بهار ۹۹
سال نهم

فصلنامه تخصصی مهندسی برق و کامپیوتر

شماره بیست و هفتم

Journal of Electrical and Computer Engineering



حسگر الکتروانسفالوگرافی (پوشیدنی)

تشخیص دیابت شیرین با سیستم عصبی

طراحی سیستمهای ردیاب خودرو بر اساس کارت شناسایی هوشمندخودرو

تخمین کور همزمان فرکانس حامل ، نرخ سمپل و مرتبه مدولاسیون MFSK

بررسی و مقایسه روشهای یادگیری عمیق جهت پیش بینی بار شبکه هوشمند

بررسی روشهای تشخیص هرزنامه در شبکه های اجتماعی با استفاده از داده کاوی

تشخیص جوامع در شبکه های اجتماعی با استفاده از الگوریتم های فراابتکاری مبتنی بر خوشه بندی تجمعی

مروری بر ادبیات و مقایسه الگوریتم های فراابتکاری در حل مسئله مسیر یابی وسایل نقلیه

ISSN :2322-3723

شماره مجوز وزارت فرهنگ و ارشاداسلامی ۷۷۸۲۱



سال هشتم

شماره بیست و هفتم

بهار ۹۹

صاحب‌امتیاز

سایت نواندیشان

مدیرمسئول

مهدی عارف خیابانی

سردبیر

امین شیخ نجدی

هیئت تحریریه

دکتر میثم عسگری- ارشد برق- دکترای علوم و مهندسی کامپیوتر- استادیار دانشگاه OHSU پورتلند آمریکا

دکتر امیرحسین رحمانی – دکترای برق قدرت- مدیر گروه برق دانشگاه آزاد دزفول

دکتر موسی مجرد- دکترای کامپیوتر، نرم افزار- رئیس دانشگاه آزاد اسلامی فراشبند

دکتر ملیحه نیک سیرت- دکترای علوم کامپیوتر- استادیار دانشگاه صنعتی بیرجند

دکتر محمد دوستی زاده- دکترای برق، قدرت- مربی دانشگاه آزاد اسلامی خرم آباد

دکتر علویه میرفتح الهی- دکترای علوم اعصاب گرایش هوش مصنوعی- دانشگاه علم و صنعت ایران

مهندس امین شیخ نجدی- استاد الکترونیک دانشگاه آزاد دزفول (مربی)

مهندس مریم فریور – استاد دانشگاه فنی و حرفه ای و استاد مدعو دانشگاه صنعتی اصفهان

مهندس آزاد رحیمی – کارشناس ارشد برق قدرت- عضو هیئت علمی دانشگاه فنی و حرفه ای سنندج

مهندس مهسا سرائی – کارشناس ارشد برق مخابرات

مهندس علی کمالی- کارشناس ارشد برق قدرت – کارشناس پژوهشکده خودرو محیط زیست دانشگاه تهران

مهندس آرام قادری – کارشناس ارشد برق الکترونیک – دانشگاه سنندج

مهندس سیما نیک پرور - کارشناسی ارشد مکاترونیک – دانشگاه تبریز

درباره کهربا	۳
یادداشت مدیرمسئول	۴

مقالات

بررسی روش های تشخیص هرزنامه در شبکه های اجتماعی با استفاده از داده کاوی صالح بیت شیخ احمد – دانشجو کارشناسی ارشد کامپیوتر بهناز رفیعی – استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد رامهرمز	۵
مروری بر ادبیات و مقایسه الگوریتم های فراابتکاری در حل مسئله مسیریابی وسایل نقلیه محمدرضا صدیق فرشیان – دانشجو کارشناسی ارشد موسی مجرد– استادیار دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، واحد فیروزآباد حسن رافعی نیا- مربی موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی لیان بوشهر	۱۲
بررسی و مقایسه روش های یادگیری عمیق جهت پیش بینی بار شبکه هوشمند سیدمحمد شبیری- کارشناسی ارشد مهندسی برق قدرت علی اویسی کیان- کارشناسی ارشد مهندسی برق قدرت	۲۳
تخمین کور همزمان فرکانس حامل، نرخ سمبل و مرتبه مدولاسیون در MFSK با استفاده از کمولنت چرخشی مرتبه دوم حسین خالقی بیزکی – دانشگاه صنعی مالک اشتر – مجتمع دانشگاهی برق و کامپیوتر لیلاسادات حسینی – دانشگاه صنعتی مالک اشتر- مجتمع دانشگاهی برق و کامپیوتر	۳۰
طراحی سیستم های ردیاب خودرو بر اساس کارت شناسایی هوشمند خودرو تحت اینترنت اشیا در عوارضی شهرداری ها طاهره پورسیف- کارشناسی ارشد مهندسی برق – کنترل هدیه بشیر گنبدی، روژین نظری، نرگس خاکی ، پانیذ بهبویی– پژوهشگر دپارتمان الکترونیک و رباتیک	۳۶
تشخیص جوامع در شبکه های اجتماعی با استفاده از الگوریتم های فراابتکاری مبتنی بر خوشه بندی تجمعی احد فخاری – دانشجو کارشناسی ارشد موسی مجرد– استادیار دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، واحد فیروزآباد حسن رافعی نیا- مربی موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی لیان بوشهر	۴۷
حسگر الکتروانسفالوگرافی (پوشیدنی) مهران کریمیان ریزی- کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی مریم فریور- کارشناسی ارشد مهندسی برق – الکترونیک	۵۸
تشخیص دیابت شیرین با سیستم عصبی مهران کریمیان ریزی- کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی مریم فریور- کارشناسی ارشد مهندسی برق – الکترونیک	۶۲
ارتباط با کهربا	۷۰

درباره کهربا

مجله الکترونیکی کهربا، باهمت و تلاش جمعی از دانشجویان و مهندسین برق، بخصوص اعضای انجمن علمی و پژوهشی نواندیشان، در سال هزار و سیصد و نود شروع به کارکرد. کهربا از سال ۹۱ با کسب شماره بین‌المللی استاندارد مجلات (ISSN:۲۳۲۲-۳۷۲۳) و ثبت در سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران، به‌عنوان فصلنامه‌ای رسمی و تخصصی در حوزه صنعت برق شناخته‌شده است. این نشریه تخصصی در سال ۹۵ موفق به اخذ پروانه انتشار از وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، با مجوز شماره ۷۷۸۲۱ و ثبت در سامانه جامع رسانه‌های کشور(e-rasaneh) و بانک اطلاعات نشریات کشور(magiran) گردید. در سال ۹۷ طی تفاهم‌نامه‌ای با بانک مقالات کشور (سیویلیکا) موردحمایت این پایگاه قرارگرفته و مقالات ارائه‌شده به نشریه پس از انتشار در سیویلیکا نمایه شده و در نظام رتبه‌بندی دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرند.

یادداشت مدیرمسئول

در هشتمین زمستان از فعالیت نشریه کهربا و پس از انتشار بیست‌وشش شماره از مجله مفتخریم با انتشار بیست و هفتمین شماره از این نشریه در خدمت علاقه‌مندان این مجله تخصصی باشیم. تلاش ما از روز نخست، جمع‌آوری، تهیه و ارائه مطالبی ساده و کاربردی، درعین‌حال تخصصی، به قشر فرهیخته دانش‌پژوه و کسانی که مشتاق به دانستن علوم مهندسی برق و الکترونیک یا کامپیوتر هستند، بوده است. امید است با هدایت و راهنمایی شما هر شماره بهتر و پخته‌تر از شماره پیشین گردد. . امیداست که باهمت و همیاری دوستان بتوانیم قدمی هرچند کوچک، جهت جلب رضایت و بالا بردن سطح دانش شما برداریم؛ و روزبه‌روز شاهد پیشرفت و موفقیت‌های شما عزیزان باشیم.

بررسی روش‌های تشخیص هرزنامه‌ها در شبکه‌های اجتماعی با استفاده از داده‌کاوی

صالح بیت شیخ احمد[۱] و مهناز رفیعی[۲]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه کامپیوتر، موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی اروندان خرمشهر، salehste@gmail.com

[۲]استادیار، گروه کامپیوتر، واحد رامهرمز، دانشگاه آزاد اسلامی، رامهرمز، ایران، m.rafie@srbiau.ac.ir

چکیده: شبکه‌های اجتماعی به مجموعه‌ای از افراد گفته می‌شود که به‌صورت گروهی با یکدیگر ارتباط داشته و مواردی مانند اطلاعات، نیازمندی‌ها، فعالیت‌ها و افکار خود را به اشتراک می‌گذارند. ولی به وجود آمدن پیام‌های ناخواسته موجب آزار کاربران و پایین آمدن کارایی شده است. امروزه این پیام‌های ناخواسته که به‌عنوان هرزنامه شناخته می‌شوند به مشکل عمده‌ای تبدیل شده‌اند. هرزنامه‌ها منجر به اتلاف منابع شبکه، کامپیوترها و زمان می‌گردند. لذا جهت شناسایی و جلوگیری از هرزنامه‌ها تلاش‌های زیادی صورت گرفته است، ولی با پیشرفت این تلاش‌ها هرزنامه‌ها باز هم گسترش و پیشرفت می‌کنند. بنابراین هرزنامه به یک مشکل جدی تبدیل شده است. بدین منظور روش‌ها و الگوریتم‌های بسیاری جهت جلوگیری و فیلتر هرزنامه پیشنهاد شده است که هدف اصلی افزایش دقت روش تشخیص هرزنامه در پیام‌ها است. این مقاله، فعالیت ضد هرزنامه و کاربردهای آن در شبکه‌های اجتماعی را با استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی مورد بررسی قرار داده است.

کلیدواژه‌ها: *هرزنامه، ماشین بردار پشتیبان، ویژگی کاربران، ارتباطات.*

۱- مقدمه

شبکه‌های اجتماعی به مجموعه‌ای از افراد گفته می‌شود که به‌صورت گروهی با یکدیگر ارتباط داشته و مواردی مانند اطلاعات، نیازمندی‌ها، فعالیت‌ها و افکار خود را به اشتراک می‌گذارند. امروزه، شبکه‌های اجتماعی برخط، ابزار بسیار محبوبی برای همکاری و ارتباط به شمار می‌روند که میلیون‌ها نفر از کاربران اینترنت را به خود جلب کرده‌اند. شبکه‌های اجتماعی برخط مانند فیس‌بوک، لینکداین و توییتر از پرطرفدارترین این برنامه‌ها به‌حساب می‌آیند. این شبکه‌ها، به‌ویژه آن‌هایی که کاربردهای معمولی و غیرتجاری دارند، مکان‌هایی در دنیای مجازی هستند که مردم خود را به‌طور خلاصه معرفی کرده و امکان برقراری ارتباط بین خود و هم‌فکرانشان را در زمینه‌های مورد علاقه فراهم می‌کنند [۱]. اما زندگی در چنین فضایی آدابی دارد که باید به آن‌ها توجه ویژه‌ای نمود تا از مشکلات جدی جلوگیری شود. در سال‌های اخیر، نظرات جعلی و هرزنامه مشکلی است که به‌شدت در حال گسترش و افزایش است. هرزنامه‌ها، پیام‌های ناخواسته‌ای هستند که به‌طور گسترده به تعداد زیادی از کاربران با هدف کلاه‌برداری، نشر اکاذیب، ایجاد شایعات، رعب و وحشت و همچنین تبلیغات ارسال می‌گردد. امروزه در حدود ۵۰ درصد نامه‌های کاری الکترونیکی، هرزنامه هستند [۲]. هرزنامه سبب مشکلاتی مانند اشغال منابع، اتلاف پهنای‌باند و طولانی‌شدن زمان ارتباط می‌شود [۳]. افرادی که اقدام به ارسال پیام‌های هرزنامه می‌نمایند، هرزنامهر نامیده می شوند. توییتر به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین شبکه های اجتماعی محسوب می‌شود که روزانه پیغام‌های متنی زیادی در آن تولید و ارسال می شود. به این پیغام‌ها توییت گفته می شود. توییت‌ها معمولاً دارای ساختار متفاوتی با پیغام‌های سایر شبکه‌های اجتماعی هستند به‌طوری‌که تشخیص هرزنامه در آن‌ها پیچیده‌تر است. طبق مطالعاتی که انجام شده، حدود ۱۵ درصد کاربران توییتر بات‌ها هستند و معمولاً از هر ۲۰

توییت، یکی از آن‌ها هرزنامه ا ست. لذا شبکه اجتماعی مزبور در این مقاله بی شتر مورد توجه واقع شده ا ست. شایان ذکر اســـت که تشـــخیص هرزنامه‌ها با اســـتفاده از تکنیک‌های داده کاوی یکی از د غد غه های اصـــلی کاربران و مدیران شـــبکه‌های اجتماعی اســـت، لذا تأثیر الگوریتم‌هایی همچون خو شه‌بندی، ما شین بردار پ شتیبان، درخت ت صمیم، بیزین و K-NN نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

ساختار کلی مقاله به‌این‌ترتیب ا ست که در بخش دوم مبانی و پیشـــینه تحقیق بیان می‌شـــود و به بررســـی کارهای انجام شـــده در این زمینه، معایب و مزایای آن می‌پردازد. بعد از بررسی کارهای انجام‌شده، بخش سوم به معرفی جزئیات روش پیشنهادی می‌پردازد. در نهایت در بخش چهارم، نتایج نهایی بیان می شود و راهکارهایی برای ادامه تحقیق و بهبود آن در آینده معرفی می‌گردد.

۲- روش‌های تشخیص هرزنامه‌ها

تحقیقات انجام گرفته نشان می‌دهد که توییت‌های جعلی با همان سرعت توییت‌های نرمال منتشر می‌شوند. ربات‌ها نقش زیادی در سرعت بخشیدن به گسترش هرزنامه‌ها دارند و کاربران انسانی هم به افزایش حجم آن‌ها کمک می‌کنند. برای تشخیص هرزنامه‌ها کارهای متعددی انجام شده است که در ادامه به معرفی چند مورد می‌پردازیم.

کار انجام شده توسط وانگ را می‌توان پیشگامی در تشخیص هرزنامه‌ها در توییتر بر اساس شناسایی ارتباط بین کاربران دانست. در این روش با استفاده از مدل گراف مستقیم وجود ارتباطات دنبال کننده-دوستی بین کاربران شناسایی می‌شود و با استفاده از ویژگی‌های متنی استخراج شده، هرزنامه‌ها شناسایی می‌شوند. به‌صورت کلی می‌توان کارهای انجام گرفته برای تشخیص هرزنامه‌ها در توییتر را به چند دسته‌ی کلی تقسیم‌بندی کرد: تحلیل ساختار گراف شبکه‌های اجتماعی مانند روش‌های [۶-۴]، تحلیل ساختار متن و استخراج الگوها مانند [۷]، تحلیل متا دیتای مربوط به پروفایل کاربران و بررسی URLهای استفاده شده مانند [۱۰-۸] و تحلیل رفتارهای تعاملی کاربران [۱۳-۱۱].

۲-۱ ویژگی‌های آماری مبتنی بر تشخیص زمان واقعی اسپم توییتر

در تحقیق [۱۴]، بر روی داده‌های توییتر با پنج هدف: ارائه فیلترینگ بلادرنگ، افزایش مقیاس‌پذیری، تصمیم‌گیری دقیق، قابلیت آموزش مجدد مدل با داده‌های جدید و طبقه‌بندی مستقل از متن پژوهشی انجام شده است. در این پژوهش از یک مجموعه داده‌ی ۵۰۰۰۰۰تایی استفاده شده است که ۴۰۰۰۰۰ عدد از آن‌ها برای داده‌های آموزشی و ۱۰۰۰۰۰ عدد از آن‌ها برای آزمایش مورداستفاده قرار گرفت. داده‌های آموزشی با ترکیب یک‌به‌یک (نیمی نرمال و نیمی هرزنامه) یک‌به‌چهار و یک‌به‌ده موردبررسی قرار گرفتند. دقت حاصل ۹۱ درصد است. مزیت این پژوهش این است که سیستمی بلادرنگ است که می‌تواند با تأخیر کوتاهی عمل فیلترینگ را انجام دهد. مقیاس-پذیری بالایی دارد و می‌تواند برای داده‌های حجیم به‌درستی عمل کند. عیب این پژوهش عدم دسترسی تمامی مجموعه داده‌ها است و الگوریتم‌های دیگر را موردبررسی قرار نداده است. ازآنجایی‌که در مجموعه داده‌های موجود، تعداد کاربران اسپم نسبت به کاربران نرمال بسیار کم هستند برای ایجاد مدل و ارزیابی آن نمی‌توان از تمامی رکوردهای موجود در مجموعه داده‌ها استفاده نمود، زیرا مدل تنها ویژگی کاربران نرمال را در نظر گرفته و کاربران اسپم را نادیده می‌گیرد. برای رفع این مشکلات باید نسبت نمونه‌های مختلف از کلاس‌های مختلف متناسب در نظر گرفته شود.

۲-۲- استفاده از یک روش داده‌کاوی جهت تشخیص هرزنامه در فیس‌بوک

در [۱۵] با تکنیک درخت تصمیم J48، با استفاده از متن پیام-های فیس‌بوک، تعداد کلمات کلیدی، میانگین تعداد کلمات، طول متن و تعداد لینک‌ها هرزنامه‌ها شناسایی می‌شوند. نرخ دقت و فراخوانی به‌دست‌آمده در مقاله به ترتیب ۶۱ و ۶۳ درصد است.

۲-۳ تشخیص اسپم‌های توییتر با استفاده از یادگیری عمیق

وو و همکاران در [۱۶] از تکنیک‌های یادگیری عمیق با استفاده از تبدیل کلمه به بردار برای تشخیص و شناسایی اسپم‌ها

استفاده کرده‌اند. آن‌ها بر این عقیده هستند که تنها استفاده از ویژگی‌های آماری متون نمی‌تواند دقت کافی را برای یادگیری دسته‌بندها فراهم کند. آن‌ها از تعدادی ویژگی‌های خودساخته مربوط به کاربران و ارتباط آن‌ها در توییتر استفاده کرده‌اند. این ویژگی‌ها به نحوی کدگذاری شده‌اند که بتوان آن‌ها را به‌عنوان ورودی دسته‌بند در نظر گرفت. در ادامه از شبکه عصبی عمیق برای یادگیری و تشخیص هرزنامه‌ها استفاده شده است. ویژگی-های مربوط به کاربران به‌صورت خودساخته و تجربی هستند و از ساختار درونی شبکه به‌درستی استفاده نشده است. در روش مزبور، ویژگی‌های ارتباط بین کاربران به شکلی پیدا می‌گردد که بتوان کاربران را از لحاظ نزدیکی به هم رتبه‌بندی نمود و حتی بتوان گفت اگر کاربری با دو نفر رابطه دوستی دارد به کدام نزدیک‌تر است.

۲-۴ پرداختن به مشکل عدم تعادل کلاس در تشخیص اسپم‌های توییتر با استفاده از یادگیری دسته‌جمعی

لی‌یو و همکاران در [۱۷]، یک ساختار متفاوت برای تشخیص پست‌های هرزنامه در توییتر معرفی کردند. تأکید اصلی آن‌ها بر روی ساختار داده‌ها متمرکز بود. در این تحقیق بیان شده است که ترکیب نامتوازن داده‌های اسپم و غیر اسپم باعث بروز خطا توسط دسته‌بندهای یادگیری ماشین می‌شود. به‌طوری‌که در واقعیت معمولاً چیزی حدود ۵ الی ۱۰ درصد پست‌ها اسپم هستند، ولی در مجموعه داده‌های استفاده شده گاهاً داده‌های اسپم و غیر اسپم به‌نسبت ۵۰ به ۵۰ تقسیم‌بندی می‌شوند که این می‌تواند دقت کار را کاهش دهد. آن‌ها یک فرآیند سه مرحله‌ای برای تشخیص اسپم‌ها در توییتر معرفی کرده‌اند. در ابتدا با استفاده از سه روش مختلف نمونه‌برداری از داده‌ها انجام می‌گیرد و تعدادی نمونه متشکل از هرزنامه و غیر هرزنامه برای دسته‌بند مشخص می‌شوند. یک روش بدون جایگذاری، روش دیگر با جایگذاری و روش سوم با استفاده از تکنیک نمونه‌سازی فازی انجام شده است. در مرحله دوم برای هرکدام از سه روش مطرح شده با استفاده از دسته‌بندهای یادگیری ماشین مرحله دسته‌بندی انجام گرفته و پست‌های هرزنامه و غیر هرزنامه شناسایی می‌شوند. در این مقاله از دسته‌بندهای ماشین بردار پشتیبان، درخت‌تصمیم و بیزین ساده استفاده شده است. در نهایت در مرحله سوم بر اساس قانون رأی اکثریت، تصمیم نهایی در مورد هرزنامه یا غیر هرزنامه بودن گرفته می‌شود. این روش از لحاظ دسته‌بند ساختار قدرتمندی دارد اما ویژگی‌های استفاده شده برای دسته‌بندها فقط اطلاعات آماری خود متن است که باعث می‌شود دقت کار پایین بیاید.

۲-۵ تشخیص اسپم توییتر با استفاده از خوشه‌بندی

میلر و همکاران در سال ۲۰۱۵ از خوشه‌بندی برای تشخیص هرزنامه‌ها در توییتر استفاده کرده‌اند. در این تحقیق تشخیص هرزنامه به‌عنوان یک مسئله کلاس‌بندی در نظر گرفته نمی‌شود بلکه به‌عنوان یک مسئله تشخیص ناهنجاری[۱] در نظر گرفته شده است. در این تحقیق در کنار استفاده از ۱۲ ویژگی مربوط به متن و ساختار ارتباطی کاربران از ۹۵ کاراکتر خاص از بین کاراکترهای کد اسکی تعداد عنوان 95 one-gram استفاده شده است. بنابراین در کنار ۱۲ ویژگی اولیه، ۹۵ ویژگی دیگر اضافه شده است و خوشه‌بندی با این ۱۰۷ ویژگی انجام گرفته است. فرآیند خوشه‌بندی به‌صورت جداگانه با استفاده از دو روش StreamKM++ و DenStream انجام گرفته است که توسط هر دو روش، نمونه‌ها به دو خوشه‌ی هرزنامه و غیر هرزنامه تقسیم-بندی می‌شوند. معیار فراخوانی[۲] برای این دو روش حدود ۹۹ درصد است. یعنی در واقع ۹۹ درصد پست‌هایی که هرزنامه هستند را شناسایی می‌کند. اما مقدار False positive آن به نسبت زیاد است. یعنی تعداد زیادی از پست‌هایی که هرزنامه نیستند را نیز هرزنامه تشخیص می‌دهد و این باعث بروز مشکل خواهد شد. همچنین مجموعه داده‌ی مورد استفاده بسیار ساده بوده و توازن مناسبی بین تعداد هرزنامه و غیر هرزنامه وجود ندارد [۱۸].

۲-۶ استنتاج ماشین‌های بردار پشتیبان با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی وال جهت تشخیص پروفایل‌های اسپم در شبکه‌های اجتماعی برخط در متن‌های زبانی مختلف

[۱] anomaly

[۲] Recall

الزوبی و همکاران در [۱۹]، یک فرآیند خودکار برای شناسایی کاربران اسپم معرفی کرده‌اند. با توجه به اینکه نسبت کاربران اسپم در توییتر بیشتر از نسبت توییت‌های اسپم به کل توییت‌ها است، بنابراین شناسایی کاربران اسپم می‌تواند در تشخیص هرزنامه‌ها و حتی جلوگیری از ارسال هرزنامه‌ها نقش مؤثری داشته باشد. در این روش از ترکیب دسته‌بند ماشین بردار پشتیبان و الگوریتم فرامکاشفه‌ای بهینه‌سازی وال استفاده شده است. در این ساختار ابتدا داده‌ها پیش‌پردازش شده و تعدادی ویژگی بر اساس ساختار متن و ارتباط کاربران شناسایی می‌شوند. داده‌های ورودی به دسته‌بند ماشین بردار پشتیبان داده می‌شود و فرایند یادگیری آغاز می‌گردد. در هر مرحله توسط الگوریتم بهینه‌سازی وال مشخص می‌گردد که آیا مقدار بهینه‌سراسری به دست آمده یا خیر. در نهایت بعد از اتمام مراحل، فرآیند یادگیری به اتمام رسیده و بر اساس داده‌های آزمایش نتیجه ارزیابی محاسبه می‌شود. در این روش از ویژگی‌های ساده استفاده شده است و همچنین پیچیدگی زیاد این روش باعث می‌شود که دقت و کارایی نمونه‌های آموزش بسیار بالا و نتایج آزمایش به نسبت کمتر باشد، به عبارتی وقوع بیش‌برازش[۳] در این روش بسیار محتمل است.

۲-۷ تشخیص هرزنامه به‌صورت نیمه نظارتی در توییتر

سدهای و همکاران در [۲۰]، از یک روش نیمه نظارتی برای تشخیص هرزنامه‌ها در توییتر استفاده کرده‌اند. در این روش یک چهارچوب بلادرنگ به نام S^3D برای تشخیص توییت‌های اسپم معرفی شده است. این چهارچوب شامل دو بخش کلی است. بخش اول به نام تشخیص هرزنامه و بخش دوم به نام به‌روزرسانی مدل نام‌گذاری شده است. بخش شناسایی هرزنامه خود شامل ۴ زیر بخش مختلف است: ۱- شناسایی لیست‌های سیاه و افراد گزارش‌شده توسط سایر کاربران. ۲- شناسایی توییت‌هایی که به‌صورت انبوه و تکراری ارسال می‌گردند. ۳- شناسایی کاربران معتبر، این افراد عموماً تائید شده هستند و پست‌های ارسال‌شده از طرف آن‌ها به‌صورت غیر هرزنامه دسته‌بندی می‌شوند. ۴- استفاده از یک دسته‌بند ترکیبی شامل سه دسته‌بند: بیزین ساده، لجستیک رگرسیون و جنگل تصادفی[۴]، فرآیند یادگیری و دسته‌بندی به‌صورت ترکیبی توسط این سه دسته‌بند انجام می‌گیرد. اما در بخش دوم بر اساس برچسب‌گذاری‌های انجام شده در بخش اول، مقادیر مربوط به پارامترها به‌روزرسانی می‌شوند تا فرآیند دسته‌بندی با دقت بیشتری انجام گیرد. امکان تبانی در این روش زیاد است به صورتی که اگر گروهی یک فرد را به‌عنوان هرزنامه گزارش کنند، چهارچوب استفاده شده، فرد را به‌عنوان هرزنامه شناسایی می‌کند.

۲-۸ رویکرد انتخاب ویژگی جهت شناسایی هرزنامه در شبکه اجتماعی فیس‌بوک

این مقاله در مورد تشخیص نظرات اسپم در شبکه اجتماعی فیس‌بوک است. با مرور پست‌ها، نظرات و بررسی ویژگی‌های آن‌ها، یک سیستم فیلترشکن اسپم برخط در این مقاله طراحی شده است. سیستم فیلتر پیشنهادی قادر است از روش‌های مختلف اکتشافی و الگوریتم‌های بهینه‌سازی مانند بهینه‌سازی ذرات، بهینه‌سازی کلونی مورچه‌ها و تکامل تفاضلی برای کشف و فیلتر نمودن مطالب مخرب و جلوگیری از انتشار نظرات اسپم‌ها ، محیطی مطمئن را برای کاربران فراهم کند. این شبکه اجتماعی محبوب علاوه بر این از روش‌های یادگیری ماشینی، تکنیک‌های خوشه‌بندی و درخت تصمیم‌گیری استفاده نموده تا عملکردی دقیق و سرعتی مناسب برای سیستم فیلتر پیشنهادی ارائه دهد [۲۱].

۲-۹ سیستم تشخیص هرزنامه مبتنی بر داده‌کاوی برای شبکه‌های اجتماعی

در [۲۲]، یک سیستم تشخیص هرزنامه مقیاس‌پذیر بر اساس داده‌کاوی برای امنیت شبکه‌های اجتماعی پیشنهاد شده است. از الگوریتم خوشه‌بندی GAD برای خوشه‌بندی در مقیاس بزرگ و ادغام آن با الگوریتم یادگیری فعال استفاده شده است. از این الگوریتم یادگیری جهت مقابله با چالش‌های تشخیص زمان واقعی و مقیاس‌پذیری استفاده می‌شود.

[۳] Overfitting

[۴] Random Forest (RF)

۲-۱۰ دسته‌بند کارآمد جهت تشخیص هرزنامه در شبکه-های اجتماعی

در [۲۳] بر روی شناسایی عملکرد اسپم با استفاده از تجزیه‌وتحلیل ویژگی و استفاده از طبقه‌بندی کارآمد متمرکز شده است. هدف اصلی در این مقاله، یافتن رابطه بین ویژگی‌ها و الگوهای طبقه‌بندی جهت تشخیص پیام اسپم از سایت‌های ناخواسته است. این سیستم از الگوریتم‌های طبقه‌بندی کارآمد پس از تجزیه‌وتحلیل ارتباط ویژگی‌ها جهت شناسایی هرزنامه استفاده می‌کند. در این راستا، یک چارچوب طبقه‌بندی کارآمد برای پیش‌بینی و نظارت بر اسپم ارائه شده است. نتیجه این پژوهش برای کاربران شرکت‌کننده در شبکه‌های اجتماعی برای اهدافی همچون تجارت، بازاریابی و برقراری ارتباط بین مخاطبین می‌باشد. لذا عملکرد الگوریتم‌های طبقه‌بندی همچون بیزین، ID3، جنگل تصادفی، K-NN و ماشین بردار پشتیبان مقایسه شده است. کار آتی در این راستا ارائه مدلی جهت ادغام یک سیستم هوشمند در این چارچوب طبقه‌بندی جهت نظارت و تشخیص مستمر بر روی هرزنامه قابل انجام می‌باشد.

۲-۱۱ روشی ترکیبی برای شناسایی اسپم در شبکه‌های اجتماعی با استفاده از تجزیه‌وتحلیل گراف و رفتار کاربر

در [۲۴]، روشی مبتنی بر تحلیل گراف جهت تشخیص اسپم از طریق تجزیه‌وتحلیل رفتارهای آن‌ها و ارتباط آن‌ها با کاربران ارائه شده است. در ضمن، راه‌حلی جهت تسهیل روند تشخیص ارائه شده است. هدف از این مقاله، استفاده از روش تحلیل گراف ترکیبی و تحلیل رفتاری، افزایش دقت تشخیص و میزان تشخیص با کمک الگوریتم‌های طبقه‌بندی مناسب و ویژگی‌های مؤثرتر است. بنابراین، دو سناریو جهت دستیابی به سطح دقت بالاتر و مثبت کاذب پایین‌تر استفاده شد. سناریوی اول مبتنی بر استفاده از کل داده‌ها برای ساخت و ارزیابی مدل است. نتایج نشان می‌دهد که علی‌رغم دقت بالای این رویکرد، به دلیل سطح بالای مثبت کاذب، این رویکرد مناسب نیست. در سناریوی دوم، نسبت کاربران عادی به اسپم‌ها ۲ به ۱ در نظر گرفته شد که منجر به نتایج رضایت‌بخش شد. پس از بررسی ماتریس سردرگمی و مثبت کاذب در الگوریتم‌های مختلف، الگوریتم لجستیک به‌عنوان یک الگوریتم مناسب انتخاب شده است که اهداف این مطالعه را برآورده می‌کند.

۳- راهکار پیشنهادی

تشخیص هرزنامه‌ها با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی و یادگیری ماشین یکی از دغدغه‌های اصلی کاربران و مدیران شبکه‌های اجتماعی است. تابه‌حال کارهای زیادی در مورد تشخیص هرزنامه‌ها در شبکه‌های اجتماعی انجام شده است اما برای تشخیص هرزنامه‌ها در توییتر کمتر کار شده است. ساختار اصلی اکثر روش‌ها یکسان است. لذا با توجه به راهکارهای انجام شده پیشین و در راستای ارائه روشی مؤثر قصد داریم مکانیزمی جدید به‌منظور شناسایی توییت‌های اسپم در توییتر معرفی نماییم [۲۵]. در این راستا نیاز است در ابتدا پیش‌پردازش‌هایی روی متون انجام گرفته و بعد از پالایش متن، تعدادی ویژگی استخراج شده و با استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشین مشخص می‌شود که کدام پیغام هرزنامه و کدام غیر هرزنامه است. شایان ذکر است که در روش‌های پیشین غالباً تنها از ویژگی‌های داخل متن برای این کار استفاده می‌شد. مثلاً استفاده از کلمات خاص، یا فرمت‌های خاص پیغام، یا ارسال هم‌زمان پیغام به تعداد زیادی از کاربران. اما این ویژگی‌ها به‌تنهایی مؤثر نخواهند بود. ما علاوه بر این ویژگی‌ها می‌خواهیم از ساختار شبکه‌های اجتماعی، اطلاعات کاربران، وجود رابطه بین گیرنده و فرستنده پیغام و... استفاده کنیم. به‌عنوان‌مثال ارسال پیغام از یک کاربر به کاربری ناشناس ممکن است هرزنامه تشخیص داده شود، اما درعین‌حال همین پیغام برای یک کاربر دوست یا هم‌گروه ممکن است هرزنامه نباشد. بنابراین ما سعی می‌کنیم از این ارتباطات و ساختار شبکه اجتماعی برای تشخیص هرزنامه یا عدم وجود آن استفاده کنیم به شکلی که بتوانیم انواع ارتباط بین افراد را پیدا کنیم. به‌عنوان‌مثال مشخص شود کاربری که با دو کاربر دیگر ارتباط دوستی دارد به کدام‌یک نزدیک‌تر است. یا اگر کاربری یک کاربر دیگر را در شبکه بلاک کرده است به‌عنوان یک ویژگی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین بر اساس سابقه قبلی کاربران رتبه‌بندی می‌شوند و از قبل مشخص می‌شود که هر کاربر چقدر احتمال ارسال پیغام هرزنامه را دارد. که این ویژگی هم می‌تواند کمک‌کننده باشد. در پایان به کمک الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (SVM) پیغام‌ها را با استفاده از این

ویژگی‌های بیان شده به دو دسته هرزنامه و غیر هرزنامه طبقه‌بندی می‌شوند. لازم به ذکر است که SVM دسته‌بند قدرتمندی است که با داده‌های زیاد و وجود نویز هم به‌خوبی می‌تواند کار کند و برای مسائل پردازش متن، دسته‌بند مناسبی است.

