نشریه علمی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی

سال یازدهم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۲
Vol.11, No.2, Summer 2023
۱۰۳ -۱۱۹
مقاله پژوهشی
DOR: 20.1001.1.20089635.1402.11.2.6.9

ارزیابی کیفیت اطلاعات مکانی داوطلبانه از طریق ارزیابی اعتماد پذیری کاربران به کمک شبکه عصبی مصنوعی

الهه آذری عسگری[1*]، فرهاد حسینعلی[2]

۱- کارشناسی ارشد مهندسی عمران- سیستم های اطلاعات جغرافیایی، گروه مهندسی نقشه برداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی،تهران، ایران
۲- استادیار گروه مهندسی نقشه برداری، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۳/۰۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۶/۲۷

چکیده

امروزه اطلاعات مکانی داوطلبانه *(VGI)* یکی از منابع مهم جمع‌آوری اطلاعات مکانی می‌باشد. برخلاف داده‌های رسمی، دقت و صحت اطلاعات مکانی داوطلبانه در هنگام تولید آنها مشخص نیست. تاکنون روش‌های متفاوتی برای ارزیابی کیفیت این اطلاعات به کار گرفته شده که یکی از آنها ارزیابی عملکرد کاربران *VGI* در ورود اطلاعات است. در این پژوهش به منظور ارزیابی کیفیت اطلاعات مکانی داوطلبانه، از روش ارزیابی عملکرد کاربران با رویکرد برآورد اعتمادپذیری آن‌ها به کمک شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده شده است. در اینجا به کمک یک برنامه کاربردی تلفن همراه تحت سیستم عامل اندروید، چندین متغیر مربوط به اطلاعات زمینه‌ای کاربران همزمان درنظر گرفته شده است و با استفاده از اطلاعات زمینه‌ای کاربران و شبکه عصبی مصنوعی، میزان اعتمادپذیری کاربران برآورد گردیده است. در برنامه ذکر شده، کاربر سؤالاتی نظیر جنسیت، سن، تحصیلات، میزان آشنایی با *GPS* و یا *GIS* را پاسخ می‌دهد و سپس بخشی از نقشه منطقه مورد نظر را می‌بیند و پاسخ سؤال مطرح شده درباره نقشه را از میان گزینه‌های ارائه شده انتخاب می‌کند. در این پژوهش هر کاربر باید به سؤالات حداقل سه منطقه پاسخ بدهد. پس از اتمام فرآیند جمع‌آوری اطلاعات، پاسخ کاربران برای ۱۱۰۲ منطقه جمع‌آوری گردید و وارد مرحله پردازش با شبکه عصبی شد. ٪۷۰ داده‌ها برای آموزش شبکه عصبی، ٪۱۵ برای اعتبارسنجی و ٪۱۵ برای آزمایش در نظر گرفته شد و بهترین حالت شبکه عصبی با خطای کمترین مربعات ۰/۱۹۹۸۸ انتخاب گردید. با استفاده از شبکه عصبی آموزش دیده، درصد احتمالی پاسخ‌های صحیح کاربران بر اساس اطلاعات پیشینه آنها برآورد می‌گردد و بدین ترتیب هر مشارکتی که کاربر در تولید اطلاعات داوطلبانه داشته باشد می‌تواند با برچسبی از درجه اطمینان مشخص گردد. شبکه عصبی آموزش دیده برای ارزیابی اطلاعات زمینه‌ای مؤثر کاربران در صحت اطلاعات مکانی هم به خدمت گرفته شد و بهترین حالت ممکن برای ارائه پاسخ‌های صحیح برآورد شده است.

کلید واژه‌ها : اطلاعات مکانی داوطلبانه، *VGI*، سیستم اطلاعات مکانی، *GIS*، شبکه عصبی مصنوعی (*ANN*).

* نویسنده مکاتبه کننده: گروه مهندسی نقشه برداری، دانشکده فنی مهندسی واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی،تهران، ایران.
تلفن: ۰۲۱۳۳۷۲۲۸۳۱

Email: st_e_azariasgari@azad.ac.ir

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2024-05-11]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1402.11.2.6.9]
[DOI: 10.61186/jgit.11.2.103]

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر، تمایل به استفاده از وب[۱] برای ایجاد، جمع‌آوری و انتشار اطلاعات مکانی ارائه شده توسط افراد به‌صورت داوطلبانه وجود داشته است. همچنین کاربران علاقه‌مند به مشارکت در زمینه اطلاعات مکانی هستند. این موضوع اولین بار توسط گوچایلد[۲] (۲۰۰۷) با نام اطلاعات مکانی داوطلبانه *(VGI)*[۳] بیان گردید [۱]. *VGI* این پتانسیل را دارد که منبع مهمی از اطلاعات مکانی در سطح زمین باشد. وب سایت‌هایی مانند *Wikimapia* و *OSM*[۴] نمونه‌هایی از سیستم‌های مبتنی بر *VGI* هستند که اغلب ارزان‌ترین منبع و گاهی تنها منبع اطلاعات مکانی هستند. با این حال، ادغام داده‌های *VGI* با داده‌های معتبر، زیرساخت داده‌های مکانی[۵] و سایر داده‌ها به این دلیل که تعیین دقیق کیفیت *VGI* دشوار است به عنوان یک مسئله مطرح است [۲ و ۳]. دو روش اصلی برای ارزیابی کیفیت داده‌های *VGI* وجود دارد. در رویکرد اول، فرض بر این است که داده‌های معتبر رسمی، داده‌های با کیفیت هستند و می‌توانند برای اعتبارسنجی داده‌های *VGI* استفاده شوند. مهم‌ترین نقطه ضعف این رویکرد این است که نیازمند دسترسی به داده‌های رسمی می‌باشد که ممکن است همیشه امکان‌پذیر نباشد. همچنین، به دلیل سرعت کم بروزرسانی مجموعه‌های داده معتبر، صحت داده‌های معتبر را نمی‌توان تضمین کرد، در نتیجه بین داده‌ها و واقعیت در طول زمان ایجاد مغایرت می‌شود [۴]. از نمونه تحقیق‌های صورت گرفته در این دسته می‌توان به تحقیق فونته[۶] و همکاران (۲۰۱۵) [۵]، مرادی و همکاران (۲۰۲۲) [۶] و احمد[۷] و همکاران (۲۰۲۲) [۷] اشاره کرد. در رویکرد دوم، سیر تحول داده‌ها، یعنی تاریخچه یا پیشرفت آن مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد. مزیت این رویکرد در مقایسه با روش اول این است که به منابع داده رسمی نیاز ندارد و بروز بودن داده‌ها را در نظر می‌گیرد. با این حال، این روش کیفیت داده‌ها را به طور دقیق ارزیابی نمی‌کند، اما در عوض یک تقریب ارائه می‌دهد [۲، ۸ و ۹].

گوچایلد و لی[۸] (۲۰۱۲)، سه رویکرد برای تضمین کیفیت را توصیف کرده‌اند که به آن‌ها رویکردهای جمع‌سپاری، اجتماعی و جغرافیایی گفته می‌شود. رویکردهای جمع‌سپاری «به توانایی گروه برای تأیید و تصحیح خطاهایی که ممکن است یک فرد مرتکب شود اشاره دارد» در حالی که رویکردهای اجتماعی «به سلسله مراتبی از افراد مورد اعتماد که به عنوان تعدیل کننده یا دروازه‌بان عمل می‌کنند، متکی است» [۱۰]. از سوی دیگر سناراتن[۹] و همکاران (۲۰۱۷) ادبیات ارزیابی کیفیت داده‌های *VGI* را بررسی کردند. آن‌ها روش‌های ارزیابی کیفیت *VGI* را به سه دسته طبقه‌بندی کردند: مبتنی بر نقشه، مبتنی بر تصویر و مبتنی بر متن. همچنین آمار آن‌ها نشان داد که روش‌های مبتنی بر نقشه بیش‌ترین فراوانی را در بین سه روش داشتند [۱۱]. فرقانی و دلاور (۲۰۱۴) کیفیت داده‌های *OSM* را در تهران با نقشه رسمی شهرداری تهران با استفاده از معیارهایی مانند مساحت و محدوده مقایسه کردند و دریافتند که کیفیت داده‌های *OSM* نسبتاً خوب است [۱۲]. محمدی و ملک (۲۰۱۴) دقت موقعیتی داده‌های داوطلبانه را با استفاده از شاخص‌های ذاتی تخمین زدند و برای این منظور، شاخص‌هایی را که بر دقت موقعیتی *VGI* تأثیر گذار بودند، استخراج کردند. شاخص‌های استخراج‌شده در یک سیستم مبتنی

---

[۱] *Web*

[۲] *Goodchild*

[۳] *Volunteered Geographic Information (VGI)*

[۴] *OpenStreetMap (OSM)*

[۵] *Spatial Data Infrastructure (SDI)*

[۶] *Fonte*

[۷] *Ahmad*

[۸] *Goodchild and Li*

[۹] *Senaratne*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2024-05-11]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1402.11.2.6.9]
[DOI: 10.61186/jgit.11.2.103]

