستند و نیازها و ترجیحات کاربر را دریافت و درک می‌کنند و بر اساس جزئیات موجود در مدل‌های استدلالی خود توصیه‌گری را انجام می‌دهند. در این سامانه‌ها اطلاعات بدین صورت ذخیره می‌شوند که ویژگی‌های یک آیتم خاص چگونه می‌تواند پاسخگوی نیازهای یک کاربر خاص باشد [۴ و ۵].

در این مقاله به ارائه یک سامانه توصیه‌گر شخصی سازی شده برای شهروندان شهر تهران پرداخته شده است که با استفاده از روش شبکه عصبی غیر نظارت شده نقشه خودسازمان‌ده افراد مختلف بر اساس ویژگی‌های شخصی که دارند خوشه بندی شده و براساس سیستم استنتاج فازی شهودی نیز ترجیحات افراد مدل سازی شده تا عدم قطعیت موجود در تصمیم‌گیری از بین برود و توصیه‌های کاملاً شخصی سازی شده‌ای با توجه به ویژگی‌ها و ترجیحات شهروندان ارائه گردد.

۲- مطالعات پیشین

یک سامانه توصیه‌گر نوع خاصی از پالایش اطلاعات است که بر اساس رفتارهای گذشته کاربر و یا شباهت کاربران فهرستی از آیتم‌ها را که متناسب با ترجیحات و درخواست‌های کاربر است استخراج می‌کند [۶]. این سامانه‌ها از جمله ابزارهایی هستند که می‌توانند کاربران را به سمت اطلاعات و خدمات دلخواه و مورد نظرشان هدایت و راهنمایی کنند [۷]. در سال‌های اخیر سامانه‌های توصیه‌گر بسیار رایج شده و تحقیقات بسیاری در این زمینه انجام گرفته است از جمله این مطالعات میتوان به نسابی^۱ و همکاران در سال ۲۰۱۴ اشاره داشت که یک سامانه توصیه‌گر شخصی جهت تمرینات بدنی سالمندان پیشنهاد دادند که شرایط سلامتی و ترجیحات کاربر را برای

^۱ Nassabi

موضوع مهم مشخص شد که در هیچ یک از تحقیقات انجام شده به طور مشخص به موضوعات توصیه گری مکانی مخصوص شهروندان توجه ویژه ای نشده و همچنین خلع استفاده و ترکیب هر دو المان ویژگی های شخصی افراد و ترجیحات در توصیه گری به صورت هم زمان و بهینه سازی خروجی به طور مشخص در کارها احساس می شد بنابراین در تحقیق حاضر تلاش بر این است تا این خلع و کمبود ها پوشش داده شود.

۳- مبانی نظری

۳-۱- شبکه عصبی نظارت نشده نگاشت خودسازمان ده

نگاشت یا نقشه خود سازمان ده که به شبکه (SOM) نیز معروف است، نوعی از شبکه عصبی مصنوعی بر پایه یادگیری نظارت نشده است که نمونه های تحت آموزش را در یک فضای کم بعد و تفکیک شده نمایش می دهد. هدف اصلی یک شبکه (SOM) تبدیل فضاهای پیچیده با ابعاد زیاد به یک فضای خروجی گسسته با ابعاد کم (معمولا دو بعدی) است [۱۴]. موقعیت نورون ها در فضای خروجی نشان دهنده ویژگی های اصلی موجود در فضای ورودی است [۱۵]. برای طراحی یک سیستم نگاشت خودسازمان ده (SOM) سه مرحله اصلی وجود دارد [۱۶].

الف- مرحله رقابت^۶: تعیین نورون برنده

نورون های خروجی برای به دست آوردن مناسب ترین نود برای بردار ورودی با یکدیگر رقابت می کنند و نورونی که بیشترین شباهت را به بردار ورودی دارد برنده رقابت می شود. برای تعیین نورون برنده روش های بسیاری وجود دارد که معروف ترین آن فاصله اقلیدسی است نورون برنده براساس رابطه (۱) محاسبه می شود.

$$i(X) = \arg \min ||x - w_i|| \quad (1)$$

در این رابطه x بردار ورودی است و w_i وزن نورون i ، به همین صورت هر کدام از نورون ها که نرم اختلاف با بردار ورودی کمترین مقدار باشد به عنوان نورون برنده تعیین می شود.