۴- نتیجه‌گیری

استقبال گسترده از شبکه‌های اجتماعی و امکانات عظیم آن‌ها و فرصت‌های رو به رشد، کاربران و مخاطبان بسیاری را به خود جلب نموده است. اما در کنار پیام‌ها، مباحث جذاب و جالب، محتوای نامناسب و بعضاً مجرمانه مانند هرزنامه نیز در این شبکه‌ها منتشر می‌شود. هرزنامه‌های مخرب قصد ارسال مطالب نادرست یا نامربوط برای توزیع اطلاعات نادرست در شبکه‌های اجتماعی برخط را دارند. در این راستا، الگوریتم‌های بسیاری جهت جلوگیری از هرزنامه پیشنهاد شده است که هدف اصلی افزایش دقت روش تشخیص هرزنامه در پیام‌ها می‌باشد. لذا در این مقاله، فعالیت ضد هرزنامه و کاربردهای آن در شبکه‌های اجتماعی با استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی مورد توجه قرار گرفته است. به‌عنوان کارهایی که در آینده در این راستا قابل انجام است استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی به‌صورت تلفیقی را می‌توان نام برد.

مراجع

[1] N. Jindal و L. Bing., “Opinion spam and analysis”, In Proceedings of the 2008 International Conference on Web Search and Data Mining, 2008.

[2] M Alsaleh, A. Alarifi, F. Al-Quayed, A. S. Al-Salman, Combating Comment Spam with Machine Learning Approaches, in: 14th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA), pp. 295–300, 2015.

[3] A. Heydari, M. a. Tavakoli, N. Salim and Z. Heydari, “Detection of review spam: A survey," Expert Systems with Applications, Vol. 42, No. 7, pp. 3634-3642, 2015.

[4] C. Yang, R. Harkreader, J. Zhang, S. Shin, G. Gu, Analyzing Spammers’ Social Networks for Fun and Profit: A Case Study of Cyber Criminal Ecosystem on Twitter, in: Proceedings of the 21st International Conference on World Wide Web, WWW ’12, ACM, New York, NY, USA, pp. 71–80, 2012.

[5] H. Yu, M. Kaminsky, P. B. Gibbons, A. D. Flaxman, SybilGuard: Defending Against Sybil Attacks via Social Networks, IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol. 16, No. 3, pp. 576–589, 2008.

[6] G. Danezis, P. Mittal, SybilInfer: Detecting Sybil Nodes using Social Networks, in: Proceedings of the Network and Distributed System Security Symposium (NDSS), San Diego, California, USA, 2009.

[7] H. Gao, J. Hu, C. Wilson, Z. Li, Y. Chen, B. Y. Zhao, Detecting and characterizing social spam campaigns, in: Proceedings of the 10th ACM SIGCOMM Internet Measurement Conference (IMC), Melbourne, Australia, pp. 35–47, 2010.

[8] K. Thomas, C. Grier, J. Ma, V. Paxson, D. Song, Design and Evaluation of a Real-Time URL Spam Filtering Service, in: 32nd IEEE Symposium on Security and Privacy (S&P), Berkeley, California, USA, pp. 447–462, 2011.

[9] S. Lee, J. Kim, WarningBird: Detecting Suspicious URLs in Twitter Stream, in: 19th Annual Network and Distributed System Security Symposium (NDSS), San Diego, California, USA, pp. 183–195, 2012.

[10] F. Benevenuto, G. Magno, T. Rodrigues, V. Almeida, Detecting Spammers on Twitter, in: In Collaboration, Electronic messaging, Anti-Abuse and Spam Conference (CEAS), Vol. 6, 2010.

[11] O. Varol, E. Ferrara, C. A. Davis, F. Menczer, A. Flammini, Online Human-Bot Interactions: Detection, Estimation, and Characterization, in: International AAAI Conference on Web and Social Media, AAAI Press, pp. 280–289, 2017.

[12] K. Lee, B. D. Eoff, J. Caverlee, Seven Months with the Devils: A Long-Term Study of Content Polluters on Twitter, in: Proceedings of the Fifth International Conference on Weblogs and Social Media, pp. 185–192, 2011.

[13] P. N. Howard, B. Kollanyi, Bots, #StrongerIn, and #Brexit: Computational Propaganda during the UK-EU Referendum, Social Science Research Network (SSRN), 2016.

[14] C. Chen, Y. Wang, J. Zhang, Y. Xiang, W. Zhou, G. Min, Statistical features-based real-time detection of drifted twitter spam, IEEE Transactions on Information Forensics and Security, Vol. 12, No. 4, pp. 914–925, 2017.

[15]M. Soiraya, S. Thanalerdmongkol and C. Chantrapornchai, "Using a Data Mining Approach: Spam Detection on Facebook," International Journal of Computer Applications, Vol. 58, No. 13, pp. 26-31, 2012.

[16] T. Wu, S. Liu, J. Zhang, Y. Xiang, Twitter spam detection based on deep learning, in: Proceedings of the Australasian Computer Science Week Multiconference, ACM, 2017.
[17] Sh. Liu, Y. Wang, J. Zhang, Ch. Chen, Y. Xiang, Addressing the Class Imbalance Problem in Twitter Spam Detection Using Ensemble Learning, Computers & Security, pp. 321-330, 2017.
[18] Z. Miller, B. Dickinson, W. Deitrick, Twitter spammer detection using data stream clustering, Journal of Information Sciences, Vol. 260, pp. 64–73, 2015.
[19] A. M. Al-Zoubi, H. Faris, J. Alqatawna, M. A. Hassonah, Evolving Support Vector Machines using Whale Optimization Algorithm for spam profiles detection on online social networks in different lingual contexts, Knowledge-Based Systems, Vol. 65, No. 6, pp. 123-132, 2018.
[20] S. Sedhai, A. Sun, Semi-supervised spam detection in twitter stream, IEEE Transactions on Computational Social Systems, Vol. 5, No. 1, pp. 169–175, 2018.
[21] Mohammad Karim Sohrabi, Firoozeh Karimi, A Feature Selection Approach to Detect Spam in the Facebook Social Network, Arabian Journal for Science and Engineering, Vol. 43, No. 2, pp 949–958, 2018.
[22] Xin Jin, Cindy Xide Lin, Jiebo Luo, Jiawei Han, Social Spam Guard: A Data Mining Based Spam Detection System for Social Media Networks, 37th International Conference on Very Large Data Bases, Vol. 4, No. 12, pp. 1458-1461, 2011.
[23] E.Nalarubiga,, M.Sindhuja, Efficient Classifier for Detecting Spam in Social Networks, International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology (IJISET), Vol. 2, No. 10, 2015.
[24] Mona Najafi Sarpiri, Taghi Javdani Gandomani, Mahsa Teymourzadeh, Akram Motamedi, A Hybrid Method for Spammer Detection in Social Networks by Analyzing Graph and User Behavior, Journal of Computers, Vol. 13, No. 7, pp. 823-828, 2018.
[25] Erbs, Nicolai, Keyphrase Extraction using Textual and Visual Features, 52nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, 2014

مروری بر ادبیات و مقایسه الگوریتم‌های فراابتکاری در حل مسئله مسیریابی وسایل نقلیه

محمدرضا صدیق فرشیان[۱]، موسی مجرد[۲،۳] و حسن ارفعی‌نیا[۴]

[۱] دانشجو کارشناسی ارشد، موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی لیان بوشهر، بوشهر، ایران، reza.farshiyan2018@gmail.com
[۲] استادیار، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، واحد فیروزآباد، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزآباد، ایران، m.mojarad@iauf.ac.ir
[۳] باشگاه پژوهشگران جوان، واحد فیروزآباد، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزآباد، ایران
[۴] مربی، موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی لیان بوشهر، بوشهر، ایران، msc.harfaeinia@gmail.com

چکیده: حمل‌ونقل در سیستم‌های اقتصادی، تولیدی و خدماتی از جایگاه مهمی برخوردار است. به‌کارگیری رویکردهای بهینه در این حوزه منجر به کاهش هزینه‌ها در زنجیره تأمین می‌گردد. یکی از عوامل مؤثر در طراحی شبکه‌های حمل‌ونقل، ارزش اقتصادی آن در توسعه کشور و اثربخشی مؤثر آن در سودآوری شرکت‌ها و سازمان‌های خصوصی است. ازاین‌رو کشورها و سازمان‌ها بیش‌ازپیش توجه خود را به امر بهینه‌سازی شبکه حمل‌ونقل معطوف کرده‌اند. مسئله مسیریابی وسایل نقلیه (VRP) یکی از معروف‌ترین مسائل در حوزه بهینه‌سازی است. این مسئله به دلیل قرار گرفتن در رده NP-Hard دارای تنوع بسیار زیادی است. در این مسئله تعدادی وسایل نقلیه متمرکز در یک یا چند انبار باید به تعدادی از مشتریان سرویس‌دهی کنند به‌طوری‌که هر یک دارای تقاضای معینی هستند. مسئله مسیریابی وسایل نقلیه با پنجره زمانی (VRPTW)، تعمیمی از مسئله مسیریابی وسایل نقلیه با ظرفیت محدود (CVRP) است که در آن سرویس‌دهی باید در یک پنجره زمانی مشخصی انجام شود. هدف این مسئله بهینه‌سازی مسیر برای هر وسیله نقلیه است به‌گونه‌ای که هزینه کل مسیر و تعداد وسایل نقلیه مورداستفاده حداقل شده تا در نهایت رضایت مشتریان به حداکثر برسد. به‌طورکلی برای حل این مسئله دو نوع راه‌حل دقیق و ابتکاری مطرح می‌شود. در این تحقیق سعی در بررسی راه‌حل‌های مختلف ابتکاری است تا با بررسی و قرار دادن آن‌ها در کنار یکدیگر مرور کلی در این مسئله داشته باشیم. امید است بررسی و مقایسه انجام شده به محققین دیگر در حل این مسئله کمک کند.

کلیدواژه‌ها: *مسیریابی وسایل نقلیه، بهینه‌سازی، الگوریتم‌های ابتکاری، پنجره زمانی، ظرفیت محدود.*

۱.مقدمه

با توجه به اهمیت مسائل حمل‌ونقل در دنیای واقعی و جایگاه این مسائل در انواع سیستم‌های موجود، در این پژوهش سعی داریم به بررسی مسئله مسیریابی وسایل نقلیه (VRP[۱]) و مقایسه الگوریتم‌های ارائه‌شده برای حل آن بپردازیم. حمل‌ونقل در سیستم‌های اقتصادی اعم از خدماتی، تولیدی و توزیع از جایگاه ویژه و پراهمیتی برخوردار می‌باشد و بخش عمده‌ای از تولید ناخالص ملی کشورها را به خود اختصاص می‌دهد (گولدن و همکاران، ۲۰۰۸). بهبود در سیستم‌های حمل‌ونقل به معنای بهبود در مسیرهای طی شده و حذف مسافت‌های غیرضروری در هر سیستمی می‌باشد. مسئله مسیریابی وسایل نقلیه یکی از مفاهیم کاربردی در حوزه تحقیق در عملیات است که از دهه‌ی ۶۰ میلادی به آن پرداخته می‌شود و تلاش‌های زیادی توسط

[1] Vehicle Routing Problem (VRP)

محققین در این حوزه صورت گرفته و به دنبال آن پیشرفت‌های بزرگی به دست آمده است (براندو، ۲۰۱۸).

مسئله مسیریابی وسایل نقلیه یکی از شناخته‌شده‌ترین مسائل بهینه‌سازی باهدف طراحی مجموعه بهینه‌ای از مسیرها برای سرویس‌دهی به مشتریان است (کلارک و رایت، ۱۹۶۴). این مسئله در حالت عادی شامل یک انبار، ناوگانی از وسایل نقلیه که در انبار استقرار یافته‌اند و مجموعه‌ای از مشتریان می‌باشد که می‌بایست سرویس‌دهی شوند. هدف مسئله مسیریابی وسایل نقلیه در ساده‌ترین و معمول‌ترین حالت حداقل‌سازی هزینه‌های کلی پیمودن مسیر بر اساس حداکثر زمان کاری و حداکثر محدودیت ظرفیت وسایل نقلیه است. مسئله مسیریابی وسایل نقلیه در واقع توسعه‌ای از مسئله معروف فروشنده‌ی دوره‌گرد[2] است. می‌توان گفت به دو علت محققان به مطالعه و بررسی گسترده مسائل موجود در زمینه مسیریابی وسایل نقلیه پرداخته و پژوهش در این حوزه همچنان ادامه دارد. یکی کاربرد عملی این مسائل و دیگری سختی حل آن می‌باشد. چون با افزایش تعداد ایستگاه‌ها، تعداد مسیرهای ممکن جهت حرکت وسایل نقلیه به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد، درنتیجه فضای جواب گسترده شده و یافتن جواب بهینه در این حالت بسیار دشوار می‌گردد. در (استاوروپلو و همکاران، ۲۰۱۹) پیچیدگی مسائل مسیریابی وسایل نقلیه را محاسبه کرده و اثبات کردند که عملاً تمامی این مسائل از نوع غیر چندجمله‌ای (NP-Hard) هستند.

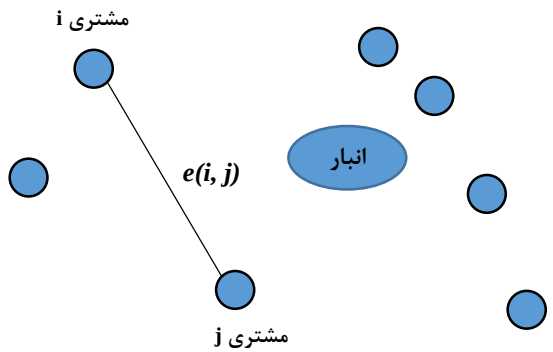
ادامه این مقاله به شرح زیر است: ادبیات تحقیق در بخش دوم بیان می‌شود. در بخش سوم به بررسی برخی از جدیدترین کارهای انجام شده می‌پردازیم، نتایج مقایسه تعدادی از الگوریتم‌های بررسی‌شده و همچنین ارزیابی آن‌ها در بخش چهارم ارائه می‌شود. درنهایت نتیجه‌گیری و پیشنهادات این تحقیق در فصل پنجم بیان شده و برای درک و فهم بهتر مطالب، در انتها فهرستی از مراجع ارائه شده است.

۲- ادبیات تحقیق

مسئله مسیریابی وسایل نقلیه توسط دانتزیگ و رامسر (۱۹۵۹) ارائه شده است و یک مسئله مهم در زمینه‌های حمل‌ونقل، توزیع و لجستیک می‌باشد. شاخه‌ای که مسئله مسیریابی مسائل نقلیه به آن مربوط می‌شود، مسائل مرتبط با گراف‌ها هستند. تئوری گراف به‌نوبه خود از گسترده‌ترین مباحث تحقیق در عملیات است (رودریگز–مارتین و همکاران، ۲۰۱۹). در این بخش انواع مسائل مسیریابی وسایل نقلیه و همچنین پارامترها و مدل ریاضی آن در تئوری گراف معرفی می‌شود.

۲-۱- مدل ریاضی مسئله مسیریابی وسایل نقلیه

معمولاً در مباحث گراف، گره‌هایی وجود دارند که این گره‌ها به‌وسیله یال با یکدیگر در ارتباط هستند، گره‌ها و یال‌ها در مباحث گراف می‌توانند مشخص‌کننده واقعیت‌های متفاوتی باشند. گراف را معمولاً با $G=(V,E)$ نمایش می‌دهند که V مجموعه گره‌ها و E مجموعه یال‌ها است. مسئله مسیریابی وسایل نقلیه می‌تواند با یک گراف کامل، بدون جهت و متقارن بیان شود. مشتری‌ها به‌عنوان گره‌ها و راه‌های ارتباطی بین مشتری‌ها به‌عنوان یال‌های گراف در نظر گرفته می‌شوند. در این مسئله مجموعه N گره به‌صورت $V=\{1,2,...,N\}$ و مجموعه یال‌ها به‌صورت $E=\{(i,j),\forall i,j\in V, i<j\}$ بیان می‌شود. هر گره $i\in V/\{0\}$ بیانگر یک مشتری است که تقاضایی مانند d_i دارد. رأس 0 به انبار مربوط می‌شود. هر یال $e(i,j)\in E$ بیانگر وجود یک مسیر از مشتری i به مشتری j است. شکل ۱ نمایی از مسئله مسیریابی وسایل نقلیه متقارن و گراف مربوط به آن را نشان می‌دهد.



شکل ۱. مسئله مسیریابی وسایل نقلیه متقارن و گراف مربوط به آن

[2] Travelling Salesman Problem (TSP)

هزینه سفر از i به j برابر c_{ij} است که $c_{ij}=c_{ji}$ و $c_{ii}=0$. در این مسئله تنها متغیر تصمیم x_{ij}^{q} است که مطابق رابطه (۱) تعیین می‌شود.

$$x_{ij}^{q}=\begin{cases}0 & i-j\\ 1 & i\leftrightarrow j\end{cases} \qquad (۱)$$

در این رابطه، $i\leftrightarrow j$ به این مفهوم است که اگر وسیله نقلیه q از گره i به گره j می‌رود و $i-j$ عکس این حالت است.

در اینجا برای بیان پارامترها از مدل‌سازی مسئله CVRP استفاده می‌شود. در CVRP ناوگانی از M وسیله نقلیه یکسان با ظرفیت K و یک انبار مرکزی که با اندیس 0 مشخص می‌شود، وظیفه تحویل سفارش‌ها را به N مشتری بر عهده دارند (لیا و هوکسین، ۲۰۱۶). هدف یافتن مجموعه‌ای از M مسیر است، به‌طوری‌که هزینه سفر در این وسایل حداقل شود. به‌طورکلی در مسئله CVRP هدف حداقل‌سازی تابع ارائه شده در رابطه (۲) است.

$$\min\sum_{q\in Q}\sum_{(i,j)\in E}c_{ij}x_{ij}^{q} \qquad (۲)$$

در تحقق رسیدن به هدف تعیین‌شده، روابط (۳) تا (۷) همواره برقرار هستند.

$$\sum_{q\in Q}\sum_{j\in V}x_{ij}^{q}=1,\quad \forall i\in V \qquad (۳)$$

$$\sum_{i\in V}d_i\sum_{j\in V}x_{ij}^{q}\leq K,\quad \forall q\in Q \qquad (۴)$$

$$\sum_{j\in V}x_{0j}^{q}=1,\quad \forall q\in Q \qquad (۵)$$

$$\sum_{i\in V}x_{ik}^{q}-\sum_{j\in V}x_{kj}^{q}=0,\quad \forall k\in V,\forall q\in Q \qquad (۶)$$

$$x_{ij}^{q}\in\{0,1\},\quad \forall(i,j)\in E,\forall q\in Q \qquad (۷)$$

رابطه (۳)، تضمین می‌کند که هر مشتری فقط توسط یک وسیله نقلیه سرویس بگیرد. در اینجا دقیقاً یک کمان از مشتری i انتخاب شده چه انتهای این کمان یک مشتری دیگر باشد چه انتهایش به انبار برسد. در رابطه (۴)، قید ظرفیت ماشین‌ها اعمال می‌گردد. به‌عبارت‌دیگر مجموع حجم تقاضای مشتری‌هایی که به یک وسیله نقلیه تخصیص داده می‌شوند باید حداکثر برابر با ظرفیت آن باشد. روابط (۵) و (۶)، تضمین می‌کند که مسیرها پیوسته باشند در این روابط موازنه جریان ورود و خروج وسایل نقلیه نشان داده شده است؛ که تعداد وسایل نقلیه‌ای که به هر گره وارد می‌شوند باید برابر با تعداد وسایل نقلیه‌ای باشد که از آن‌ها خارج می‌شوند. هر وسیله نقلیه طی مسیرش فقط یک‌بار انبار را ترک می‌کند و حق بازگشت در بین مسیر به انبار را ندارد.

۳- کارهای انجام‌شده

مسئله مسیریابی وسایل نقلیه برای اولین بار توسط دانتزیگ و رامسر (۱۹۵۹) معرفی شد. این مسئله ترکیبی از دو مسئله فروشنده دوره‌گرد و بسته‌بندی صندوق‌های پست است. همچنین مسئله مسیریابی وسایل نقلیه با ظرفیت محدود و پنجره زمانی توسط اوزیدین (۲۰۰۳) مطرح شد که برای حل آن از یک روش ترکیبی و یک مدل برنامه‌ریزی خطی استفاده شده است. در سال‌های اخیر برای حل این مسئله تحقیقات فراوانی انجام شد که اغلب آن‌ها بر مبنای الگوریتم‌های بهینه-سازی و فراابتکاری می‌باشند. در این بخش تعدادی از آخرین کارهای انجام‌شده بررسی شده است.

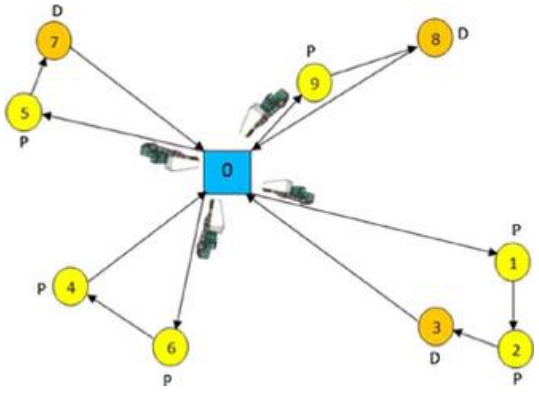
کوخ و همکاران (۲۰۱۷)، اندازه و ترکیب ناوگان در مسئله مکانیابی-مسیریابی را با در نظر گرفتن پنجره زمانی توسعه دادند. هدف این تحقیق کمینه کردن جمع هزینه‌های ثابت وسایل نقلیه، هزینه انبار و هزینه مسیر است که با یک مدل ریاضی عدد صحیح مختلط، یک دسته نابرابری معتبر و همچنین یک الگوریتم جستجوی تکاملی ترکیبی[3] (HESA) حل شده است. سویسال و همکاران (۲۰۱۵)، مسئله مسیریابی وسایل نقلیه ظرفیت‌دار را باهدف کمینه‌سازی هزینه‌ها و افزایش سطح رضایت مشتری با استفاده از روش حل دقیق با نرم‌افزار گمز حل کردند. در این روش پارامتر تقاضا تحلیل حساسیت مورد توجه است و به ترتیب دو هدف حداقل‌سازی هزینه انتقال و حداکثر-سازی تقاضای برآورده شده دنبال می‌شود. نتایج استخراج‌شده از این مدل به‌صورت زیر است:

- اگر ظرفیت وسایل نقلیه یا تعداد آن‌ها افزایش یابد، نرخ رضایتمندی گره‌ها نیز افزایش می‌یابد.
- گره‌ها با فاصله‌های نزدیک اکثر اوقات در یک مسیر می‌افتند.
- اگر تعداد وسایل نقلیه زیاد باشد تعداد مسیرها افزایش یافته و از همه آن‌ها استفاده می‌شود.

[3] Hybrid Evolutionary Search Algorithm

- با افزایش تعداد وسایل نقلیه با کل میزان ظرفیت ثابت تابع هدف تغییر می‌کند.
- با افزایش ظرفیت وسایل نقلیه، مجموع نرخ رضایتمندی گره‌ها در ابتدا به‌صورت نمایی افزایش می‌یابد.
- با افزایش تقاضا و ثابت نگه داشتن ظرفیت وسایل نقلیه مجموع نرخ رضایتمندی گره‌ها به‌شدت کاهش میابد.
- تحلیل حساسیت نشان‌دهنده اهمیت پارامتر تقاضا در رضایتمندی مشتریان است. پس‌ازآن ظرفیت وسایل نقلیه اهمیت پیدا می‌کند.

تاجیک و همکاران (۲۰۱۴)، از یک رویکرد ایستا در مسئله مسیریابی آلودگی تحت عدم قطعیت گذاشت و برداشت استفاده کردند. این تحقیق یک مسئله مسیریابی آلودگی گذاشت و برداشت و با پنجره زمانی جدید (TWPDPRP) را در نظر گرفته و برای آن یک مدل ایستا برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط (MILP) تحت شرایط عدم قطعیت، تعریف کرده است. مسئله TWPDPRP دارای دو گروه مشتری است. گروه اول مشتریانی است که باید بار آن‌ها برداشته شود و گروه دوم مشتریانی است که باید بار به آن‌ها تحویل داده شود. مدل برای انجام سرویس چند وسیله نقلیه در نظر گرفته است. همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده، وسیله نقلیه، بعد از بارگیری از انبار و دریافت از مشتریان، شروع به توزیع بار به مشتریانی می‌کند که تقاضا دریافت بار را دارند. میزان کالایی که هر وسیله نقلیه از گره اول یعنی انبار بارگیری می‌کند برابر با میزان تقاضای گره‌های تحویل‌گیرنده است که در طول مسیر ملاقات می‌شوند. این مقدار منهای کالاهایی است که از گره‌های برداشت جمع‌آوری شده است.



شکل ۲. نمایی از مسئله مسیریابی آلودگی گذاشت و برداشت و با پنجره زمانی

در کل هدف مدل ایجاد تعادل بین مسائل اقتصادی و محیط زیستی است. رویکرد بهینه‌سازی ایستا برای پارامترهای غیرقطعی این مسئله تعریف شده است، این پارامترها شامل: هزینه مصرف سوخت، هزینه انتشار CO_2، زمان سفر و زمان سرویس می‌باشد. نوآوری‌های روش تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

- تعریف جریمه نقض محدودیت پنجره زمانی گره‌های برداشت برای کاهش زمان سفر، مصرف سوخت و انتشار CO_2.
- استفاده از محدودیت پنجره زمانی در مسئله مسیریابی وسیله نقلیه با عملیات گذاشت و برداشت برای کاهش زمان سفر رسیدن به گره‌های تحویل‌گیرنده.
- استفاده از بهینه‌سازی استوار در محدودیت‌ها و با توجه به‌سرعت وسیله نقلیه به‌عنوان یک پارامتر غیرقطعی در مدل. این عدم قطعیت به ترافیک مربوط می‌شود و شامل توقف در پمپ‌بنزین و چراغ‌های راهنمایی می‌شود.
- هزینه مصرف سوخت و انتشار گاز CO_2 متغیر در نظر گرفته شده است.
- از مفهوم ایستا برای زمان سرویس‌دهی به مشتریان در شرایط متفاوت استفاده شده است.
- ویژگی‌های فیزیکی وسیله نقلیه مثل سطح روبه‌روی وسیله نقلیه، وزن، شیب جاده در مدل در نظر گرفته شده است.

مانچینی (۲۰۱۷)، مسئله مسیریابی وسایل نقلیه ترکیبی را با الگوریتم فراابتکاری جستجوی همسایگی بزرگ حل کرد. این الگوریتم با یک جواب قابل‌قبول شروع می‌شود و سپس با استفاده از مکانیزمی، همسایگی بزرگی را در زمان محاسباتی بسیار کمی جستجو و بررسی می‌کند. در این تحقیق همچنین یک مدل توسعه‌یافته واقعی از مسئله مسیریابی سبز که شامل استفاده ترکیبی وسایل نقلیه از سوخت‌های سنتی و انرژی الکتریکی می‌باشد، ارائه شده است.

میرزایی و سیفی (۲۰۱۵)، مسیریابی-موجودی سبز برای محصولات فسادپذیر همراه با در نظر گرفتن همکاری افقی را با یک روش فراابتکاری حل کردند. تأمین‌کنندگان در مورد اینکه

چقدر و در چه زمانی محصول به مشتری تحویل دهند تصمیم می‌گیرند اما درعین‌حال مسئولیت اینکه مشتریان با کمبود مواجه نشوند را عهده‌دار می‌شوند. چنین سیستمی بهره‌وری لجستیکی بالقوه را از طریق استفاده بهینه از وسایل نقلیه به تأمین‌کنندگان پیشنهاد می‌دهد. مسئله مسیریابی-موجودی در این تحقیق شامل طرف سومی می‌شود که به‌عنوان شرکت اجاره ماشین‌آلات خدمت‌دهی می‌نماید. در این تحقیق مدل فراابتکاری با استفاده از روش محدودیت شانس ارائه شده که بار اول توسط سویسال و همکاران برای مسئله مسیریابی-موجودی به کار گرفته شده بود، اما در این پژوهش برای حالت چند تأمین‌کننده و همراه با گذاشت و برداشت مورداستفاده قرار گرفته است. تابع هدف در اینجا از سه قسمت هزینه‌های موجودی، هزینه‌های مسیریابی و هزینه‌های مواد خراب‌شده تشکیل شده است.

وانگ و جگاناتن (۲۰۱۷)، آنالیز و شبیه‌سازی یک مدل دولایه تقسیم و ادغام را با استفاده از الگوریتم جستجوی تابو برای حل مسئله مسیریابی وسایل نقلیه ارائه دادند. در این تحقیق از یک روش مبتنی بر تقاطع کوتاه و ادغام تقسیم با برنامه‌ریزی فرمولاسیون خطی ترکیبی عدد صحیح برای این مسئله استفاده شده است. محمودی زتو و همکاران (۲۰۱۱)، ترکیب الگوریتم‌های جستجوی تابو و جمعیت مورچگان را برای مسئله مسیریابی وسیله نقلیه استفاده کردند. در این روش برای جستجوی همسایگی و حرکت از یک جواب به جواب دیگر از سه حرکت درج، جابجایی و الگوریتم جمعیت مورچگان استفاده شده است. عبدالله و همکاران (۲۰۱۷)، حل بهینه‌سازی مرتبه‌ای را برای مسائل مسیریابی وسایل نقلیه پویا ارائه دادند. هدف این تحقیق کاهش همگرایی به سمت بهینه‌های محلی است که بر مبنای یک الگوریتم ژنتیک پیشرفته انجام می‌شود. بدین منظور یک رویکرد ارزیابی برازندگی وزنی بجای ارزیابی بر مبنای زمان استفاده می‌شود. الگوریتم ژنتیک توسعه داده‌شده بر اساس الگوریتم هانشار و اومبوکی-برمن کار می‌کند. ازجمله نوآوری-های این روش، ارزیابی سیستم‌های مسئله مسیریابی وسایل نقلیه پویا می‌باشد. مانگواتنا و همکاران (۲۰۱۶)، یک راه‌حل برای مسئله مسیریابی وسایل نقلیه با پنجره زمانی دوهدفه بر مبنای جستجوی محلی و الگوریتم ژنتیک پیشنهاد دادند. هدف اول تعیین حداقل تعداد وسایل نقلیه مورد نیاز است و هدف دوم یافتن راه‌حلی است که کل زمان سفر را به حداقل برساند. در این تحقیق از ترکیب دو الگوریتم درج روبه‌جلو هیوریستیکی اصلاح‌شده (MPFIH[4]) و جستجو محلی نزولی λ-مبادله‌ای (λ-LSD[5]) بهره گرفته شده است.

لی و همکاران (۲۰۱۶)، نوع جدیدی از مسئله مسیریابی وسایل نقلیه با چند انبار و تحت منابع مشترک را توسعه دادند و از یک الگوریتم ژنتیک ترکیبی با جستجو تطبیقی محلی برای حل آن استفاده کردند. در این مسئله، انباری که در آن وسیله نقلیه به پایان مسیر خود می‌رسد انعطاف‌پذیر است. نتایج نشان می‌دهد که انعطاف‌پذیر بودن انبار برای وسایل نقلیه باعث کاهش هزینه کل مسیر می‌شود. استهادی و همکاران (۲۰۱۷) حل مسئله مسیریابی آلودگی با عدم اطمینان تقاضا و زمان سفر را با یک رویکرد بهینه‌سازی ایستا بدبینانه سخت انجام دادند. نوآوری‌های این تحقیق «تقاضای غیرقطعی»، «زمان سفر غیرقطعی متأثر از سرعت حرکت» و همچنین «به‌کارگیری چند رویکرد ایستا برای مواجهه با عدم قطعیت» می‌باشد. بکتاش و لاپورت (۲۰۱۱)، مسئله مسیریابی آلودگی[6] (PRP) را با اهداف «کمینه کردن فاصله با فرض سرعت ثابت»، «کمینه کردن وزن بار وسیله نقلیه با فرض سرعت ثابت»، «کاهش مصرف انرژی با فرض سرعت متغیر» و «کمینه کردن هزینه‌های انتشار، سوخت و راننده» توسعه دادند. در این مسئله سرعت سفر در کمان به‌صورت حد پایین و حد بالا بیان شده است که این مقادیر با توجه به قوانین مسیرها تعیین می‌شوند.

لی و تیان (۲۰۱۶)، یک الگوریتم جستجو خود تطبیقی دوسطحی مبتنی بر همسایگی را برای حل مسئله مسیریابی وسایل نقلیه جمع‌آوری جایزه[7] (PCVRP) توسعه دادند. در این مسئله ظرفیت تمامی وسایل نقلیه در دسترس برای برآورد خواسته‌های تمام مشتریان کافی نیست؛ بنابراین بازدید تمام مشتریان در این مسئله اجباری نخواهد بود. بااین‌حال برای هر مشتری ملاقات شده یک جایزه در نظر گرفته شده که درنهایت

[4] Modified Push Forward Insertion Heuristic
[5] λ-Interchange Local Search Descent
[6] Pollution Routing Problem
[7] Prize-Collecting Vehicle Routing Problem

هدف، ایجاد مجموعه‌ای از مسیرها برای وسایل نقلیه است به‌طوری‌که هزینه مسیر نهایی حداقل شده و جوایز جمع‌آوری شده توسط تمامی وسایل نقلیه حداکثر شود، می‌باشد. الگوریتم HPSO توسط چن و شی (۲۰۱۹)، پیشنهاد شد. هدف این روش یک مطالعه مقایسه‌ای از الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات روی مسئله مسیریابی وسایل نقلیه با پنجره زمانی می‌باشد. در اینجا دو نسخه مختلف الگوریتم ازدحام ذرات با نام‌های PSO (الگوریتم ازدحام ذرات کلاسیک) و HPSO (ترکیب الگوریتم ازدحام ذرات و شبیه‌سازی تبرید) مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج الگوریتم HPSO را از لحاظ برتری نسبت به PSO معرفی کرده به‌طوری‌که برای مسائل با ابعاد بالا HPSO کارایی بسیار بیشتری دارد و راه‌حل‌هایی با طول مسیر کمتری را ایجاد می‌کند.