بر هوش مصنوعی ترکیبی برای دستیابی به الگویی برای ارتباط بین شاخص‌ها و دقت مکانی استفاده شدند. این الگو با استفاده از داده‌های داوطلبانه با داده‌های مرجع مربوطه هر منطقه مورد مطالعه به‌دست آمد. کارایی روش پیشنهادی آن‌ها برای تخمین دقت مکانی یک مجموعه داده بدون مرجع مربوطه نشان داده شد [۱۳]. فرج‌الهی و دلاور (۲۰۱۶) در تحقیق خود جهت ارزیابی کیفیت *VGI*، از روش اعتبارسنجی افراد با توجه به پیشینه مشارکتی آن‌ها استفاده کردند. آن‌ها این روش را روشی دقیق برای تعیین اعتبار مشارکت‌کنندگان و در نتیجه اعتبار اطلاعات دانستند [۱۴]. یانگ[۱] و همکاران (۲۰۱۶) مشارکت‌کنندگان *OSM* را در آلمان، فرانسه و بریتانیا با معیار حرفه‌ای بودن آنان، ارزیابی کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که بیشترین مشارکت‌کنندگان *OSM* از نظر تعداد مبتدی هستند. همچنین سه شاخص تمرین، مهارت و انگیزه می‌توانند بر کیفیت داده‌های تولید شده تأثیر بگذارند [۱۵]. علی و اشمید[۲] (۲۰۱۴) از روش‌های طبقه‌بندی و سلسله‌مراتبی برای بررسی یکپارچگی *VGI* بر اساس داده‌های *OSM* استفاده کردند. آن‌ها بر طبقه‌بندی پارک‌ها و باغ‌ها در آلمان، بریتانیا و استرالیا تمرکز کردند و نشان دادند که دقت داده‌ها در آلمان و بریتانیا بسیار بهتر از استرالیا است. آن‌ها اذعان کردند که نتایج به دست آمده ممکن است به دلیل استفاده نکردن از داده‌های رسمی کاملاً صحیح نباشد [۱۶]. واحدی طرقبه و آل شیخ (۲۰۱۶)، دقت توصیفی عوارض داده‌های داوطلبانه *OSM* (در قالب نام عارضه) را با مقایسه آن‌ها با داده‌های شهرداری شهر تهران مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج حاصل، ۳۳٪ دارای نام صحیح، ۴۴٪ نام تقریباً صحیح و ۲۳٪ نام نادرست و دقت توصیفی کل داده‌ها برابر ۷۷٪ ارزیابی شد [۱۷].

بیشر و یانوویچ[۳] (۲۰۱۰) بیان داشتند که مفهوم اعتماد اطلاعاتی با مفهوم تثبیت شده اعتماد بین فردی مرتبط می‌باشد. آن‌ها پیشنهاد کردند از اعتماد و شهرت اطلاعاتی به عنوان معیاری برای کیفیت اطلاعات استفاده شود [۱۸]. فراتی و کریمی‌پور (۲۰۱۶) بیان داشتند که مشکل اصلی در اکثر روش‌های پیشین عدم امکان ارزیابی کیفی عوارض تصحیح شده توسط کاربرانی است که سابقه‌ای از عملکرد آن‌ها موجود نیست. در روشی که فراتی و کریمی‌پور برای کیفیت‌سنجی داده‌های اطلاعات مکانی داوطلبانه پیشنهاد کردند، علاوه بر سابقه کاربران سامانه و همچنین ارزیابی‌های مربوط به ویرایش‌های هر کاربر، میزان تأثیر گروه حرفه‌ای و شغلی که کاربر عضو آن هست نیز در نظر گرفته شده است تا تخمین بهتری از کیفیت داده‌های مکانی حاصل گردد. نتایج اولیه این تحقیق نشان می‌دهد این روش در طول زمان بهبود پیدا می‌کند و هرچه تعداد کاربران با گروه‌های مختلف حرفه‌ای در سامانه بیشتر شود، میزان کیفیت‌سنجی نیز بالاتر می‌رود [۱۹]. خسروی کزازی و حسینعلی (۲۰۱۷) در تحقیق خود برای تعیین بهترین داده برای هر شیء، ابتدا به هر مشارکت‌کننده دو امتیاز نفوذ و قطبیت را تخصیص دادند که تخصیص این امتیازها به مشارکت‌کنندگان اطلاعات مکانی داوطلبانه براساس فعالیت‌هایشان بود. آن‌ها در راستای ارزیابی روش پیشنهادی خود، یک سامانه آزمایشی اطلاعات مکانی داوطلبانه را با هدف تولید داده‌های توصیفی یک خیابان در شهر اراک طراحی کردند که توسط ۱۰ مشارکت‌کننده مورد استفاده قرار گرفت و نتایج آن بیش از ۹۳٪ با واقعیت انطباق داشت [۲۰]. داکستا[۴] (۲۰۱۶) کیفیت داده‌های ساختمانی *OSM* را ارزیابی کرد. او ویژگی کامل بودن و همچنین دقت مکانی را

[۱] *Yang*

[۲] *Ali and Schmid*

[۳] *Bishr and Janowicz*

[۴] *Da Costa*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2024-05-11]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1402.11.2.6.9]
[DOI: 10.61186/jgit.11.2.103]

مطالعه کرد و به این نتیجه رسید که کیفیت داده‌ها در مراکز شهرها به طور قابل توجهی بهتر است اما با فاصله گرفتن از مراکز شهری کاهش می‌یابد [۲۱]. مارتلا[۱] و همکاران (۲۰۱۹) یک برنامه کاربردی[۲] اندروید[۳]ی برای جمع‌آوری اطلاعات مکانی از طریق بازی توسعه دادند. افراد مشارکت کننده در این تحقیق کسانی بودند که در منطقه مورد مطالعه زندگی می‌کردند و از برنامه بازی استفاده می‌کردند. از این رو مردم و به ویژه دانشجویان، اطلاعات نقشه آن منطقه (واقع در آلمان) را جمع‌آوری نمودند. کارایی روش با استفاده از پرسش‌نامه‌های تکمیل شده توسط کاربران تأیید شد [۲۲]. کن[۴] و همکاران (۲۰۱۹) از *VGI* برای استخراج رانش زمین از عکس‌های گرفته شده توسط داوطلبان استفاده کردند. آن‌ها یک شبکه عصبی مصنوعی[۵] کانولوشن[۶] برای این منظور توسعه دادند و *VGI* را منبع خوبی برای جمع‌آوری این نوع داده‌ها یافتند [۲۳]. الغنیم[۷] و همکاران (۲۰۲۱) از ویژگی‌های جاده و رفتار مشارکت‌کنندگان برای ارزیابی کیفیت انواع جاده در *OSM* استفاده کردند. آن‌ها برای این منظور از روش یادگیری ماشین استفاده کردند. نتایج تحقیق نشان داد که دقت ارزیابی مدل به‌کار رفته زمانی که از یک مجموعه داده قابل اعتماد استفاده شود، ۸۷/۷۵٪ است و زمانی که از مجموعه داده غیرقابل اعتماد استفاده شود، ۵۷/۹۸٪ می‌باشد [۲۴]. شی[۸] و همکاران (۲۰۲۱)، یک مدل شبکه عصبی مصنوعی چند لایه را برای پیش‌بینی مطلوبیت منطقه‌ای با داده‌های *VGI* طراحی کردند. تحقیق آن‌ها امکان‌سنجی و اثربخشی روش‌های مبتنی بر داده (به عنوان مثال، شبکه‌های عصبی مصنوعی) را در مدل‌سازی روابط ناشناخته پنهان و دستیابی به عملکرد بهتر برای پیش‌بینی مطلوبیت منطقه نسبت به روش‌های تجربی سنتی نشان می‌دهد [۲۵].

آنچه از مطالعات پیشین استخراج می‌گردد این است که اطلاعات زمینه‌ای (پیشینه) مشارکت‌کنندگان *VGI* و گروه حرفه‌ای و شغلی آن‌ها در ارزیابی کیفیت اطلاعات آن تأثیرگذار است. اما مشکل روش‌های پیشین این است که برای ارزیابی مشارکت‌کننده جدید که سابقه عملکردی از او در دسترس نیست، روش کاملی وجود ندارد. از طرفی استفاده از شبکه عصبی مصنوعی برای مدل‌سازی و برآورد داده‌های *VGI* نتایج مناسبی داشته است. در این تحقیق برای رفع مشکلات پژوهش‌های پیشین روش برآورد اعتمادپذیری مشارکت‌کنندگان *VGI* با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و پیشینه اجتماعی، شغلی و شناختی مشارکت‌کنندگان پیشنهاد گردیده است. در روش پیشنهادی، اطلاعات پیشینه اجتماعی، شغلی و شناختی کاربر جدید اخذ می‌گردد. سپس به وسیله شبکه عصبی آموزش دیده و براساس اطلاعات اخذ شده میزان اعتمادپذیری او برآورد می‌گردد. کاربرد این روش این است که کاربر در هنگام ثبت نام در سامانه‌های *VGI* مشخصات اولیه از خود را وارد می‌کند و شبکه عصبی مصنوعی براساس مشخصات وارد شده، میزان اعتبار کاربر را پیش‌بینی کند. به این ترتیب می‌توان یک شاخص از کیفیت *VGI* به‌دست آورد. در ادامه مواد و روش‌های استفاده شده، پیاده‌سازی، جمع‌آوری داده، روش اجرا و محاسبات، بحث و نتیجه‌گیری بیان می‌گردد.