توصیه گری در نظر می گیرد [۸]. همچنین دووس^۱ و همکاران در سال ۲۰۱۵، یک برنامه تحت موبایل شخصی سازی شده را جهت مشارکت بیشتر کاربران در آزمون های شناختی طراحی کردند. [۹] در سال ۲۰۱۷ نیز کارنینیگیسی^۲ و همکاران یک سامانه توصیه گر بافت آگاه را برای توصیه گری مکانی به افراد مختلف ارائه داده اند. این مدل پیشنهادی به طور یکپارچه مکان کاربران را بر اساس بافت های موجود کنترل کرده و با آگاهی از بافت های موجود توصیه گری های مناسبی را ارائه می دهد. [۱۰]

براون^۳ و همکاران در سال ۲۰۱۴ یک سیستم توصیه گر مشارکتی برای فعالیتهای ورزشی و دسترسی به فضاهای سبز توسعه دادند و بر اساس مشابهت کاربران در انتخاب مکانهای مورد علاقه، پیشنهادات را کیفیت بخشیدند. کولف و همکاران در سال ۲۰۱۹، یک سامانه توصیه گر جهت مشارکت شهروندان در فعالیتهای روزانه ارائه دادند. که با هدف افزایش فعالیتهای فیزیکی طراحی شده است در این سامانه از داده های تناسب اندام افراد در طی زمان برای ارائه توصیه گری استفاده می شده است. در این تحقیق داده ها به دو صورت مستقیم و غیر مستقیم از گروه مورد آزمایش جمع آوری و الگوهای رفتاری استخراج گشته است تا مدل های پیش بینی بر اساس یادگیری ماشین و داده ها آموزش داده شده استخراج شود و در نهایت میزان شباهت کاربر هدف با افراد موجود در سامانه محاسبه و توصیه گری های مناسبی به افراد ارائه شده است [۱۱]. از می^۴ و همکاران نیز در همین سال یک سامانه توصیه گر ترکیبی جهت بهبود سلامت شهروندان ارائه دادند. این رویکرد از ویژگی های کاربران جهت ارزیابی شرایط کاربران در جنبه های مختلف استفاده می کند. [۱۲]. فریتو^۵ و همکاران در سال ۲۰۲۰، یک سیستم توصیه گر برای توصیه فعالیتهای مناسب ورزشی در زمانهای مختلف به صورت شخصی سازی شده ارائه دادند. برای نیل به این هدف ابتدا فرایند خوشه بندی انجام شد و سپس با استفاده از روشهای تصمیم گیری چندمعیاره فرایند توصیه گیری انجام شد [۱۳]. با توجه به بررسی های انجام شده بر روی تحقیقات متعدد این

^۱ Devos

^۲ Kurnianingsih

^۳ Brown

^۴ Azmi

^۵ Ferretto

^۶ Competition

ب- مرحله همکاری^۱: کمک به همسایگان در شبکه توپولوژی

نگاشت خودسازمان ده یک شبکه به هم مرتبط است که در آن مکان‌های نزدیک به هم در فضای خروجی، ورودی‌هایی با خصوصیات مشابه را نشان می‌دهند. زمانی که نود برنده مشخص می‌شود نودهای همسایه آن نیز هر یک براساس فاصله ای که از نود برنده دارند به نوعی تحریک می‌شوند و تغییر شکل می‌دهند. هرچه فاصله از نود برنده کمتر باشد میزان تحریک پذیری نودها نیز بیشتر است و برعکس. تابع همسایگی براساس رابطه (۲) محاسبه می‌شود.

$$h_{ci}(t) = \exp\left(-\frac{\|r_c - r_i\|^2}{2\sigma^2(t)}\right) \quad (2)$$

که در این معادله $\sigma^2(t)$ برابر با شعاع گسترش تابع همسایگی و $r_i \in R^2$ و $r_c \in R^2$ موقعیت بردارهای نورون‌های i و c بر روی شبکه خودسازمانده هستند.