هیاسات و همکاران (۲۰۱۷)، حل مسئله مکانیابی-موجودی-مسیریابی برای اقلام فسادپذیر با استفاده از رویکرد الگوریتم ژنتیک را ارائه دادند. ساختار متمایز مسئله نیازمند توسعه نحوه‌ی نمایش جدیدی از کروموزوم‌ها و روش ابتکاری برای جستجوی محلی است. قسمت اول تابع هدف هزینه‌های تأسیس و هزینه‌های عملیات صورت گرفته در انبارهای موجود را نشان می‌دهد درحالی‌که قسمت دوم مربوط به هزینه‌های حمل‌ونقل و هزینه‌های نگهداری موجودی می‌باشد. وینسنت و همکاران (۲۰۱۷)، مسئله مسیریابی وسیله نقلیه ترکیبی را توسعه دادند. در این تحقیق، شبیه‌سازی تبرید با یک استراتژی شروع مجدد برای حل این مسئله استفاده می‌شود و شامل دو نسخه می‌باشد. نسخه اولیه، احتمال پذیرش بدترین جواب را با استفاده از تابع بولتزمان تعیین می‌کند. نسخه دوم، احتمال پذیرش بدترین جواب را با استفاده از تابع کوشی تعیین می‌کند. الگوریتم تبرید شبیه‌سازی‌شده برای مسائل مسیریابی وسیله نقلیه ترکیبی، نحوه نمایش مشخص و خاصی را دارد.

روش DA-HSO توسط مانگواتنا و همکاران (۲۰۱۹) مبتنی بر یک الگوریتم شبیه‌سازی تبرید تطبیقی با سه اپراتور جستجو هیبرید برای مسئله مسیریابی وسایل نقلیه با پنجره زمانی ارائه شد. در این روش از یک تکنیک حرکتی قطعی و سه اپراتور جستجو برای یافتن راه‌حل نزدیک به مطلوب در یک زمان مناسب استفاده شده است. علاوه بر این، مفهوم مینیمکس تطبیقی برای یافتن یک راه‌حل مناسب برای بدترین سناریوها در الگوریتم اضافه شده است. مینیمکس تطبیقی نوسان موقعیت‌ها را در تقاضا مشتریان در نظر می‌گیرد. در انتها نیز شاخص‌های هزینه‌های اضافی و نسبت تقاضای نادیده گرفته شده به‌منظور کمک به یافتن مسیریابی بهتر پیشنهاد شده است.

۴- یافته‌های تحقیق

در این بخش آزمایش‌های گسترده‌ای برای مقایسه و بررسی عملکرد الگوریتم‌های مختلف در حل مسئله VRPTW انجام شده است. الگوریتم‌های فراابتکاری مورد بررسی MPFIH (مانگواتنا و همکاران، ۲۰۱۶)، DA-HSO (مانگواتنا و همکاران، ۲۰۱۹) و HPSO (چن و شی، ۲۰۱۹) می‌باشند. در این تحقیق از دو معیار ارزیابی برای بررسی نتایج و مقایسه عملکرد روش‌های مختلف استفاده می‌شود. این دو معیار با توجه به تابع هدف تعریف شده برای هر روش محاسبه می‌شوند. این معیارها تعداد وسایل نقلیه بهینه (NV) و هزینه کل مسیر (TT) می‌باشند.

نقض برخی محدودیت‌ها در مسئله VRPTW باعث ایجاد راه‌حل‌هایی غیرقابل‌قبول و نقض برخی نیز باعث کاهش کیفیت آن‌ها می‌شود. بر این اساس دو نوع محدودیت سخت و نرم تعریف شده است. نوع سخت، محدودیت‌هایی را شامل می‌شود که نقض آن‌ها راه‌حل‌های غیرقابل‌قبول ایجاد می‌کند و نوع نرم، محدودیت‌هایی را شامل می‌شود که نقض آن‌ها باعث غیرقابل‌قبول شدن راه‌حل‌ها نمی‌شود اما به کاهش کیفیت آن‌ها منجر خواهد شد. در اینجا محدودیت‌ها برای همه روش‌های مورد مقایسه یکسان در نظر گرفته شده است. این محدودیت‌ها برای نوع سخت شامل ۱- نقض ظرفیت وسیله نقلیه، ۲- جریمه تأخیر، ۳- نقض حداکثر زمان مجاز مسیریابی و ۴- نقض حداکثر تعداد وسایل نقلیه و برای نوع نرم شامل ۱- حداقل‌سازی تعداد وسایل نقلیه، ۲- حداقل‌سازی زمان انتظار و ۳- حداقل‌سازی هزینه سفر می‌باشد. اغلب تابع هدف نهایی در این مسئله به‌صورت جمع وزنی محدودیت‌های نقض شده سخت و نرم می‌باشد.

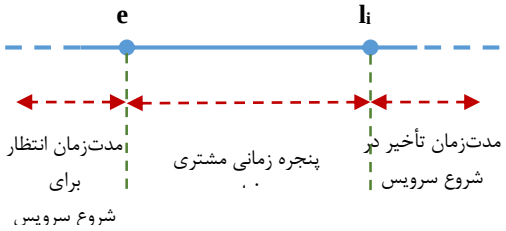
در ادامه این بخش ابتدا بستر شبیه‌سازی و روش‌های مورد ارزیابی معرفی می‌شود، سپس جزئیات مجموعه داده استفاده شده بیان شده و پس از آن نتایج و آزمایش‌های انجام‌شده ارائه خواهد شد.

۴-۱- بستر شبیه‌سازی

برای حصول اطمینان از نتایج، در همه مقایسه‌ها از پارامترهای یکسانی استفاده شده و نتایج در همه آزمایش‌ها به‌منظور ارائه دقیق‌تر به‌صورت میانگین ۱۵ اجرای متمایز الگوریتم گزارش می‌شود. برای شبیه‌سازی از نرم‌افزار MATLAB ورژن 2017a استفاده شده است. شبیه‌سازی روی پایگاه داده Solomon از مخزن UCI و با استفاده از یک PC با پیکربندی پردازنده اینتل پنج هسته و فرکانس ۲,۲ گیگاهرتز، حافظه رم هشت گیگابایت و سیستم‌عامل ویندوز ۱۰ انجام شده است.

- مجموعه داده Solomon

پایگاه داده Solomon توسط سولومون (۱۹۸۲) تولید شد که یکی از مهم‌ترین مشتقات مسئله مسیریابی وسایل نقلی، یعنی معرفی پنجره زمانی (VRPTW) است که از مسئله CVRP تعمیم یافته است. این مجموعه داده از مرجع [۱] در دسترس می‌باشد. تفاوت CVRP و VRPTW اضافه شدن محدودیت زمانی $[e_i, l_i]$ در نمونه‌های مسئله است. جایی که برای مشتری i-ام e_i اولین زمان مجاز برای شروع سرویس-دهی و l_i آخرین زمان مجاز برای شروع سرویس‌دهی است. شروع سرویس‌دهی یک وسیله نقلیه قبل از محدوده زمانی e_i منجر به اضافه شدن زمان انتظار وسیله نقلیه در مسیر خواهد شد. همچنین شروع سرویس‌دهی یک وسیله نقلیه بعد از محدوده زمانی l_i منجر به ایجاد جواب غیرموجه و غیرقابل‌قبول شدن راه‌حل می‌شود. در مسئله VRPTW محدودیت زمانی $[e_i, l_i]$ یک پنجره زمانی برای مشتری است که در حالت نرم زمان تأخیر را به تابع هزینه (هزینه کل مسیر) اضافه می‌کند و در حالت سخت جواب مسئله را غیرموجه می‌کند. مفهوم پنجره زمانی در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳. مفهوم پنجره زمانی برای مشتری

مجموعه داده Solomon درمجموع شامل ۱۶۸ نمونه در سه نوع C، R و RC می‌باشد. در هر نوع مسائلی با تعداد مشتریان مختلف ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ وجود دارد. تفاوت میان نمونه‌ها در پیچیدگی حل مسئله و گستردگی فضای جستجو می‌باشد. با توجه به تعداد زیاد نمونه‌ها، در این تحقیق تنها نمونه‌های C101، R101 و RC101 با اندازه مشتریان ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ بررسی می‌شوند؛ بنابراین درمجموع نتایج الگوریتم پیشنهادی روی ۹ نمونه گزارش می‌شود. جدول ۱ جزئیات نمونه‌های استفاده‌شده از مجموعه داده Solomon را نشان می‌دهد. برای هر نمونه بهترین نتایج ارائه‌شده توسط سولومون (۱۹۸۲) نیز ارائه شده است. این نتایج شامل بهینه‌ترین تعداد وسایل نقلیه و بهترین هزینه سفر است.

جدول ۱. مشخصات نمونه‌های مورداستفاده از پایگاه داده Solomon

نمونه‌ها	تعداد مشتری‌ها	حداکثر تعداد وسایل نقلیه مجاز	بهینه‌ترین تعداد وسایل نقلیه	بهترین هزینه سفر
C101	۲۵	۲۵	۳	۱۹۱/۳
	۵۰	۲۵	۵	۳۶۲/۴
	۱۰۰	۲۵	۱۰	۸۲۷/۳
R101	۲۵	۲۵	۸	۶۱۷/۱
	۵۰	۲۵	۱۲	۱۰۴۴/۰
	۱۰۰	۲۵	۲۰	۱۶۳۷/۷
RC101	۲۵	۲۵	۴	۴۶۱/۱
	۵۰	۲۵	۸	۹۴۴/۰
	۱۰۰	۲۵	۱۵	۱۶۱۹/۸

۴-۳- مقایسه و نتایج

در این بخش کارایی و عملکرد سه الگوریتم فرا ابتکاری MPFIH، DA-SHO و HPSO در حل مسئله VRPTW بر روی نمونه‌های C101، R101 و RC101 از پایگاه داده Solomon بررسی می‌شود. مقایسه‌های انجام‌شده بر مبنای معیارهای تعداد وسایل نقلیه بهینه (NV) و هزینه کل مسیر (TT) می‌باشد. آزمایش‌ها و نتایج ارائه‌شده در این بخش نشان خواهد داد که کدام الگوریتم برای حل مسئله مسیریابی وسایل نقلیه با پنجره زمانی و ظرفیت محدود (VRPTW)، عملکرد

بهتری دارد و توانسته راه‌حل‌هایی بهینه و یا نزدیک به بهینه ارائه دهد.

همه مقایسه‌ها در شرایط یکسان و با پارامترهای مشابهی انجام شده است. در اولین مقایسه، نتایج برای سه الگوریتم فراابتکاری MPFIH، DA-SHO و HPSO با توجه به معیار NV در جدول ۲ و برای معیار TT در جدول ۳ گزارش شده است. نتایج محاسبه‌شده برای هر الگوریتم در هر نمونه با تعداد مشتری متفاوت برای حصول اطمینان، به‌صورت میانگین ۱۵ اجرای متمایز است.

جدول ۲. مقایسه الگوریتم‌های مختلف با توجه به معیار NV

نمونه‌ها	MPFIH	DA-HSO	HPSO
C101-25	۳/۳۳	۳/۱۳	۳/۸۰
C101-50	۵/۸۹	۵/۵۵	۵/۵۶
C101-100	۱۷/۳۳	۱۶/۰۶	۱۸/۰۰
R101-25	۱/۸۸	۳/۸۸	۱/۸۸
R101-50	۳/۱۳	۶/۳۱	۲/۹۵
R101-100	۱۲/۳۸	۱۳/۲۶	۱۰/۷۴
RC101-25	۳/۲۵	۳/۱۲	۲/۸۳
RC101-50	۶/۷۵	۶/۰۰	۶/۰۵
RC101-100	۱۳/۵۰	۱۳/۳۵	۱۱/۴۵

جدول ۳. مقایسه الگوریتم‌های مختلف با توجه به معیار TT

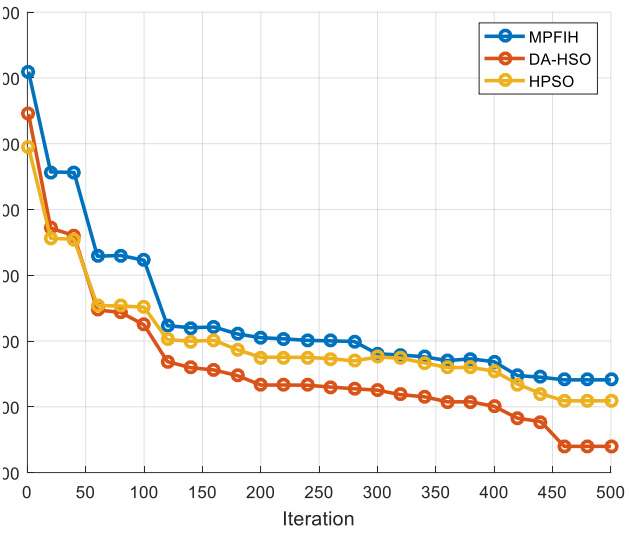
نمونه‌ها	MPFIH	DA-HSO	HPSO
C101-25	۲۵۲	۲۴۹	۱۹۲
C101-50	۴۸۲	۲۷۹	۴۱۹
C101-100	۱۵۶۴	۱۵۰۴	۹۶۰
R101-25	۴۳۳	۴۲۶	۶۱۸
R101-50	۷۲۱	۷۰۵	۱۰۵۳
R101-100	۱۳۲۷	۱۲۶۵	۱۹۱۷
RC101-25	۳۵۴	۳۵۱	۴۷۴
RC101-50	۷۱۱	۶۴۶	۹۶۶
RC101-100	۱۵۹۶	۱۵۰۱	۱۸۱۸

نتایج نشان می‌دهد که الگوریتم DA-SHO در نمونه‌های نوع C101 از هر دو الگوریتم MPFIH و HPSO نتایج مناسب-تری را از لحاظ تعداد وسایل نقلیه استفاده شده، ارائه می‌دهد؛ اما برای معیار هزینه کل مسیر این برتری همیشه وجود ندارد. برای نمونه‌های نوع R101 الگوریتم HPSO موفق به یافتن مسیرهایی با حداقل تعداد وسایل نقلیه شده است؛ اما هزینه کل مسیر بیشتری را نسبت به DA-SHO ارائه داده است. در نهایت برای نمونه RC101 در مجموع هر و معیار الگوریتم DA-SHO از عملکرد بهتری نسبت به الگوریتم HPSO برخوردار است و نتایج مناسب‌تری را نشان می‌دهد. به‌طورکلی می‌توان گفت که الگوریتم DA-SHO در همه نمونه‌ها به‌جز C101-25 و C101-100 با توجه به معیار TT برتر است. در این معیار الگوریتم MPFIH در رتبه دوم قرار دارد. از طرفی در معیار NV الگوریتم‌های DA-SHO و HPSO رقابت بسیار نزدیکی دارند، هرچند HPSO برتری جزئی نسبت به DA-SHO دارد.

دو مشکل اصلی الگوریتم‌های تکاملی، گیر افتادن در نقاط بهینه محلی و همگرایی زودرس به این نقاط است. الگوریتم‌های ابتکاری و فراابتکاری برای حل این مشکلات ارائه شده و دارای راهکارهای برون‌رفت از نقاط بهینه محلی هستند. در هر سه الگوریتم موردبررسی از عملگرهای و جستجوهای ابتکاری و فراابتکاری مختلفی استفاده شده است. در این مسئله، فرایند بهینه‌سازی با هدف بهبود عملکرد در رسیدن به یک نقطه بهینه انجام می‌شود؛ بنابراین دو مفهوم جستجو و نقطه بهینه مطرح می‌شود. میان فرایند جستجوی برای بهبود مسئله و نقطه بهینه مسئله تفاوت وجود دارد. اغلب رویه‌های بهینه‌سازی بر همگرایی متمرکز هستند. همگرایی نشان می‌دهد که آیا الگوریتم به نقطه بهینه رسیده است یا خیر. به‌طورکلی در الگوریتم‌های بهینه-سازی، دو معیار همگرایی و عملکرد مطرح است. ممکن است یک الگوریتم همگرایی مناسبی داشته باشد اما عملکرد آن ضعیف باشد. به این مفهوم که فرایند بهبود در الگوریتم از کارایی و سرعت لازم برخوردار نیست. عکس این مورد نیز امکان‌پذیر است که الگوریتم همگرایی خوبی ندارد ولی از عملکرد مناسبی برخوردار است.

در ادامه الگوریتم‌های MPFIH، DA-SHO و HPSO از نظر پارامترهای همگرایی و عملکرد بررسی می‌شوند. با توجه به تشابه میان استدلال نمونه‌های مختلف، در اینجا تنها نمونه C101-50 از پایگاه داده Solomon برای مقایسه استفاده شده است. شکل ۴ نتایج این مقایسه را نشان می‌دهد. در این مقایسه، نتایج هزینه کل مسیر در طی ۵۰۰ تکرار برای الگوریتم‌های

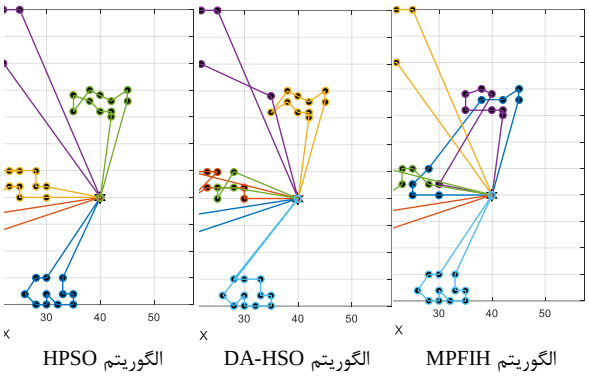
مختلف گزارش شده است. تابع هزینه کل مسیر، شامل مجموع هزینه سفر برای وسایل نقلیه اعم از مسافت و زمان انتظار است.



شکل ۴. مقایسه همگرایی الگوریتم‌های مختلف در نمونه C101-50

نتایج همگرایی نشان می‌دهد که الگوریتم DA-HSO در کاهش هزینه کل مسیر نسبت به دو الگوریتم دیگر عملکرد بهتری دارد. تابع هدف هزینه برای الگوریتم DA-HSO در تکرار ۴۶۰ با مقدار ۲۷۹ همگرا شده است. به‌طورکلی منظور از همگرایی زمانی است که تابع هدف موجود در مسئله در یک وضعیت ثبات قرار بگیرد و نقطه همگرایی، تکراری است که پس از آن نتایج تابع هدف تغییرات ناچیزی داشته باشد. برای الگوریتم‌های MPFIH و HPSO همگرایی به ترتیب در تکرارهای ۴۱۰ و ۴۶۰ با مقدارهای ۴۸۲ و ۴۱۸ حاصل شده است.

راه‌حل‌های ارائه‌شده توسط الگوریتم‌های مختلف به‌صورت یکسری مسیرهایی است که همه مشتریان را پوشش می‌دهد. این مسیرها به ازای هر وسیله نقلیه متفاوت است و هیچ اشتراکی (از لحاظ مشتری) بین مسیرها در یک نمونه وجود ندارد. شکل ۵ نتایج مسیرهای تخصیص داده شده به هر وسیله نقلیه را برای الگوریتم‌های MPFIH، DA-SHO و HPSO نشان می‌دهد. با توجه به گستردگی تعداد مشتریان و وضوح بهتر نتایج، در اینجا مسیرهای تخصیص داده شده برای وسایل نقلیه مختلف با رنگ-های متفاوتی در هر مسیر ارائه شده است. نتایج تنها برای نمونه C101-50 ارائه شده و استدلال آن برای سایر نمونه‌ها مشابه است.



شکل ۵. مسیرهای تخصیص داده‌شده توسط الگوریتم‌های مختلف به نمونه C101-50

نتایج مسیریابی نشان می‌دهد که الگوریتم‌های MPFIH و DA-HPSO با ۶ وسیله نقلیه و الگوریتم HPSO با تنها ۵ وسیله نقلیه موفق به حل مسئله شده است. هرچند مسیرهای تخصیص داده‌شده توسط الگوریتم HPSO از نظم بیشتری برخوردار است، اما درنهایت الگوریتم DA-HPSO هزینه کل مسیر کمتری را گزارش می‌دهد.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

مسئله مسیریابی وسایل نقلیه (VRP) یک مسئله بهینه‌سازی ترکیبی و برنامه‌ریزی گسسته است که هدف آن سرویس‌دهی مشتریان با استفاده از ناوگانی از وسایل نقلیه است. این مسئله اغلب شامل انتقال کالاهای واقع‌شده در یک انبار به سمت مشتریانی است که سفارش این کالاها را داده‌اند. هدف VRP کمینه کردن هزینه کل مسیر در انتقال کالا از انبار به سمت مشتریان است. تعیین راه‌حل بهینه، یک مسئله NP-Hard در بهینه‌سازی ترکیبی به شمار می‌رود و روش‌های عملی قطعی و ابتکاری زیادی جهت یافتن جواب‌های قابل‌قبول برای VRP توسعه یافته است. در این تحقیق یک مقایسه عملی میان الگوریتم‌های فراابتکاری MPFIH، DA-SHO و HPSO در حل مسئله VRPTW انجام شد. مقایسه‌ها بر روی نمونه‌های C101، R101 و RC101 از پایگاه داده Solomon و با توجه

به معیارهای تعداد وسایل نقلیه بهینه (NV) و هزینه کل مسیر (TT) انجام شده است. از نتایج مهم این مقاله می‌توان به مقایسه معتبر بودن و کارایی محاسباتی الگوریتم‌های مختلف در بررسی تعدادی از مسائل نمونه‌های تولیدشده از مسئله VRPTW اشاره نمود. جایی که با توجه به چندهدفه بودن مسئله، برخی روش‌ها در کمینه کردن بعضی اهداف موفق بوده اما انعطاف‌پذیری مناسبی در سایر اهداف نداشته بودند.

با توجه به نتایج جداول ۳ و ۴، برتری برای نمونه‌هایی با تعداد مشتری ۲۵ به‌طور میانگین توسط الگوریتم MPFIH در معیار NV و توسط الگوریتم DA-HPSO در معیار TT حاصل شده است. الگوریتم MPFIH در معیار NV نسبت به الگوریتم-های DA-HPSO و HPSO به ترتیب حدود ۱۹ و ۱ درصد برتری دارد. به‌طور میانگین برتری الگوریتم DA-HPSO در معیار TT نسبت به الگوریتم‌های MPFIH و HPSO حدود ۲ و ۲۵ درصد گزارش شده است. همچنین در نمونه‌هایی با تعداد مشتری ۵۰، الگوریتم HPSO به‌طور میانگین ۸ و ۲۳ درصد در معیار NV و الگوریتم DA-HPSO حدود ۱۷ و ۴۹ درصد در معیار TT عملکرد بهتری ارائه داده است. درنهایت برای نمونه-هایی با تعداد مشتری ۱۰۰، الگوریتم HPSO در معیار NV و الگوریتم DA-HPSO در معیار TT به‌طور میانگین نتایج بهتری را ارائه داده است. این برتری برای HPSO حدود ۸ و ۶ درصد و برای DA-HPSO حدود ۱ و ۲ درصد گزارش شده است.

در هر سه الگوریتم فرایند بهبود از کارایی و سرعت لازم برخوردار است، به‌طوری‌که با توجه به شکل ۴ در کمتر از ۱۵۰ تکرار نتایج تابع هدف به نقاط نزدیک هزینه ۶۰۰ رسیده است؛ اما به نظر می‌رسد که الگوریتم‌های MPFIH و HPSO در فرایند جستجو نقطه بهینه همگرایی را پیدا نکرده و به بهینه محلی همگرا شده‌اند. این استدلال با توجه به بهترین نتایج ارائه‌شده توسط سولومون در جدول ۱ است که برای نمونه مورد آزمایش (C101-50)، ۳۶۲ ارائه شده و الگوریتم DA-HSO نیز ۲۷۹ را گزارش می‌دهد؛ بنابراین DA-HSO از نظر نقطه همگرایی عملکرد بهتری نسبت به دو الگوریتم MPFIH و HPSO دارد، هرچند هر سه الگوریتم از نظر سرعت و کارایی در همگرایی عملکرد مشابهی دارند. علاوه بر این، همگرایی برای نمونه‌های R101 و RC101 با تعداد مشتری‌های متفاوت نیز نتایج مشابه است؛ اما نکته قابل‌توجه همگرایی سریع و مناسب الگوریتم MPFIH برای حل مسائل VRPTW در ابعاد کوچک (تعداد مشتری ۲۵) و پیچیدگی محاسباتی بالا برای نمونه‌های بزرگ (تعداد مشتری ۱۰۰) است. دلیل این امر استفاده از رویکرد دو مرحله است که ابتدا سعی در کاهش تعداد وسایل نقلیه دارد و پس از آن بر حداقل‌سازی کل زمان سفر متمرکز می‌شود. ازاین‌رو جستجو محلی نزولی λ-مبادله‌ای استفاده شده در این الگوریتم هرچند نتایج خوبی برای نمونه‌های ابعاد کوچک دارد اما به دلیل سربار محاسباتی نتایج قابل قبولی را در نمونه‌ها با ابعاد بالا ارائه نمی‌دهد.

با توجه به نتایج شکل ۵، هرچند الگوریتم HPSO با ۵ وسیله نقلیه نمونه C101-25 مسئله را حل کرده و نسبت به دو الگوریتم MPFIH و HPSO از تعداد وسایل نقلیه کمتری استفاده کرده است، اما مقدار هزینه کل مسیر در آن ۴۱۹ است که نسبت به الگوریتم HPSO با ۲۷۹ عملکرد ضعیف‌تری دارد. دلیل این امر خصوصیات پنجره زمانی در مسئله VRPTW است که بازه زمانی برخی از مشتریان در یک مسیر باعث ایجاد زمان انتظار برای وسیله نقلیه و در نتیجه افزایش هزینه کل مسیر شده است. اگرچه مسیرهای تخصیص داده شده به وسایل نقلیه، توسط الگوریتم HPSO نسبت به DA-HSO دارای نظم کمتری است اما درنهایت زمان انتظار کمتری را به وسایل نقلیه تحمیل کرده و هزینه کل مسیر کمتری را ارائه می‌دهد.

۶- مراجع

[1] AbdAllah, A. M. F., Essam, D. L., & Sarker, R. A. (2017). On solving periodic re-optimization dynamic vehicle routing problems. Applied Soft Computing, 55, 1-12.

[2] Bektaş, T., & Laporte, G. (2011). The pollution-routing problem. Transportation Research Part B: Methodological, 45(8), 1232-1250.

[3] Brandão, J. (2018). Metaheuristic for the Vehicle Routing Problem with Backhauls and Time Windows. In Operations Research Proceedings 2017 (pp. 413-418). Springer, Cham.

[4] Chen, J., & Shi, J. (2019). A multi-compartment vehicle routing problem with time windows for urban distribution–A

comparison study on particle swarm optimization algorithms. Computers & Industrial Engineering, 133, 95-106.

[5] Clarke, G., & Wright, J. W. (1964). Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. Operations research, 12(4), 568-581.

[6] Dantzig, G. B. and Ramser J. M. (1959). The truck dispatching problem, Management Science, 6, 81–91.

[7] Eshtehadi, R., Fathian, M., & Demir, E. (2017). Robust solutions to the pollution-routing problem with demand and travel time uncertainty. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 51, 351-363.

[8] Golden, B. L., Raghavan, S., & Wasil, E. A. (Eds.). (2008). The vehicle routing problem: latest advances and new challenges (Vol. 43). Springer Science & Business Media.

[9] Hiassat, A., Diabat, A., & Rahwan, I. (2017). A genetic algorithm approach for location-inventory-routing problem with perishable products. Journal of Manufacturing Systems, 42, 93-103.

[10] Karakatič, S., & Podgorelec, V. (2015), A survey of genetic algorithms for solving multi depot vehicle routing problem, Applied Soft Computing, 27, 519-532.

[11] Koç, Ç., Bektaş, T., Jabali, O., & Laporte, G. (2016). The fleet size and mix location-routing problem with time windows: Formulations and a heuristic algorithm. European Journal of Operational Research, 248(1), 33-51.

[12] Li, J., Li, Y., & Pardalos, P. M. (2016). Multi-depot vehicle routing problem with time windows under shared depot resources. Journal of Combinatorial Optimization, 31(2), 515-532.

[13] Li, K., & Tian, H. (2016). A two-level self-adaptive variable neighborhood search algorithm for the prize-collecting vehicle routing problem. Applied Soft Computing, 43, 469-479.

[14] Lia, K., Huixin, T. (2016), A two-level self-adaptive variable neighborhood search algorithm for the prize-collecting vehicle routing problem, Applied Soft Computing, 43, 469-479.

[15] Mancini, S. (2017). The Hybrid Vehicle Routing Problem. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 78, 1-12.

[16] Mirzaei, S., & Seifi, A. (2015). Considering lost sale in inventory routing problems for perishable goods. Computers & Industrial Engineering, 87, 213-227.

[17] Mungwattana, A., Manisri, T., Charoenpol, K., & Janssens, G. K. (2016). A solution for the bi-objective vehicle routing problem with the windows using local search and genetic algorithms, International Journal for Traffic and Transport Engineering , 6(2), 149-158.

[18] Mungwattana, A., Soonpracha, K., & Janssens, G. K. (2019). A real-world case study of a vehicle routing problem under uncertain demand. International Journal for Traffic & Transport Engineering, 9(1).

[19] Rodríguez-Martín, I., Salazar-González, J. J., & Yaman, H. (2019). The periodic vehicle routing problem with driver consistency. European Journal of Operational Research, 273(2), 575-584.

[20] Soysal, M., Bloemhof-Ruwaard, J. M., & Bektaş, T. (2015). The time-dependent two-echelon capacitated vehicle routing problem with environmental considerations. International Journal of Production Economics, 164, 366-378.

[21] Stavropoulou, F., Repoussis, P. P., & Tarantilis, C. D. (2019). The Vehicle Routing Problem with Profits and consistency constraints. European Journal of Operational Research, 274(1), 340-356.

[22] Szeto, W. Y., Wu, Y., & Ho, S. C. (2011). An artificial bee colony algorithm for the capacitated vehicle routing problem. European Journal of Operational Research, 215(1), 126-135.

[23] Tajik, N., Tavakkoli-Moghaddam, R., Vahdani, B., & Mousavi, S. M. (2014). A robust optimization approach for pollution routing problem with pickup and delivery under uncertainty. Journal of Manufacturing Systems, 33(2), 277-286.

[24] Vincent, F. Y., Redi, A. P., Hidayat, Y. A., & Wibowo, O. J. (2017). A simulated annealing heuristic for the hybrid vehicle routing problem. Applied Soft Computing, 53, 119-132.

[25] Wang, J., Jagannathan, A. K. R., Zuo, X., & Murray, C. C. (2017). Two-layer simulated annealing and tabu search heuristics for a vehicle routing problem with cross docks and split deliveries. Computers & Industrial Engineering, 11

بررسی و مقایسه روش‌های یادگیری عمیق جهت پیش‌بینی بار شبکه هوشمند

سید محمد شبیری[۱] s.shobeiry@mail.sbu.ac.ir
علی اویسی کیان[۲] a.oveysikian@mail.sbu.ac.ir
[۱]کارشناس ارشد مهندسی برق قدرت دانشگاه شهید بهشتی تهران
[۲] کارشناس ارشد مهندسی برق قدرت دانشگاه شهید بهشتی تهران

چکیده: در طی یک دهه گذشته، صنعت آب و برق سرمایه گذاری های گسترده ای را در رابطه با شبکه های هوشمند داشته است. در شبکه هوشمند اطلاعات و انرژی در یک انتقال دو طرفه مبادله می شوند. شبکه هوشمند کاربردهای زیادی برای هوش مصنوعی مانند شبکه عصبی مصنوعی، یادگیری ماشین و یادگیری عمیق فراهم کرده است. اخیراً، یادگیری عمیق در بسیاری از زمینه ها مانند پیش بینی سری زمانی بار، موضوع جدیدی برای برنامه های هوش مصنوعی بوده است. در این پژوهش الگوریتم های متداول یادگیری عمیق استفاده شده برای مسئله پیش بینی بار در شبکه هوشمند و سیستم های قدرت معرفی و بررسی شده است و در نهایت چندین روش از نظر درصد کاهش خطای جذر میانگین مربعات مقایسه شده اند. هدف از این تحقیق، تحلیل کاربردهای مختلف یادگیری عمیق است که در پیش بینی بار سیستم های قدرت و شبکه هوشمند استفاده می شود.

کلیدواژه‌ها: *پیش بینی بار، شبکه هوشمند، شبکه عصبی مصنوعی، هوش مصنوعی، یادگیری عمیق.*

۱- مقدمه

یادگیری عمیق نوعی از یادگیری ماشینی است که لایه‌های پنهان داخلی عمیق‌تری دارد که به داخل شبکه می‌رسند. هدف آن ساختن دستگاه‌هایی مانند رایانه است که با تقلید از شبکه مغز انسان، همان‌طور که فکر می‌کند، فکر و درک کنند. هوش مصنوعی در بسیاری از صنایع برای فرآیندهای اتوماسیون مانند فعالیت خودکار، تشخیص تصویر و صدا، تصمیم‌گیری در زمینه‌های مهم و دستیاری در تحقیقات علمی موردبررسی قرار گرفته است. الگوریتم‌های یادگیری ماشین، الگوریتم‌های اساسی هوش مصنوعی هستند که برای گرفتن تصمیمات عقلانی از داده‌های خام، الگوهایی را استخراج می‌کنند. یکی از ساده‌ترین الگوریتم‌های یادگیری ماشین، رگرسیون لجستیک است[1]. الگوریتم‌های یادگیری ماشین به یادگیری نظارت‌شده و یادگیری بدون نظارت تقسیم می‌شوند. الگوریتم یادگیری نظارت‌شده بر روی مجموعه داده‌ای که دارای ویژگی‌ها و هر یک از این ویژگی‌ها مرتبط با یک برچسب است، اعمال می‌شود [1]. بااین‌حال، یک الگوریتم یادگیری بدون نظارت برای یک مجموعه داده استفاده می‌شود که دارای ویژگی‌های بسیاری به‌منظور یادگیری خواص مفید از ساختار مجموعه داده است [1]. مجموعه داده‌ها همیشه در الگوریتم‌های یادگیری به داده‌های آموزش و تست تقسیم می‌شود. مجموعه داده‌های آموزش به مدل کمک می‌کند تا از مجموعه داده‌های خام بیاموزد و مجموعه داده‌های تست به اعتبار خروجی مدل کمک می‌کند. محدودیت الگوریتم‌های یادگیری ماشین مدل‌های یادگیری ناکافی برای مجموعه داده‌های وسیع است. رویکرد دیگر هوش مصنوعی، یادگیری نماینده است که از یادگیری ماشین، توسعه‌یافته‌تر است. یادگیری ماشین به‌طور گسترده‌ای در پیش‌بینی بار در مقالات متفاوت و برنامه‌های مختلف استفاده می‌شود.