۲- مواد و روش‌ها

در این تحقیق، با توجه به مطالعه‌های صورت گرفته، روش ارزیابی و اعتبارسنجی کیفیت اطلاعات مکانی داوطلبانه از طریق اعتباردهی به کاربران و

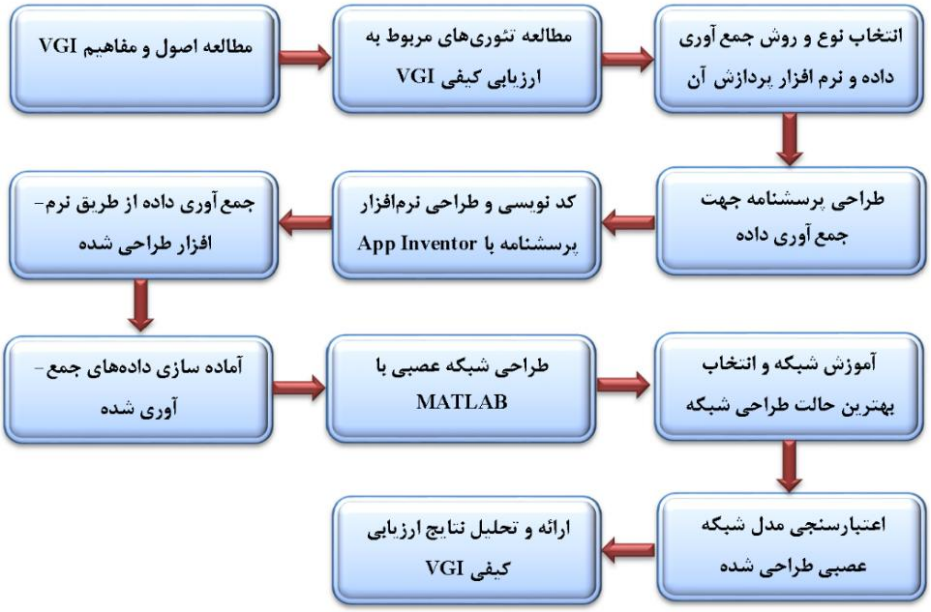
---

[۱] *Martella*
[۲] *Application*
[۳] *Android*
[۴] *Can*
[۵] *Artificial Neural Network (ANN)*
[۶] *Convolution*
[۷] *Alghanim*
[۸] *Shi*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2024-05-11]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1402.11.2.6.9]
[DOI: 10.61186/jgit.11.2.103]

مشارکت‌کنندگان در سامانه‌های *VGI* براساس پیشینه کاربران درنظر گرفته شد. برای این منظور، از شبکه عصبی مصنوعی *(ANN)* برای پیش‌بینی اعتبار کاربران *VGI* براساس ویژگی‌های فردی، تحصیلی، شغلی و غیره استفاده گردید.

برای اجرای این روش نیاز است که برخی مشخصات اولیه مربوط به پیشینه کاربران *VGI* در اختیار باشد. به دلیل اینکه دسترسی به این اطلاعات امکان‌پذیر نیست، ابتدا باید سامانه‌ای طراحی گردد که ویژگی‌های یک سامانه *VGI* یعنی مرتبط با اطلاعات مکانی بودن و داوطلبانه بودن را تأمین نماید و مشخصات اولیه را نیز از کاربر دریافت کند. بنابراین پرسش‌نامه‌ای در قالب برنامه کاربردی تلفن هوشمند طراحی گردید که شامل تعدادی سؤال در خصوص مشخصات اولیه کاربر و سؤالاتی در خصوص اطلاعات نقشه شهر تهران بود و از طریق شبکه‌های اجتماعی در اختیار کاربران قرار گرفت تا به‌صورت داوطلبانه نسبت به پاسخ‌گویی به آن اقدام نمایند. سپس مشخصات جمع‌آوری شده کاربران از طریق روش شبکه عصبی مورد ارزیابی قرار گرفت. در این پژوهش، برای توسعه برنامه کاربردی تلفن هوشمند، ابزار اپاینورتر (*App Inventor*) و برای بخش برنامه‌نویسی شبکه عصبی نیز نرم‌افزار متلب (*MATLAB*) مورد استفاده قرار گرفت. به‌طور کلی، الگوریتمی که برای اجرای این تحقیق در نظر گرفته شده است، در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱: الگوریتم روش تحقیق پیشنهادی

۲-۱- شبکه عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی مصنوعی الگوهایی برای پردازش اطلاعات هستند که با تقلید از شبکه عصبی مغزی انسان ساخته شده‌اند [۲۶]. شبکه‌های عصبی مصنوعی، ساختاری (شبکه‌ای) هستند متشکل از تعدادی واحد (نرون (*Neuron*) مصنوعی) که در داخل شبکه به هم وصل شده‌اند. هر واحد دارای یک مشخصه ورودی/خروجی می‌باشد و محاسبه یا عملی جزئی را اجرا می‌کند. خروجی هر واحد، با توجه به مشخصه آن، اتصال‌های درونیش به سایر واحدها و ورودی‌های خارجی آن تعیین می‌گردد. شبکه عصبی مصنوعی متشکل از یک شبکه نیست، بلکه خانواده‌ای متشکل از

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2024-05-11]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1402.11.2.6.9]
[DOI: 10.61186/jgit.11.2.103]

شبکه‌های گوناگون می‌باشد [۲۷].

شبکه‌های عصبی مصنوعی از قسمت‌های مختلفی تشکیل شده‌اند. اجزای یک شبکه عصبی عبارتند از:

۱- ورودی‌ها : سیگنال‌های ورودی X_1 تا X_n ، معادل سیگنال‌های عصبی ورودی می‌باشند و در مجموع ورودی نرون را تشکیل می‌دهند.

۲- بردار وزن : وزن‌های W_{i2} تا W_{in} میزان تأثیر ورودی X_i بر خروجی y، توسط مشخصه وزن اندازه‌گیری می‌شود.

۳- تابع جمع[۱]: با رابطه (۱) تعریف می‌شود و عملیات پردازش نرون را انجام می‌دهد:

رابطه(۱) $X = \sum_{j=1}^{n} x_i w_{ij}$

۴- تابع فعالیت : محدوده وسیعی از مقادیر ورودی را به مقدار خاص خروجی نگاشت می‌کند.

۵- خروجی : منظور از خروجی، پاسخ مسأله است. خروجی نرون از رابطه (۲) مشخص می‌شود [۲۶]:

رابطه(۲) $Y = f\left(\sum_{i=1}^{n} x_i w_{ij}\right)$

شبکه‌های عصبی مصنوعی با توانایی قابل توجه خود در استنتاج نتایج از داده‌های پیچیده و مبهم، می‌توانند در استخراج الگوها و شناسایی گرایش‌های مختلفی که برای انسان و کامپیوتر شناسایی آن‌ها بسیار دشوار است، استفاده شوند. از مزایای شبکه عصبی می‌توان قابلیت یادگیری[۲]، قابلیت تعمیم[۳]، پردازش موازی[۴]، مقاوم بودن[۵]، قابلیت کاربردی[۶]، تشخیص داده‌های اشتباه[۷]، تحمل خطا[۸]، غیر خطی بودن و تصویر کردن ورودی - خروجی را نام برد [۲۶ و ۲۸].

یکی از روش‌های اصلی یادگیری در شبکه‌های عصبی، یادگیری نظارت شده[۹] است که بااستفاده از مشاهده و اعمال داده‌های آموزشی طبقه‌بندی شده از قبل، انجام می‌شود. در این روش، شبکه‌های عصبی قادر خواهند بود تا با دقت بسیار بالایی و در بسیاری شرایط، از یک مجموعه از داده‌های آموزشی به یک مجموعه کامل از ورودی‌های ممکن، عمومی‌سازی نمایند. روش دیگر، روش یادگیری نظارت نشده[۱۰] است که وزن‌ها و بایاس‌ها تنها در مقابل ورودی شبکه اصلاح می‌شوند و در واقع هیچ هدفی وجود ندارد. این الگوریتم‌ها اکثراً برای عملیات دسته‌بندی استفاده می‌شوند. آن‌ها الگوهای ورودی را به تعداد محدودی از کلاس‌ها دسته‌بندی می‌کنند. روش دیگر، روش آموزش ترکیبی[۱۱] است. از آموزشی ترکیبی در مواقعی که تعداد نمونه‌ها و داده‌ها خیلی زیاد است، استفاده می‌شود. آموزش ترکیبی به‌این صورت است که ابتدا داده‌ها را براساس روش نظارت نشده، دسته‌بندی می‌کنیم و سپس از هر دسته، نمونه‌هایی انتخاب و براساس روش نظارت شده آموزش انجام می‌شود. پارامترهای شبکه باید طوری تنظیم شوند که پاسخ واقعی شبکه، هر چه بیشتر به پاسخ مطلوب نزدیک شود [۲۶].

شبکه‌های عصبی مصنوعی، چیزی به جز نرون‌های به هم پیوسته نیستند. شکل اتصال نرون‌ها به هم یکی از متغیرهای اصلی در طراحی شبکه‌های عصبی مصنوعی و تنظیم نوع شبکه است. اگر ماتریس وزنی ارتباطات داخلی، فقط به فعالیت بعدی منحصر باشد، یعنی هیچ ارتباط بازخورد و خود اتصالی وجود نداشته باشد، این شبکه را شبکه عصبی پیش‌خور[۱۲] می‌نامند. شبکه‌های

---

[۱] *Adder*
[۲] *Learning Ability*
[۳] *Generalization Ability*
[۴] *Parallel Processing*
[۵] *Robustness*
[۶] *Applicability*
[۷] *Fault Recognition*
[۸] *Fault Tolerance*
[۹] *Supervised Learning*
[۱۰] *Unsupervised Learning*
[۱۱] *Hybrid Learning*
[۱۲] *Feedforward Neural Network*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2024-05-11]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1402.11.2.6.9]
[DOI: 10.61186/jgit.11.2.103]

عصبی پیش‌خور به نوعی آنی عمل می‌کنند. به‌این‌معنی که خروجی بلافاصله بعد از ارائه یک ورودی تأیید می‌شود. نوعی خاص از شبکه‌های پیش‌خور، گروه شبکه‌های لایه‌ای هستند، که آن‌ها را شبکه‌های پرسپترون[1] چند لایه می‌نامند. پرسپترون‌های چند لایه در لایه‌های جداگانه‌ای تنظیم شده‌اند. لایه وسط را لایه میانی یا پنهان می‌نامند و لایه‌های ورودی و خروجی نیز در این شبکه حضور دارند [۲۶].