ج- مرحله تطبیق^۲: اصلاح وزن‌ها برای نزدیکی بیشتر به بردار ورودی

وزن نورون برنده و همسایگان در نقشه خود سازمانده بر اساس مقادیر ورودی‌های متفاوت و فاصله از آنها تغییر موقعیت داده و عملکردهای متفاوتی را از خود نشان می‌دهند. از طریق این فرایند یادگیری نودهای مربوطه بیشتر شبیه به نمونه‌های ورودی می‌شوند. بنابراین نودهایی که به بخش خاصی از ورودی‌ها پاسخ قوی تری می‌دهند، احتمال پاسخ دهی به داده‌های ورودی مشابه در آینده را نیز افزایش می‌دهند.

۳-۳- فازي شهودي

مجموعه‌های فازي شهودی را اولین بار اتاناسودر سال ۱۹۸۶ ارائه داده است. این مجموعه‌ها با سه تابع که درجه عضویت، درجه عدم عضویت و درجه عدم قطعیت را نشان می‌دهند، توصیف می‌شوند. در منطق کلاسیک ریاضی، ارزش یا میزان صحت یک گزاره با ۰ به عنوان درست و صفر به معنای نادرست تعریف می‌شود. در منطق فازي،

این ارزش مقداری حقیقی است که از بازه‌ی [۰،۱] انتخاب می‌شود. این ارزش یا میزان صحت را میتوان "درجه‌ی صحت" نامید. آتاناسوف مقداری حقیقی دیگری از فاصله [۰،۱] با عنوان "درجه‌ی عدم صحت" را به این تعریف افزود؛ بنابراین به گزاره‌ی p دو مقدار $\mu(p)$ و $v(p)$ نسبت داده می‌شود، به‌طوری که:

$$v(p) + \mu(p) \leq 1$$

$$v(p) = < v(p), \mu(p) >$$

بنابرای تابع $v: s \rightarrow [0.1] * [0.1]$ تابع ارزش است که "درجه‌ی صحت" و "درجه‌ی عدم صحت" هر یک از گزاره‌های مجموعه‌ی s را به ما می‌دهد. توجه کنید که منطق فازي حالتی خلاص از منطق فازي شهودی است که در آن

$$\mu(p) + v(p) = 1 \text{ یعنی}$$

$$v(p) = < \mu(p), 1 - \mu(p) > .$$

یک مجموعه‌ی فازي شهودی A از مجموعه مرجع X اینگونه تعریف می‌شود:

$$A = \{ < x, \mu_A(x), v_A(x) > | x \in X \} \quad (3)$$

که $\mu_A: X \rightarrow [0.1]$ و $v_A: X \rightarrow [0.1]$ با این شرط که $\forall x \in X: 0 \leq \mu_A(x) + v_A(x) \leq 1$ که $\mu_A(x)$ و $v_A(x)$ که متعلق به بازه ی [۰،۱] است، درجه ی عضویت و درجه‌ی عدم عضویت x به A نامیده می‌شود. هر مجموعه‌ی A' حالت خاصی از مجموعه‌های فازي شهودی است و می‌توان آن را به‌شکل مجموعه‌ی فازي شهودی نشان داد. برای هر مجموعه‌ی فازي شهودی $A' = \{ < x, \mu_{A'}(x), 1 - \mu_{A'}(x) > | x \in X \}$ نشان داد. برای هر مجموعه‌ی فازي شهودی A' از X ، $\pi_{A'} = \mu_{A'}(x) - v_{A'}(x)$ را شاخص شهودی x در A' می‌نامیم. این در حقیقت درجه‌ی تردید x در A' است به-وضوح برای هر x متعلق به X داریم:

$$0 \leq \pi_{A'}(x) \leq 1 \quad (4)$$

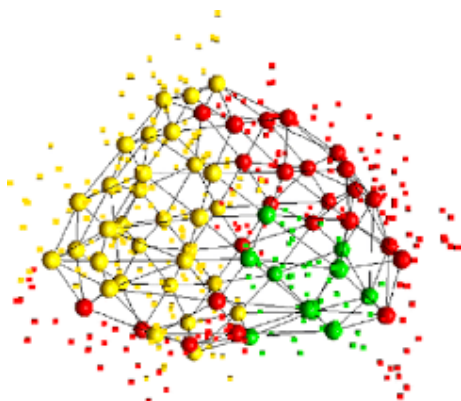
سامانه پیشنهادی برای طراحی یک سامانه توصیه‌گر مکانی شخصی سازی شده برای توصیه مراکز و مکانهای ورزشی در شهر تهران پیاده سازی شده است تهران پرجمعیت‌ترین شهر و پایتخت ایران، مرکز استان تهران و

^۱ Cooperation

^۲ Adaptation

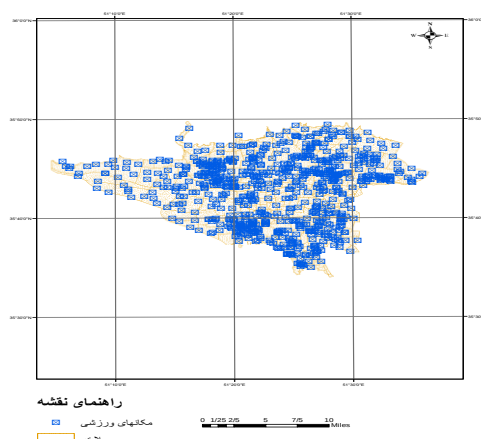
شکل ۳- رابط کاربری دریافت ویژگی‌های شخصی کاربران

در مرحله بعدی معادل کمی هر یک از این داده‌ها به صورت مقادیر نرمال شده‌ای بین یک تا سه استخراج گشته و پس از کمی سازی داده‌ها تمامی مقادیر در پایگاه داده مورد نظر ذخیره سازی شده و پس از تنظیم پارامترهای الگوریتم داده‌ها به برنامه معرفی و شبکه خوشه بندی بر اساس شباهت داده‌های ورودی، بر طبق الگوریتمی که توضیح داده شد، ایجاد گردید. در الگوریتم طراحی شده نورون‌ها پس از آزمون و خطاهای متعدد توسط نگارنده، در یک شبکه چهار در چهار در فضای ویژگی‌ها گسترده شده‌اند. برای هر یک از نمونه‌ها بر طبق الگوریتم مراحل رقابت و همکاری و تطبیق بین نورون‌ها انجام و نورون برنده برای هر یک از نمونه‌ها انتخاب شده است این فرآیند تا جایی پیش می رود که شبکه همگرا شود و بتوان از شبکه ایجاد شده برای نمونه‌های جدید نیز استفاده بهینه کرد. در نهایت هر یک از نورون‌هایی که نمونه‌های بیشتری از داده‌ها را به خود اختصاص داده باشد به عنوان نورون برنده کل شبکه انتخاب می‌شود. شکل (۴) اتصالات همسایگی بین هر یک از نورون‌ها با یکدیگر و فواصل بین هر یک از نورون‌ها با همسایگانش را نشان می‌دهد، هر چه رنگ بین نورون‌ها تیره تر باشد فاصله بین‌ها نیز بیشتر است و برعکس.



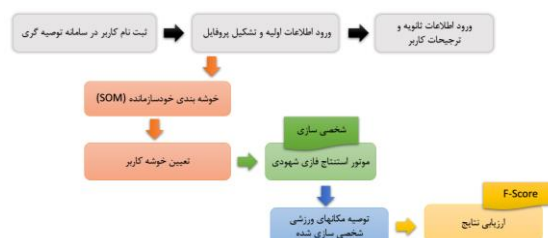
شکل ۴- روابط و فواصل بین نورون‌ها با همسایه