شبکه عصبی مصنوعی، شبکه عصبی استاندارد با یک‌لایه ورودی، یک‌لایه پنهان و یک‌لایه خروجی است. معماری یادگیری عمیق از سایر مدل‌های شبکه عصبی پیچیده‌تر است زیرا دارای لایه‌ها و محاسبات بیشتری است [1]. در اصل، یادگیری عمیق، شبکه‌های پیچیده‌ای ایجاد می‌کند که در بسیاری از رشته‌ها مانند بینایی رایانه، پردازش صوتی، پردازش زبان طبیعی، بیوانفورماتیک، امور مالی، سیستم‌های قدرت، شبکه‌های هوشمند و موارد دیگر

برای آنالیز نتایج کاربرد دارد. یادگیری عمیق یک مدل محاسباتی پیچیده است که در چندین لایه پنهان طراحی شده است و با استفاده از ویژگی‌هایی به‌عنوان ورودی به مدل یادگیری عمیق، داده‌ها را در انتزاعات مختلف نشان می‌دهد. الگوریتم‌های یادگیری عمیق برای کارهای مختلف یادگیری خصوصاً برای یادگیری بدون نظارت مورداستفاده قرار می‌گیرد. پیش‌بینی بار یکی از برنامه‌هایی است که در بسیاری از مقالات از الگوریتم‌های یادگیری عمیق بهره‌مند شده است. این مقاله مروری بر الگوریتم‌ها و روش‌های یادگیری عمیق را نشان می‌دهد که در پیش‌بینی بار شبکه هوشمند استفاده می‌شود.

۲- بررسی پیش‌بینی بار الکتریکی

چشم‌انداز شبکه هوشمند ایجاد شبکه‌ای قوی، قابل‌اعتماد، کارآمد و به حداقل رساندن هزینه‌های تولید است. هدف از شبکه هوشمند دستیابی به پیشرفت چشمگیر در افزایش استفاده از فناوری و ارتباطات با سرمایه‌گذاری در جریان دوطرفه برق‌رسانی و داده‌ها است. اثربخشی شبکه هوشمند به سه نقش اصلی متکی است: ۱) پیش‌بینی بار، ۲) قیمت‌گذاری پویا و ۳) مدیریت سمت تقاضا که می‌تواند به نگهداری و مدیریت مؤثر شبکه کمک کند. به‌طور خاص، پیش‌بینی بار یکی از مهم‌ترین عوامل در برنامه‌ریزی و بهره‌برداری از سیستم قدرت است. یکی از مهم‌ترین جنبه‌های اقتصاد و همچنین صنایع توسعه‌یافته پیش‌بینی بار برای سیستم‌های قدرت است. پیش‌بینی بار الکتریکی می‌تواند تحت تأثیر عوامل بسیاری باشد که می‌توانند الگوهای مصرفی بار را تغییر دهند. انواع مختلفی از مقالات پیش‌بینی بار وجود دارند که یادگیری عمیق را در سیستم‌های قدرت برای پیش‌بینی کوتاه‌مدت بار[۱] (STLF)، پیش‌بینی میان‌مدت بار[۲] (MTLF) و پیش‌بینی بلندمدت بار[۳] (LTLF) اعمال کرده‌اند. به‌طورکلی، پیش‌بینی بار می‌تواند تحت تأثیر بسیاری از عوامل مانند زمان، آب‌وهوا و نوع مشتری به‌ویژه برای مسائل STLF باشد [2]. بااین‌حال، پیش‌بینی MTLF و LTLF تابع داده‌های تاریخی برای مصرف برق به‌علاوه آب‌وهوا، تعداد مشتری، تعداد تجهیزات و داده‌های جمعیتی است [2]. STLF بیشتر برای بازه زمانی بین یک ساعت تا چند هفته موردمطالعه قرار گرفته است. STLF در کاربردهای مختلفی مانند کنترل زمان حقیقی، برنامه‌ریزی انتقال انرژی، پخش بار اقتصادی و پاسخ به تقاضا استفاده می‌شود [2]. MTLF می‌تواند برای طیف وسیعی از زمان، از یک ماه تا پنج سال به‌منظور برنامه‌ریزی برای نیروگاه‌های آینده نزدیک و نشان دادن پویایی سیستم قدرت در بازه زمانی مورداستفاده قرار گیرد. از LTLF به‌طور متوسط برای ۵ تا ۲۰ سال استفاده شده است. معمولاً از LTLF برای برنامه‌ریزی نیروگاه‌های تولیدی براساس اندازه و نوع به‌منظور برآوردن نیاز آینده و صرفه‌جویی در هزینه‌ها استفاده می‌شود [3].

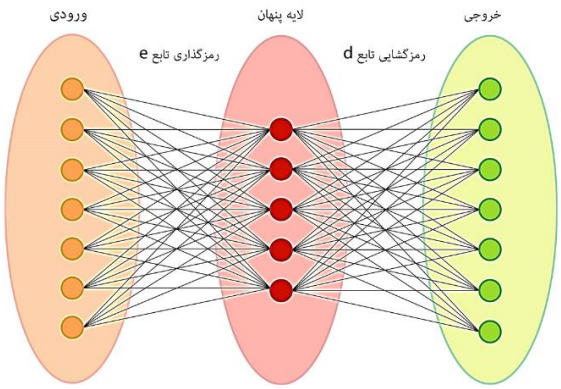
۳- روش‌های یادگیری عمیق برای پیش‌بینی بار

۳-۱- خودرمزنگار[۴]

خودرمزنگار یکی از شبکه‌های عصبی پیشخور است که برای کپی کردن نورون‌های ورودی در نورون‌های خروجی به‌وسیله انتقال نورون‌ها از یک یا چندلایه پنهان (h) مانند خودرمزنگارهای انباشته استفاده می‌شود [1]. قسمت‌های اصلی معماری شبکه خودرمزنگار بر اساس تابع رمزنگار $h = f(x)$ و یک رمزگشا برای بازسازی $\hat{x} = g(h)$ است. بنابراین، خروجی بازسازی‌شده $\hat{x} = g(f(x))$ است که داده ورودی را کپی می‌کند. بازنمایی ریاضی خودرمزنگار به شرح (۱) است:

$$\hat{x} = g(Wx + b) \qquad (۱)$$

که x ورودی است، W وزن‌ها، b بایاس است و g تابع فعال‌سازی است که می‌تواند سیگموئید باشد یا یک تابع خطی یکسوشده. «شکل۱» معماری ساده خودرمزنگار را برای سه لایه ورودی، پنهان و لایه خروجی نشان می‌دهد. این الگوریتم یادگیری معمولاً برای کاهش ابعاد، یادگیری ویژگی یا بازسازی داده‌های خراب استفاده می‌شود[1].



شکل۱: معماری الگوریتم یادگیری خودرمزنگار

[1] Short Term Load Forecasting
[2] Mid-term Load Forecasting
[۳] Long-term Load Forecasting
[۴] Auto encoder

۲-۳- شبکه عصبی بازگشتی[۱] (RNN)

شبکه عصبی بازگشتی اساساً پردازنده شبکه عصبی داده‌های متوالی است زیرا از حافظه داخلی برخوردار است تا وضعیت هر نورون در شبکه را با ورودی قبلی به‌روز کند. شبکه عصبی بازگشتی معمولاً با پس انتشار[۲] آموزش داده می‌شود. بااین‌حال، معمولاً به دلیل ناپدید شدن گرادیان نزولی ضعف دارد [4]. شبکه عصبی بازگشتی عمیق لایه‌های بیشتری را در معماری شبکه عصبی بازگشتی ایجاد می‌کند که مزایای قابل توجهی را ارائه می‌دهد [5]. گراف محاسباتی شبکه عصبی بازگشتی دارای N ورودی x^i متوالی و خروجی y^i متوالی هنگامی‌که زمان دنباله از t تا τ مشخص می‌شود [6]. در نمایش ریاضی زیر (روابط ۲ تا ۴) از گراف محاسباتی مدل شبکه عصبی بازگشتی، تعداد لایه به‌عنوان l از 1 تا N مشخص شده است. تابع فعال‌سازی مربوط به l به‌عنوان h_l نشان داده شده است:

$$a_1(t) = b_1 + W_1 \times h_1^{(t-1)} + U_1 \times x^{(t)} \quad (۲)$$

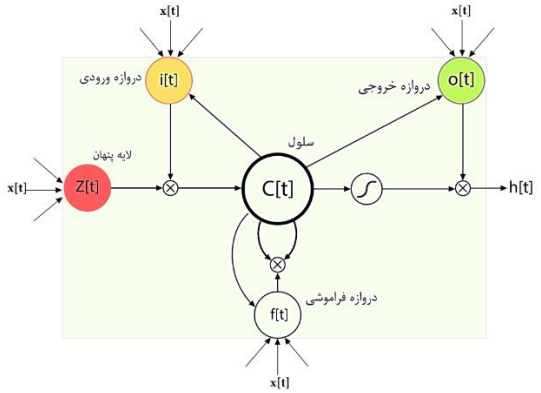
$$a_l(t) = b_1 + W_l \times h_l^{(t-1)} + U_l \times h_l^{(t)} \quad (۳)$$

$$y(t) = b_N + W_N \times h_N^{(t-1)} + U_N \times h_N^{(t)} \quad (۴)$$

که $x(t)$ ورودی است و $y(t)$ خروجی پیش‌بینی شده است.

۳-۳- حافظه کوتاه‌مدت بلند[۳] (LSTM)

همان‌طور که در بالا ذکر شد، مدل RNN در موضوع ناپدید شدن گرادیان نزولی ناکام است، بنابراین LSTM به‌منظور جبران ایراد آن طراحی شده است. LSTM به‌گونه‌ای طراحی شده است که یک حافظه طولانی‌مدت را فراهم می‌کند. در مدل LSTM خود حلقه‌های داخلی وجود دارد که برای ذخیره‌سازی اطلاعات استفاده می‌شود. پنج عنصر مهم در گراف محاسباتی LSTM وجود دارد: ۱) دروازه ورودی، ۲) دروازه فراموشی، ۳) دروازه خروجی، ۴) سلول، ۵) خروجی حالت. «شکل۲» مدل محاسباتی LSTM را در لایه سلول نشان می‌دهد و این‌ها با سلول‌های دیگر ترکیب می‌شوند تا مدل RNN را تشکیل دهند. عملیات گیت مانند خواندن، نوشتن و پاک کردن در حالت حافظه سلول انجام می‌شود [4]. معادلات (۵ تا ۱۰) بازنمایی ریاضی مدل LSTM را نشان می‌دهد.



شکل۲: سلول LSTM و گراف معماری آن

$$x_i = \sigma\left(x_t W_{x_i n} + h_{(t-1)} W_{x_i m} + b_i\right) \quad (۵)$$

$$x_f = \sigma\left(x_t W_{x_f n} + h_{(t-1)} W_{x_f m} + b_f\right) \quad (۶)$$

$$x_o = \sigma\left(x_t W_{x_o n} + h_{(t-1)} W_{x_o m} + b_o\right) \quad (۷)$$

$$U = \tanh\left(x_t W_{Un} + h_{(t-1)} W_{Um} + b_U\right) \quad (۸)$$

$$C_t = x_f \times C_{t-1} + x_i \times U \quad (۹)$$

$$h_t = x_o \times \tanh(U) \quad (۱۰)$$

که x_i ورودی دروازه ورودی است، x_f ورودی دروازه فراموشی است، x_o ورودی دروازه خروجی است، U سیگنال به‌روزرسانی است، C_t مقدار حالت در زمان t و h_t خروجی سلول LSTM است. با تصمیم گیت ورودی با استفاده از تابع سیگموئید با حالت روشن / خاموش می‌توان حالت حافظه را اصلاح کرد. اگر مقدار گیت ورودی بسیار کم و نزدیک صفر باشد، هیچ تغییری در حافظه سلول حالت C_t ایجاد نمی‌شود. LSTM انباشته شده[۴] در مدل شبکه می‌تواند به‌صورت چندین لایه LSTM نمایش داده شود.

۴-۳- شبکه عصبی کانولوشنی[۵] (CNN)

[۱] Recurrent Neural Network
[۲] Backpropagation
[۳] Long Short Term Memory
[۴] Stacked LSTM
[5] Convolutional Neural Network

CNN یک شبکه عصبی پیشخور است که از ساختار سلول‌های عصبی انسان تقلید می‌کند. این نوع از یادگیری عمیق به‌طور گسترده‌ای در پردازش‌های دیداری و شنیداری، تشخیص فیلم و پردازش زبان طبیعی کاربرد دارد. CNN معمولاً برای پردازش توپولوژی داده‌های شبکه استفاده می‌شود [1]. ساختار داده‌های سری زمانی، یک شبکه یک‌بعدی در یک‌فاصله زمانی است و ساختار داده‌های تصویر یک شبکه دوبعدی از پیکسل‌ها است [1]. عملکرد ریاضی کانولوشن حداقل در یکی از لایه‌های CNN بکار رفته است [1]. عملکرد کانولوشن در پردازش سیگنال به‌طورکلی در (۱۱) شرح داده شده است:

$$s(t) = (x * w)(t) = \int x(a)w(t-a)\,da \qquad (۱۱)$$

که x ورودی نامیده می‌شود، w فیلتر کرنل و s خروجی است که نگاشت ویژگی برای زمان مداوم t نامیده می‌شود. عملکرد کانولوشن زمان گسسته به شرح (۱۲) است:

$$s(t) = (x * w)(t) = \sum_{a=-\infty}^{\infty} x(a)w(t-a)\,da \qquad (۱۲)$$

برای تصویر دو بعدی I و یک فیلتر کرنل دوبعدی K ، کانولوشن، به‌صورت (۱۳) همبستگی متقابل نامیده می‌شود[1]:

$$s(i.j) = (I * K)(i.j) = \sum_{m}\sum_{n} I(i+m.j+n)K(m.n) \qquad (۱۳)$$

به‌طورمعمول، CNN از سه لایه اصلی تشکیل شده است که معماری شبکه را ایجاد می‌کنند. لایه اول دارای چندین لایه کانولوشنی موازی است، لایه دوم مرحله آشکارسازی است که دارای فعال‌ساز خطی یکسوشده است و مرحله سوم لایه تابع کاهش اندازه[۱] است [1].

۳-۵- ماشین بولتزمن محدود[۲] (RBM)

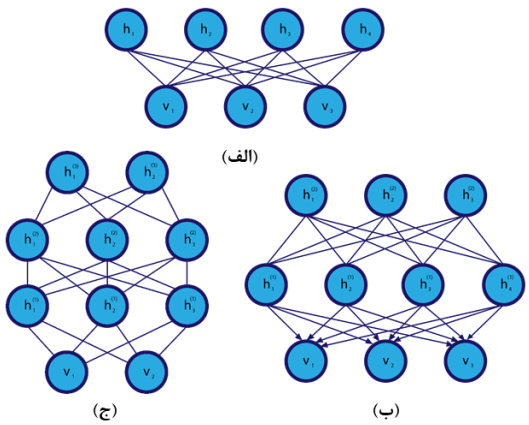
RBM یکی از مشهورترین مدل‌های احتمالاتی عمیق است که مدل‌های گرافیکی احتمالی بدون جهت هستند [1]. RBM دارای دو لایه اصلی است که قسمت اول ورودی‌های قابل مشاهده و لایه دوم حاوی متغیرهای پنهان است. معمولاً، RBM به‌منظور ایجاد لایه‌های عمیق‌تر با ساختن یکی از قسمت‌ها روی دیگر قسمت‌ها، انباشته می‌شود. «شکل۳» قسمت الف یک RBM ساده برای مدل گرافیکی احتمالی بدون جهت دو لایه را نشان می‌دهد.

۳-۶- شبکه باور عمیق[۳] (DBN)

معماری DBN دارای چندین لایه از واحدهای پنهان است که به‌عنوان RBM انباشته شده با چند لایه پنهان شناخته می‌شوند که با استفاده از الگوریتم پس انتشار[۴] آموزش داده می‌شوند [7]. اصولاً واحدهای اتصال در معماری DBN بین هر واحد در یک لایه با هر واحد در لایه بعدی قرار دارد، بااین‌حال هیچ اتصال داخلی برای هر واحد لایه وجود ندارد [1]. «شکل۳» قسمت ب، DBN را برای پیکربندی سه لایه، دو لایه پنهان و یک لایه قابل مشاهده نشان می‌دهد که در آن دو لایه بالایی بدون جهت هستند اما، اتصال بین همه لایه‌های دیگر باید به سمت لایه داده هدایت شود [1]. به‌طورکلی، یک DBN با RBM لایه‌های پنهان‌تر است، بااین‌حال، RBM معمولاً فقط یک لایه پنهان دارد.

۳-۷- ماشین بولتزمن عمیق[۵](DBM)

شبکه عصبی DBM مانند معماری RBM است اما دارای متغیرهای پنهان و لایه‌های بیشتر از RBM است. همچنین، DBM برخلاف DBN است زیرا معماری DBM به‌طور کامل ارتباطات بدون جهت بین متغیر در تمام لایه‌ها دارد، مانند یک‌لایه قابل‌مشاهده و چند لایه پنهان دارد[1]. «شکل۳» قسمت ج معماری شبکه عصبی DBM را برای سه لایه پنهان و یک لایه قابل مشاهده نشان می‌دهد.



[۱] Pooling
[۲] Restricted Boltzmann Machine
[3] Deep Belief Network
[۴] Backpropagation
[۵] Deep Boltzmann Machine

شکل۳: معماری‌های مختلف را نشان می‌دهد. الف) RBM با اتصالات بدون جهت بین ورودی‌های قابل مشاهده و متغیرهای پنهان. ب) DBN با اتصالات جهت‌دار به سمت ورودی‌های قابل مشاهده و سایر اتصالات بدون جهت برای لایه‌های مخفی. ج) DBM با اتصالات بدون جهت برای یک لایه ورودی قابل مشاهده و چند لایه مخفی.

۴- نتایج و بحث

در بیشتر مقالات، خطای جذر میانگین مربعات[۱] RMSE برای ارزیابی عملکرد روش پیشنهادی در مقایسه با سایر روش‌های موجود استفاده می‌شود. RMSE معمولاً برای تعیین خطای دقت پیش‌بینی استفاده می‌شود. معادله عملکرد روش‌های یادگیری عمیق استفاده شده به شرح (۱۴) است:

$$RMSE(y.x) = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N}(y-x)^2} \qquad (۱۴)$$

که x سری زمانی ورودی اندازه‌گیری شده است، y سری زمانی خروجی پیش‌بینی شده و N تعداد نمونه‌های سری زمانی هستند. در «جدول۱»، بیشتر مقالات مورد بررسی از نظر مقایسه روش پیشنهادی در هر مقاله و روش معیار رایج، خلاصه شده است. همچنین «جدول۱» درصد کاهش RMSE را در مقایسه با روش‌های دیگر نشان می‌دهد. در «جدول۱»، کاهش RMSE در روش گروه DBN و رگرسیون بردار پشتیبان[۲] (SVR) در مقایسه با شبکه عصبی فازی[۳] (FNN) قابل توجه است. علاوه بر این، روش شبکه عصبی بازگشتی عمیق استخراج شده[۴] (PDRNN) در مقایسه با ARIMA کاهش بسیار خوبی را نشان می‌دهد. همچنین، CNN با دسته‌بندی k-means درصد بسیار زیادی از کاهش RMSE را نشان داده است.

جدول۱. درصد کاهش RMSE در مقایسه با روش پیشنهادی و روش معیار رایج

درصد کاهش RMSE	روش پیشنهادی	روش معیار رایج
۵/۵۱	Auto encoder & LSTM [8]	MLP
۱۹/۲	PDRNN [6]	ARIMA
۷/۷	CNN [1]	NN
۱۲/۳	CNN with k-means [9]	CNN
۲۱/۲	DBN & SVR [10]	FNN

۵- نتیجه‌گیری

تکنیک‌های هوش مصنوعی در دهه گذشته برای فرآیندهای اتوماسیون و تصمیمات هوشمند توسعه یافته‌اند. الگوریتم‌های یادگیری ماشینی نظارت شده و نظارت نشده، یادگیری بازنمایی و یادگیری عمیق برای بسیاری از برنامه‌ها در مسائل هوش مصنوعی در زمینه‌های مختلف از جمله دید رایانه‌ای، علوم اعصاب، مهندسی زیست پزشکی و سیستم‌های قدرت اعمال شده است. در این مقاله روش‌های معروف یادگیری عمیق که برای پیش‌بینی بار شبکه هوشمند مورد استفاده قرار گرفته است، بررسی شده است و در نهایت چندین روش از نظر درصد کاهش RMSE مقایسه شده‌اند. بسیاری از این الگوریتم‌های یادگیری با موفقیت به تجزیه‌وتحلیل پیش‌بینی و وضعیت بهتر مسائل پیش‌بینی یادگیری ماشین و شبکه‌های عصبی نزدیک شده‌اند.

مراجع

[1] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, Deep Learning. MIT Press, 2016, http://www.deeplearningbook.org.

[2] S. Khatoon, Ibraheem, A. Kr, and P. Singh, “Effects of various factors on electric load forecasting,” in *International Conference (PIICON), in 2014 6th IEEE Power India*, 2014.

[3] M. T. Haque and A. Kashtiban, “Application of neural networks in power systems; a review,” *Power*, vol. 2005, 2000.

[4] D. L. Marino, K. Amarasinghe, and M. Manic, “Building energy load forecasting using deep neural networks,” in *Industrial Electronics Society, IECON 2016-42nd Annual Conference of the IEEE*. IEEE, 2016, pp. 7046–7051.

[5] P.-F. Pai and W.-C. Hong, “Support vector machines with simulated annealing algorithms in electricity load forecasting,” *Energy Conversion and Management*, vol. 46, no. 17, pp. 2669–2688, 2005.

[6] H. Shi, M. Xu, and R. Li, “Deep learning for household load forecasting–a novel pooling deep rnn,” *IEEE Transactions on Smart Grid*, 2017.

[۱] Root Mean Square Error

[۲] Support Vector Regression

[۳] Fuzzy Neural Network

[۴] Pooling Deep Recurrent Neural Network

[7] S. Ryu, J. Noh, and H. Kim, "Deep neural network based demand side short term load forecasting," *Energies*, vol. 10, no. 1, p. 3, 2016.

[8] A. Gensler, J. Henze, B. Sick, and N. Raabe, "Deep learning for solar power forecasting? An approach using auto encoder and lstm neural networks," *in Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2016 IEEE International Conference* on. IEEE, 2016, pp. 002 858–002 865.

[9] X. Dong, L. Qian, and L. Huang, "Short-term load forecasting in smart grid: A combined cnn and k-means clustering approach," in *Big Data and Smart Computing (Big Comp), 2017 IEEE International Conference on*. IEEE, 2017, pp. 119–125.

[10] X. Qiu, L. Zhang, Y. Ren, P. N. Suganthan, and G. Amaratunga, "Ensemble deep learning for regression and time series forecasting," in *Computational Intelligence in Ensemble Learning (CIEL), 2014 IEEE Symposium on*. IEEE, 2014, pp. 1–6.

تخمین کور همزمان فرکانس حامل، نرخ سمبل و مرتبه مدولاسیون در MFSK با استفاده از کمولنت چرخشی مرتبه دوم

حسین خالقی بیزکی[۱]، لیلا سادات حسینی[۲]
[۱] دانشگاه صنعتی مالک اشتر، مجتمع دانشگاهی برق و کامپیوتر، bizaki@yahoo.com
[۲] دانشگاه صنعتی مالک اشتر، مجتمع دانشگاهی برق و کامپیوتر، ls.hoseini@yahoo.com

چکیده: تخمین کور پارامترهای سیگنال مانند فرکانس حامل، نرخ سمبل و تشخیص نوع مدولاسیون، یکی از مسائل مهم در مخابرات غیرهمکارانه به‌منظور کدبرداری و دمدولاسیون سیگنال می‌باشد. در بسیاری از مقالات با فرض معلوم بودن پارامترهای نرخ سمبل و فرکانس حامل، به تشخیص مدولاسیون پرداخته شده و یا تنها روی تخمین نرخ سمبل و فرکانس حامل سیگنال متمرکز شده‌اند. کمولنت چرخشی سیگنال، رفتار سیگنال را در حوزه فرکانس نشان داده و ویژگی‌های وابسته به چرخشی بودن سیگنال را استخراج می‌کند. در این مقاله از ویژگی کمولنت چرخشی مرتبه دوم سیگنال‌های مدوله‌شده با مدولاسیون MFSK، به‌منظور تخمین سه پارامتر سیگنال (فرکانس حامل، نرخ سمبل و نوع مدولاسیون) به‌طور هم‌زمان استفاده شده است.

کلیدواژه‌ها: *تخمین نرخ سمبل، تخمین فرکانس حامل، تشخیص مدولاسیون، کمولنت چرخشی مرتبه دوم، مدولاسیون MFSK.*

۱- مقدمه

شناسایی خودکار مدولاسیون، مرحله‌ای بین آشکارسازی سیگنال و دمدولاسیون آن است. در این مرحله، نوع مدولاسیون سیگنال دریافتی با توجه به مدولاسیون‌های پیش‌فرضِ موجود، تشخیص داده می‌شود. شناسایی نوع مدولاسیون کاربردهای فراوانی در زمینه‌های تجاری و غیرتجاری دارد. در بررسی عملکرد یک سیستم طبقه‌بند مدولاسیون، پارامترهای زیادی همچون احتمال تشخیص صحیح، شرایط و نوع کانال، مجموعه مدولاسیون‌های موجود در محیط و پارامترهای سیگنال مانند نرخ سمبل‌ها و فرکانس حامل، مشخصات فیلتر شکل‌دهنده[۱] سمبل‌ها در فرستنده و گیرنده دخیل‌اند. یک طبقه‌بند مدولاسیون، شامل مرحله پیش‌پردازش و الگوریتم طبقه‌بندی است. وظایف پیش‌پردازش شامل کاهش نویز، یکسان‌سازی و تخمین پارامترهایی مانند تخمین فرکانس حامل، نرخ سمبل و توان سیگنال می‌باشد[1]. از روش‌های تخمین فرکانس حامل می‌توان به تبدیل فوریه معکوس و ویولت[۲] اشاره کرد[2] همچنین [2]همچنین به‌منظور تخمین نرخ سمبل می‌توان روش احتمال، روش خودهمبستگی دوری، روش فیلتربانک و تبدیل فوریه معکوس و تبدیل ویولت را نام برد[2]. روش‌های تشخیص مدولاسیون به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند: نخستین مورد که بنام روش تئوری تصمیم‌گیری[۳] است اغلب از معیارهای آماری همچون تخمین گر بیز [3] و تخمینگر بیشترین شباهت [3] برای طبقه‌بندی مدولاسیون بهره می‌برند. در روش دوم با نگاشتِ سیگنال به فضای ویژگی و با بهره‌گیری از مزایای الگوریتم‌های تشخیص الگو[۴] همچون شبکه‌ی عصبی [4]، عملیات تشخیص مدولاسیون انجام می‌شود.

در این مقاله هدف این است که بدون آگاهی از مؤلفه‌های سیگنال در فرستنده، با استفاده از ویژگی کمولنت چرخشی مرتبه دوم استخراج‌شده از سیگنال دریافتی، سه پارامتر مذکور (فرکانس حامل، نرخ سمبل و نوع مدولاسیون) به‌طور هم‌زمان از سیگنال

[۱] Shaping filter
[۲] wavelet
[۳] Decision Theoretic
[۴] Pattern Recognition

استخراج شوند. تا سیگنال را برای آنالیز و پردازش و در نهایت دمدولاسیون آماده کنند. استخراج ویژگی مناسب، یکی از مهم‌ترین بخش‌های روش‌های تشخیص مدولاسیون مبتنی بر خواص آماری سیگنال است. بهترین ویژگی باید به‌گونه‌ای انتخاب گردد، که در برابر اثرات نویز، بیشترین مقاومت را از خود نشان دهد [۴]. اغلب مقاله‌های منتشرشده در سال‌های اخیر به‌صورت مجزا به مباحث تشخیص مدولاسیون و تخمین نرخ سمبل و فرکانس حامل هر یک با روش‌های متفاوت پرداخته‌اند. در این مقاله روش کمولنت چرخشی مرتبه دوم، به‌عنوان روش مناسب در کانال گوسی انتخاب شده است، که قادر است به‌طور هم‌زمان سه پارامتر اصلی را از سیگنال استخراج کند. در مقاله حاضر، علاوه بر تخمین پارامترهای نرخ سمبل و فرکانس حامل، به تشخیص مدولاسیون سیگنال‌هایMFSK در کانال AWGN، پرداخته شده است.

ادامه مقاله بدین‌صورت است که در بخش دوم ویژگی کمولنت چرخشی[۵] مرتبه دوم و بخش سوم و چهارم نیز شامل روش پیشنهادی و نتایج شبیه‌سازی بوده و بخش آخر نیز به نتیجه‌گیری اختصاص‌یافته است.

۲- ویژگی کمولنت چرخشی مرتبه دوم

ممان‌ها و کمولنت‌ها ویژگی‌های آماری هستند که برای شناسایی مشخصه‌های داده به کار می‌روند. این ویژگی‌های آماری در زمینه پردازش سیگنال و تشخیص مدولاسیون یک سیگنال نویزی استفاده می‌شوند. دلیل اصلی کاربرد ممان‌ها و کمولنت‌ها کم کردن اثر نویز می‌باشد[2].

کمولنت مرتبه دوم یک سیگنال مخابراتی به فرم زیر تعریف می-شود:

$$C_{20} = cum(x,x) = M_{20}$$
$$M_{pq} = E\left[x(t)^{p-q} X^{*}(t)^{q}\right]$$

در رابطه (۲) پارامتر E ،عملگر امید ریاضی می‌باشد. در M_{pq}، زیرنویس P بیانگر مرتبه اصلی ممان[۶]، و زیرنویس q بیانگر مرتبه مختلط[۷]ممان می‌باشد. کمولنت مرتبه دوم سیگنال متناوب $x(t)=\sum_n a_n g(t-nT)$ با شکل موج $g(t)$ و دوره تناوب T از رابطه زیر به دست می‌آید[6]:

$$\begin{aligned} Cum(x,x) &= E[x(t)x(t)] \\ &= \sum_n \sum_m E[a_n a_m] g(t-nT) g(t-mT) \\ &= \sigma_a^2 \sum_n g^2(t-nT) \end{aligned}$$

در رابطه (۳)، $\sigma_a^{\,2}$ توان سیگنال می‌باشد. ازآنجاکه سیگنال‌های مخابراتی شامل سمبل‌های متناوب با دوره T می‌باشند، کمولنت آن‌هم با دوره T متناوب است. لذا می‌توان با اعمال تبدیل فوریه به یک سیگنال متناوب، رفتار متناوب (چرخشی) آن را در حوزه فرکانس مشاهده کرد[6].

کمولنت چرخشی مرتبه دوم سیگنال $x(t)$ با اعمال تبدیل فوریه از رابطه (۴) به دست می‌آید:

$$\begin{aligned} cyclic\,cum(x,x) &= \frac{1}{T}\int_{-T/2}^{T/2} cum(x,x) e^{-j2\pi\alpha t}\, dt \\ &= \sigma_a^{\,2} e^{-j2\pi\alpha t} \sum_n \frac{1}{T}\int_{-T/2-nT}^{T/2-nT} g(t)^2 e^{-j2\pi\alpha(t+nT)}\, d(t) \\ &= \sigma_a^{\,2} \frac{1}{T}\int_{-\infty}^{\infty} g^2(t) e^{-j2\pi\alpha t}\, d(t) \end{aligned}$$

بنابراین رابطه (۴) بیانگر مقدار کمولنت چرخشی مرتبه دوم سیگنال $x(t)$ است که در آن $K \in Z$ $\alpha = \frac{k}{T_0}$ فرکانس چرخشی[۸] و T_0 دوره تناوب سیگنال $x(t)$ می‌باشد.ذکر این نکته لازم است که مقادیر کمولنت مرتبه سوم و بالاتر نویز گوسی صفر می‌باشد[۵]. این ویژگی سبب می‌شود تا در کانال‌های با نویز گوسی، اثرات نویز تقریباً از بین برود. همچنین در [6] اثبات می شود که نویز یک فرآیند دوری با میانگین صفر است، لذا فرکانس‌های چرخشی غیرصفر را شامل نمی‌شود، بنابراین برای فرکانس $\alpha \neq 0$ ،$S(t)$ و $x(t)$ دارای کمولنت چرخشی مرتبه دوم تقریباً یکسان هستند. در نتیجه برای مجموع دو سیگنال، مقدار کمولنت مرتبه دوم به‌صورت زیر تعریف می‌شود [7,8] :

$$S(t) = x(t) + n(t)$$
$$\text{cum(s,s)} = \text{cum(x,x)} + \text{cum(n,n)}$$
$$\text{cum(n,n)} \approx 0$$
$$cum(s,s) \approx cum(x,x)$$

در این مقاله، سیگنال MFSK را به صورت زیر در نظر می‌گیریم:

[۵] Cyclic cumulants
[۶] Moment
[۷] conjugate
[۸] Cyclic frequency

$$x_{fsk}(t)=\sum_{k=-\infty}^{\infty} g(t-nT_0)\cos(2\pi[f_c+f(n)]t)+n(t)$$ که

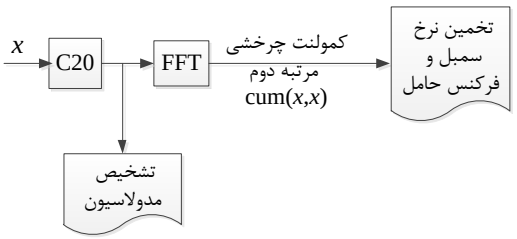
$$f(n)=\sum_{m=1}^{M} f_m\delta(nm)$$

$g(t)$ فیلتر شکل‌دهنده پالس و T_0 تناوب سمبل‌ها، f_c فرکانس حامل و $f(n)$ فرکانس‌های Mتایی با احتمال p_m و $\delta(n)$ بردار ضربه واحد در سیگنال MFSK می‌باشد. $n(t)$ نویز گوسی با میانگین صفر در نظر گرفته شده است.