شبکه پرسپترون حداقل سه لایه دارد، یک لایه ورودی، یک لایه خارجی و یک یا چند لایه بین آن‌ها که مستقیماً به داده‌های ورودی و نتایج متصل نیست. در واقع این لایه را لایه پنهان می‌نامند. هر واحد در لایه پنهان و لایه خروجی مانند یک پرسپترون عمل می‌کند [۲۶]. قاعده فراگیری پرسپترون چند لایه را قاعده پس‌انتشار[2] گویند. عمده‌ترین کاربرد قانون یادگیری پس‌انتشار، در آموزش شبکه‌های عصبی چند لایه پیش‌خور است که عموماً شبکه‌های چند لایه پرسپترون هم نامیده می‌شوند. الگوریتم یادگیری پس‌انتشار بر قانون یادگیری اصلاح خطا مبتنی می‌باشد. به‌عبارتی توپولوژی شبکه‌های چند لایه پروسپترون با قانون یادگیری پس‌انتشار تکمیل می‌گردد. این قانون از دو مسیر اصلی تشکیل شده است. مسیر اول موسوم به مسیر رفت می‌باشد. در این مسیر، بردار ورودی به شبکه اعمال شده، تأثیراتش از طریق لایه میانی، به لایه خروجی انتشار می‌یابد. بردار خروجی ایجاد شده در لایه خروجی، پاسخ واقعی شبکه می‌باشد. در این مسیر، پارامترهای شبکه ثابت و بدون تغییر در نظر گرفته می شوند. مسیر دوم، موسوم به مسیر برگشت می‌باشد. در این مسیر، برعکس مسیر رفت، پارامترهای شبکه تغییر پیدا کرده و تنظیم می‌شوند. این تنظیم مطابق با قانون اصلاح خطا صورت می‌گیرد. سیگنال خطا در لایه خروجی شبکه تشکیل می‌شود. بردار خطا برابر است با اختلاف بین پاسخ مطلوب و پاسخ واقعی شبکه. مقدار خطا پس از محاسبه، در مسیر برگشت از لایه خروجی و از طریق لایه‌های میانی شبکه در کل شبکه توزیع می‌گردد و چون این توزیع در خلاف مسیر ارتباطات وزنی صورت می‌گیرد، کلمه پس‌انتشار خطا جهت توضیح رفتار الگوریتم انتخاب شده است. پارامترهای شبکه، طوری تنظیم می‌شوند که پاسخ واقعی شبکه هرچه بیشتر به پاسخ مطلوب نزدیک شود. استفاده از خروجی‌های واقعی در این نوع از شبکه‌ها، سبب قرار گرفتن این شبکه‌ها در گروه آموزشی نظارت شده است [۲۶].

۳- پیاده‌سازی، جمع‌آوری داده و محاسبه

جهت پیاده سازی ابتدا باید پرسش‌نامه، برنامه کاربردی تلفن هوشمند و بهترین چیدمان شبکه عصبی مصنوعی مورد نظر طراحی گردد. سپس جمع‌آوری داده‌ها و محاسبات صورت گیرد.

۳-۱- طراحی پرسش‌نامه و نقشه‌ها

برای طراحی پرسش‌نامه تعدادی سؤال همراه با پاسخ طراحی گردید تا کاربران از میان پاسخ‌های موجود، پاسخ مورد نظر خود را انتخاب نمایند. ۱۰ متغیر سن، جنسیت، شغل، مقطع تحصیلی، گروه تحصیلی، آشنایی با نقشه‌برداری، مهندس نقشه‌برداری بودن، آشنایی با *GIS*[3]، آشنایی با *GPS*[4] و نحوه آشنایی برای طراحی پرسش‌نامه درنظر گرفته شد. طبق مطالعات پیشین، پیشینه فرد در اعتمادپذیری او تأثیرگذار است. بنابراین در طراحی سؤال‌ها علاوه بر سن و جنسیت، پیشینه تحصیلی و شغلی کاربر به‌عنوان عوامل تأثیرگذار درنظر گرفته شد. همچنین فرض بر این گذاشته شد که آشنایی فرد با نقشه برداری، *GPS* و *GIS* می‌تواند در کیفیت پاسخ دهی و همچنین کار با سامانه *VGI* تأثیر داشته باشد. همچنین فرض شد میزان آشنایی فرد با منطقه مورد پرسش می‌تواند در پاسخ‌دهی مؤثر باشد.

[1] *Perceptron Network*

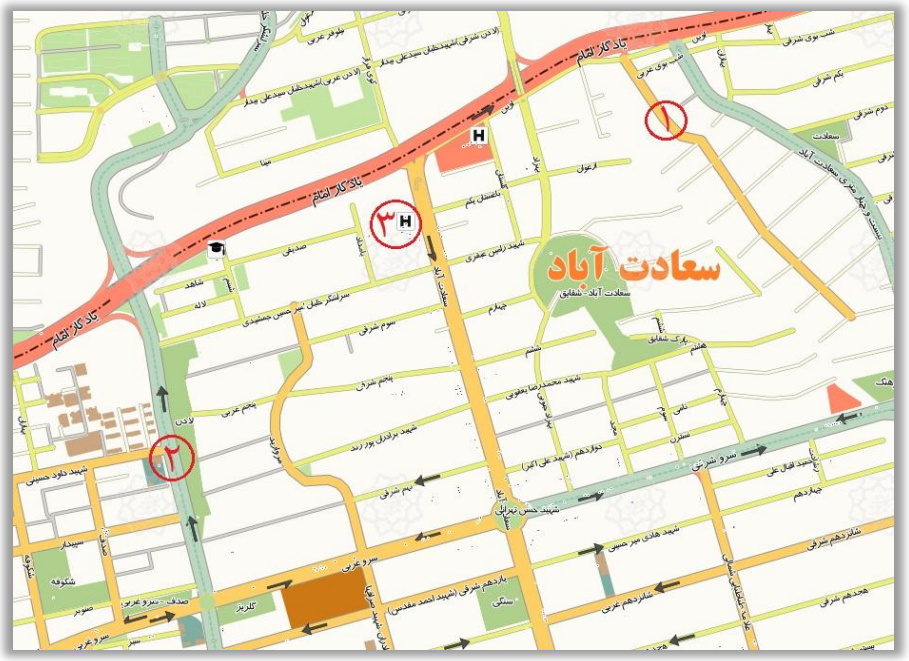
[2] *Back Propagation Algorithm*

[3] *Geospatial Information System (GIS)*

[4] *Global Positioning System (GPS)*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2024-05-11]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1402.11.2.6.9]
[DOI: 10.61186/jgit.11.2.103]

برای طراحی سؤال‌های مربوط به نقشه، از نقشه شهر تهران در وب‌سایت نقشه تهران (*https://map.tehran.ir*) که توسط شهرداری تهران تهیه شده است، استفاده گردید. برای این منظور، ۱۷ منطقه از شهر تهران که پر تردد بودند، به‌صورتی که در سطح شهر تهران پراکندگی مناسبی داشته باشند، انتخاب گردید. در هر منطقه، محدوده‌ای درنظر گرفته و سه تغییر ایجاد شد. محل مورد تغییر در نقشه با شماره سؤال مربوطه مشخص و برای پاسخ آن سه گزینه در نظر گرفته شد. یک گزینه پاسخ صحیح، یک گزینه پاسخ غلط و یک گزینه پاسخ «نمی‌دانم». همچنین نحوه آشنایی با منطقه نیز پرسیده شد. برای نحوه آشنایی با منطقه، چهار گزینه محل زندگی، محل کار، محل تردد و هیچ‌کدام درنظر گرفته شد. هیچ‌کدام حالتی پنداشته می‌شود که فرد آشنایی خوبی با منطقه ندارد. شکل(۲) تغییرات در نقشه منطقه سعادت آباد را نشان می‌دهد.



شکل ۲: نقشه تغییر یافته منطقه سعادت آباد

۳-۲- طراحی ابزار کاربردی تلفن هوشمند با اپاینورتر

اپاینورتر یک محیط برنامه‌نویسی تحت وب و متن‌باز[۱] است. با استفاده از اپاینورتر، یک برنامه کاربردی برای سیستم عامل اندروید تلفن‌های هوشمند طراحی گردید. این برنامه ابتدا یک نام به‌عنوان نام‌کاربری از کاربر دریافت می‌کند. سپس کاربر باید به سؤال‌های اولیه در مورد پیشینه یا اطلاعات زمینه‌ای خود پاسخ دهد و از میان گزینه‌های موجود، گزینه مورد نظر خود را انتخاب نماید. سپس از میان مناطق موجود، منطقه‌ای که آشنایی بیشتری با آن دارد را برگزیند. کاربر باید حداقل به سؤال‌های سه منطقه پاسخ دهد. پس از انتخاب منطقه، کاربر وارد صفحه آن منطقه شده و به سؤال‌های آن پاسخ می‌دهد. در شکل‌های (۳) و (۴) به‌ترتیب صفحه سؤال‌های پرسش‌نامه و صفحه پاسخ‌گویی به سؤال‌های منطقه سعادت آباد نشان داده شده است.