شهرستان تهران است. این شهر در سرشماری سال ۱۳۹۵ بالغ بر ۸,۶۹۳,۷۰۶ تن جمعیت داشته است و براساس برآورد سال ۲۰۱۸ سازمان ملل متحد، ۱۳۸مین شهر پرجمعیت جهان و پرجمعیت‌ترین شهر باختر آسیا می‌باشد. کلان‌شهر تهران نیز دومین کلان‌شهر پرجمعیت خاورمیانه است. در شکل (۱) موقعیت مکانی منطقه مورد مطالعه و توزیع مراکز مورد نظر نمایش داده شده است.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

سامانه پیشنهادی از دو بخش کلی خوشه بندی و سیستم استنتاج فازی شهودی تشکیل شده است که در ادامه به شرح کامل فرایند پیاده‌سازی سامانه پیشنهاد شده پرداخته خواهد شد. فلوچارت اجرایی طرح پیشنهادی در شکل (۲) موجود می‌باشد.



شکل ۲- فلوچارت اجرایی طرح پیشنهادی

۴-۱- خوشه بندی کاربران بر اساس ویژگی‌های شخصی

در گام اول پرسشنامه الکترونیکی مربوط به اطلاعات اولیه کاربران مطابق شکل ۳، تکمیل گردید.

اتصالاتی که بین توابع ورودی‌ها (AND / OR) وجود دارد تعداد ۶۸ قانون نوشته شده است. در شکل (۵) رابط کاربری جهت دریافت ترجیحات نمایش داده شده است.

جدول ۱- ترجیحات مکانی و غیر مکانی شهروندان

نام ترجیح	نوع ترجیح	مقادیر کلامی هر ترجیح
سرویس یا کاربری	غیر مکانی	تفریحی ورزشی درمانی
هزینه	غیر مکانی	کم متوسط زیاد
مد سفر	مکانی	وسیله نقلیه عمومی ماشین شخصی
دسترسی	مکانی	اهمیت کم اهمیت زیاد
ترافیک	مکانی	اهمیت کم اهمیت زیاد

۴- نتایج

در نهایت از طریق ترکیب وصفی خروجی‌های به دست آمد از اطلاعات کاربران موقعیت‌های بهینه جهت توصیه‌گری استخراج شده است و جهت نمایش خروجی سیستم بر روی نقشه از کتابخانه جنگو که یک پلتفرم برنامه نویسی تحت وب است کمک گرفته شد است تا با استفاده از کتابخانه مکانی Open-Layer و کتابخانه J-Query موقعیت مکانی مورد نظر بر روی نقشه‌ی OSM^۱ بصورت یک نقشه تحت موبایل نشان داده شود.

خروجی‌های به دست آمده از الگوریتم طراحی شده به صورت مجموعه ای از موقعیت‌ها به کار نمایش داده خواهد شد و کاربر با انتخاب هر یک از این موقعیت‌ها میتواند موقعیت آن را بر روی نقشه مشاهده کند. در شکل (۶) دو نمونه از موقعیت‌های توصیه شده به کاربری که شرایط زیر را دارد نمایش داده شده است.

الف- خانمی با رنج سنی ۵۵ تا ۶۵ سال که از نظر سلامتی و توانایی حرکتی مشکل خاصی ندارد و ورزش‌های مورد علاقه وی ورزش‌های آبی است و دارای ترجیحاتی چون کاربری مورد نظر تفریحی، میزان هزینه تا دویست هزار تومان، نوع جا به جایی

بر این اساس شبکه مورد نظر ایجاد شده و در ادامه پروژه جهت تعیین خوشه هر یک از کاربران از این شبکه استفاده می‌شود. از طریق رابط کاربری که به کمک Guide متلب طراحی شده است، اطلاعات و ویژگی‌های شخصی کاربر جدید وارد سامانه شده و بر طبق شبکه‌ایجاد شده خوشه مناسب که بیشترین شباهت را با ویژگی‌های کاربر دارد، مشخص می‌شود. رابط کاربری دریافت ویژگی‌های شخصی، جهت وارد شدن به شبکه خوشه بندی در شکل (۵) نمایش داده شده است.