۳- روش‌های پیشنهادی

۳-۱ روش پیشنهادی اول

در شکل (۱) ویژگی‌های استخراجی سیگنال به‌منظور تخمین پارامترهای سیگنال و تشخیص مدولاسیون، نشان داده‌شده است. ویژگی کمولنت چرخشی مرتبه دوم، این قابلیت را ایجاد می‌کند، تا سه پارامتر سیگنال به‌طور هم‌زمان استخراج شود. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، پس از دریافت سیگنال در گیرنده، مقدار کمولنت مرتبه دوم آن محاسبه می‌شود.



شکل ۱: بلوک دیاگرام ویژگی‌های استخراجی از سیگنال به‌منظور تخمین پارامترها (روش پیشنهادی اول)

مقادیر خروجی کمولنت‌ها در شرایط بدون نویز گوسی، مطابق با جدول (۱) خواهد بود. به دلیل تفاوت در این مقادیر، این ویژگی می‌تواند به‌عنوان یک ویژگی مناسب جهت تفکیک دو مدولاسیون2FSK و 4FSK باشد. برای تخمین پارامترهای نرخ سمبل و فرکانس حامل، با تبدیل فوریه گرفتن از کمولنت سیگنال دریافتی، مطابق با رابطه (۴)، عمل می‌کنیم. ازآنجاکه این ویژگی نمایش‌دهنده توان سیگنال در حوزه فرکانس است[6]، توان سیگنال در فرکانس نرخ سمبل و فرکانس حامل، با ظهور پیک-هایی با مقادیر بزرگ‌تر از دیگر دامنه‌ها در سایر فرکانس‌ها می‌باشد. بدین ترتیب با محاسبه کمولنت چرخشی مرتبه‌دوم سیگنال به تخمین سه پارامتر نوع مدولاسیون، فرکانس حامل و نرخ سمبل سیگنال‌های 2FSK,4FSK می‌رسیم.

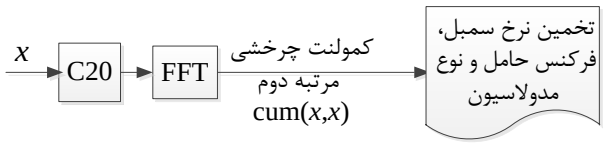
معیار تصمیم‌گیری تشخیص صحیح مدولاسیون‌ها، در این مقاله مطابق رابطه‌ی $M=argmin_M\ ||F_r-F_x||$ تعریف می‌شود که در آن F_x به‌عنوان ویژگی جداکننده سیگنال ارسالی است، که در فرستنده محاسبه می‌شود. F_r ویژگی استخراج‌شده از سیگنال دریافتی بوده که در گیرنده محاسبه و مقداری متغیر داشته که متأثر از نویز و محوشدگی کانال است. F_r و F_x مقدار متوسط کمولنت چرخشی مرتبه دوم در بازه‌ای از فرکانس دوری برای هر یک از سیگنال‌های 2FSK و 4FSK مدوله شده محاسبه شده است.

جدول ۱. مقادیر کمولنت مرتبه دوم برای سیگنال‌های 2FSK و 4FSK

	C20
2FSK	0.1
4FSK	0.6

۳-۲ روش پیشنهادی دوم

همان‌طور که در شکل (۲) نشان داده شده است، در روش پیشنهادی دوم از ویژگی کمولنت چرخشی مرتبه دوم، هر سه ویژگی نرخ سمبل، فرکانس حامل و نوع مدولاسیون سیگنال استخراج می‌شود.



شکل ۲: بلوک دیاگرام ویژگی‌های استخراجی از سیگنال به‌منظور تخمین پارامترها (روش پیشنهادی دوم)

برای تشخیص فرکانس حامل و نرخ سمبل در روش‌های پیشنهادی اول و دوم از رابطه زیر استفاده می‌شود:

(۷)

$$2\hat{f}_c=\arg\max\{cyclic\ cum(x_{fsk},x_{fsk})\big|_{\alpha\neq 0}$$

$$\hat{R}_{symbol}=\arg\max\{cyclic\ cum(x_{fsk},x_{fsk})\big|_{\alpha\neq 0,2\hat{f}_c}$$

با استناد به رابطه (۷) با جستجوی پیک‌هایِ مقادیرِ کمولنت چرخشی سیگنال، می‌توان اولین پیک که مربوط به نرخ سمبل و بلندترین پیک که مربوط به فرکانس حامل است را، جدا نمود و فرکانس متناظر با هر یک را به ترتیب به‌عنوان نرخ سمبل و فرکانس حامل تخمین زد.

کانال گوسی تأثیراتی بر سیگنال از جمله تضعیف دامنه خواهد داشت، اما ازآنجاکه مقدار کمولنت چرخشی مرتبه دوم سیگنال

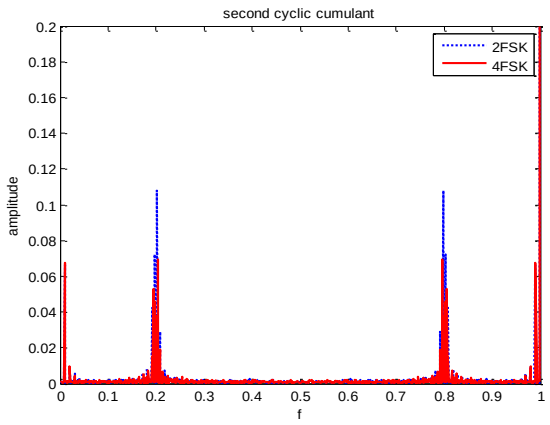
تقریباً صفر است، لذا در یک محیط گوسی همچنان پیک‌های مربوط به فرکانس حامل و نرخ سمبل قابل‌تشخیص است. در شبیه‌سازی‌های انجام شده، اولین پیک (در کمولنت چرخشی مرتبه دوم) مربوط به نرخ سمبل است و فرکانس متناظر آن نرخ سمبل نرمالیزه شده می‌باشد. همچنین دومین پیک (در کمولنت چرخشی مرتبه دوم) مربوط به فرکانس حامل است و فرکانس متناظر آن برابر با $2f_c$ نرمالیزه شده می‌باشد.

همچنین برای تشخیص مدولاسیون MFSK، با توجه به استفاده از شکل پالس متناوب با دوره T_0، کمولنت چرخشی مرتبه دوم در فرکانس چرخشی $\alpha=\frac{k}{T_0}\ K\in Z$ دارای مقادیر غیر صفر است، که در آن K مقادیر صحیح می‌باشد. همچنین، نشان داده می‌شود که مقدار این ویژگی در فرکانسی برابر با نرخ سمبل و فرکانس حامل، دامنه‌ای بزرگ‌تر از مقادیر همسایه خود دارد.

در ادامه، استخراج سه پارامتر فوق را با استفاده از شبیه‌سازی نشان می‌دهیم.

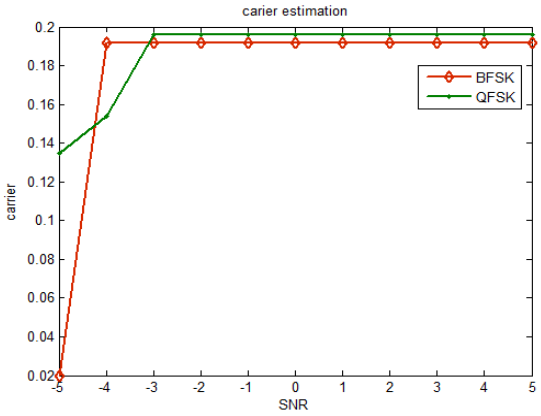
۴- شبیه‌سازی

در شبیه‌سازی انجام شده برای سیگنال 2FSK و 4FSK مقدار کمولنت چرخشی مرتبه‌دوم درکانال AWGN در SNR=5 dB در شکل (۳) رسم شده است. پارامترهای بیش نمونه‌برداری[۹] برابر با ۱۰۰sample/symbol و فرکانس نمونه‌برداری[۱۰] برابر با ۱۰۰sample/sec می‌باشد. بنابراین نرخ سمبل[۱۱] برابر با نسبت فرکانس نمونه‌برداری بر بیش نمونه‌برداری و برابر با 1symbol/sec خواهد بود. فرکانس حامل سیگنال‌ها نیز برابر با 10 HZ و ضریب فرود[۱۲] شکل پالس کسینوسی افزایشی[۱۳] 0.35در نظر گرفته شده است.



شکل ۳: کمولنت چرخشی مرتبه دوم سیگنال 4FSK,2FSK

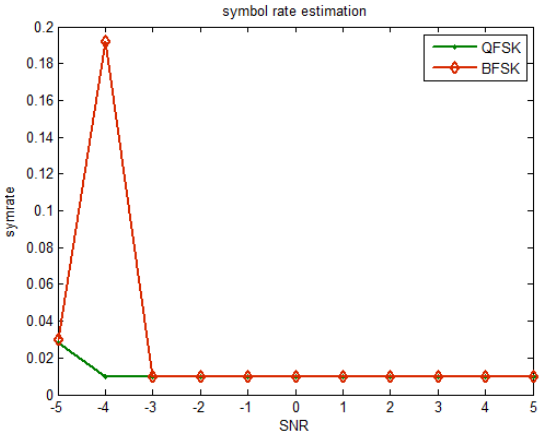
همان‌طور که در شکل (۳) نشان داده شده است، هر دو سیگنال در فرکانسی برابر با $2\hat{f}_c=0.2$ اولین پیک را دارند که بیانگر فرکانس حامل 0.1 هرتز می‌باشد. همچنین پیک دوم در فرکانس 0.8 رخ داده است که دو برابر فرکانس حامل نرمالیزه شده می‌باشد.



شکل ۴: تخمین فرکانس حامل به ازای[-5:5]= SNR در کانال گوسی

همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود برای دو سیگنال با مدولاسیون 2FSK, 4FSK فرکانس حامل تخمین زده شده است فرکانس نرمالیزه شده در شبیه‌سازی برابر با ۰,۲ می‌باشد. تخمین فرکانس حامل از SNR =-3 DB به بعد به مقدار واقعی، بسیار نزدیک می‌باشد.

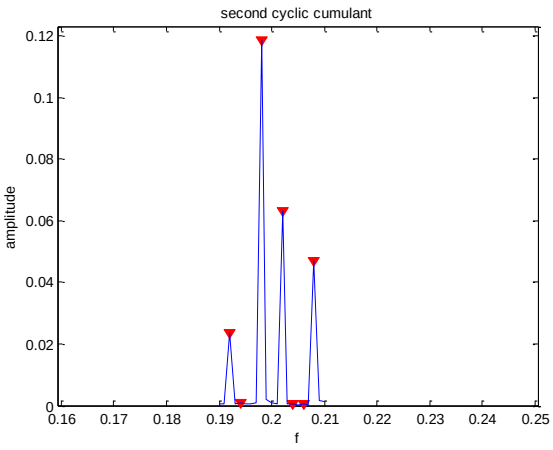
[۹] Over sampling
[۱۰] Sampling frequency (Fs)
[۱۱] Symbol rate
[۱۲] - Roll-off Factor
[۱۳] Root raise cosine



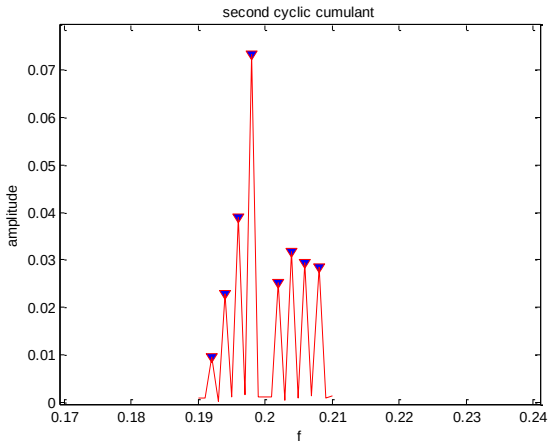
شکل ۵: تخمین نرخ سمبل به ازای[-5:5]= SNR در کانال گوسی

همان‌طور که در شکل۵ مشاهده می‌شود برای دو سیگنال با مدولاسیون 2FSK, 4FSK نرخ سمبل تخمین زده شده است، نرخ سمبل نرمالیزه شده در شبیه‌سازی برابر با ۰،۰۱ می‌باشد. تخمین نرخ سمبل از SNR =3dB به بعد به مقدار در نظر گرفته شده، بسیار نزدیک می‌باشد.

همان‌طور که در شکل ۶ و ۷ مشاهده می‌شود، تعداد پیک‌ها در اطراف فرکانس حامل برای مدولاسیون 2FSK برابر با ۴ و تعداد پیک‌ها برای سیگنال با مدولاسیون 4FSK برابر با ۸ می‌باشد.

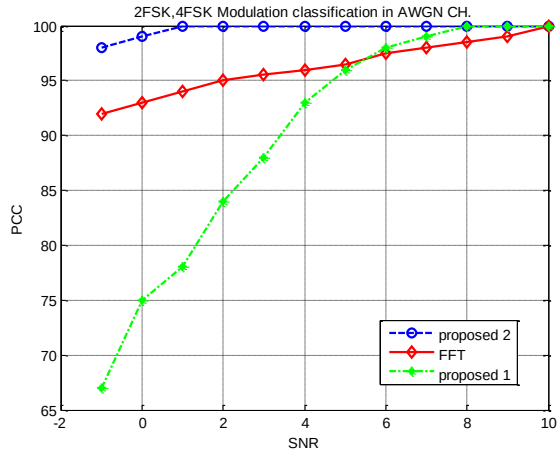


شکل۶: کمولنت چرخشی مرتبه دوم سیگنال2FSK,در اطراف فرکانس حامل



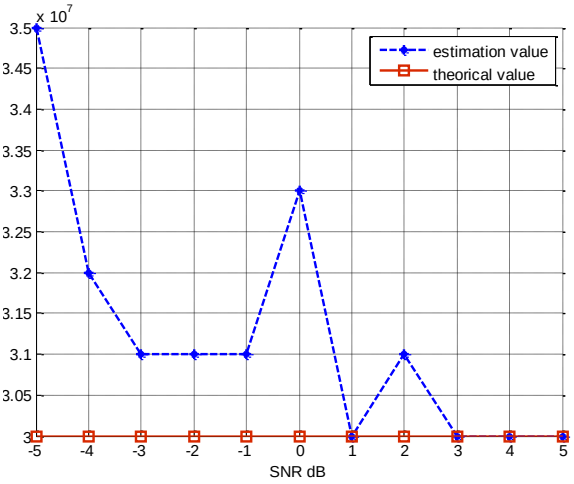
شکل۷: کمولنت چرخشی مرتبه دوم سیگنال4FSK,در اطراف فرکانس حامل

در شکل ۸به مقایسه نتایج روش‌های پیشنهادی در این مقاله و روش مقاله [7] ، پرداخته شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، روش پیشنهادی اول در SNR=8dB به موفقیت ۱۰۰ درصد رسیده و نتیجه روش FFT در [7] درSNR=-1dB ، به میزان ۲۰ درصد موفقیت بالاتری نسبت به روش پیشنهادی اول داشته است. همچنین روش پیشنهادی دوم نسبت به دو روش دیگر بهترین نتیجه را داشته و در SNR=1 dB به موفقیت ۱۰۰ درصد رسیده است. مقایسه نتایج به‌دست‌آمده در این مقاله نه‌تنها مغایرتی با [2] نداشته، بلکه علاوه بر تخمین پارامترهای نرخ سمبل و فرکانس حامل، توانایی تشخیص سیگنال‌های 2FSK,4FSK در کانال گوسی را خواهد داشت. نتایج مقاله [2]در شکل ۹ و ۱۰ آورده شده است.

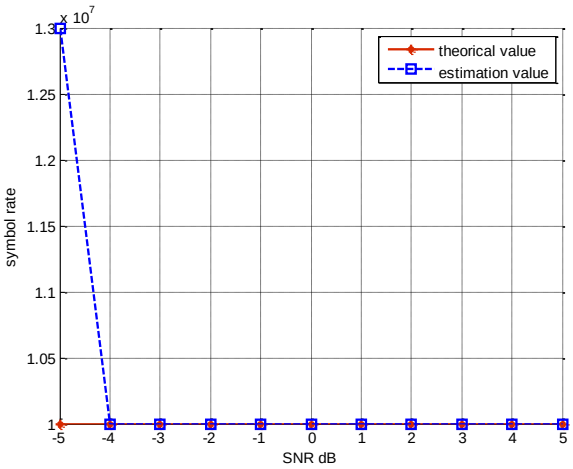


شکل ۸: مقایسه احتمال تشخیص صحیح مدولاسیون سیگنال‌های 2FSK, 4FSK در کانال گوسی باdB [-1:12]= SNR، با روش پیشنهادی و روش FFT در [7]

نتایج تخمین فرکانس حامل و نرخ سمبل سیگنال 2FSK به روش کمولنت چرخشی مرتبه دوم، در شکل‌های ۱۰و۹ آورده شده است.[2]



شکل ۹: تخمین فرکانس حامل به ازای[-5:5]= SNR در کانال گوسی[2]



شکل ۱۰: تخمین نرخ سمبل به ازای[-5:5]= SNR در کانال گوسی[2]

همان‌طور که در شکل ۱۰و۹ مشاهده می‌شود، نتایج به‌دست‌آمده در این مقاله نه‌تنها مغایرتی با نتایج [2] نداشته، بلکه با استفاده از ویژگی مذکور، می‌توان نوع مدولاسیون‌های 2FSK,4FSK را نیز تشخیص داد. نتایج تشخیص مدولاسیون‌ها در شکل ۶ نشان داده شده است.

۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله از ویژگی کمولنت چرخشی مرتبه دوم سیگنال‌های مدوله‌شده، به‌منظور تخمین سه پارامتر سیگنال به‌طور هم‌زمان استفاده شده است. نتایج به‌دست‌آمده از آنالیز تئوری و نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که این روش درصورتی‌که سیگنال، بالای سطح نویز باشد، نسبت به نویز حساس نیست همچنین پیچیدگی محاسباتی آن کم و دقت آن بالا می‌باشد و امکان دسترسی به سه پارامتر اساسی سیگنال به‌منظور پردازش‌های اولیه برای دمدولاسیون سیگنال‌های مخابراتی غیر همکار را فراهم می‌آورد.

منابع

[1]A. Swami and B. M. Sadler, "Hierarchical digital modulation classification using cumulants," Communications, IEEE Transactions on, vol. 48, pp. 416-429, 2000.

[2] Jiao-long Yang ,Blind Estimation of Carrier Frequency and Symbol Rate Based on Cyclic Spectrum Density Institute of Tracking and Telecommunications Technology, China,2012

[3] O. A. Dobre, A. Abdi, Y. Bar-Ness and W. Su, "Survey of automatic modulation] classification techniques: classical approaches and new trends," IET Communications, vol. 1, no. 2, pp. 137-156, 2007.

[4] Design of Symbol-rate Estimation and Modulation Classi_cation Methods within an Autonomous Receiver Architecture for ESA Satellite 2000

[5] L. Freitas, C. Cardoso, F. Muller, J. Costa and A. Klautau, "Automatic modulation classification for cognitive radio systems: Results for the symbol and waveform domains,"in IEEE Latin-American Conference on Communications LATINCOM, 2009.

[6] TANG and Yi YU, Fast Algorithm for Symbol Rate Estimation Suhua Nonmembers2004

[7] محمدباقر بینایی، روش ساده و سریع در تشخیص اولیه مدولاسیون‌های دیجیتال با استفاده از تحلیل آماری تبدیل فوریه گسسته سیگنال ناشناخته دریافتی، شانزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران-۲۰۰۸

طراحی سیستم ردیاب خودرو بر اساس کارت شناسایی هوشمند خودرو تحت اینترنت اشیاء در عوارضی‌های شهرها

طاهره پورسیف[۱]، هدیه بشیر گنبدی[۲]، نرگس خاکی[۳]، پانیذ بهبویی[۴]

[۱]دبیر پژوهش موسسه آموزشی حضرت معصومه(ص)،کارشناس ارشد مهندسی برق کنترل، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران، t.pourseif@gmail.com

[۲]پژوهشگر مجتمع آموزشی حضرت معصومه(س)، دپارتمان الکترونیک و رباتیک، تهران، ایران، mbashirg@gmail.com

[۳]پژوهشگر مجتمع آموزشی حضرت معصومه(س)، دپارتمان الکترونیک و رباتیک، تهران، ایران، narges.ta45@gmail.com

[۴]پژوهشگر مجتمع آموزشی حضرت معصومه(س)، دپارتمان الکترونیک و رباتیک، تهران، ایران، R57A@yahoo.com

چکیده: اینترنت اشیاء مفهومی جدید در دنیای فناوری اطلاعات و ارتباطات بوده و یک فناوری مدرنی است که در آن برای هر موجودی (اعم از انسان، حیوان یا اشیاء) قابلیت ارسال و دریافت داده از طریق شبکه‌های ارتباطی مانند اینترنت فراهم می‌شود. به‌بیان‌دیگر، ایده طراحی دستگاه‌های مختلف با امکان برقراری ارتباط بی‌سیم به‌منظور رهگیری و کنترل از طریق اینترنت و یا حتی از طریق یک برنامه ساده مخصوص گوشی‌های هوشمند، اصطلاح اینترنت اشیاء را توصیف می‌کند. در این مقاله بر اساس همین فناوری به طراحی سیستمی پرداخته شده است که کارت شناسایی خودرو هوشمند شده و بر روی خودروی موردنظر متصل می‌گردد. این سیستم برای جلوگیری از سرقت خودرو، ردیابی خودروهای سرقتی در مکان‌های عوارضی ورودی و خروجی شهر بسیار مفید بوده و عملکرد بسیار مناسبی دارد. طراحی کارت شناسایی هوشمند به‌طور غیرمستقیم بر روی وظایف و نقش پلیس اثر گذاشته و عملکرد مناسبی جهت تسهیل کار نیروی پلیس و پیشگیری جرائم داشته است.

کلیدواژه‌ها: *اینترنت اشیاء، برچسب، پلیس هوشمند، کارت شناسایی هوشمند، ماژول Wi-Fi NodeMCU.*

۱- مقدمه

سرقت خودروها و ردیابی آن‌ها یکی از معضلاتی است که مردم دنیا امروزه با آن سروکار دارند. برای ردیابی خودروها از روش‌های مختلفی در نیروی پلیس راهنمایی و رانندگی استفاده می‌شود که ممکن است گاهی روند طولانی داشته و یا به نتیجه نرسیده و خودروی موردنظر پیدا نگردد. یکی از معضلات ردیابی، خروج خودروی سرقتی از شهر موردنظر می‌باشد، لذا نیروهای پلیس باید خودرو را در کل ایالت یا کشور جستجو کنند که این علاوه بر زمان‌بر بودن، ردیابی بسیار پیچیده‌ای دارد و ممکن است هنگامی پیدا شود که به‌صورت یک آهن‌پاره در مکان‌هایی اوراقی شده باشد. برای حل این معضل، در این مقاله از اینترنت اشیاء جهت ردیابی خودروهای سرقتی استفاده شده است.

اینترنت اشیاء انقلاب جدیدی در اینترنت است که اشیاء، خود را قابل تشخیص و شناسایی می‌سازند. همچنین آن‌ها در حال به دست آوردن هوشمندی با ایجاد و فراهم‌سازی تصمیمات مربوطه هستند[۱-۲]. به لطف این واقعیت است که می‌توانند با یکدیگر ارتباط برقرار کنند .آن‌ها می‌توانند به اطلاعاتی که توسط اشیاء دیگر جمع‌آوری شده، دسترسی داشته باشند و یا می‌توانند جزئی از خدمات پیچیده بزرگ‌تر باشند. نوع جدیدی از برنامه‌های کاربردی می‌تواند شامل وسیله نقلیه الکتریکی هوشمند باشند[۳]. در این ماشین‌ها، ارائه اطلاعات، امنیت، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کنترل و هدایت خودکار و ارتباط دوربرد در داخل یک چرخه تنها با به اشتراک‌گذاری رابط کاربری، مجتمع شده‌اند. لذا این صنعت کاربرد بسیاری در زمینه پلیس راهنمایی و رانندگی دارد.

امروزه اینترنت اشیاء در حوزه پلیس راهنمایی و رانندگی عملکردهای بسیار خوبی داشته است. در [۴-۵] از IOT[۱]در تنظیم زمان چراغ‌های راهنمایی و رانندگی جهت کاهش ترافیک به روش‌های مختلف استفاده شده و نتایج مطلوبی جهت مسیریابی و کاهش حجم ترافیک داشته است. با استفاده از فناوری RFID[۲] در [۶-۷] کارت شناسایی هوشمند خودرو طراحی شده است. در این حالت با ورود به عوارض شهری، خودروی موردنظر ردیابی شده و این امر باعث کاهش سرقت خودرو می‌گردد. در [۸-۹] به پارکینگ‌های هوشمند که به‌طور غیرمستقیم بر روی وظایف پلیس راهنمایی و رانندگی در مسیریابی و کاهش ترافیک اثر داشته، پرداخته است. بخشی از تصادفات شهری و جاده‌ای مربوط به نقص فنی خودرو می‌باشد که با کنترل از راه دور و عیب‌یابی آن می‌توان تا حدودی مشکل فوق را حل نمود. لذا در [۱۰-۱۱] به تشخیص عیب از راه دور خودرو اشاره شده و سیستم‌های طراحی‌شده در این زمینه را موردبررسی قرار داده است.

آنچه در این مقاله به بررسی و طراحی آن پرداخته شده است، طراحی کارت شناسایی هوشمند خودرو جهت ردیابی در عوارض شهری. با طراحی سیستمی در عوارض شهری و قرار دادن مدار الکترونیکی روی گیت خروجی، هنگامی‌که خودرو وارد عوارضی ورودی یا خروجی شهر می‌گردد، با خواندن مشخصات خودرو و تطبیق آن با پایگاه پلیس، اگر مطابق بود، در خروجی باز شده و خودرو از گیت عوارضی خارج می‌شود در غیر این صورت به سمت دیگری جهت کارشناسی پلیس هدایت می‌گردد.

این سیستم دارای مزیت‌های مختلفی است. با پیشرفت تکنولوژی و ورود خودروهایی که دارای ویژگی تغییر رنگ هستند، اگر در زمان تصادف رنگ ماشین سفید باشد، بعد تصادف ممکن از رنگ خودرو تغییر کند و کارت شناسایی فوق هیچ مناسب نباشد، یا راننده کارت شناسایی را همراه نداشته و سبب مشکلاتی چون جریمه شود. جعل کارت شناسایی همه از مشکلات کارت شناسایی کاغذی می‌باشد. اما در این سیستم ابتدا کارت شناسایی هوشمند شده و به‌صورت Tag[۳] بر روی شیشه خودرو نصب شده و قابل جدا شدن نیست. سپس با تعبیه سیستم ردیابی بر عوارض ورودی و خروجی می‌توان از فرار خودروهای سرقتی، خودروهای متخلف و خودروهای مشکوک جلوگیری نمود.

پیکربندی این مقاله به این صورت است که بعد از این بخش، در بخش دوم به معرفی اینترنت اشیاء و لایه‌های آن پرداخته شده است. در بخش سوم RFID و کارت شناسایی هوشمند خودرو توضیح داده می‌شود. سپس به طراحی سیستم ردیابی خودرو در بخش چهارم پرداخته شده است. در بخش پنجم شبیه‌سازی و نتایج را بیان و در نهایت در بخش آخر نتیجه‌گیری جهت عملکرد مناسب سیستم فوق مورد بررسی قرار گرفته است.

۲- اینترنت اشیاء

تکامل فناوری‌های مختلف اعم از حسگرها، شناسایی و ردیابی خودکار، ارتباطات بی‌سیم، محاسبات نهفته و پیچیده، دسترسی گسترده به باند اینترنت، پتانسیل ادغام اشیاء هوشمند را در زندگی روزمره ما از طریق اینترنت افزایش می‌دهد. به این برقراری ارتباط و تعامل بین اینترنت و اشیاء، اینترنت اشیاء گویند. اینترنت اشیاء الگوی جدیدی است که اینترنت و اشیاء فیزیکی را که به بخش‌های مختلفی از قبیل اتوماسیون منزل، فرایندهای صنعتی، نظارت بر سلامت انسان و نظارت بر محیط تعلق دارند، ادغام کرده است[۱۲-۱۳].

اینترنت اشیاء ارتباط بین اجزای مختلف یک شبکه که شامل چندین قطعه فیزیکی و حسگرهای مختلف می‌باشد، است که در بستر بی‌سیم یا با سیم به اینترنت متصل می‌گردد و در نهایت توسط یک رایانه مدیریت می‌شود. با استفاده از فناوری RFID، رایانه‌ها قادر به شناسایی، کنترل، ارسال و انتقال اطلاعات از راه دور هستند. امکان شناسایی خودکار اشیاء، انسان و حیوانات از طریق امواج رادیویی توسط این سیستم فراهم می‌شود که دارای دو جزء برچسب و کدخوان[۴] می‌باشد. برچسب‌ها دارای میکروچیپ متصل به آنتن هستند که قابلیت اتصال به اشیاء را داشته و در محدوده مورد نظر کدخوان، اطلاعات لازم را ارسال کرده و کدخوان امواج رادیویی فرستاده شده از برچسب را به اطلاعات دیجیتال تبدیل می‌کند تا امکان ارسال داده برای رایانه فراهم گردد[۱۴-۱۵].

---

[۱] Internet Of Things:اینترنت اشیاء

[۲] Radio Frequency Identificationشناسایی از طریق: امواج رادیویی

[۳] برچسب

[۴] Reader

اینترنت اشیا یک ارتباط در مقیاس جهانی است که با ایجاد محیط هوشمند، اطلاعات جمع آوری شده از اشیاء دیگر را جهت ارائه خدمات اعم از برقراری امنیت، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، ارتباط دور برد، کنترل و هدایت خودکار اشیا، سرگرمی و... مورد بررسی قرار می‌دهد. در نتیجه اینترنت اشیاء دارای سه لایه تگ و کدخوان، انتقال اطلاعات و مرکز پردازش داده‌ها می‌باشد[۱۶]. شکل(۱) سه لایه اصلی اینترنت اشیاء را نمایش داده است. در لایه اول اطلاعات ثبت شده در میکروچیپ تگ، توسط کدخوان خوانده شده، سپس با ارتباط اینترنتی و همچنین GPRS[۵] از طرق مختلف اعم از گوشی تلفن همراه هوشمند در لایه دوم، اطلاعات خوانده شده به مرکز و پایگاه اصلی جهت پردازش داده‌ها انتقال می‌یابد که آخرین لایه این شبکه محسوب می‌گردد.



شکل ۱: سه لایه اینترنت اشیاء

اگرچه در ابتدا اینترنت اشیاء موضوع مهم در صنعت امنیت و دوربین‌های مداربسته به حساب می‌آمد، اما امروزه این سیستم کاربردهایی در زمینه‌های مختلفی چون کشاورزی، هوشمند-سازی خانه، کارخانه، خودرو و...، مصرف کاهش انرژی (آب، برق، گاز)، پلیس، بهداشت و درمان و... دارد. در این کاربرد اینترنت اشیاء در ردیابی خودرو مورد بررسی قرار گرفته است.

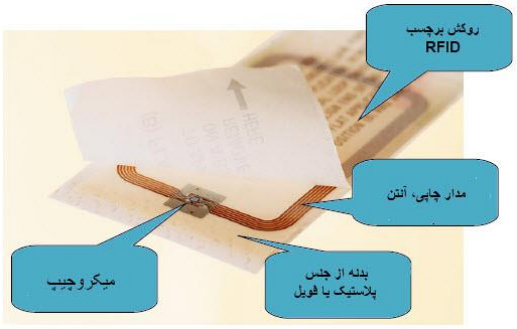
۳- فناوری RFID

سامانه شناسایی امواج رادیویی که قادر به تبادل داده‌ها به‌وسیله برقراری اطلاعات بین برچسب که بر روی یک شیء، انسان و یا حیوان نصب شده است و یک کدخوان می‌باشد. این سامانه از سیگنال‌های الکترومغناطیسی و الکترونیکی برای خواندن و نوشتن داده‌ها بهره برده‌اند. لذا سیستمی که توانایی خواندن و تشخیص اطلاعات اشیاء، افراد و ... داشته باشد را سیستم شناسایی گویند[۱۷].

یکی از جدیدترین سیستم‌های شناسایی خودکار که بدون نیاز به فرد، با داشتن تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، قادر به تشخیص داده‌ها است RFID می‌باشد. این تکنولوژی از سال ۱۹۷۰ تاکنون در شرکت‌ها، پلیس، صنایع دفاعی و حمل‌ونقل کاربرد داشته است. فناوری RFID دارای دو بخش زیر است:

۳-۱ Tag (برچسب)

همان‌طور که در بخش مقدمه بیان گردید، این برچسب‌ها دارای دو جزء تراشه یا همان میکروچیپ و آنتن هستند. میکروچیپ‌ها قابلیت ذخیره اطلاعات مربوط به کالا، فرد و... که بر روی آن نصب شده‌اند را دارا می‌باشند و آنتن‌ها جهت تقویت سیگنال‌های فرکانس رادیویی یا امواج الکترومغناطیسی برای ارسال اطلاعات به کدخوان استفاده شده‌اند. شکل۲ نمونه‌ای از یک برچسب را نشان داده است[۱۸].