[۱] *Open Source*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2024-05-11]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1402.11.2.6.9]
[DOI: 10.61186/jgit.11.2.103]

شکل ۳: الف) صفحه پاسخ‌گویی به سؤال‌های پیشینه‌ای پرسش‌نامه ب) انتخاب مقطع تحصیلی براساس لیست طراحی شده

شکل ۴: صفحه پاسخ‌گویی به سؤال‌های منطقه سعادت آباد

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2024-05-11]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1402.11.2.6.9]
[DOI: 10.61186/jgit.11.2.103]

۳-۳- جمع‌آوری و آماده سازی داده‌ها

پس از طراحی کامل برنامه، فایل نصب برنامه کاربردی طراحی شده بین افراد مختلف در شبکه‌های اجتماعی قرار گرفت تا کاربران از هر رده سنی، شغلی و تحصیلی، به‌صورت داوطلبانه، به سؤال‌های این برنامه پاسخ دهند. پس از جمع‌آوری، داده‌ها، باید برای ورود به شبکه عصبی آماده گردند. روش درنظر گرفته شده برای این کار، بی‌مقیاس کردن داده‌ها می‌باشد. برای این منظور، ابتدا داده‌ها در محیط برنامه اکسل[۱] وارد شده و براساس نام‌کاربری و منطقه پاسخ داده شده، مرتب شدند. سپس هر متغیر براساس حالت‌های مختلفی که برای آن درنظر گرفته شده، بین بازه ۰ تا ۱ بی‌مقیاس شدند. به این معنی که برای هر حالت متغیر، بین عدد ۰ تا ۱، یک عدد بصورت کد درنظر گرفته شد که هر کد نمایانگر حالت خاصی از متغیر است. سپس با توجه به پاسخ صحیح سؤال‌های مربوط به نقشه مناطق، به پاسخ کاربران امتیاز داده شد. برای پاسخ صحیح عدد ۱، پاسخ غلط عدد ۱- و برای پاسخ نمی‌دانم عدد ۰ در نظر گرفته شد. میانگین پاسخ‌ها محاسبه و به‌صورت درصد پاسخ صحیح در یک ستون جدید ذخیره گردید. به این ترتیب پاسخ‌های داده شده در بازه ۱۰۰٪ تا ۱۰۰٪- قرار گرفتند. ۱۰۰٪ به معنی پاسخ صحیح به هر ۳ سؤال و ۱۰۰٪- به معنی پاسخ غلط به هر ۳ سؤال می‌باشد. مجموعاً ۲۷۵ نفر از افراد مختلف جامعه در این طرح شرکت کردند و هر فرد حداقل به پرسش‌های سه منطقه پاسخ داده است. از آنجا که نحوه آشنایی با هر منطقه (که جزء سؤال‌ها می‌باشد) متفاوت بوده و در پاسخ کاربران تأثیرگذار است، می‌توان پاسخ به پرسش‌های هر منطقه را به‌عنوان یک نمونه مجزا در نظر گرفت. بنابراین مجموعاً ۱۱۰۲ نمونه جمع‌آوری، مرتب و بی مقیاس گردیدند.

۳-۴- یافتن بهترین چیدمان شبکه عصبی مصنوعی

با توجه به مطالعه‌های صورت گرفته و نوع داده‌ها، شبکه عصبی پرسپترون چند لایه با ویژگی پس‌انتشار، برای آموزش شبکه انتخاب گردید. به‌عبارتی، این شبکه در مرحله اول آموزش، حرکت رو به جلو دارد. سپس با مقایسه خروجی شبکه و خروجی واقعی، خطا و انحراف شبکه محاسبه می‌شود و در مرحله بعد شبکه به عقب بازگشته و وزن‌ها و انحراف‌ها را بهنگام‌سازی می‌کند. تکرار ادامه پیدا می‌کند تا جایی که شبکه برای تمام داده‌های آموزشی به نزدیک‌ترین مقدار خود برسد. به‌این‌ترتیب، شبکه یاد گرفته و از این به بعد می‌تواند با مشاهده ویژگی‌های یک داده جدید، خروجی آن را تشخیص دهد.

برای طراحی شبکه از ابزار شبکه عصبی برنامه متلب استفاده شد. برای آموزش شبکه از روش آموزش دسته‌ای کاهش شیب با گشتاور[۲]، برای تابع آموزش از الگوریتم لونبرگ-مارکوارد[۳]، برای تابع عملکرد از خطای میانگین مربعات[۴](*MSE*) و برای تابع فعال‌سازی، از تابع تانژانت سیگموئید[۵] استفاده گردید. شبکه عصبی در دو حالت، یک‌بار با یک لایه پنهان و یک‌بار با دو لایه پنهان طراحی شد. تعداد نرون‌ها برای هر لایه بین ۲ تا ۹ نرون و تعداد تکرار آموزش شبکه در هر حالت ۱۰ مرتبه در نظر گرفته شد. به‌عبارت دیگر، در حالت یک لایه پنهان، ۸۰ مرتبه آموزش شبکه و در حالت دو لایه پنهان، ۶۴۰ مرتبه آموزش شبکه، مجموعاً ۷۲۰ مرتبه آموزش شبکه در نظر گرفته شد. همچنین به‌صورت تصادفی، ۷۰٪ داده‌ها برای آموزش شبکه، ۱۵٪ داده‌ها برای اعتبارسنجی شبکه و ۱۵٪ داده‌ها برای آزمایش شبکه در نظر گرفته شد. در هر مرتبه آموزش شبکه، ترکیب داده‌های آموزش، اعتبارسنجی و آزمایش شبکه،

---

[۱] *Excel*

[۲] *Batch Gradient Descent with Momentum*

[۳] *Levenberg-Marquardt (LM)*

[۴] *Mean Squared Error (MSE)*

[۵] *Tangent Sigmoid*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2024-05-11]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1402.11.2.6.9]
[DOI: 10.61186/jgit.11.2.103]

به‌صورت تصادفی توسط ابزار شبکه عصبی متلب تغییر داده شد. در هر بار تکرار آموزش برای یک معماری، مقدار *MSE* بهترین عملکرد اعتبارسنجی شبکه ذخیره گردیده و میانگین آن برای ۱۰ بار تکرار آموزش، محاسبه شده تا بهترین حالت معماری شبکه مشخص شود.

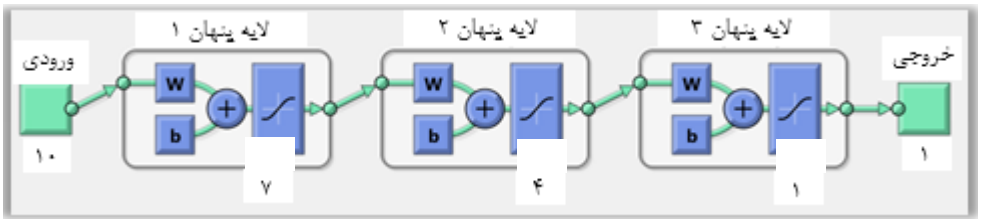
۳-۵- محاسبات

داده‌های کدگذاری شده به دو دسته به‌صورت جداگانه تقسیم شدند. یک دسته داده ورودی (*Input Data*) شامل اطلاعات جمع آوری شده و دسته دوم داده هدف (*Data Target*) که فقط شامل درصد پاسخ صحیح می‌باشد. داده‌های ورودی و هدف به شبکه عصبی طراحی شده معرفی شدند. سپس شبکه عصبی در دو حالت، یک لایه پنهان و دولایه پنهان، با ۲ تا ۹ نرون و هر بار ۱۰ مرتبه آموزش، مجموعاً ۷۲۰ مرتبه آموزش داده شده و هر بار نتایج *MSE* آموزش ثبت گردید. در هر مرحله میانگین *MSE* مربوط به ۱۰ بار آموزش شبکه محاسبه گردید. بهترین عملکرد برای شبکه سه لایه، با ۷ نرون در لایه پنهان اول و ۴ نرون در لایه پنهان دوم و مقدار میانگین ۰٫۱۹۹۸۰ به‌دست آمد.

جدول (۱)، مقادیر میانگین *MSE* بهترین عملکرد اعتبارسنجی شبکه در دو حالت معماری مختلف شبکه را نشان می‌دهد. شکل (۵) معماری شبکه عصبی طراحی شده منتخب و شکل (۶)، نمودار بهترین عملکرد اعتبارسنجی در بدست آوردن *MSE* در حالت منتخب را نشان می‌دهند.