شکل ۵

۴-۲- مدل سازی عدم قطعیت در ترجیحات

جهت طراحی سامانه فازی شهودی از پنج متغیر اصلی شامل وسیله نقلیه مورد نظر، هزینه مورد نظر، حداکثر زمان که شامل کاربری، ترافیک، هزینه و ... است به عنوان ورودی استفاده شده است که پارامترهای هر یک از این متغیرها در جدول ۱ موجود می‌باشد. این متغیرها از طریق مطالعات کتابخانه‌ای به دست آمده‌اند [۱۷-۲۰]. به این صورت که از طریق بررسی مقالاتی در حوزه سالمندان مرتبط ترین ترجیحات به پروژه حاضر استخراج شده و به عنوان ورودی‌های سامانه فازی شهودی مورد استفاده قرار گرفته است.

سیستم فازی طراحی شده شامل پنج متغیر به عنوان ورودی و یک خروجی می‌شود در مرحله اول برای هر یک از ورودی‌ها و خروجی سامانه با استفاده از رویکرد فازی نوع دوم و با کمک توابع عضویت دوزنقه‌ای و مثلثی، عمل فازی سازی انجام گرفته و توابع عضویت بالایی و پایینی برای هر یک تعریف شده است.

پس از طراحی توابع عضویت پایگاه دانش مناسبی برای سیستم ایجاد شده است، در ادامه بر اساس توابع عضویت ورودی‌ها و خروجی سیستم و برطبق روابط

^۱ Open Street Map

مناسب تری برای ارزیابی سامانه توصیه گر است که بر مبنای میانگین وزنی دو معیار ذکر شده کار می کند. جهت استخراج مقادیر لازم برای محاسبه معیارهای ارزیابی از کاربران (۹۸ کاربر) خواسته شد تا سامانه طراحی شده را به دفعات مختلف بر اساس ترجیحات متفاوتی که دارند مورد بررسی قرار دهند. در ادامه هر یک از کاربران بر طبق کاربری مورد نظر و علایق خود تعداد پیش بینی های درست^۱ و غلط^۲ و مواردی که پیش بینی صورت نگرفته^۳ را تقسیم بندی کرده و به این ترتیب مقادیر اولیه جهت محاسبه معیارها به دست آمد است

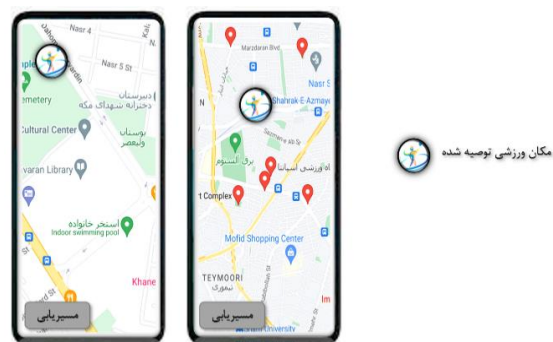
برای محاسبه معیار حساسیت برای کل سامانه، از نسبت بین تعداد پیش بینی های درست صورت گرفته توسط سامانه به مجموع مقادیر پیش بینی های درست و مقادیر پیش بینی نشده استفاده شده است. همچنین معیار دقت محاسبه شده، بر اساس نسبت بین تعداد پیش بینی های درست سامانه بر مجموع پیش بینی های درست و غلط به دست آمده است. و در نهایت معیار F-Score که میانگین وزنی از دو معیار حساسیت و دقت است محاسبه شده است. به صورت کلی مقادیر خروجی معیارهای محاسبه شده در بازه ای بین صفر تا یک و یا صفر تا ۱۰۰ قرار دارد که هر چه این مقدار به ۱۰۰ و یا یک نزدیک تر باشد نشان دهنده دقت و صحت توصیه ها و کیفیت خروجی های به دست آمده از سامانه طراحی شده است. در پژوهش حاضر تعداد ۹۸ نفر در سامانه ثبت نام کردند و به ۷ خوشه متفاوت تقسیم شدند. برای هر خوشه فرایند شخصی سازی برای ارائه خدمات انجام شد. در نهایت سامانه بر اساس سه پارامتر دقت (۰/۷۴)، حساسیت (۸۱) و F-Score (۰/۷۷) مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج حاصل حاکی از عملکرد خوب و قابل قبول رویکرد پیشنهادی دارد.