شکل ۲: اجزای داخل برچسب (Tag)

با توجه به شکل فوق، اجزای اصلی یک برچسب نمایش داده است.

در حالت کلی دو نوع برچسب وجود دارد:

- برچسب غیرفعال

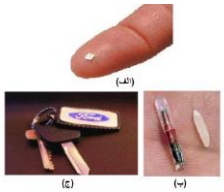
این برچسب‌ها باتری ندارند و انرژی لازم برای فعال‌سازی پردازنده و ارسال اطلاعات خود را از سیگنالی که از آنتن کدخوان دریافت می‌کنند، تأمین می‌نمایند. بدین‌صورت که هنگامی‌که برچسب وارد محدوده سیگنال کدخوان شد، کدخوان سیگنالی جهت فعال شدن آن ارسال می‌کند، سپس برچسب فعال شده و اطلاعات موجود در تراشه خود را که ذخیره گردیده است، ارسال می‌کند. این برچسب‌ها چون نیاز به سیگنال دریافتی از کدخوان دارند، دارای برد کمی از ۱۰ سانتی‌متر تا چند متر هستند[۱۹].

[۵] General Packet Radio Service: سرویس بسته امواج رادیویی

- برچسب فعال

برچسب‌های فوق خود دارای باتری بوده و نیازی به سیگنال دریافتی از کدخوان برای فعال شدن ندارند، لذا دارای برد بیشتر و البته قیمت بیشتر نسبت به برچسب‌های غیرفعال دارند[۲۰].

با توجه به انواع برچسب‌های معرفی‌شده، از نظر ظاهری به شکل‌های مینیاتوری، کپسولی و جاسوئیچی می‌باشند. شکل۳، انواع برچسب‌ها را از نظر فیزیکی نشان داده است.



شکل ۳: انواع برچسب از نظر ظاهری: (الف) اندازه مینیاتوری(ب) کپسولی(ج) جاسوئیچی

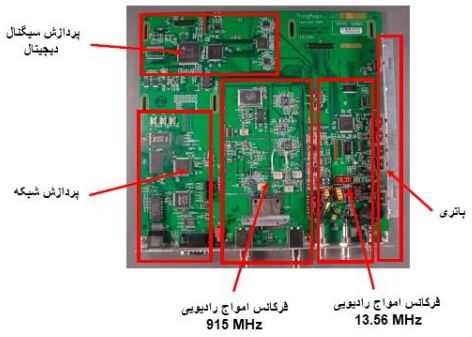
۲-۳ Reader (کدخوان)

وسایلی الکترونیکی هستند که حضور برچسب‌ها را در محیط موردنظر تشخیص داده و اطلاعات آن‌ها را دریافت می‌نمایند. سپس اطلاعات را که به‌صورت دیجیتال است پردازش نموده و به زبان رایانه تبدیل می‌نمایند. در نهایت اطلاعات را از طریق بستر اینترنت به پایگاه اطلاعات (مرکز اطلاعات) ارسال می‌نمایند. شکل۴ نمونه‌ای از یک کدخوان می‌باشد[۱۸].



شکل ۴: نمونه‌ای از یک کدخوان

کدخوان‌ها با توجه به نقشی که ایفا می‌کنند در همه‌جا قابل نصب هستند. در بخش راهنمایی و رانندگی جهت دریافت اطلاعات خودروها مانند اندازه سرعت و.. در کنار جاده‌ها و خیابان‌ها، در بخش چراغ راهنمایی و رانندگی هوشمند، در کنار چراغ و....، در این مقاله در بالای گیت ورودی و خروجی خودرو نصب گردیده است. شکل۵ داخل برد الکترونیکی یک کدخوان را نمایش داده است



شکل ۵: برد الکترونیکی کدخوان

با توجه به شکل بالا، مشاهده می‌گردد که یک کدخوان دارای بخش‌های پردازنده دیجیتال، شبکه و امواج رادیویی در فرکانس‌های بالا و پایین می‌باشد.

۴- طراحی مدار ردیابی خودرو با استفاده از اینترنت اشیاء

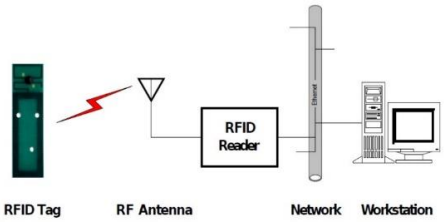
برای طراحی مدار ردیاب خودرو، ابتدا نیاز به طراحی کارت شناسایی هوشمند خودرو می‌باشد که در ادامه به توضیح آن پرداخته شده است.

۴-۱ کارت شناسایی هوشمند خودرو

کارت شناسایی خودرو امروزه به‌صورت کاغذی می‌باشد که باید همراه راننده در خودرو موجود باشد. این نوع کارت دارای مشکلاتی همچون به همراه نداشتن، گم‌شدن، پاره شدن و.. می‌باشد. به همراه نداشتن و یا گم‌شدن کارت موردنظر سبب وجود معضلاتی مانند جریمه از طریق پلیس، پیگیری‌های طولانی‌مدت برای پیدا شدن کارت مفقودشده، جعل کارت و... می‌شود. همچنین با ورود ماشین‌های متغیر رنگ در بازار خودرو، کم‌کم وجود چنین کارت شناسایی بی‌معنی است.

برای رفع مشکلات بیان‌شده، امروزه از فناوری اینترنت اشیاء و تکنولوژی RFID برای طراحی کارت شناسایی هوشمند خودرو استفاده شده است. کاربرد RFID برای اولین بار توسط ارتش بریتانیا در جنگ جهانی دوم برای هواپیماها جهت تشخیص سیگنال‌های خاص بوده است. RFID به دلیل هزینه نسبتاً کم، اتصال آسان به اینترنت اشیاء و سیستم ساده، بسیار موردتوجه می‌باشد. تکنولوژی کارت شناسایی هوشمند دارای سه بخش

برچسب، کدخوان و رایانه می‌باشد. بدین‌صورت که برچسب RFID دارای میکروچیپ‌هایی جهت ذخیره اطلاعات خودرو می‌باشد. این برچسب روی خودرو (ترجیحاً شیشه جلوی آن) نصب شده است. بخش دوم کدخوان می‌باشد که امواج رادیویی برچسب را خوانده و به رایانه (مرکز اطلاعات) ارسال می‌کند. این کدخوان در کنار جاده‌ها و شهرها قرار گرفته و در محدوده بین ۱۰ سانتی‌متر تا ۲۰۰ متر امواج را می‌تواند دریافت کند. برای دریافت بهتر امواج از آنتنی که بر روی خودرو تعبیه شده، استفاده می‌گردد. پس از ارسال اطلاعات خودرو به پایگاه داده‌ها که در اینجا مرکز پلیس می‌باشد، خودروی موردنظر کارشناسی می‌شود، اگر مشخصات خودرو در مرکز قبلاً به‌عنوان خودروی سرقتی، متخلف و یا مشکوک ثبت شده باشد، پلیس به‌راحتی خودروی موردنظر را با استفاده از سیستم‌های طراحی شده متوقف نموده و مانع از سرقت خودرو و یا فرار متخلف می‌گردد. شکل ۶ عملکرد سیستم کارت شناسایی هوشمند خودرو را نشان داده است.

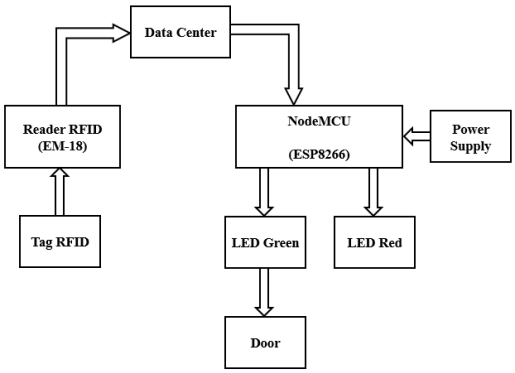


شکل ۶: سیستم کارت شناسایی هوشمند خودرو

با توجه به سیستم فوق، کارت هوشمند همیشه بر روی شیشه خودرو نصب شده و جریمه‌های مخصوص نبود کارت شناسایی خودرو و روند پیگیری کارت‌های مفقودشده کاهش می‌یابد که این تکنولوژی سبب کاهش حجم کاری پلیس در این بخش می‌گردد. طول عمر این کارت‌ها نسبت به کارت‌های کاغذی افزایش یافته و مشکلات پارگی را نخواهند داشت.

۲-۴ طراحی سیستم ردیاب خودرو بر اساس اینترنت اشیاء

همان‌طور که در بخش قبل بیان گردید، استفاده از کارت‌های هوشمند خودرو در ردیابی خودروی سرقتی بسیار مفید هستند. لذا در این بخش سیستمی طراحی شده است که بر اساس بستر اینترنت اشیاء و فناوری RFID ، در بخش گیت‌های ورودی و خروجی عوارضی‌های شهر، کارت شناسایی خودروها کنترل می‌گردد. بدین‌صورت که با ورود خودرو در گیت‌های عوارضی، کدخوان اطلاعات برچسب خودرو را می‌خواند و برای پایگاه پلیس ارسال می‌کند. اگر خودرو قبلاً به‌عنوان ماشین سرقتی یا متخلف ثبت شده باشد، در گیت بسته مانده و خودرو اجازه خروج یا ورود را به شهر ندارد. در این حالت پلیس خودرو را متوقف کرده و جهت کارشناسی به قسمتی دیگر هدایت می‌نماید. بلوک دیاگرام سیستم به‌صورت زیر می‌باشد:



شکل ۷: بلوک دیاگرام سیستم ردیاب خودرو

همان‌طور که در شکل ۷ ملاحظه می‌شود، پس از دریافت اطلاعات خودرو که بر روی Tag ذخیره شده است، توسط کدخوان، اطلاعات پردازش شده و به زبان کامپیوتر تبدیل می‌گردد. سپس به مرکز داده‌ها ارسال می‌گردد تا پس از بررسی مشخصات خودرو، دستور لازم جهت باز یا بسته شدن در گیت ورودی و خروجی به ماژول NodeMCU داده شود.

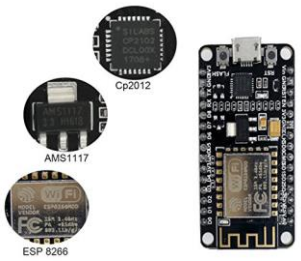
۵- اجزای اصلی سیستم ردیاب خودرو

برای طراحی سیستم فوق از اجزای زیر استفاده شده است:

۵-۱ ماژول ESP8266 Wi-Fi NodeMCU

امروز ارتباط از طریق امواج رادیویی و مایکروویو در قالب استفاده از پروتکل‌هایی مانند بلوتوث و Wi-Fi به‌طور چشمگیری افزایش پیدا کرده است. گوشی‌های همراه، دوربین‌ها، رایانه‌ها و... از طریق امواج Wi-Fi می توانند با یکدیگر شبکه شده و اطلاعات خود را بدون نیاز به کابل کشی و هزینه زیاد به اشتراک بگذارند و با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. فناوری Wi-Fi به دلیل استفاده از امواج ماکروویو در محدوده ۲/۶ تا ۵ گیگاهرتز و کدنویسی ساده، ارسال اطلاعات را نسبت به فناوری بلوتوث با سرعت بالاتری انجام می‌دهد. این فناوری

دارای ماژول‌های مختلفی است که یکی از آن‌ها که به‌راحتی به Router[۶] وصل می‌شود و اطلاعاتی را از طریق اینترنت ارسال یا دریافت می‌کند ESP8266 می‌باشد. یکی از بهترین ماژول‌هایی که برای این مدل ساخته NodeMCU است که توسط گروهی چینی که دارای سخت‌افزار متن‌باز است، طراحی شده است. شکل ۸ این مدل را نمایش داده است.



شکل ۸ : ماژول ESP8266 Wi-Fi NodeMCU

با توجه به شکل فوق، این ماژول دارای یک چیپ که قابلیت برنامه‌نویسی دارد، یک برد Wi-Fi برای ارسال و دریافت اطلاعات، رگولاتور تبدیل ۵ ولت به ۳.۳ ولت و حافظه فلش ۴ مگابایتی می‌باشد. این ماژول نیاز به مدارات جانبی برای راه‌اندازی نداشته و خود یک برد کامل برای پروژه‌های اینترنت اشیاء است[۲۱].

۲-۵ ماژول خواننده EM-18

این ماژول ساده‌ترین نمونه در نوع خود بوده که از طریق پروتکل سریال به میکروکنترلر یا همان چیپ داخل برچسب (Tag) متصل شده و اطلاعات هر تگی را که در فاصله ۱۰ سانتی‌متری آن قرار گرفته باشد خوانده و ارسال می‌کند. این ماژول در محدوده فرکانسی ۱۲۵ KHZ کار کرده و فقط قادر به خواندن عدد تگ می‌باشد. شکل۹ نمونه‌ای از این ماژول را نشان داده است[۲۲].



شکل ۹: ماژول خواننده EM-18

مشخصات ماژول فوق در جدول۲ نوشته شده است[۲۲].

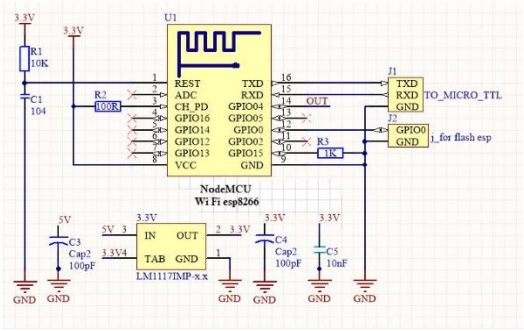
جدول ۱: مشخصات ماژول خواننده EM-18

فرکانس کاری	125 KHZ
ولتاژ تغذیه	4.6-5.4 v
حداکثر فاصله تگ برای خواندن اطلاعات	8-12 Cm
پروتکل‌های قابل پشتیبانی	WEIGAND-SERIAL

ماژول فوق دارای یک خروجی جهت اتصال Buzzer[۷] یا یک LED می‌باشد. در این حالت خروجی با هر بار خواندن اطلاعات tag، یک پالس مثبت روی پایه فوق ارسال نموده، درنتیجه Buzzer یا LED روشن شده و نشان می‌دهد که اطلاعات خوانده شده است و دستگاه درست عمل می‌کند.

۶- شبیه‌سازی

در این بخش پس از معرفی اجزای اصلی سیستم، به شبیه‌سازی آن در محیط پروتل و برنامه آن در محیط آردوینو پرداخته می‌شود. شکل ۱۰، شبیه‌سازی سیستم را نمایش داده است:



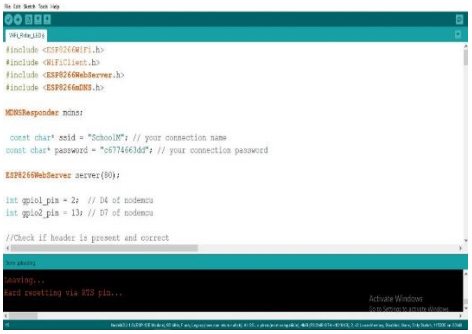
شکل ۱۰: شبیه‌سازی سیستم در محیط پروتل

با توجه به شکل، ملاحظه می‌گردد که ماژول RFID به برد آردوینو به‌طور مستقیم متصل نمی‌باشد. بلکه پس از پردازش اطلاعات خود به زبان دیجیتال رایانه، آن را به مرکز داده‌ها ارسال می‌نماید. مرکز اطلاعات را دریافت و بر اساس آن دستورات لازم را به ماژول NodeMCU از طریق ارتباط Wi-Fi ارسال می‌کند. این دریافت اطلاعات می‌تواند از طریق ماژول بلوتوث در فواصل کم و یا ماژول Wi-Fi در فواصل زیاد باشد.

[۶] دستگاه الکترونیکی کوچک که چندین شبکه کامپیوتری به صورت بی سیم یا با سیم به آن متصل می شود

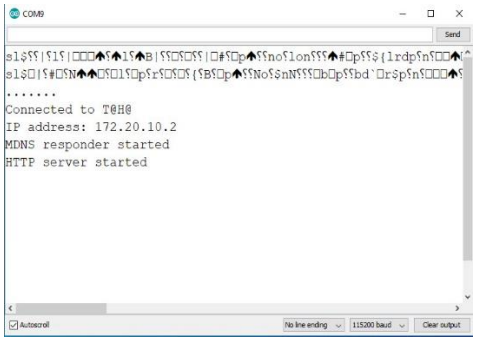
[۷] زنگ اخبار

پس از طراحی سیستم، حال نوشتن برنامه آن در محیط نرم‌افزاری آردوینو صورت می‌گیرد. شکل۱۱ برنامه سیستم ردیاب را نشان داده است.



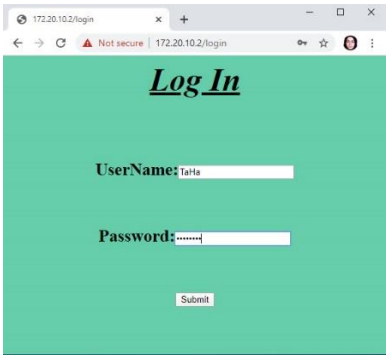
شکل ۱۱: محیط برنامه‌نویسی ماژول NodeMCU سیستم ردیاب خودرو

در برنامه فوق سیستم بدین‌صورت عمل می‌کند، ماژول کدخوان پس از دریافت اطلاعات از روی تگ‌های چسبیده بر روی شیشه خودرو که نماد کارت شناسایی هوشمند خودرو هستند، به زبان دیجیتال رایانه پردازش نموده و به پایگاه داده‌ها که مرکز پلیس است ارسال می‌کند. مرکز داده‌ها اطلاعات را دریافت و با اطلاعات ذخیره در پایگاه مقایسه می‌کنند. اگر مشخصات ارسالی خودروی موردنظر، موردی همچون سرقت، تخلف و... نداشته باشد، دستور روشن شدن چراغ سبز و عبور خودرو از گیت به برد آردوینو داده می‌شود. اما اگر خودرو به دلیل مسائلی در پایگاه ثبت شده باشد، دستور چراغ‌قرمز و بسته ماندن در گیت به ماژول داده و ماشین متوقف می‌گردد. ارتباط بین مرکز پلیس و کدخوان تعبیه شده در بالای در گیت، به‌صورت Wi-Fi بوده و دستورات از طریق سرور لپ‌تاپ یا گوشی تلفن همراه قابل اجرا می‌باشد. لذا هنگامی‌که برنامه بر روی برد NodeMCU آپلود می‌گردد، ابتدا باید از طریق Wi-Fi به سرور سیستم اتصال پیدا کرده، سپس دستورات اجرا گردد. شکل ۱۲ بیانگر پیدا کردن مودم و اتصال برد به سیستم لپ‌تاپ یا گوشی همراه می‌باشد.



شکل ۱۲: ارتباط بین نرم‌افزار و سخت‌افزارNodeMCU با سرور لپ‌تاپ و گوشی تلفن همراه

با توجه به شکل ۱۱، هنگامی‌که برد NodeMCU به سرور متصل می‌شود، از طریق نرم‌افزار آردوینو، وارد صفحه Serial Monitor شده و IP address موردنظر جهت اتصال به سرور را کپی کرده و در مرورگر سیستم وارد می‌کنیم. در ادامه وارد صفحه برنامه در سیستم شده و نام کاربری و گذرواژه تعیین شده در برنامه را وارد نموده. شکل ۱۳ صفحه ورودی برنامه را نمایش داده است.



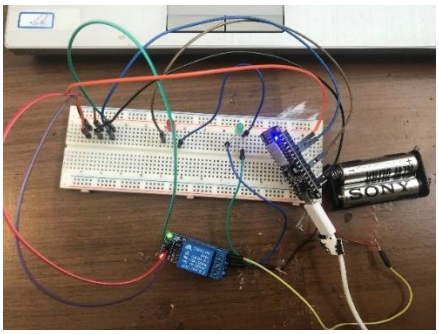
شکل ۱۳: صفحه اتصال بین برد سخت‌افزار و نرم‌افزار NodeMCU و سرور سیستم لپ‌تاپ یا گوشی تلفن همراه

با واردکردن نام کاربری و رمز عبور، اجازه ورود به نرم‌افزار نوشته شده جهت کنترل درگیت و چراغ‌های آن داده می‌شود. شکل زیر صفحه کنترل از راه دور سخت‌افزار از طریق وب سرور را نشان داده است.



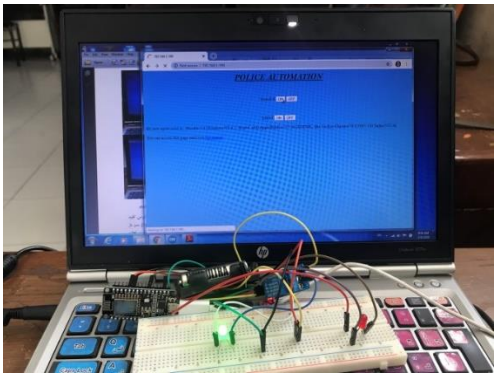
شکل ۱۴: صفحه کنترل از راه دور سیستم از طریق وب سرور

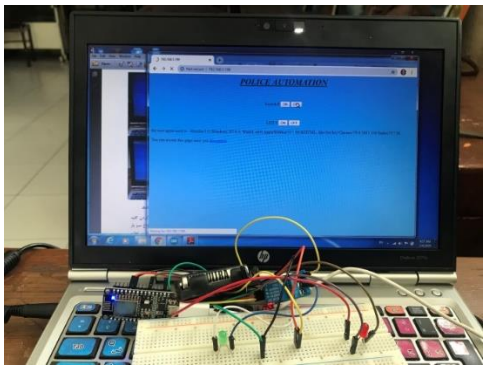
همان‌طور که مشاهده می‌گردد، صفحه کنترل خودکار در گیت عوارضی به همراه چراغ‌های هشدار، دارای دو کلید به نام‌های Switch و LED می‌باشد، به با استفاده از کلیدهای فوق، می‌توان از طریق Wi-Fi به سخت‌افزار اتصال پیداکرده و چراغ ها و رله را کنترل نمود. در ادامه ساختار سخت‌افزار سیستم طراحی شده در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل ۱۵: ساختار کلی سخت‌افزار سیستم ردیاب خودرو

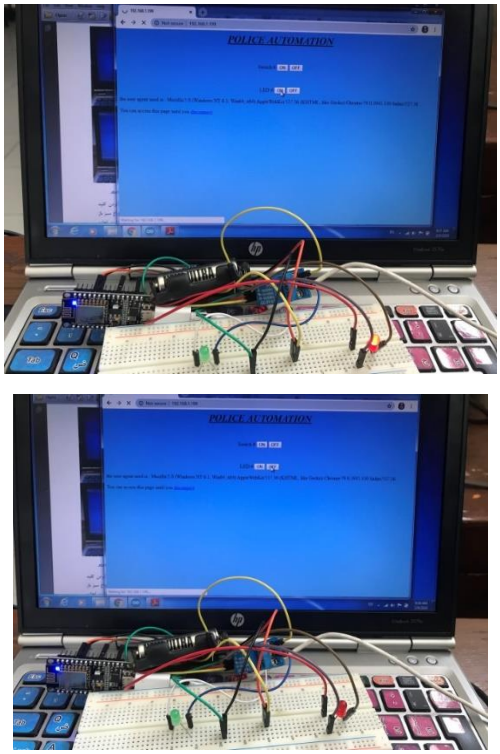
با توجه به شکل۱۵، ساختار کلی سخت‌افزار طراحی شده همراه با صفحه وب سرور نشان داده شده است. در این پژوهش از نمونه آزمایشگاهی برای ساخت در فواصل کم استفاده شده است. می‌توان برای خواندن اطلاعات خودروها از کدخوان‌هایی با فواصل بیشتر استفاده نمود. برای طراحی این سیستم، از رله برای کنترل در و دو چراغ استفاده شده است، بدین‌صورت که چراغ سبز هم‌زمان با باز شدن در روشن شده و چراغ‌قرمز هنگام بسته بودن در روشن می‌گردد. همان‌طور که بیان شد، پس از خوانده شدن اطلاعات خودرو توسط کدخوان و ارسال آن به پایگاه پلیس، اگر اطلاعات هماهنگی داشته باشد با اطلاعات ثبت شده در پایگاه و مواردی همچون تخلف یا سرقت گزارش نشده باشد، کاربر کلید Switch On بر روی سرور را زده و در گیت همراه با چراغ سبز از طریق ارتباط Wi-Fi توسط ماژول NodeMCU روشن می‌شود و خودرو اجازه خروج یا ورود را دارد. اما اگر اطلاعات هماهنگی نداشته و یا گزارشی مبتنی بر تخلف، سرقت و... از خودرو ثبت شده باشد، کاربر کلید LED ON داخل سرور را زده و چراغ‌قرمز روشن می‌شود. در ادامه با روشن شدن چراغ‌قرمز در گیت بسته و خودرو اجازه ورود و خروج نداشته و به قسمتی جهت کارشناسی پلیس هدایت می‌گردد. برای ارتباط مدار ردیاب از ماژول NodeMCU که یک ماژول Wi-Fi است استفاده گردیده است. این ماژول قابلیت اتصال به اینترنت جهت کنترل از راه دور و برنامه‌نویسی بدون نیاز به بردهای دیگری همچون آردوینو، رزبری پای و... را داراست. این ارتباط به اینترنت هم از طریق گوشی تلفن همراه و اتصال به تنظیمات Router آن و هم به اینترنت رایانه و تنظیم Router ها و آدرس IP موردنیاز و یکی کردن هر دو وسیله قابل اتصال به یک آدرس، قابل اجرا شدن است. شکل۱۶ نحوه عملکرد سیستم را نمایش داده است.





شکل ۱۶: عملکرد کلید Switch در وب سرور

با توجه به شکل فوق، با خاموش و روشن کردن کلید Switch در گیت هم‌زمان با روشن شدن چراغ سبز باز شده و خودروهایی که مشکلی نداشته باشند اجازه خروجی پیدا می‌کنند و سپس در بسته و چراغ خاموش می‌گردد. در شکل زیر عملکرد کلید LED بیان شده است.



شکل ۱۷: عملکرد کلیدLED در وب سرور

در این حالت چراغقرمز از طریق کلید تعریف شده در وب سرور به نام LED خاموش و روشن شده و به خودروهایی که مشکل دارند، مجوز ورود یا خروج نمی‌دهد.

همان‌طور که توضیح داده شد، این سیستم در کاهش حجم وظایف پلیس و تسهیل آن بسیار مفید بوده و مانع ورود یا خروج خودروهای متخلف به شهرهای دیگر می‌شود و شرایط را برای پیدا کردن این‌گونه خودروها برای پلیس هموارتر می‌کند. همچنین درصد خطای این نوع بازرسی کاهش یافته، خودروها در عوارضی جهت بازرسی متوقف نمی‌شوند لذا سبب کاهش اتلاف وقت و حجم ترافیک می‌شود.

۷- نتیجه‌گیری

با توجه به پیشرفت تکنولوژی در دنیای امروز، برای کاهش هزینه هم در قسمت نیروی کار و هم در قسمت ابزارآلات، افزایش سرعت جهت کاهش اتلاف وقت و درنهایت برای افزایش دقت از اینترنت اشیاء استفاده می‌گردد. در این پژوهش از این فناوری در حیطه کارت شناسایی هوشمند خودرو جهت رفع مشکلاتی همچون مفقودی، در دسترس نبودن، پاره شدن و... استفاده شده است. در ادامه برای جستجو و پیدا کردن خودروهایی که دارای کارت هوشمند شناسایی دارند و در قسمت خودروهای سرقتی و.. ثبت شده، مداری جهت خواندن اطلاعات خودرو و انجام دستوراتی برای توقف یا عبور خودروی موردنظر در گیت‌های ورودی و خروجی شهر تعبیه شده است. با دریافت اطلاعات خودروها به پایگاه پلیس و ارسال دستوراتی مناسب درهای عوارضی به‌صورت از راه دور توسط کاربر پلیس کنترل شده که سبب افزایش سرعت و دقت در پیدا کردن خودروهای مشکوک در شهر موردنظر می‌گردد. این سیستم در کاهش حجم وظایف پلیس و تسهیل فعالیت‌های آن‌ها بسیار مناسب بوده و عملکرد بسیار خوبی در نمونه آزمایشگاهی داشته است.

۸- منابع

[1] A. I. Maarala, X. S. Student, and J. Riekki, “Semantic Reasoning for Context-aware Internet of Things Applications”, IEEE Network of Things Journal, Vol. 3, No. 4, pp. 1-13, August 2016.

[2] A. Reyna, C. Martín, J. Chen, E. Soler, and M. Diaz, “on Blockchain and its Integration with IoT. Challenges and Opportunities”, Future Generation Computer systems, Vol. 88, pp. 173-190, 2018.

[3] A. AlEnezi, Z. AlMeraj, and P. Manuel, “Challenges of IoT based Smart-government Development”, IEEE Green Technologies Conference, pp. 155-160, 2018.

[4] H. Elbehiery, “Traffic congestion control using Smartphone sensors based on IoT Technology”, Journal of Advances in Computer Engineering and Technology, Vol. 3, No. 4, pp. 223-228, 2017.

[5] L. Xiao, and Zh. Wang, “Internet of Things: A New Application for Intelligent Traffic Monitoring System”, JOURNAL OF NETWORKS, Vol. 6, No. 6, pp. 887-894, 2011.

[6] S. Priyanka, “RFID based vehicle access control and tracking with IoT”, *International Journal of Engineering and Techniques, Vol. 3, Issue. 5, pp. 159-165, Oct 2017.*

[7] V. Parmar, “RFID Technology for vehicle identification “, International Journal of Advance Engineering and Research Development, Vol. 4, Issue. 1, pp. 39-48, Jan 2017.

[8] H. Kaur, and J.Malhotra, " A Review of Smart Parking System based on Internet of Things", International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering, Vol. 6, No. 4, pp. 248-250, 2018.
[9] J. Cynthia, C. Bharathi Priya, P. A. Gopinath, "IOT based Smart Parking Management System", International Journal of Recent Technology and Engineering, Vol. 7, Issue. 4, pp. 374-379, Nov 2018.
[10] S. Kevin Andrews, and V. N. Rajavarman, "Designing an IoT Enabled Vehicular Diagnostics System using Automotive Sensors and Actuators Integrated with Onboard Video Camera", International Journal of Applied Engineering Research, Vol. 12, No. 19, pp. 8273-8277, 2017.
[11] K. Daimi, "A Security Architecture for Remote Diagnosis of Vehicle Defects", *The Thirteenth Advanced International Conference on Telecommunications*, 2017.
[12] M. Ammar, G. Russello, and B. Crispo, "Internet of Things: A survey on the security of IoT frameworks ", Journal of Information Security and Applications, Vol. 38, pp. 8-27, 2018.
[13] M. A. Khan, and Kh. Salah, "IoT security: Review, blockchain solutions, and open challenges", Future Generation Computer Systems, Vol. 82, pp. 395-411, 2018.
[14] P. Suresh. J. Vijay Daniel. V.Parthasarathy, and R.H. Aswathy, "A state of the art review on the Internet of Things (IoT), IEEE in International Conference on Science, Engineering and Management Research, 2014.
[15] Y. Chahid, M. Benabdellah, and A. Azizi, "Internet of Things Security", IEEE in International Conference on Wireless Technologies, Embedded and Intelligent Systems (WITS), May 2017.
[16] S. S. Basu, and S. Tripathy, "Securing Multicast Group Communication in IoT Enabled Systems", Journal of IETE Technical Review, Vol. 36, Issue. 1, pp. 83-93, 2018.
[17] K. Mandeep, M. Sandhu, N. Mohan, and P. S. Sandhu. "RFID technology principles, advantages, limitations & its applications." *International Journal of Computer and Electrical Engineering, Vol.* 3, no. 1, pp.151, 2011.
[18] H. Khali, A. Araar, and E. Zennal Abdulla. "Suitability of passive RFID technology for fast moving vehicle identification." (2014).
[19] A. Juels, R.L. Rivest, and M. Szydlo, "ThevBlocker Tag: Selective Blocking of RFIDvTags for Consumer Privacy," Proc. 8thv ACM Conference of Computer and Comm. Security, ACM Press, pp. 103–111, 2003.
[20] K. Finkelzeller, The RFID Handbook, 2nd ed., John Wiley & Sons, 2003.
[21] P. Srinivasarao, K. V. Saiteja, K. Prudhviraj, N. P. Reddy, and R. Tejaswini. "Industrial Device Control Using Wi-Fi Module", IRE Journal, Vol. 1, Issue. 8, pp.35-39, 2018.
[22] D. Adak, M. K. Pain, and U. K. Dey, "RFID BASED SECURITY SYSTEM USING ARDUINO MODULE", International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol. 8, Issue.3, pp. 143-145, 2017.



6th International Conference on Innovation and Research in Engineering Sciences

30 June 2020 -TBILISI GEORGIA

ارائه تور جهت رفاه شرکت کنندگان حضوری کنفرانس

ششمین کنفرانس بین المللی نوآوری و تحقیق در علوم مهندسی

گرجستان – تفلیس(۱۰ تیرماه ۱۳۹۹) - آکادمی بین المللی علوم و مطالعات گرجستان

www.icires.ir

info@icires.ir

GIASS

- امکان ثبت نام در کنفرانس به صورت حضوری و غیر حضوری
- محل برگزاری کنفرانس: آکادمی بین المللی علوم و مطالعات گرجستان
- نمایه مقالات کنفرانس در پایگاه های معتبر داخلی و خارجی

پایگاه اطلاع رسانی کنفرانس ۲۲

info Conference.ir

ICIRES 2019

CIVILICA

محور های کنفرانس

* مهندسی برق	* مهندسی هوا و فضا	* مهندسی فناوری اطلاعات
* مهندسی مکانیک	* مهندسی متالوژی و مواد	* مهندسی معدن
* مهندسی عمران	* مهندسی نفت	* مهندسی صنایع
* مهندسی کشاورزی	* مهندسی کامپیوتر	* مهندسی پزشکی
* مهندسی معماری	* مهندسی مکاترونیک	و ...