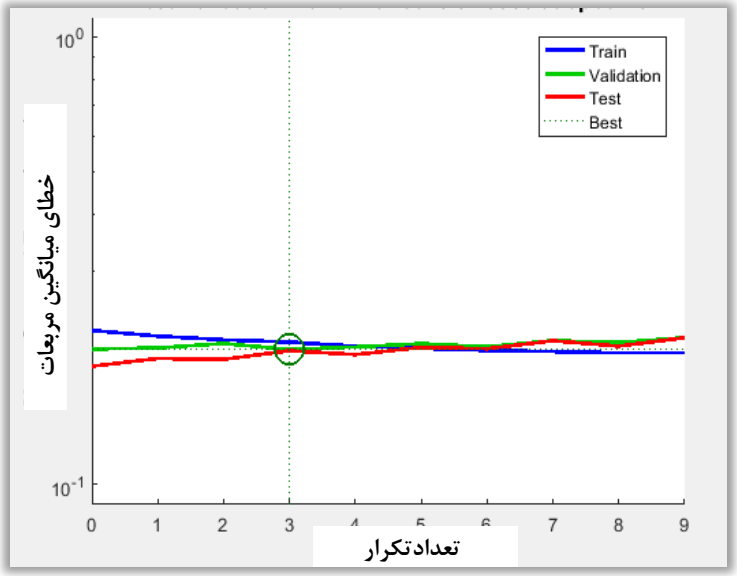
جدول ۱: مقادیر میانگین *MSE* بهترین عملکرد اعتبارسنجی شبکه در دو معماری مختلف شبکه

نوع معماری شبکه	دو لایه (یک لایه پنهان)	سه لایه (دو لایه پنهان)
تعداد نرون	۸	۷ و ۴
میانگین *MSE* شبکه در ۱۰ بار تکرار آموزش	۰٫۲۰۹۳۲	۰٫۱۹۹۸۰



شکل ۵: معماری شبکه عصبی سه لایه با دو لایه پنهان و ۷ نرون در لایه پنهان اول و ۴ نرون در لایه پنهان دوم

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2024-05-11]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1402.11.2.6.9]
[DOI: 10.61186/jgit.11.2.103]



شکل ۶: نمودار بهترین عملکرد اعتبارسنجی با شاخص *MSE*

۴- نتایج و بحث

اطلاعات مکانی داوطلبانه سبب کاهش بسیاری از مشکلات ناشی از نبود و کمبود داده شده است. با این حال ارزیابی کیفیت و میزان اعتمادپذیری این داده‌ها همواره یک چالش اساسی بوده است. تنها راه مطمئن برای یافتن کیفیت این نوع اطلاعات، مقایسهٔ آنها با داده‌های رسمی است اما در بسیاری از موارد داده‌های رسمی متناظر با اطلاعات مکانی داوطلبانه وجود ندارد چه اینکه ارزش بسیاری از این داده‌ها در پر کردن خلأ داده‌های رسمی می‌باشد. در اینگونه موارد جای راه حل‌های گوناگون و بعضاً ابتکاری به مسأله باز می‌شود. یکی از این راه حل‌ها که این تحقیق به دنبال آن بوده است، تعیین میزان اعتبار تولیدکنندگان اطلاعات مکانی داوطلبانه است. در واقع باید سنجید که هر داوطلب، تا چه حد اطلاعات دقیق و صحیحی وارد نموده است.

در سامانه‌های شناخته‌شده *VGI* نظیر *OSM* می‌توان میزان اعتبار اطلاعات وارد شده توسط کاربران را به شیوه‌های مختلفی از جمله مقایسه با داده‌های رسمی، مقایسه با یکدیگر و یا تأیید اطلاعات توسط کابران دیگر، با دقت خوبی تعیین نمود. با این حال چنانچه اطلاعات داوطلبانه مربوط به سامانه‌های پرکاربرد نباشد و یا مربوط به مناطق نسبتاً دورافتاده باشد و یا توسط کاربرانی با مشارکت کم‌تعداد تهیه شده باشد، روش‌های مزبور کارایی ندارد. روش مورد استفاده در این تحقیق کوشیده است ارتباطی بین اطلاعات زمینه‌ای افراد و صحت اطلاعات نقشه‌ای آنان برقرار نماید. این روش در مطالعات پیشین مسبوق به سابقه است [۲۹ و ۳۰]. اما در این تحقیق اطلاعات زمینه‌ای بیشتری مورد استفاده قرار گرفته و روش سنجش اطلاعات نقشه‌ای افراد نیز کاملاً ابتکاری بوده است. مضافاً اینکه از شبکهٔ عصبی مصنوعی برای نیل به این هدف استفاده شده است. همچنین گفتنی است که صحت اطلاعاتی که در این پژوهش سنجیده شده است می‌تواند متأثر از دو منشأ باشد که یکی میزان اطلاعات افراد از منطقه‌ای است که به صورت داوطلبانه انتخاب کرده‌اند و دومی میزان صداقت آنها در درج اطلاعات صحیح است. بدیهی است که ممکن است قلیلی از افراد به انگیزه‌های مختلف دست به تولید اطلاعات مکانی ناصحیح بزنند. در هر صورت نمی‌توان تعیین نمود که ناصحیح بودن اطلاعات وارد شده به دلیل اطلاعات ناقص بوده است و یا قصدی

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2024-05-11]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1402.11.2.6.9]
[DOI: 10.61186/jgit.11.2.103]

در آنها نهفته بوده ولی اطلاعاتی که در این تحقیق حاصل شده حاوی هردوی این موارد به صورت توام بوده است. البته به صورت کلی باید اذعان داشت که درصد اطلاعاتی که عمداً به صورت اشتباه تولید می‌شوند بسیار اندک است.

شبکهٔ عصبی انتخاب شده در این پژوهش پس از آموزش قادر خواهد بود برآوردی از میزان صحت اطلاعات یک کاربر که حتی برای اولین بار مبادرت به تولید اطلاعات مکانی داوطلبانه می‌کند ارائه نماید و این کار را بر اساس اطلاعات زمینه‌ای (پیشینه) فرد انجام می‌دهد. یکی از چالش‌ها در این مورد آن خواهد بود که ممکن است افراد از ارائه اطلاعات زمینه‌ای خود امتناع نمایند و یا اینکه آن را به درستی وارد نکنند. این چالشی اساسی است چراکه سامانه‌های معروف *VGI* همچون *OSM* الزامی برای ورود اطلاعات زمینه‌ای افراد، آن هم با این جزئیات، قرار نداده‌اند. به هر حال ممکن است سامانه‌های دیگر و یا سامانه‌های فعلی در زمان آینده، وجود چنین الزامی را ضروری تشخیص دهند. صحت اطلاعات زمینه‌ای را نیز می‌توان با روش‌هایی از جمله استفاده از پایگاه‌های اطلاعاتی موجود، ارزیابی نمود. به هر صورت چنانچه اطلاعات زمینه‌ای به صورت گسترده‌ای جمع‌آوری شود؛ به تدریج ارتباط بین اطلاعات زمینه‌ای افراد و صحت اطلاعات مکانی وارد شده توسط آنان پررنگ‌تر می‌شود و از سویی می‌توان با داده‌کاوی، اطلاعات ذیقیمت دیگری را نیز استخراج کرد. ممکن است نبود موارد اطلاعات زمینه‌ای یک فرد در میان گزینه‌ها نیز به عنوان یک چالش تلقی شود ولی این مورد با توجه به انعطاف برنامه به راحتی قابل حل است و چنانچه این روش به صورت گسترده مورد استفاده قرار گیرد به تدریج انواع اطلاعات زمینه‌ای افراد در آن گنجانده خواهد شد. بنابراین نتیجهٔ اول این تحقیق قابلیت برآورد صحت اطلاعات مکانی ورودی کاربران است.

از طرف دیگر با توجه به داده‌های جمع‌آوری شده می‌توان به بررسی جامعه آماری مورد استفاده پرداخت. هدف از این کار این است که بتوان حدس زد چه کاربری با چه اطلاعات زمینه‌ای ممکن است بالاترین یا پایین‌ترین صحت اطلاعات ورودی را داشته باشد. برای این کار پس از به دست آوردن بهترین حالت شبکه، ماتریسی از تمام حالت‌های مختلف متغیرهای ورودی به‌صورت جایگشت تشکیل داده شد. با توجه به حالت‌های مختلفی که برای پاسخ متغیرها در نظر گرفته شده، نهایتاً ماتریسی با ۳۲۲۵۶۰ ردیف و ۱۰ ستون تشکیل شد. از این ماتریس که از جایگشت به‌دست آمده است، حالت‌های نامتعارف، به‌عنوان مثال مهندس نقشه‌بردار با مدرک تحصیلی دیپلم و سن کمتر از ۱۸ سال، از میان داده‌ها حذف گردیدند و باقی موارد به‌عنوان ورودی به شبکه منتخب معرفی شده و خروجی آن، یعنی درصد پاسخ صحیح به‌دست آمد. سپس متغیرهای ورودی و خروجی به‌ترتیب بالاترین درصد پاسخ صحیح، مرتب شدند. بالاترین و پایین‌ترین درصد پاسخ صحیح برای افرادی با مشخصات مذکور مطابق جدول (۲) به دست آمد. بنابر نتایج، اگر فردی برای اولین بار مشخصات اولیه خود را مطابق پارامترهایی که شبکه عصبی منتخب با آن‌ها آموزش دیده است، وارد سامانه *VGI* مربوطه نماید، شبکه عصبی آموزش دیده منتخب می‌تواند درصد پاسخ صحیح فرد مذکور را برآورد نماید. درواقع درصد پاسخ صحیح برآورد شده میزان اعتمادپذیری شخص را مشخص می‌کند.