۵- بحث و نتیجه گیری

در تحقیق حاضر سامانه توصیه گر دانش مبنای شخصی سازی شده ای مخصوص ارائه خدمات توصیه گری ورزشی طراحی شده است تا شهروندان بر اساس نیازها و شرایط

با اتومبیل شخصی و دسترسی و ترافیک اهمیت چندانی ندارد.

ب- آقا با رنج سنی بین ۲۵-۳۵، دارای سلامتی جسمانی، علاقمند به پیاده روی، هزینه کمتر صد هزار تومان و ورزشهای باشگاهی است.



شکل ۶- دو نمونه از مراکز ورزشی توصیه شده شخصی سازی شده

ارزیابی سامانه طراحی شده با دو معیار حساسیت و دقت که از جمله رایج ترین معیارهای ارزیابی خروجی سیستم های توصیه گر هستند، و همچنین معیار امتیاز F1 انجام شده است. که در ادامه تشریح می شوند [۲۱]. معیار دقت که در رابطه (۵) بیان شده است بیان کننده نسبت تعداد پیش بینی های صحیح انجام شده به تعداد کل پیش بینی های انجام شده است.

$$\text{Precision} = \frac{\text{True positive}}{\text{True positive} + \text{False positive}} \quad (5)$$

معیار حساسیت که در رابطه (۶) بیان شده است، بیانگر تعداد پیش بینی های صحیح نسبت به کل واقعیت های صحیح است.

$$\text{Recall} = \frac{\text{True positive}}{\text{True positive} + \text{False negative}} \quad (6)$$

پارامتر امتیاز F-Score میانگین وزنی پارامتر حساسیت و دقت است، هر چه مقدار این پارامتر بالاتر باشد بیانگر دقتی تر بودن مدل و هر چه میزان آن کمتر باشد نشان از دقت پایین مدل دارد این پارامتر از رابطه (۷) به دست می آید.

$$F - \text{Score} = 2 \frac{\text{Precision} * \text{Recall}}{(\text{Precision} + \text{Recall})} \quad (7)$$

از آنجایی که دو معیار حساسیت و دقت در تقابل با یکدیگر تغییر می کنند، معیار ارزیابی F-Score معیار

^۱ True Positive
^۲ False Positive
^۳ False Negative

خود مناسب‌ترین و بهینه‌ترین را دریافت نمایند. جهت اجرای طرح پیشنهادی ویژگی‌ها و شرایط شخصی افراد بر اساس پرسشنامه آنلاین مختلف دریافت شده و بر اساس شبکه عصبی غیرنظارت شده نگاشت خود سازمانده، افراد با ویژگی‌های مشابه در گروه‌های مشخص قرار گرفتند و به این صورت پایگاه دانش اولیه برای سامانه توصیه‌گر ایجاد گردید. پس از آن از طریق رابط کاربری طراحی شده ویژگی‌های شخصی افراد دریافت و بر اساس آن خوشه فرد مشخص گشته و در ادامه جهت مدل سازی عدم قطعیت،

مراجع

اطلاعات دریافتی از شهروندان در موتور استنتاج فازی نوع دوم وارد و خروجی صریح و دقیقی از ترجیحات کاربر به دست آمده است و از ترکیب عطفی خروجی‌های به دست آمده از دو بخش طراحی شده توصیه‌گری صورت میپذیرد و خروجی‌های مناسب به کاربر توصیه می‌گردد. در نهایت سامانه بر اساس سه پارامتر دقت (۰/۷۴)، حساسیت (۰/۸۱) و F-Score (۰/۷۷) مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج حاصل حاکی از عملکرد خوب و قابل قبول سامانه دارد.