شماره تماس دبیرخانه: +98 905 026 5032

Samgori District, Mikheil Gakhokidze St., Georgia, Tbilisi

تشخیص جوامع در شبکه‌های اجتماعی با استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری مبتنی بر خوشه‌بندی تجمعی

احد فخاری[۱]، موسی مجرد[۲،۳] و حسن ارفعی‌نیا[۴]

[۱]دانشجو کارشناسی ارشد، موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی لیان بوشهر، بوشهر، ایران،fakhari.eng@gmail.com
[۲]استادیار، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، واحد فیروزآباد، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزآباد، ایران، m.mojarad@iauf.ac.ir
[۳]باشگاه پژوهشگران جوان، واحد فیروزآباد، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزآباد، ایران
[۴]مربی، موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی-غیر دولتی لیان بوشهر، بوشهر، ایران، msc.harfaeinia@gmail.com

چکیده: تحلیل روابط افراد در این شبکه‌ها اهمیت بسیار دارد. با تحلیل شبکه‌های اجتماعی می‌توان به روابط و ارتباطات بین افراد در شبکه‌ها دست یافت. تشخیص اجتماعات کاربران در شبکه‌های اجتماعی به مفهوم تشخیص گروه‌های کاربری می‌باشد. برای شناسایی گروه‌های کاربری باید کاربران را از نواحی مختلف شبکه به نحوی درنظر گرفت که دارای بیشترین چگالی با یکدیگر باشند. به‌طورکلی الگوریتم‌های تشخیص اجتماعات براساس روش‌های مختلف خوشه‌بندی ارائه می‌شوند. در این تحقیق روشی برای افزایش صحت و کیفیت تشخیص اجتماعات با استفاده از الگوریتم‌های ژنتیک، ازدحام ذرات، خوشه‌بندی ***k-means*** و خوشه‌بندی ***louvain*** ارائه شده است. برای این کار از ویژگی‌ها و اطلاعات توپولوژیکی و دموگرافیکی (محتوا) استفاده می‌شود. عملکرد روش پیشنهادی بر روی مجموعه داده شبکه اجتماعی خودمحور فیس‌بوک با الگوریتم‌های ***ACD-TC***، ***HICODE*** و ***TSC*** براساس معیارهای سیلوئت و ماژولاریتی ارزیابی و مقایسه شده است. نتایج برتری روش پیشنهادی را در اغلب آزمایش‌ها نشان می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: *تشخیص جوامع، الگوریتم‌های فراابتکاری، خوشه‌بندی تجمعی، شبکه‌های اجتماعی.*

۱- مقدمه

کشف انجمن در شبکه‌های اجتماعی یکی از موضوعات

انجمن‌های اجتماعی یکی از انواع رسانه‌های اجتماعی محسوب می‌شوند و محلی برای شکل‌گیری جماعت‌های مجازی و انجمن‌سازی کاربران اینترنتی هستند [۱]. انجمن‌های اجتماعی موفق شده‌اند، تعداد قابل‌توجهی از کاربران اینترنتی را جذب کنند و در سال گذشته میلادی در میان چهار فعالیت اصلی کاربران اینترنتی قرار گرفتند. برخی تحلیلگران وب، آینده فضای مجازی را در گروی این نوع سایت‌ها می‌دانند. صدها سایت انجمن اجتماعی با حوزه‌های تخصصی متفاوت و همچنین با زبان‌های متنوع برای کاربران کشورهای مختلف در اینترنت فعالیت می‌کنند [۲]. کاربردهای انجمن‌های اجتماعی بسیار متنوع است و این سایت‌ها تمایل دارند حداکثر میزان نیاز آنلاین کاربران خود را برآورده کنند.

چالش‌برانگیز و مورد اهمیت در دنیای امروز می‌باشد، به این دلیل که از طریق شناسایی انجمن‌ها در این شبکه‌ها می‌توانیم سرعت ارتباطات افراد و انجمن‌ها را افزایش دهیم [۳]. در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی بر روی الگوریتم-های تکاملی انجام گرفته است که از جمله این الگوریتم‌ها می‌توان به الگوریتم ژنتیک و ازدحام ذرات کلونی مورچگان اشاره کرد که سعی دارند میزان سرعت ارتباطات بین افراد در انجمن‌ها را بهبود ببخشند، اما متأسفانه به نتیجه مطلوبی نرسیده است.

تحلیل شبکه‌های اجتماعی باعث کشف اجتماعات و تعاملات بین کاربران می‌شود [۴]. یک اجتماع مجموعه‌ای از کاربران است که تراکم ارتباطات در آن گروه بالا است. اگرچه الگوریتم‌های بسیاری برای تشخیص اجتماعات ارائه

شده است، اما اغلب آن‌ها به لحاظ هزینه پردازشی و زمانی برای شبکه‌های اجتماعی با مقیاس بزرگ ناکارا هستند [۵]. در این تحقیق یک الگوریتم ساده و کارا برای تشخیص اجتماع در شبکه‌های اجتماعی ارائه می‌دهیم که به هیچ دانش قبلی درباره تعداد اجتماعات شبکه نیازی ندارد. بیشتر روش‌های موجود تشخیص اجتماعات به بررسی ساختار گراف شبکه اجتماعی بدون درنظرگرفتن موضوعات و تعاملات بین کاربران می‌پردازند [۶]. در روش پیشنهادی علاوه بر در نظر گرفتن توپولوژی ارتباطی بین کاربران، توییت‌های استفاده شده توسط آن‌ها نیز مورد توجه قرار می‌دهیم.

در شبکه‌های اجتماعی، روابط با اصطلاحات گره و یال بیان می‌شود. گره‌ها کاربران درون شبکه‌ها و یال‌ها روابط میان آن‌ها را نشان می‌دهد [۷-۹]. تحلیل شبکه‌های اجتماعی باعث کشف اجتماعات و تعاملات افراد می‌شود. یک اجتماع مجموعه‌ای از کاربران است که تراکم اتصالات در آن گروه بالا است. خوشه‌بندی یا تشخیص اجتماعات، ساختار گروه-ها در شبکه‌های اجتماعی و ارتباطات پنهان بین مؤلفه‌های آن را آشکار خواهد نمود. بیشتر روش‌های موجود تشخیص اجتماعات به بررسی ساختار گراف شبکه بدون در نظر گرفتن موضوعات می‌پردازند. در این تحقیق از اطلاعات توپولوژیکی و دموگرافیکی کاربران از یک شبکه اجتماعی نظیر فیس‌بوک، جهت شناسایی جوامع استفاده می‌شود.

در ادامه این تحقیق؛ پیشینه تحقیق در بخش دوم ارائه می‌شوند. بخش سوم مرتبط به روش پیشنهادی این تحقیق جهت کشف اجتماعات است و نتایج حاصل از آن در بخش چهارم ارائه می‌گردد. درنهایت در بخش پنجم نتیجه‌گیری و پیشنهادات مطرح می‌شود.

۲- پیشینه تحقیق

در زمینه تشخیص اجتماعات در شبکه‌های اجتماعی، تحقیقات متعددی صورت گرفته است. در این بخش به تحلیل و بررسی برخی از جدیدترین تحقیق‌های مرتبط در زمینه می‌پردازیم.

در [۱۰] تأثیر روش‌های کشف اجتماعات در شناسایی گره-های تأثیرگذار و بیشینه‌سازی اثر در شبکه‌های اجتماعی را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق با توجه به مفروض بودن ساختار کلی شبکه اجتماعی و مدل انتشار، نه‌تنها بیشینه‌سازی تأثیر در کل شبکه، بلکه پوشش حداکثری اجتماعات در شبکه نیز موردتوجه قرار گرفته است.

در [۱۱] حداکثرسازی شیوع اطلاعات در شبکه‌های اجتماعی مبتنی بر اجتماعات را پیشنهاد دادند. در این تحقیق با استفاده از مدل انتشار اطلاعات آبشاری مستقل و روش‌های شناسایی اجتماعات مختلف، روشی در شناسایی گره‌های تأثیرگذار ارائه شده است.

در [۱۲] یک روش خوشه‌بندی فازی سلسله مراتبی جهت شناسایی ساختار اجتماعات در شبکه‌های اجتماعی ارائه شده است. در این تحقیق یک الگوریتم ترکیبی فازی در سه مرحله ارائه شده است که در مرحله اول سعی بر تشخیص اجتماعات روش خوشه‌بندی فازی دارد و در مرحله دوم اجتماعات را در سطوح بالاتر به روش خوشه-بندی سلسله مراتبی ترکیب کرده و در مرحله سوم با استفاده از معیار ارزیابی کیفیت بهینه‌سازی ماژولاریتی، اجتماعات به‌دست‌آمده از دو مرحله قبل ارزیابی می‌شود.

روش CC-GA در [۱۳] ارائه شد. این روش از یک الگوریتم ژنتیک مبتنی بر ضریب خوشه‌ای برای تشخیص جوامع در شبکه‌های اجتماعی استفاده می‌کند. روش CC-GA از لحاظ سیاست تولید جمعیت اولیه و همچنین عملگر جهش نسبت به سایر روش‌های مشابه برتری دارد که باعث افزایش کارایی و دقت آن شده است.

در [۱۴] الگوریتم انتشار برچسب براساس تأثیر مبتنی بر شواهد برای تشخیص جامعه توزیع شده در شبکه‌های اجتماعی را مورد بررسی قرار دادند. در این مقاله الگوریتم LPAجدیدی برای تشخیص جامعه توزیع‌شده براساس تئوری شواهد ارائه می‌شود که در بررسی اطلاعات راندمان بالایی نشان داده است. در این مدل تخصیص انبوه و میزان معقول بودن بر اساس تأثیر اجتماعی برای تشخیص برچسب دامنه هر گره محاسبه می‌شود.

روش MDCL در [۱۵] ارائه شد. این روش از یک الگوریتم جستجوی چندهدفه فاخته با جستجو محلی برای تشخیص اجتماعات در شبکه‌های اجتماعی پیچیده استفاده می‌کند. در روش MDCL دو تابع هدف نرخ تجمع منفی و نرخ شکاف تعریف شده است که از طریق محدودیت پیمانگی حداقل‌سازی می‌شوند. برای ایجاد جمعیت اولیه از یک

استراتژی جستجو محلی و یک اپراتور کلون استفاده می-شود.

در [۱۶] الگوریتم انتشار برچسب بر مبنای مرکزیت (CenLP) برای شناسایی اجتماع در شبکه‌های اجتماعی معرفی کردند. این الگوریتم یک تابع جدید را برای اندازه‌گیری مرکزیت گره‌ها به‌طور کمی بدون هیچ‌گونه تعامل با کاربر به‌وسیله محاسبه تراکم محلی و شباهت با همسایه‌های با تراکم بالا برای هر گره معرفی می‌کند.

در [۱۷] الگوریتم‌ها و برنامه‌های کاربردی برای تشخیص اجتماع در شبکه‌های وزن‌دار را مورد بررسی قرار دادند. در این مقاله به رفع مشکل تشخیص اجتماع در شبکه‌های وزن‌دار می‌پردازد.

در [۱۸] کشف جامعه کاربری از شبکه‌های چند ارتباطی را پیشنهاد دادند. بررسی‌های اولیه با دو مجموعه اطلاعاتی در دنیای واقعی نشان می‌دهد که این مدل می‌تواند اجتماع-هایی مشهود را مشخص کند، که در میان کاربران آن، دوستی‌های جدی و اشتراک‌های فراوان در زمینه علایق وجود دارد.

در [۱۹] تشخیص جوامع همپوشان در شبکه‌های اجتماعی بررسی شده است. این مقاله جدیدترین تکنولوژی الگوریتم تشخیص جامعه همپوشان، معیارهای و مقیاس‌های کیفی را مورد تجدیدنظر قرار می‌دهد.

روش TSC در [۲۰] ارائه شد که یک الگوریتم تشخیص اجتماعات ترکیبی برای شبکه‌های اجتماعی است. این روش یک خوشه‌بندی سری زمانی را برای تشخیص اجتماعات در نظر می‌گیرد. به‌طورکلی، نقطه اصلی این روش، تبدیل سری زمانی از دامنه زمان فضا به دامنه توپولوژیک است.

روش DLA در [۲۱] به‌منظور تشخیص کاربرانی با توئیت-های خشونت‌آمیز ارائه شد. DLA از یک الگوریتم مبتنی بر یادگیری ماشین با توجه به نظرات کاربران استفاده می-کند. تکنیک استفاده شده در DLA، یادگیری عمیق است که به‌صورت پیشرفته‌ای توسعه داده شده است.

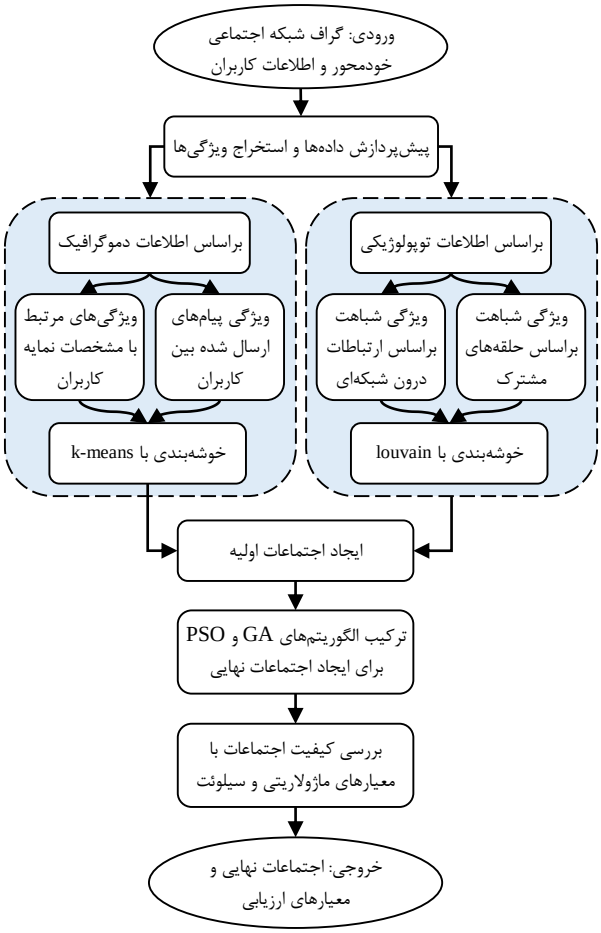
روش ACD-TC در [۲۲] ارائه شد که یک روش شناسایی اجتماعات تطبیقی با ترکیب توپولوژی و محتوا است. در اینجا برای ترکیب توپولوژی و محتوای از یک پارامتر تطبیقی استفاده شده تا تأثیر محتوا را در کشف اجتماعات به‌طور مؤثر کنترل کند. در نهایت یک الگوریتم کشف اجتماعات همپوشانی روی نتیجه پارتیشن‌بندی اجتماعات مرحله قبل اعمال می‌شود.

روش HICODE در [۲۳] برای تشخیص اجتماعات مخفی در شبکه‌های اجتماعی ارائه شد. از نکات برجسته این تحقیق می‌توان به پیشنهاد یک مفهوم جدید از جامعه پنهان برای تجزیه‌وتحلیل شبکه، ارائه متا-روش HICODE برای تشخیص اجتماعات مخفی، پیشنهاد روش‌هایی برای کاهش تأثیر ساختارهای تشخیصی و قابلیت استفاده برای هر دو اجتماعات غالب و اجتماعات مخفی اشاره کرد.

۳- روش پیشنهادی

در این تحقیق از الگوریتم‌های ژنتیک، ازدحام ذرات، خوشه‌بندی k-means و خوشه‌بندی louvain برای ارائه الگوریتم تشخیص اجتماعات پیشنهادی استفاده می‌شود. این الگوریتم مبتنی بر شبکه‌های اجتماعی خودمحور است. به‌طورکلی این شبکه‌ها روابط کاربر ego و دوستانشان را نشان می‌دهد. در گراف این شبکه‌ها کاربر ego در مرکز گراف قرار دارد و حلقه‌های تشکیل شده اطراف این کاربر حاوی روابط فردی خاص آن است. بنابراین در این نوع شبکه‌ها ارتباطات توسط ego معرفی می‌گردد.

ویژگی‌های استفاده شده از کاربران برای تشخیص اجتماعات، اطلاعات توپولوژیکی و دموگرافیکی (محتوا) آن‌ها می‌باشد. اطلاعات توپولوژیکی با ویژگی‌های شبکه-های خودمحور مرتبط است و از حلقه‌های مشترک و ارتباطات درون‌شبکه‌ای خودمحور تشکیل شده است. اطلاعات دموگرافیکی نیز مربوط به مشخصات نمایه کاربران و همچنین کلمات کلیدی استفاده شده در پیام(توئیت)های آن‌ها می‌باشد. روش پیشنهادی برای تشخیص اجتماعات از یک الگوریتم خوشه‌بندی ترکیبی بر مبنای الگوریتم‌های تکاملی بهره می‌گیرد. معماری روش پیشنهادی در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: معماری روش پیشنهادی

به‌طورکلی کاربران موجود در یک اجتماع باید بیشترین تراکم را با همدیگر داشته باشند و از طرفی باید دارای کمترین تراکم با سایر اجتماعات باشند. در این مسئله تراکم به مفهوم ارتباطات بین کاربران از لحاظ ویژگی‌های مختلفی است. برای مثال کاربران درون یک اجتماع باید دارای بیشترین ارتباط با همدیگر و کمترین ارتباط با سایر کاربران باشند. شاخص‌های اعتبارسنجی برای سنجش میزان صحت نتایج خوشه‌بندی به‌منظور مقایسه بین روش-های خوشه‌بندی مختلف یا مقایسه نتایج حاصل از یک روش با پارامترهای مختلف مورداستفاده قرار می‌گیرند. ازاین‌رو از معیارهای ارزیابی ماژولاریتی و سیلوئت جهت ارزیابی عملکرد اجتماعات تشخیص داده شده و همچنین مقایسه با سایر روش‌ها استفاده می‌کنیم. معیار ماژولاریتی از جمله معیارهای اندازه‌گیری است که در زمان حداکثر بودن، منجر به ایجاد اجتماعات در یک چنین شبکه‌ی داده شده‌ای می‌شود. معیار سیلوئت یکی دیگر از شاخص‌های ارزیابی درونی خوشه‌بندی به‌منظور ارزیابی اجتماعات است که بر کیفیت اجتماعات و پراکندگی داده‌ها تمرکز دارد.

۳-۱- پیش‌پردازش داده‌ها

در پیش‌پردازش، ابتدا ماتریس هم‌جواری بین هر جفت کاربر ایجاد می‌شود. این ماتریس به‌صورت رابطه (۱) تعریف می‌شود.

$$Adj(u,v)=\begin{cases}0 & if\ u \nrightarrow v\\ 1 & if\ u \rightarrow v\end{cases} \qquad (۱)$$

سپس، با توجه به وجود چندین شبکه ego در ساختار اطلاعات در دسترس، ارتباطات موجود در شبکه ego، i-ام نیز به‌صورت ماتریس هم‌جواری A_i در رابطه (۲) نشان داده می‌شود.

$$A_i(u,v)=\begin{cases}0 & if\ u \overset{i}{\nrightarrow} v\\ 1 & if\ u \overset{i}{\rightarrow} v\end{cases} \qquad (۲)$$

جایی که $u \overset{i}{\rightarrow} v$ وجود ارتباط بین دو کاربر در i-مین شبکه ego را نشان می‌دهد. در این مرحله اطلاعات نمایه کاربران نیز نرمال‌سازی می‌شود. در اینجا فیلدهای مشخصات کاربران که به‌صورت کیفی بیان شده به‌صورت کمی کدگذاری می‌شوند.

۳-۲- استخراج ویژگی‌ها

در این تحقیق چهار ویژگی «شباهت براساس حلقه‌های مشترک» و «شباهت براساس ارتباطات درون‌شبکه‌ای» از اطلاعات توپولوژیکی و «پیام‌های ارسال‌شده بین کاربران» و «فیلدهای مرتبط با مشخصات نمایه کاربران» از اطلاعات دموگرافیکی کاربران استخراج می‌شود.

ویژگی شباهت براساس حلقه‌های مشترک: اغلب در شبکه‌های اجتماعی خودمحور کاربران از طریق مسیرهایی از حلقه‌های مختلف شبکه‌های ego مرتبط هستند. یک مسیر خودمحور به‌صورت $u \xrightarrow{follows} w \xrightarrow{friends} v$ نشان داده می‌شود، جائیکه کاربر w واسط ارتباط بین کاربران u و v است. مقدار ویژگی شباهت براساس حلقه‌های مشترک برای دو کاربر u و v برمبنای تعداد کاربران مشابه w که حداقل با یکی از کاربران u و v در حلقه مشترکی باشند، محاسبه می‌گردد.

ویژگی شباهت براساس ارتباطات درون‌شبکه‌ای: برای محاسبه این ویژگی از ساختار معیار شباهت معروف کاتز به‌صورت محلی درون هر شبکه ego استفاده می‌شود. مقدار این ویژگی براساس تعداد مسیرهای خودمحور نظیر $u \rightarrow w \rightarrow v$ با طول‌های متفاوت بین کاربران درنظر گرفته می‌شود، جایی که هر کاربر نظیر w باید حداقل با یکی از کاربران u و v در شبکه ego یکسانی باشد. شاخص توسعه‌یافته کاتز برای شبکه‌های خودمحور به‌صورت رابطه (۳) تعریف شده است.

$$KATZ_{ext}(u,v) = \sum_{l=2}^{L} \beta^l . \left|EgoPaths_{u,v}^{l}\right| \quad (۳)$$

جایی که β ضریب ثابت (کمتر از ۱) جهت کاهش تأثیر مسیرهای طولانی، L حداکثر طول مسیر مورد بررسی (در اینجا ۲، ۳ و ۴) و $\left|EgoPaths_{u,v}^{l}\right|$ تعداد مسیرهای خودمحور با طول l بین دو کاربر u و v می‌باشد. β^l باعث افزایش ارزش این ویژگی برای مسیرهایی با طول کوتاه‌تر می‌شود، چون هر چه طول مسیر کمتر باشد تراکم بیشتری وجود خواهد داشت.

ویژگی پیام‌های ارسال‌شده بین کاربران: این ویژگی برمبنای کلمات کلیدی استفاده‌شده مشابه در پیام‌ها و توئیت‌های کاربران محاسبه می‌شود. $T(u)$ کلمات کلیدی استفاده‌شده برای کاربر u است و به‌صورت $T(u) = [t_1, t_2, \dots, t_m]$ نشان داده می‌شود. جایی که t_i به‌صورت باینری نشان‌دهنده استفاده یا عدم استفاده از i-مین کلمه کلیدی توسط کاربر u می‌باشد. مقدار ویژگی «پیام‌های ارسال‌شده» برای دو کاربر u و v به‌صورت رابطه (۴) تعریف می‌شود.

$$CM(u,v) = \|T(u) \cap T(v)\| \quad (۴)$$

در این رابطه ∩ اشتراک بین دو بردار $T(u)$ و $T(v)$ است و $\|*\|$ مجموع تعداد عضوهای مشترک را محاسبه می‌کند.

ویژگی فیلدهای مرتبط با مشخصات نمایه کاربران: این ویژگی برمبنای فیلدهای «سن»، «جنسیت»، «میزان تحصیلات»، «شغل» و «موقعیت جغرافیایی» از هر کاربر در قالب یک ماتریس $N \times 5$ به‌منظور تشخیص اجتماعات استخراج می‌شود.

۳-۳- خوشه‌بندی کاربران

در این تحقیق برای کار خوشه‌بندی از دو الگوریتم معروف k-means و louvain به ترتیب برای خوشه‌بندی کاربران براساس اطلاعات دموگرافیکی و توپولوژیکی استفاده می‌شود. در ویژگی‌های بخش دموگرافیک چندین فیلد برای هر نمونه در اختیار است و به همین دلیل با ساختار الگوریتم k-means همخوانی دارد. ویژگی‌های بخش توپولوژیکی یک شباهت برای هر کاربر دارد و ساختار آن گراف است. به همین دلیل برای خوشه‌بندی آن از الگوریتم خوشه‌بندی مبتنی بر گراف louvain استفاده می‌شود.

برای هر چهار ویژگی استخراج‌شده، خوشه‌بندی‌های متفاوتی برای کاربران ایجاد می‌شود که از اطلاعات آن‌ها در جهت ایجاد اجتماعات نهایی استفاده می‌شود.

۴-۳- ایجاد اجتماعات اولیه کاربران

اجتماعات اولیه، شباهت‌های حداکثری بین کاربران را به تصویر می‌کشد و دارای اندازه‌های نسبتاً کوچکی هستند. در اینجا همه خوشه‌ها را یکپارچه و در یک مجموعه به‌صورت $C = \{\{c_1\}, \{c_2\}, \{c_3\}, \{c_4\}\}$ در نظر می‌گیریم که c_i خوشه‌های مربوط به i-مین خوشه‌بندی انجام شده است. سپس شباهت بین هر جفت کاربر را براساس C محاسبه می‌کنیم. شباهت بین دو کاربر u و v به‌صورت $s_{u,v}$ نشان داده می‌شود و مقدار آن برابر است با جمع وزنی تعداد دفعاتی که این دو کاربر در خوشه‌های یکسانی دیده شده است. $s_{u,v}$ با توجه به رابطه (۵) محاسبه می‌گردد.

$$s_{u,v} = \sum_{c} \frac{1}{N_c}, \quad if\ (u,v) \in c \quad (۵)$$

در اینجا N_c تعداد کاربران خوشه c است. هر چه دو کاربر در یک خوشه با تعداد اعضاء کمتر دیده شوند، شباهت بیشتری دارند. این فرایند منجر به ایجاد ماتریس شباهت S می‌شود که یک ماتریس $N \times N$ است. در ادامه براساس تعیین حداکثر شباهت‌ها روی ماتریس S، اجتماعات اولیه ایجاد می‌شود. حداکثر شباهت‌های کاربران به‌صورت رابطه (۶) تعریف می‌گردد.

$$S_{MAX} = \begin{bmatrix} S_{max}^1 \\ S_{max}^2 \\ \vdots \\ S_{max}^N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \max[s_{1,1}, & s_{1,2}, & \cdots & s_{1,N}] \\ \max[s_{2,1}, & s_{2,2}, & \cdots & s_{2,N}] \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \max[s_{N,1}, & s_{N,2}, & \cdots & s_{N,N}] \end{bmatrix} \quad (۶)$$

برای محاسبه حداکثر شباهت بین کاربران هر سطر از ماتریس S مورد توجه می‌باشد. S_{MAX} نشان می‌دهد که کاربر i-ام با تمام کاربران (در هر سطر) به مقدار S^i_{max} رسیده است. اجتماعات اولیه براساس S_{MAX} ایجاد می‌شود. کاربران متعلق به اجتماع اول براساس سطر اول ماتریس یعنی S^1_{max} ایجاد می‌شوند. در اینجا همه کاربرانی که مقدار شباهت آن‌ها برابر S^1_{max} است، به اجتماع اول ($cluster_1$) تعلق دارند. برای تعیین کاربران متعلق به اجتماعات بعدی به‌صورت زیر عمل می‌کنیم. جایی که فرض می‌شود اجتماع بعدی $cluster_z$ است.

۱. کاربر j جایی که $j = 2,3, \dots N$ مورد بررسی قرار می‌گیرد.
۲. اگر کاربر j قبلاً به اجتماع خاصی تخصیص داده شده، متعلق به $cluster_z$ نمی‌باشد در غیر این صورت کاربر j متعلق به اجتماع $cluster_z$ است.
۳. همه کاربرانی با مقدار شباهت S^j_{max} (سطر j-ام از S_{MAX}) که قبلاً به اجتماع خاصی تخصیص داده نشده‌اند، متعلق به اجتماع $cluster_z$ هستند.

براساس مراحل فوق درنهایت Z اجتماع اولیه ایجاد می‌شود، جایی که $cluster_z \in [1,2, \dots, z, \dots, Z]$ می‌باشد.

۳-۵- ایجاد اجتماعات نهایی

در این تحقیق برای ایجاد اجتماعات نهایی از یک رویکرد ترکیبی مبتنی بر الگوریتم‌های ژنتیک و ازدحام ذرات استفاده شده است. تعداد اجتماعات نهایی در طی پروسه بهینه‌سازی و ادغام اجتماعات کوچک‌تر به‌صورت خودکار محاسبه می‌شود. هدف الگوریتم ترکیبی پیشنهادی ادغام اجتماعات کوچک‌تر و ایجاد اجتماعات بزرگ و نهایی به نحوی است که بهترین بهره‌وری حاصل شود. در اینجا اجتماعات کوچک‌تر براساس الگوریتم ژنتیک ادغام شده و به‌منظور افزایش کیفیت اجتماعات یک الگوریتم ازدحام ذرات در هر نسل اعمال می‌شود. الگوریتم ازدحام ذرات وظیفه جابه‌جایی گره‌ها بین اجتماعات ادغام‌شده را بر عهده دارد و این در حالی است که الگوریتم ژنتیک ادغام اجتماعات را انجام می‌دهد.

ساختار راه‌حل پیشنهادی به‌صورت یک بردار به طول Z است، جایی که Z تعداد اجتماع اولیه است. هر عنصر در بردار تعریف شده بیانگر یک اجتماع اولیه و مقدار منتسب به آن شماره اجتماع نهایی را نشان می‌دهد. با توجه به ساختار راه‌حل پیشنهادی جمعیت اولیه به‌صورت تصادفی ایجاد می‌شود.

در این مقاله برای محاسبه برازندگی راه‌حل‌ها از معیارها ماژولاریتی و سیلوئت به‌صورت مقایسه‌ای استفاده شده است. برای انتخاب والدین و تولیدمثل از عملگر انتخاب چرخ رولت استفاده شده و عملگر برش تک-نقطه‌ای با احتمال C_r است. علاوه بر این، عملگر جهش استفاده شده با احتمال M_r روی هر بیت از راه‌حل اعمال شده و مقدار منتسب به آن را یک واحد به‌صورت تصادفی اضافه یا کم می‌کند.

پس از ایجاد جمعیت جدید در هر نسل، یک الگوریتم ازدحام ذرات به‌منظور افزایش کیفیت اجتماعات یک الگوریتم ازدحام ذرات روی جمعیت اعمال می‌شود.

موقعیت هر ذره در فضای جستجو به‌صورت یک بردار به طول تعداد کاربران (N) است که هر عنصر آن شماره اجتماع تشخیص داده شده از راه‌حل الگوریتم ژنتیک است. در اینجا جمعیت اولیه ذرات همان جمعیت اولیه از الگوریتم ژنتیک می‌باشد. هر ذره یک مقدار شایستگی دارد که همان معیارهای سیلوئت و ماژولاریتی هستند. در هر گام، هر ذره با استفاده از دو بهترین مقدار به‌روز می‌شود. اولین مورد، بهترین موقعیتی است که تاکنون ذره موفق به رسیدن به آن شده است (pbest). بهترین مقدار دیگر، بهترین موقعیتی است که تاکنون توسط جمعیت ذرات به‌دست‌آمده است و مصداق هوش جمعی است (gbest).

سرعت برای هر ذره با بردار v نشان داده شده که ابعادی مشابه بردار موقعیت ذرات دارد. مقادیر اولیه بردار v برای هر ذره در ابتدا در بازه ۰ تا ۱ به‌صورت تصادفی انتخاب می‌شود. پس از یافتن بهترین مقادیر (pbest و gbest)، سرعت و مکان هر ذره به‌روزرسانی می‌شوند. با توجه به محیط گسسته در مسئله، موقعیت ذرات به‌صورت زیر تغییر می‌کند:

۱. برای هر اجتماع نهایی یک عنصر (کاربر) از بردار ذره انتخاب می‌شود. این انتخاب بر مبنای بردار سرعت و با استفاده از عملگر چرخ رولت انجام می‌شود.

۲. برای هر عنصر انتخاب‌شده، به‌صورت تصادفی یک شماره اجتماع تخصیص داده می‌شود.
۳. ذره جدید در صورت بهبود معیارهای برازندگی به موقعیت جدید می‌رود.

۳-۶- بررسی کیفیت اجتماعات

اجتماعات شامل کاربرانی است که نسبت به همدیگر بیشترین تراکم (ارتباطات) را دارند و از طرفی کمترین تراکم را با کاربران موجود در سایر اجتماعات دارند. تراکم به ارتباطات میان کاربران براساس ویژگی‌های استخراج شده از گراف شبکه اجتماعی اشاره دارد. از جمله معروف-ترین معیارهای ارزیابی کیفیت اجتماعات در شبکه‌های اجتماعی بر اساس تراکم، ماژولاریتی و سیلوئت است. این معیارها زمانی استفاده می‌شود که نتایج واقعی خوشه‌های برای هر نمونه را نداشته باشیم.

معیار ماژولاریتی برای اجتماعات $C = \{C_1, C_2, \dots, C_c\}$ با توجه به رابطه (۷) محاسبه می‌شود.

$$M(C) = \sum_{c}\left(\frac{1}{2\xi}\sum_{u\in c,\ v\in c'}\left[A_{u,v} - \frac{k_u \times k_v}{2\xi}\right]\delta(u,v)\right) \quad (۷)$$

جایی که c به کاربران اجتماع c و c' به کاربران سایر اجتماعات غیر از c اشاره دارد. $A_{u,v}$ وزن بین دو کاربر u و v است که به‌صورت میانگین وزنی برای همه ویژگی‌های محاسبه شده بین دو کاربر در نظر گرفته می‌شود، k_u و k_v به ترتیب نشان‌دهنده مجموع وزن‌های یال‌های متصل به کاربران u و v می‌باشد. ξ مجموع همه وزن‌های گراف شبکه اجتماعی است و درنهایت $\delta(u,v)$ یک تابع دلتا ساده برای نشان دادن ارتباط و یا عدم ارتباط بین کاربران u و v است (۰ عدم ارتباط و ۱ ارتباط).