بررسی‌هایی که روی اطلاعات خام جمع‌آوری شده انجام شد نشان داد که نحوه آشنایی با منطقه بیشترین تأثیر را بر صحت اطلاعات پاسخ‌های افراد دارد. در ادامه نتایج حاصل از شبکهٔ عصبی مصنوعی طبق جدول (۲) مشخص کرد که کسانی که نحوه آشنایی آنها با منطقه از طریق محل کار بوده است پاسخ‌های صحیح‌تری داده‌اند در حالیکه محل سکونت با اختلاف کم در رتبه بعدی است و سپس محل عبور و هیچ‌کدام قرار گرفته‌اند. بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده، عوامل زمینه‌ای دیگر به جز سن، تأثیر ملموسی روی صحت پاسخ‌ها نداشتند و لذا اطمینان به نتایج آنها طبق

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2024-05-11]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1402.11.2.6.9]
[DOI: 10.61186/jgit.11.2.103]

جدول (۲) زیاد نیست. تأثیر سن کمی پررنگ‌تر از سایر عوامل زمینه‌ای بود و همانطور که جدول (۲) هم نشان می‌دهد سن‌های بالا پاسخ‌های ناصحیح را بیشتر می‌کند.

نتایج به دست نمی‌تواند این واقعیت را انکار نماید که مقدار اطلاعات جمع‌آوری شده (تعداد مشارکت-کنندگان) علیرغم تلاش بسیار پژوهشگران، برای انجام نتیجه‌گیری‌های محکم، ناکافی است.

جدول ۲: بالاترین و پایین‌ترین درصد پاسخ صحیح پیش‌بینی شده توسط شبکه با داده‌های ساخته شده

سن	جنسیت	شغل	مقطع تحصیلی	گروه تحصیلی	آشنایی با نقشه برداری	مهندس نقشه برداری	آشنایی با *GIS*	آشنایی با *GPS*	نحوه آشنایی با منطقه	درصد پاسخ صحیح
۴۰-۵۰ سال	مرد	معلم	کارشناسی	فنی و مهندسی	آشنا با نقشه برداری هستم	مهندس نقشه بردار نیستم	آشنا هستم	آشنا هستم	محل کار	۹۹٫۷۹
۶۰-۷۰ سال	مرد	سایر	زیر دیپلم	علوم پایه	آشنا با نقشه برداری نیستم	مهندس نقشه بردار نیستم	آشنا نیستم	آشنا نیستم	هیچکدام	-۸۴٫۳۲

نتایج حاصل از اجرای شبکه عصبی مصنوعی هم مؤید همین مطلب است و همانطور که شکل(۶) نشان داده است، شبکه در تکرار سوم به حالت تقریباً بهینه خود رسیده است. یقیناً افزایش داده‌ها که طبعاً باعث افزایش تنوع آنها هم خواهد شد، شبکه عصبی را به کارایی بهتری خواهد رساند. اما سیستم طراحی شده برای جمع‌آوری اطلاعات با موفقیت کار می‌کند و افرادی حاضر شده‌اند که این نرم‌افزار را بر روی تلفن همراه خود نصب و از آن استفاده نمایند. برای استخراج نتایج مطمئن، لازم است که این اطلاعات از هزاران نفر با اطلاعات زمینه‌ای متنوع جمع‌آوری شود اما از آنجا که این سیستم مستقل از سامانه‌های داوطلبانه است، یافتن داوطلب برای آن بسیار دشوار خواهد بود. راه حلی که می‌تواند در این وادی راهگشا باشد، گنجاندن این برنامه در قالب برنامه‌های پرکاربرد تلفن همراه نظیر بازی‌ها است. بدین ترتیب می‌توان اطلاعات بسیار زیاد و پرتنوعی را جمع‌آوری و نتایج احتمالاً ذیقیمتی را از آنها حاصل نمود.

آنچه در این پژوهش انجام شده بر روی یک سیستم *VGI* نمادین و کوچک می‌باشد. درواقع هدف این است که از این نوآوری و نتایج آن برای ارزیابی کاربران سیستم‌های *VGI* بزرگ و واقعی که بسیار کاربردی هستند و روزانه در سراسر دنیا اطلاعات زیادی در آن‌ها ایجاد، ویرایش یا حذف می‌شود (مانند *OSM*) استفاده گردد. اگر در یک سیستم *VGI* کاربری در ابتدای ورود به صفحه کاربری خود، مشخصاتی از خود را وارد نماید و توسط شبکه عصبی آموزش داده شده میزان اعتمادپذیری وی تخمین زده شود، سیستم می‌تواند سطح دسترسی متناسب با ارزیابی صورت گرفته برای ایجاد تغییرات را به او بدهد. این روش میزان اعتمادپذیری به اطلاعات تولید شده در سیستم *VGI* را افزایش می‌دهد.

۵- نتیجه گیری و پیشنهادها

آنچه از تحقیقات پیشین به‌دست می‌آید این است که *VGI* اغلب ارزان‌ترین منبع و گاهی تنها منبع اطلاعات مکانی می‌باشد. از طرفی به دلیل اینکه این اطلاعات توسط افرادی تهیه می‌شوند که اکثراً تجربه و دانش

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2024-05-11]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1402.11.2.6.9]
[DOI: 10.61186/jgit.11.2.103]

تهیه اطلاعات مکانی را ندارند، کیفیت آن‌ها دارای ابهام است و از این رو ارزیابی این کیفیت اهمیت زیادی پیدا می‌کند. تاکنون روش‌های مختلفی برای ارزیابی کیفیت *VGI* مورد بررسی قرار گرفته است که به صورت کلی به دو دسته تقسیم می‌شوند. دسته اول که کیفیت اطلاعات *VGI* را با منابع رسمی و با کیفیت معلوم مقایسه می‌کند و دسته دوم که از مشخصات ذاتی اطلاعات *VGI* همچون کاربران، روش‌های آماری و غیره استفاده می‌کنند. به این دلیل که منابع رسمی همیشه در دسترس نیستند و حتی گاهی اطلاعات *VGI* کامل تر از منابع رسمی هستند؛ روش‌های دسته دوم، تنوع و دامنه کاربرد وسیع‌تری دارند.

این تحقیق بر آن بود تا روشی برای ارزیابی کیفیت اطلاعات *VGI* در قالب دسته دوم از طریق ارزیابی کاربران *VGI* به کمک شبکه عصبی مصنوعی ارائه دهد. در این روش اطلاعات زمینه‌ای کاربران اهمیت دارد. از طرفی اطلاعات زمینه‌ای کافی از کاربران *VGI* وجود ندارد یا دسترسی به آن‌ها برای کاربران عادی غیر ممکن است. بنابراین جهت شبیه‌سازی سامانه *VGI* و جمع‌آوری اطلاعات زمینه‌ای کاربران آن، یک برنامه کاربردی برای تلفن‌های هوشمند مشابه سامانه *VGI* طراحی گردید و از طریق شبکه‌های اجتماعی در اختیار کاربران قرار گرفت. در این برنامه، از نقشه ۱۷ ناحیه در شهر تهران استفاده شد و اطلاعات زمینه‌ای کاربر شامل سن، جنسیت، شغل، مقطع تحصیلی، گروه تحصیلی، آشنایی با نقشه‌برداری، مهندس نقشه‌برداری بودن، آشنایی با *GIS*، آشنایی با *GPS* و نحوه آشنایی با منطقه جمع‌آوری گردید. سپس برای ارزیابی کیفی کاربران *VGI*، از شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد و این شبکه متناسب با داده‌های جمع‌آوری شده طراحی گردید. در ادامه داده‌ها برای ورود و آموزش شبکه آماده سازی شدند. با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده، شبکه عصبی مصنوعی در چیدمان‌های مختلفی از نرون‌ها آموزش داده شد و بهترین چیدمان با *MSE* برابر با ۰/۱۹۹۸۸ انتخاب شد. سپس از شبکه منتخب برای تخمین کیفیت اطلاعات *VGI* کاربران جدید استفاده گردید. این پژوهش بر روی یک نمونه کوچک و نمادین از سامانه *VGI* انجام شده و قابل بسط به سامانه‌های بزرگ و کاربردی است. به این ترتیب که هرگاه کاربری جدید که بخواهد وارد یک سامانه *VGI* شود و یا برای اولین بار شروع به ورود اطلاعات مکانی یا مرتبط با مکان در آن نماید، با دانستن مشخصات اولیه او (اطلاعات زمینه‌ای) و با استفاده از شبکه عصبی آموزش دیده، می‌توان تخمینی از میزان اعتبار داده‌های ورودی توسط او در اختیار داشت. بنابراین سامانه *VGI* می‌تواند سطح دسترسی متناسب با سطح اعتبار برآورد شده را در اختیار کاربر قرار دهد و به این صورت اعتبار بیشتری برای داده‌های داوطلبانه وارد شده حاصل گردد.

با توجه به مشکل اصلی این تحقیق که جمع‌آوری داده‌ها بود نهایتاً ۱۱۰۲ رکورد داده جمع‌آوری شد، ولی کماکان استحصال داده‌های بیشتر برای رسیدن به نتایج قابل اطمینان‌تر در تحقیقات آینده ضروری است. با در نظر گرفتن پژوهش‌های پیشین و نتایج حاصل از این تحقیق، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده در زمینه نحوه آشنایی با منطقه، عوامل بیشتری درنظر گرفته شود. همچنین برای پاسخ به سؤال‌های پرسش‌نامه می‌توان از حالت فازی نیز استفاده گردد.