- [1] R. Burke, A. Felfernig, and M. H. Goker, "Recommender systems: An " overview," *Ai Magazine*, vol. 32, no. 3, pp. 13–18, 2011.
- [2] D. Jannach, M. Zanker, A. Felfernig, and G. Friedrich, "Recommender Systems: An Introduction", Cambridge University Press, New York, 352, 2010.
- [3] H.K. Bhargava, S. Sridhar, and C. Herrick, "Beyond spreadsheets: tools for building decision support systems", *Computer*, 32(3), pp.31-39, 1999.
- [4] S.H. Liao, "Expert system methodologies and applications—a decade review from 1995 to 2004", *Expert systems with applications*, 28(1), pp.93-103, 2005.
- [5] S. Moisan, "Generating knowledge-based system generators: a software engineering approach", *International Journal of Intelligent Information Technologies (IJIT)*, 6(1), pp.1-17, 2010.
- [6] B. Hu, "Recommendation in Location-based Social Networks", Doctoral dissertation, Applied Sciences, 2014.
- [7] J.A. Konstan, "Introduction to recommender systems", In *Proceedings of the 2008 ACM SIGMOD international conference on Management of data*, pp. 1373-1374, 2008.
- [8] M.H. Nassabi, H. op den Akker, and M. Vollenbroek-Hutten, "An ontology-based recommender system to promote physical activity for pre-frail elderly" In *Mensch & Computer 2014—Workshopband*, pp. 181-184, 2014.
- [9] P. Devos, A.M. Jou, G. De Waele, and M. Petrovic, "Design for personalized mobile health applications for enhanced older people participation", *European Geriatric Medicine*, 6(6), pp.593-597, 2015.
- [10] L.E. Kurnianingsih, L. Lazuard, and A.S. Prabuwno, "Context-aware-based Location Recommendation for Elderly Care", *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 7(5), pp.1667-1677, 2017.
- [11] Brown G., Schebella M.F. and Weber D. (2014) Using participatory GIS to measure physical activity and urban park benefits, *Landscape and Urban Planning*, 121 (34-44).
- [12] A.K. Azmi, N. Abdullah, and N.A. Emran, "A Recommender System Model for Improving Elderly Well-Being: A Systematic Literature Review" *Int. J. Advance Soft Compu. Appl*, 11(2), 2019.
- [13] L. R. Ferretto *et al.*, "A Physical Activity Recommender System for Patients With Arterial Hypertension," in *IEEE Access*, vol. 8, pp. 61656-61664, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2983564.
- [14] A.H. Holmbom, T. Eklund, and B. Back, "Customer portfolio analysis using the SOM", *International Journal of Business Information Systems*, 8(4), pp.396-412, 2011
- [15] H. Simon, "Neural networks: a comprehensive foundation", Prentice hall, 1999.
- [16] A.R. Toghyani, A. Rajab Zadeh, A.A. Anvari Rostami, "Designing a decision model in conditions of uncertainty", *New research in decision making*, Vol 1, NO 1, 2016.
- [17] P. Jittrapirom, W. van Neerven, K. Martens, D. Trampe, and H. Meurs, "The Dutch elderly's preferences toward a smart demand-responsive transport service" *Research in Transportation Business & Management*, 30, p.100383, 2019.
- [18] C. Wen, C. Albert, and C. von Haaren, "The elderly in green spaces: Exploring requirements and preferences concerning nature-based recreation", *Sustainable cities and society*, 38, pp.582-593, 2018.

- [19] S.L. Szanton, R.K. Walker, L. Roberts, R.J. Thorpe Jr, J. Wolff, E. Agree, D.L. Roth, L.N. Gitlin, and C. Seplaki, "Older adults' favorite activities are resoundingly active: findings from the NHATS study", *Geriatric Nursing*, 36(2), pp.131-135, 2015.
- [20] A. Ahmadi, H. Seyedin, and R. Fadaye-Vatan, "Towards age-friendly hospitals in developing countries: a case study in Iran", *Health promotion perspectives*, 5(1), p.42, 2015.
- [21] F.H. Del Olmo, and E. Gaudioso, "Evaluation of recommender systems: A new approach" *Expert Systems with Applications*, 35(3), pp.790-804, 2008.