مراجع

[1] *M. F. Goodchild, "Citizens as sensors: the world of volunteered geography," GeoJournal, vol. 69, no. 4, pp. 211-221, 2007.*

[2] *J. Severinsen, M. de Roiste, F. Reitsma, and E. Hartato, "VGTrust: measuring trust for volunteered geographic information," International Journal of Geographical Information Science, vol. 33, no. 8, pp. 1683-1701, 2019.*

[3] *M. Drews et al., "The utility of using Volunteered Geographic Information (VGI)*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2024-05-11]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1402.11.2.6.9]
[DOI: 10.61186/jgit.11.2.103]

for evaluating pluvial flood models," Science of The Total Environment, vol. 894, p. 164962, 2023/10/10/ 2023, doi: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164962.

[4] Z. Chang et al., "An updating of landslide susceptibility prediction from the perspective of space and time," Geoscience Frontiers, vol. 14, no. 5, p. 101619, 2023/09/01/ 2023, doi: https://doi.org/10.1016/j.gsf.2023.101619.

[5] C. C. Fonte, L. Bastin, L. See, G. Foody, and F. Lupia, "Usability of VGI for validation of land cover maps," International Journal of Geographical Information Science, vol. 29, no. 7, pp. 1269-1291, 2015/07/03 2015, doi: 10.1080/13658816.2015.1018266.

[6] M. Moradi, S. Roche, and M. A. Mostafavi, "Exploring five indicators for the quality of OpenStreetMap road networks: a case study of Québec, Canada," Geomatica, pp. 1-31, 2022, doi: 10.1139/geomat-2021-0012.

[7] M. Ahmad, M. S. H. Khayal, and A. Tahir, "Analysis of Factors Affecting Adoption of Volunteered Geographic Information in the Context of National Spatial Data Infrastructure," ISPRS International Journal of Geo-Information, vol. 11, no. 2, p. 120, 2022.

[8] V. Antoniou and A. Skopeliti, "Measures and indicators of VGI quality: An overview," ISPRS annals of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences, vol. 2, p. 345, 2015.

[9] C. Dai, D. Lin, E. Bertino, and M. Kantarcioglu, "An approach to evaluate data trustworthiness based on data provenance," in Workshop on Secure Data Management, 2008: Springer, pp. 82-98.

[10] M. F. Goodchild and L. Li, "Assuring the quality of volunteered geographic information," Spatial statistics, vol. 1, pp. 110-120, 2012.

[11] H. Senaratne, A. Mobasheri, A. L. Ali, C. Capineri, and M. Haklay, "A review of volunteered geographic information quality assessment methods," International Journal of Geographical Information Science, vol. 31, no. 1, pp. 139-167, 2017.

[12] M. Forghani and M. R. Delavar, "A quality study of the OpenStreetMap dataset for Tehran," ISPRS International Journal of Geo-Information, vol. 3, no. 2, pp. 750-763, 2014.

[13] N. Mohammadi and M. Malek, "Artificial intelligence-based solution to estimate the spatial accuracy of volunteered geographic data," Journal of Spatial Science, vol. 60, no. 1, pp. 119-135, 2015/01/02 2015, doi: 10.1080/14498596.2014.927337.

[14] G. Farajolahi and M. R. Delavar, "Provide a model for quality control of local spatial information for the analysis of traffic accident locations," presented at the The 2nd National Conference on Geospatial Information Technology, Tehran, Iran, 2016. [Online]. Available: http://fa.seminars.sid.ir/ViewPaper.aspx?ID=36253.

[15] A. Yang, H. Fan, and N. Jing, "Amateur or professional: Assessing the expertise of major contributors in OpenStreetMap based on contributing behaviors," ISPRS International Journal of Geo-Information, vol. 5, no. 2, p. 21, 2016.

[16] A. L. Ali and F. Schmid, "Data quality assurance for volunteered geographic information," in International Conference on Geographic Information Science, 2014: Springer, pp. 126-141.

[17] B. Vahedi Torgabe and A. A. Alesheykh, "Assessing the Attribute Accuracy of Volunteered Geographic Information," (in eng), Journal of Geomatics Science and Technology, Research vol. 5, no. 3, pp. 49-64, 2016. [Online]. Available: http://jgst.issge.ir/article-1-348-fa.html.

[18] M. Bishr and K. Janowicz, "Can we trust information?-the case of volunteered geographic information," in Towards Digital Earth Search Discover and Share Geospatial Data Workshop at Future Internet Symposium, volume, 2010, vol. 640.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2024-05-11]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1402.11.2.6.9]
[DOI: 10.61186/jgit.11.2.103]

[19]A. M. Forati and M. Karimipour, "Evaluate the quality of voluntary spatial information by accrediting users and their social groups," presented at the Conference on Surveying & Spatial Information, Tehran, 2016. [Online]. Available: http://fa.seminars.sid.ir/ViewPaper.aspx?ID=89018.

[20]A. Khosravi Kazazi and F. HoseinAli, "Increasing the quality of voluntary spatial information results based on EigenRumor algorithm," presented at the Conference on Surveying & Spatial Information, Tehran, 2017. [Online]. Available: http://fa.seminars.sid.ir/ViewPaper.aspx?ID=90158.

[21]J. N. Da Costa, "Novel tool for examination of data completeness based on a comparative study of VGI data and official building datasets," Geodetski Vestnik, vol. 60, no. 3, pp. 495-508, 2016.

[22]R. Martella, E. Clementini, and C. Kray, "Crowdsourcing geographic information with a gamification approach," Geodetski Vestnik, vol. 63, no. 2, 2019.

[23]R. Can, S. Kocaman, and C. Gokceoglu, "A convolutional neural network architecture for auto-detection of landslide photographs to assess citizen science and volunteered geographic information data quality," ISPRS International Journal of Geo-Information, vol. 8, no. 7, p. 300, 2019.

[24]A. Alghanim, M. Jilani, M. Bertolotto, and G. McArdle, "Leveraging Road Characteristics and Contributor Behaviour for Assessing Road Type Quality in OSM," ISPRS International Journal of Geo-Information, vol. 10, no. 7, p. 436, 2021. [Online]. Available: https://www.mdpi.com/2220-9964/10/7/436.

[25]W. Shi, Z. Liu, Z. An, and P. Chen, "RegNet: a neural network model for predicting regional desirability with VGI data," International Journal of Geographical Information Science, vol. 35, no. 1, pp. 175-192, 2021/01/02 2021, doi: 10.1080/13658816.2020.1768261.

[26]S. Soltani, S. Sardari, M. S. pour, and S. Mousavi, Artificial Neural Networks: Basics, Applications, and Introduction to Easy NN-plus and NeuroSolutions Software. Tehran: Nass, 2010, p. 216.

[27]R. J. Shalkof, Artificial Neural Networks. Ahvaz: Shahid Chamran University of Ahvaz, 2003.

[28]L. Bragagnolo, R. V. da Silva, and J. M. V. Grzybowski, "Landslide susceptibility mapping with r.landslide: A free open-source GIS-integrated tool based on Artificial Neural Networks," Environmental Modelling & Software, vol. 123, p. 104565, 2020/01/01/ 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.104565.

[29] P.Fogliaroni, F. D'Antonio and E. Clementini, "Data trustworthiness and user reputation as indicators of VGI quality," Geo-spatial Information Science, vol. 21, no. 3, pp. 213-233, 2018.

[30] J.C.H. Meier, "An Analysis of Quality for Volunteered Geographic Information ," M.S Thesis, Wilfrid Laurier University, Ontario, Canada, 2015.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2024-05-11]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1402.11.2.6.9]
[DOI: 10.61186/jgit.11.2.103]

K. N. TOOSI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF GEODESY AND GEOMATICS ENGINEERING

Journal of Geospatial Information Technology
Vol.11, No.2, Summer 2023

Research Paper

Quality Evaluation of Volunteered Geographic Information (VGI) by assessing user's reliability, using Artificial Neural Networks (ANN)

Elahe Azariasgari [1]*, Farhad Hosseinali [2]

1- Department of Geomatics Engineering, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2- Department of Surveying Engineering, Faculty of Civil Engineering, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran

Abstract

Nowadays Volunteered Geographic Information (VGI) is an important source of geographic information. Unlike the formal data, precision and accuracy of VGI is not known at the time of data gathering. Thus, several methods have been developed to evaluate the VGI quality. One of them is assessing the VGI quality by evaluating the reliability (trustworthiness) of VGI participants. In this study, by using the background information of VGI participants and Artificial Neural Networks (ANN), the user's reliability in producing spatial information is estimated. To collect the user's background information, a mobile application was designed under the Android operating system. In this program, the map of Tehran was used and some changes were applied to some of its parts. When using this program, the users must answer questions such as gender, age, education, familiarity with GPS or GIS, etc. Then the users should answer the questions about the changes made to the map. All of the answers are compared with the correct ones. Then the percentage of the user's correct answers is calculated. Each user should answer the questions of at least three regions. Finally, this information was collected for 1102 regions. From this data 70% is for the neural network training, 15% for validation and 15% for testing. The ANN which is a feed forward back propagation multilayer perceptron network, was trained by various number of neurons and hidden layers. The best network with mean squared error value 0.19988 was selected. Using the trained ANN, it is possible that in a VGI system, a new user enters his/her background information and the percentage of his/her predicted correct responses be estimated. This percentage may be assumed as one of the criteria of the user's reliability in VGI.

Key words : *Volunteered Geographic Information (VGI), Geospatial Information System (GIS), Artificial Neural Network (ANN).*

Correspondence Address*: Department of Geomatics Engineering, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.*
Tel*: : 02133722831.*
Email : *st_e_azariasgari@azad.ac.ir*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2024-05-11]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1402.11.2.6.9]
[DOI: 10.61186/jgit.11.2.103]