معیار سیلوئت بر محاسبه پراکندگی داده‌ها در اجتماعات مختلف متمرکز است و معیارهای فواصل درون خوشه‌ای و برون خوشه‌ای را به‌طور هم‌زمان لحاظ می‌کند. معیار سیلوئت به‌صورت رابطه (۸) تعریف می‌شود.

$$S = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\frac{b_i - a_i}{\max(b_i, a_i)} \quad (۸)$$

جایی که N تعداد کل کاربران، a_i متوسط فاصله (وزن) کاربر u_i از سایر کاربران در خوشه خودش و b_i متوسط فاصله کاربر u_i از سایر کاربران در سایر خوشه‌ها می‌باشد. b_i برای هر خوشه یک ارزش دارد که مقدار نهایی آن به‌صورت کمترین در نظر گرفته می‌شود.

۴- نتایج و بحث

در این تحقیق آزمایش‌های گسترده‌ای را برای نشان داده برتری الگوریتم پیشنهادی ارائه شده است. نتایج در مقابل الگوریتم‌های ACD-TC [۲۲]، HICODE [۲۳] و TSC [۲۰] با توجه به معیارهای ماژولاریتی [۲۴]، سیلوئت [۲۵] و تعداد اجتماعات مورد مقایسه قرار می‌گیرد. برای انجام شبیه-سازی از نرم‌افزار MATLAB ورژن 2017a و یک کامپیوتر شخصی با پیکربندی پردازنده اینتل ۵ هسته و فرکانس ۲,۴ گیگاهرتز، حافظه ۱۶ گیگابایت استفاده شده است.

شبیه‌سازی روی مجموعه داده شبکه اجتماعی خودمحور فیس‌بوک انجام شده است. با توجه به حجم بالای تعداد کاربران، در این مقاله تنها از ۳ شبکه ego ابتدایی با ۲۱۶۷ کاربر و ۴۵۴۲۳ لینک استفاده شده است. در هر مرحله از اعتبارسنجی کاربران به دو بخش آموزشی (E^T) و آزمایشی (E^P) تفکیک می‌شوند. این فرایند مطابق 10-fold اجرا شده و نتایج نهایی به‌صورت میانگین ارائه می‌گردد. بنابراین $E = E^T \cup E^P$ و $E^T \cap E^P = \emptyset$ است، جائیکه E ارتباطات کل شبکه را نشان می‌دهد.

در ابتدا از معیار تعداد اجتماعات برای مقایسه روش‌های مختلف بهره می‌گیریم. تعداد اجتماعات نشان می‌دهد که الگوریتم ارائه شده در نهایت با چه تعداد اجتماع، تراکم کاربران را نشان می‌دهد. در تکرارهای متوالی هر چه یک الگوریتم بتواند تعداد اجتماعات تشخیص داده شده مشابهی حاصل کند، الگوریتم پایداری بیشتری دارد. بدین منظور در این آزمایش نتایج تعداد خوشه‌های نهایی برای روش پیشنهادی و سایر روش‌های مورد مقایسه در ۱۵ اجرای مختلف گزارش شده است. شکل ۲ نتایج این آزمایش را نشان می‌دهد.



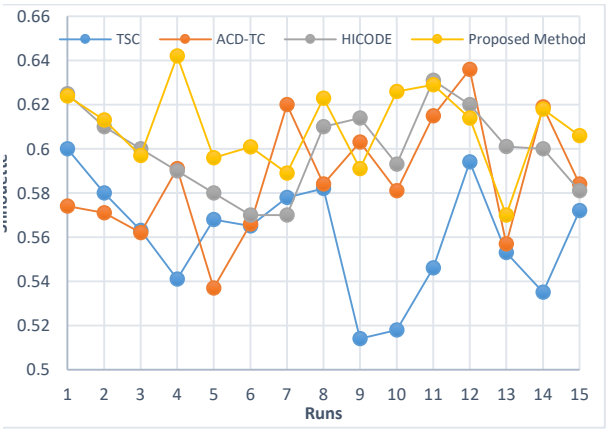
شکل ۲: مقایسه تعداد اجتماعات کشف‌شده در روش‌های مختلف

با توجه به نتایج این آزمایش، روش پیشنهادی کمترین پراکندگی را در بین سایر روش‌ها در تشخیص تعداد اجتماعات دارد. در اینجا تعداد اجتماعات تشخیص داده شده برای روش پیشنهادی تنها در محدوده ۱۹ تا ۲۲ اجتماع در نوسان است و به‌طور میانگین این تعداد حدود ۲۱ است. این در حالی است که روش TSC دارای بیشترین پراکندگی تعداد اجتماعات تشخیص داده شده است. این روش به‌طور میانگین تعداد اجتماعات را حدود ۱۸ تخمین می‌زند و نوسانات آن بین ۱۵ تا ۲۱ است. روش‌های ACD-TC و HICODE نیز عملکرد مناسبی دارند هرچند از روش پیشنهادی نتایج ضعیف‌تری را ارائه می‌دهند. به‌طور خاص میانگین تعداد اجتماعات در این دو روش حدود ۲۰ است. از بین روش‌های ACD-TC و HICODE؛ روش ACD-TC پراکندگی بیشتری را در تعداد اجتماعات تشخیص داده شده گزارش می‌دهد به نحوی این پراکندگی بین ۱۷ تا ۲۳ است. این در حالی است که پراکندگی تعداد اجتماعات روش HICODE بین ۱۸ تا ۲۳ می‌باشد.

بنابراین نتایج این آزمایش نشان داد که روش پیشنهادی به چند مرحله کردن تشخیص اجتماعات و استفاده از دو جنبه مختلف توپولوژی و محتوا توانسته است نسبت به سایر روش‌های مشابه تعداد اجتماعات پایدارتری را ارائه دهد.

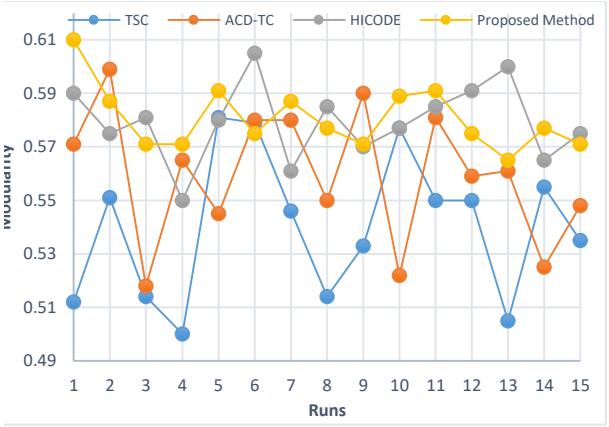
در ادامه روش‌های مختلف از لحاظ معیار سیلوئت بررسی و مقایسه می‌شود. شکل ۳ نتایج این آزمایش را برای روش پیشنهادی و سه روش TSC، ACD-TC و HICODE نشان می‌دهد. در اینجا معیار سیلوئت به‌صورت میانگین برای همه کاربران آزمایشی و برای ۱۵ اجرای متمایز گزارش شده است.

نتایج شاخص سیلوئت نشان می‌دهد که روش پیشنهادی با میانگین ۰٫۶۱ بهترین عملکرد را در بین سایر روش‌ها دارد. در رتبه دوم روش HICODE با میانگین سیلوئت ۰٫۶ قرار دارد. علاوه بر این، روش‌های ACD-TC و TSC نیز به ترتیب به ۰٫۵۹ و ۰٫۵۶ در رتبه‌های بعدی قرار دارند. در بهترین اجرا روش پیشنهادی به درجه سیلوئت ۰٫۶۴۲ رسیده است، این در حالی است که بهترین معیار سیلوئت روش HICODE مقدار ۰٫۶۳۱ است. هرچند در برخی از اجراها روش HICODE نسبت به روش پیشنهادی برتری دارد اما در حالت میانگین روش پیشنهادی اجتماعات بهتری را ارائه می‌دهد، هرچند این برتری ناچیز است.



شکل ۳: مقایسه روش‌های مختلف در شاخص سیلوئت

در آزمایش دیگری روش‌های مختلف را از لحاظ معیار ماژولاریتی مورد مقایسه قرار داده‌ایم. ماژولاریتی به چگالی (تراکم) ارتباطات اجتماعات ایجاد شده تمرکز دارد. هر چه ماژولاریتی برای یک روش بیشتری باشد، این امر نشان‌دهنده عملکرد مناسب و ایجاد اجتماعات قوی‌تری است. نتایج این مقایسه در شکل ۴ برای ۱۵ اجرای مختلف ارائه شده است.



شکل ۴: مقایسه روش‌های مختلف در شاخص ماژولاریتی

نتایج این آزمایش نیز برتری نسبی روش پیشنهادی را نشان می‌دهد. میانگین نتایج شاخص ماژولاریتی برای روش پیشنهادی ۰,۵۸ است، این در حالی است که روش HICODE با اختلاف ناچیزی به شاخص ماژولاریتی ۰,۵۷۹ رسیده است. در برخی از اجراها روش HICODE برتری دارد اما درمجموع روش پیشنهادی نتایج بهتری را گزارش کرده است. بهترین شاخص ماژولاریتی برای روش پیشنهادی ۰,۶۱ است درحالی‌که برای روش HICODE این عدد برابر ۰,۶۰۵ است. علاوه بر این روش پیشنهادی نسبت به دو روش TSC و ACD-TC برتری قابل‌توجهی دارد. شاخص ماژولاریتی برای این دو روش به ترتیب ۰,۵۴ و ۰,۵۶ است. به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که روش پیشنهاد با استفاده از خوشه‌بندی ترکیبی موفق به ایجاد اجتماعات متراکم‌تری نسبت به سایر روش‌های مشابه شده است.

در انتها نتایج مقایسه برای معیارهای تعداد اجتماعات، سیلوئت و ماژولاریتی برای روش‌های TSC، ACD-TC، HICODE و همچنین روش پیشنهادی برای مقایسه دقیق‌تر به‌صورت عددی گزارش می‌شوند. نتایج این مقایسه در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج ارائه شده بر مبنای میانگین ۱۵ اجرای متمایز اندازه‌گیری شده است. نتایج اثبات می‌کنند که روش پیشنهادی به اجتماعات پایدارتری در میانگین اجراها رسیده است.

جدول ۱: مقایسه روش پیشنهادی نسبت به سایر روش‌ها

روش‌ها	ماژولاریتی	سیلوئت	تعداد اجتماعات
TSC	۰,۵۴۰	۰,۵۶۰	۲۰,۳۳
ACD-TC	۰,۵۵۹	۰,۵۸۵	۱۷,۸۷
HICODE	۰,۵۷۹	۰,۶۰۱	۲۰,۴۵
روش پیشنهادی	۰,۵۸۱	۰,۶۰۸	۲۱,۰۶

به‌طورکلی میزان بهبود روش پیشنهادی نسبت به روش HICODE در شاخص سیلوئت ۱,۲ و برای ماژولاریتی ۰,۵ درصد است. هرچند این برتری ناچیز است اما روش پیشنهادی به‌طور میانگین نتایج بهتری را گزارش داده است. علاوه بر این برتری روش پیشنهادی در شاخص سیلوئت نسبت به روش‌های TSC و ACD-TC به ترتیب ۷,۵ درصد و ۳,۹ درصد و برای شاخص ماژولاریتی به ترتیب ۸,۵ درصد و ۳,۸ درصد است.

۵- نتیجه‌گیری

یکی از چالش‌های اصلی در آنالیز شبکه‌های اجتماعی، تشخیص اجتماعات (جوامع) است. در این مقاله از یک روش ترکیبی برای تشخیص اجتماعات بر مبنای ویژگی‌های توپولوژیکی و دموگرافیکی استفاده شد. اطلاعات توپولوژیکی با ویژگی‌های شبکه‌های خودمحور مرتبط است و از حلقه‌های مشترک و ارتباطات درون‌شبکه‌ای خودمحور تشکیل شده است. اطلاعات دموگرافیکی نیز مربوط به مشخصات نمایه کاربران و همچنین توئیت‌های مشترک آن‌ها می‌باشد. اجتماعات اولیه براساس شباهت‌های حداکثری و اجتماعات نهایی براساس ترکیب دو الگوریتم ژنتیک و ازدحام ذرات ایجاد شد. الگوریتم ترکیبی ارائه شده با هدف حداکثر بهره‌وری سعی در ادغام خوشه‌ها و اجتماعات کوچک دارد.

استفاده از سایر شاخص‌های ارزیابی درون خوشه‌ای نظیر جاکارد برای بررسی اجتماعات نهایی کاربران از پیشنهادات این تحقیق برای کارهای آتی است.

مراجع

[1] Bliss, C.A. , Frank, M.R. , Danforth, Ch.M. , Dodds, .P.Sh. (2014). An evolutionary algorithm approach to link prediction in dynamicsocial networks. Journal of Computational Science,5(5), 750-764.

[2] Cui, W., Pu, C., Xu, Z., Cai, S., Yang, J., & Michaelson, A. (2016). Bounded link prediction in very large networks. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 457, 202-214.

[3] Han, S., & Xu, Y. (2016). Link Prediction in Microblog Network Using Supervised Learning with Multiple Features. JCP, 11(1), 72-82.

[4] Liu, F., Liu, B., Sun, C., Liu, M., & Wang, X. (2015). Deep belief network-based approaches for link prediction in signed social networks. Entropy, 17(4), 2140-2169.

[5] Naderipour, M., Bastani, S., & Zarandi, M. F. (2016). A Type-2 Fuzzy Model for Link Prediction in Social Network. World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering, 10(7), 1355-1360.

[6] Nguyen, Trung LT, and Tru H. Cao. (2014). Multi-group-based User Perceptions for Friend Recommendation in Social Networks. In Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, Springer, Cham. 525-534

[7] Sun, Z., Han, L., Huang, W., Wang, X., Zeng, X., Wang, M., & Yan, H. (2015). Recommender systems based on social networks. Journal of Systems and Software, 99, 109-119.

[8] Laishram, R., Mehrotra, K., & Mohan, C. K. (2016, November). Link Prediction in Social Networks with Edge Aging. In Tools with Artificial Intelligence (ICTAI), 2016 IEEE 28th International Conference on (pp. 606-613). IEEE.

[9] Jalili, M., Orouskhani, Y., Asgari, M., Alipourfard, N., & Perc, M. (2017). Link prediction in multiplex online social networks. Royal Society Open Science, 4(2), 160863.

[10] Szczepański, P. L., Barcz, A. S., Michalak, T. P., & Rahwan, T. (2015, June). The game-theoretic interaction index on social networks with applications to link prediction and community detection. In Twenty-Fourth International Joint Conference on Artificial Intelligence.

[11] Zhao, J., Miao, L., Yang, J., Fang, H., Zhang, Q. M., Nie, M., ... & Zhou, T. (2015). Prediction of links and weights in networks by reliable routes. Scientific reports, 5.

[12] L. L¨u, T. Zhou, Link prediction in complex networks: A survey, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications 390 (2011) 1150–1170.

[13] Said, A., Abbasi, R. A., Maqbool, O., Daud, A., & Aljohani, N. R. (2018). CC-GA: A clustering coefficient based genetic algorithm for detecting communities in social networks. Applied Soft Computing, 63, 59-70.

[14] Azaouzi, M., & Romdhane, L. B. (2017). An evidential influence-based label propagation algorithm for distributed community detection in social networks. Procedia Computer Science, 112, 407-416.

[15] Zhou, X., Liu, Y., & Li, B. (2016). A multi-objective discrete cuckoo search algorithm with local search for community detection in complex networks. Modern Physics Letters B, 30(7), 1650080.

[16] Sun, H., Liu, J., Huang, J., Wang, G., Yang, Z., Song, Q., & Jia, X. (2016). CenLP: A centrality-based label propagation algorithm for community detection in networks. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 436, 767-780.

[17] Lu, Z., Sun, X., Wen, Y., Cao, G., & La Porta, T. (2015). Algorithms and applications for community detection in weighted networks. IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, 26(11), 2916-2926.

[18] Zhang, Z., Li, Q., Zeng, D., & Gao, H. (2013). User community discovery from multi-relational networks. Decision Support Systems, 54(2), 870-879.

[19] Xie, J., Kelley, S., & Szymanski, B. K. (2013). Overlapping community detection in networks: The state-of-the-art and comparative study. Acm computing surveys (csur), 45(4) 43.

[20] Ferreira, L. N., & Zhao, L. (2016). Time series clustering via community detection

in networks. Information Sciences, 326, 227-242.

[21] Dadhe, M. M. S., Masidkar, M. P. S., Vaidya, M. V., & Jalan, P. A. (2018). Detection of Abusive Language from Tweets in Social Networks. International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication, 6(3), 148-151.

[22] Qin, M., Jin, D., Lei, K., Gabrys, B., & Musial-Gabrys, K. (2018). Adaptive community detection incorporating topology and content in social networks. Knowledge-Based Systems, 161, 342-356.

[23] He, K., Li, Y., Soundarajan, S., & Hopcroft, J. E. (2018). Hidden community detection in social networks. Information Sciences, 425, 92-106.

[24] Azaouzi, M., & Romdhane, L. B. (2017). An evidential influence-based label propagation algorithm for distributed community detection in social networks. Procedia Computer Science, 112, 407-416.

[25] Xie, J., Kelley, S., & Szymanski, B. K. (2013). Overlapping community detection in networks: The state-of-the-art and comparative study. Acm computing surveys (csur), 45(4), 43.

حسگر الکتروانسفالوگرافی (پوشیدنی)

مهران کریمیان ریزی[۱]، مریم فریور[۲]

[۱] دانشجو کارشناسی ارشد، مهندسی پزشکی، دانشگاه تبریز،ایران،
mehrankarimian97@ms.tabriz.ac.ir

[۲] مربی سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور، شاهین شهر، ایران، farivar.maryam@yahoo.com

چکیده: درحال‌حاضر، سیستم‌های الکتروانسفالوگرام معمولی و سیار، برای بیماران مبتلا به امراض مختلف مغزی مورد استفاده قرار می‌گیرند. نوع رایج مانیتورینگ فعالیت الکتریکی در مغزی که دچار اختلال شده است، محدود به محیط بالینی است که در آن بیماران از محیط عادی خارج شده و در محیطی قرار می‌گیرند که عوامل غیرعادی موثر در فعالیت الکتریکی مغز بیشتر است. به طور مشابه، سیستم‌های الکتروانسفالوگرام سیار دارای کمبودهایی هستند و محدودیت‌هایی بر بیمار تحمیل می‌کنند، مثلا عدم استفاده در مکان‌های عمومی به دلیل عدم پذیرش پوشیدن چنین وسیله‌ای که روی سر قرار می‌گیرد. عدم تمایل بیمار به افشای اختلال یا بیماری خود، یک اشکال عمده برای سیستم‌های الکتروانسفالوگرافی فعلی است.

این مقاله، تلاشی برای ایجاد یک نمونه اولیه از الکتروانسفالوگرام پوشیدنی است که با استفاده از اجزای قرار گرفته در خارج مغز، اقدام به ثبت سیگنال الکتروانسفالوگرافی از گوش می‌کند و سیگنال‌های مغزی به دست آمده را در نرم افزار **Lab-View** نمایش می‌دهد. نمونه‌ی اولیه توسعه‌یافته، توانسته است به‌صورت زمان‌واقعی ثبت سیگنال الکتروانسفالوگرافی را انجام دهد.

کلید واژه: *هوشمند، حسگر، الکتروانسفالوگرافی*

۱-مقدمه

مطالعه و نظارت بر مغزی که دچار اختلال شده است، با استفاده از روش‌های علوم اعصاب مانند الکتروانسفالوگرام، قابلیت زیادی در کمک به پزشکان و روانپزشکان در درک عملکرد مغز بیمار و همچنین جلوگیری از اختلالات شناختی دارد. در محیط بالینی، الکتروانسفالوگرافی یک تکنولوژی پیچیده برای نظارت بر اختلالات مغزی و هرگونه فعالیت غیرطبیعی در مغز است. با این‌حال، متخصصان اغلب با مشکل پیگیری بیمار مواجه می‌شوند. بیماران دچار تردید شده و نسبت به درمان مداوم، مقاومت می‌کنند. این وضعیت می‌تواند بسیار خطرناک باشد و ممکن است در بیمارانی با اختلالات شدید، منجر به آسیب رساندن به دیگران یا خود بیمار شود. ممکن است بیمار به بار مسئولیت اجتماعی برای اطرافیان تبدیل شود. در این مورد، لازم است که یک روانپزشک یا یک سیستم خودکار به طور مداوم برای نظارت بر بیمار و وضعیت مغزی او وجود داشته باشد. همچنین، قابلیت انتقال و دسترسی چنین امکاناتی به مناطق دور افتاده، چالش است. علاوه‌براین، دسترسی به چنین امکاناتی در مناطق روستایی و دورافتاده ممکن است باعث تغییر در مدیریت درمان برای برخی از بیماری‌ها یا افسردگی شود.

در واقع، آخرین تحقیقات و تحولات مربوط به فناوری الکتروانسفالوگرافی پوشیدنی، مشابه با آنچه که در شکل ۱ نشان داده شده‌است، امکان نظارت بر رفتار و عملکرد مغز بیمار را فراتر از محیط بالینی و آزمایشگاهی می‌دهد. برای اینکه بتوان حداکثر استفاده را از تکنولوژی الکتروانسفالوگرافی داشت، باید بتوان در حین انجام فعالیت روزانه، از دستگاه استفاده کرد. علاوه‌براین، بیماران که به این تکنولوژی نیاز دارند، باید آن را به عنوان یک جایگزین پنهان برای نظارت بر سلامت خود، بدانند.

برای دستیابی به این هدف، تکنولوژی الکتروانسفالوگرافی باید از سیستم‌های سیمی، دست‌وپاگیر و ثابت، به سیستم‌های

پوشیدنی، راحت و بی‌سیم تبدیل شود که بتواند بدون کمک متخصصان، مورد استفاده قرار گیرد. جهت مانیتورینگ مداوم وضعیت بیمار، لازم است که دستگاه الکتروانسفالوگرام راحت و مجزا باشد.

در سیستم‌های ثبت الکتروانسفالوگرام رایج، به دلیل وجود تعداد زیادی الکترود روی پوست سر، مانیتورینگ مداوم بیمار عملی نیست. درعوض، روش‌های الکتروانسفالوگرافی-گوشی برای کاهش اندازه دستگاه الکتروانسفالوگرام به منظور ایجاد قابلیت حمل و پوشیدنی بودن، استفاده می‌شود. روش الکتروانسفالوگرافی گوشی، قابلیت ادغام شدن در یک سیستم شبیه به سیستم شنوایی را دارد.

سیستم الکتروانسفالوگرام بر روی پوست سر، براساس سیستم بین‌المللی ۱۰-۲۰ برای قرار دادن ۲۵۶ تک الکترود استفاده می‌شود که تمام مغز را پوشش داده و با رزولوشن مکانی بسیار بالایی سیگنال‌های مغزی را نشان می‌دهد. با این‌حال، الکتروانسفالوگرام از پوست سر، نسبت به تضعیف سیگنال عبوری از جمجمه و همچنین افزایش نویز از عوامل محیطی مانند نویز الکتریکی ۶۰/۵۰ هرتز، حساس است.

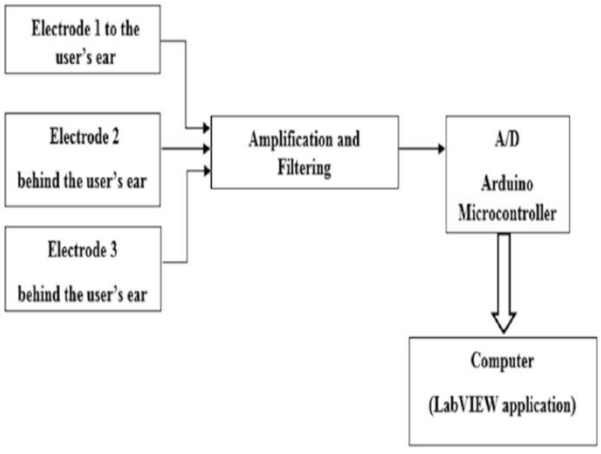
الکتروانسفالوگرافی گوشی، می‌تواند در کانال گوش و گوش داخلی قرار گیرد و باعث می‌شود نسبت سیگنال به نویز تقریبا مشابه با روش‌های دیگر باشد اما بهای پرداختی، دامنه کمترسیگنال است. الکتروانسفالوگرافی-گوشی، دارای مزایای متعددی در مقایسه با الکتروانسفالوگرافی از پوست سر است و دستگاهی ساده است که می‌تواند برای استفاده روزانه به‌صورت پوشیدنی، قابل استفاده قرار گیرد. در حال‌حاضر، دستگاه الکتروانسفالوگرافی موجود نیست که بتواند سیگنال مغزی را به روش کاملا گسسته ثبت کند و در نتیجه تمام دستگاه‌هایی که در حال حاضر در دسترس هستند، برای کنترل مدوام وضعیت بیماران مناسب نیستند. این باعث می‌شود انگیزه‌ای برای ایجاد سیستم ثبت الکتروانسفالوگرافی-گوشی به‌صورت زمان واقعی ایجاد شود.



شکل ۱: (الف) مثالی از ثبت سیگنال مغزی داخل کلینیک (ب) ثبت سیگنال مغزی به صورت سیار

۲- روش شناسی

شکل ۲، نمودار بلوکی سیستم ثبت الکتروانسفالوگرافی پیشنهاد شده را نشان می‌دهد. این سیستم شامل سه الکترود است که یکی از آن‌ها برای دریافت سیگنال الکتروانسفالوگرافی از گوش و دو الکترود دیگر که در پشت گوش قرار می‌گیرند، به عنوان الکترود مرجع عمل می‌کنند. تراشه بر روی MyoWare ، عملیات تقویت و فیلتر کردن سیگنال را انجام می‌دهد. برد آردینو به عنوان میکروکنترلری برای دسترسی کامپیوتر یا لپ‌تاپ به سیگنال آنالوگ عمل می‌کند. اجزاء سیستم در زیر بخش‌ها توضیح داده شده‌اند.



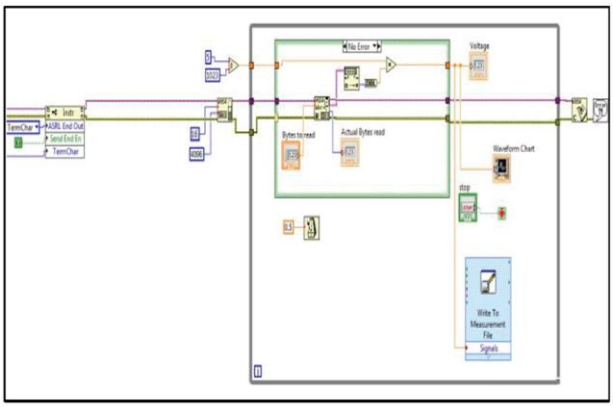
شکل ۲: بلوک دیاگرام پیشنهادی برای سیستم ثبت سیگنال الکتروانسفالوگرافی

۳- آردینو (میکروکنترلر)

سیستم الکتروانسفالوگرافی-گوشی در نرم‌افزار آردینو تعبیه شده است. ثبت داده‌هایی که از پورت آنالوگ دریافت می‌شوند در یک ساختار آرایه‌ای انجام شده و در سیستم، فیلتراسیون اولیه اعمال می‌شود. پیش-پردازش سیگنال با استفاده از میانگین‌گیری و فیلتر کردن، باعث حذف هرگونه نویز در می‌شود. در مرحله سوم، مقادیر آنالوگ از طریق پورت سریال که Tx و Rx از میکروکنترلر است، ارسال می‌شوند. برای ارتباطات سریال، داده‌های ۹۶۰۰ بیتی و بیت داده های غیر همبسته و ۸ بیتی ارسال می‌شود. نرم افزار آردینو، پروتکل C++ برنامه نویسی را فراهم می‌کند، زیرا در هر مرحله از برنامه نویسی، کتابخانه‌های تعبیه شده‌ای برای آن وجود دارد. در این پروژه، عمدتا کتابخانه سیمی است که برای برقراری ارتباط با میکروکنترلر و کامپیوتر استفاده می‌شود.

۴- رابط Lab-View

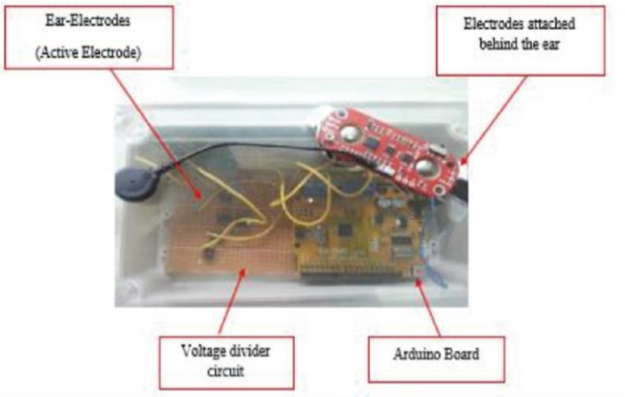
رابط کاربری در Lab-View در شکل ۳ نشان داده شده است. راه‌انداز VISA برای دریافت اطلاعات از پورت سریال RS232 ، انعطاف پذیری فراهم می‌کند.



شکل ۳: بلوک دیاگرام Lab-View

۵- نتایج و بحث

نمونه اولیه ساده از دستگاه، که برای اهداف تجربی طراحی شده‌است، در شکل ۴ نشان داده شده‌است. موقعیت الکترود، عمدتا به عامل خازنی پوست بستگی دارد که بدین معنی است که استفاده از ضریب خازنی در گوش یا پا و یا هر بخش از بدن، نتیجه تقریبا یکسانی دارد. اما تنها قسمتی که متفاوت است، عضله یا استخوان است که در این پروژه مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. هدف این پروژه، جمع‌آوری داده از کانال داخلی گوش است که شامل پوست می‌باشد.



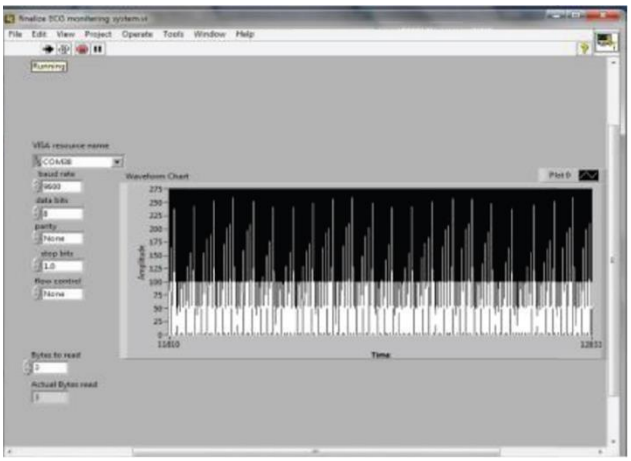
شکل ۴: نمونه اولیه تولید شده از سیستم پوشیدنی ثبت سیگنال مغزی از طریق گوش

الکترودها به عنوان انتقال‌دهنده جریان کم به ولتاژ صفر عمل می‌کنند و پوست به‌همراه اعصاب گوش، بر اساس سطح تماس الکترود پاسخ می‌دهد. به‌این دلیل‌که ژل روی الکترود به عنوان وسیله ای برای سرعت بخشیدن به انتقال عمل می‌کند، به بهبود کیفیت سیگنال کمک می‌کند در حالی‌که بقیه پردازش سیگنال روی هیئت بورد که دارای تقویت کننده داخلی و فیلتر است، انجام می‌شود. فیلترهای اضافی در کدنویسی C ++ اجرا می‌شوند.

نمودار نشان داده شده در شکل ۵، سیگنال الکتروانسفالوگرافی نیست. سیگنال نمایش داده شده، سیگنال در حال‌حرکت سریع است که مخالف با ماهیت سیگنال الکتروانسفالوگرافی می‌باشد. علاوه‌براینکه سیگنال در طول یک دوره زمانی ثابت است، مطابق با فعالیت جریان مغزی نیز تغییر نمی‌کند. دلیل این امر، رابط بین آردوینو و Lab-View است که باید برای دریافت سیگنال الکتروانسفالوگرافی تغییر کند.

کارت‌های DAQ ساخته شده توسط National Instruments که با LabVIEW سازگاری بیشتری دارند تا بورد آردینو، می توانند برای ارتباط و دریافت اطلاعات آسان‌تر، بوردهای آردینو را جایگزین کنند. نمونه اولیه توسعه یافته در این تحقیق، در مراحل ابتدایی است تا نشان دهد که یک دستگاه ساده می‌تواند

برای ثبت الکتروانسفالوگرافی-گوشی استفاده شود. با این حال، برای استفاده در آینده، می توان دستگاه را با ویژگی‌های گسترده‌تری ساخت. این دستگاه می تواند با استفاده از بلوتوث، به‌صورت بی‌سیم ساخته شود. همچنین می‌توان بخش تقویت‌کننده را در این کاربرد خاص برای تقویت‌کنندگی و پیش‌پردازش روی برد، سفارشی کرد. الکترود مناسب را می‌توان با استفاده از چاپ سه‌بعدی که به راحتی در گوش کاربر متناسب می‌شود، به دست آورد.



شکل ۵:سیگنال مغزی خام به دست آمده از طریق سیستم ثبت الکتروانسفالوگرافی –گوشی

۶- نتیجه گیری

در این مقاله، نمونه اولیه ساخته شده از دستگاه پوشیدنی الکتروانسفالوگرافی-گوشی، برای ثبت سیگنال الکتروانسفالوگرافی توسعه یافته است. دستگاه پیشنهادی قادر به ثبت سیگنال مغزی به‌صورت زمان واقعی است. توسط این دستگاه، تنها داده‌های خام مغزی ثبت شده است که می‌تواند برای بررسی بیشتر در اختلالات عصبی خاص، مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

مراجع

[1] A. Bhagawati and R. Chutia, "Design of Single Channel Portable EEG Signal Acquisition System for Brain Computer Interface Application", *ResearchGate*, 2016. [Online] Available: https://www.researchgate.net/publication/292138339_Design_of_Single_Channel_Portable_ EEG_Signal_Acquisition_System_for_ Brain_Computer_Interface_Application. [Accessed: 05- Jul- 2016].

[2] Aging brings another fear - epilepsy", *Houston Chronicle*, 2016. [Online]. Available: http://www.houstonchronicle.com/news/health/article/Aging-brings-another-fear- epilepsy 7096679.php. [Accessed: 04- Mar- 2016].

تشخیص دیابت شیرین با سیستم عصبی

مهران کریمیان ریزی[۱]، مریم فریور[۲]

[۱] دانشجو کارشناسی ارشد، مهندسی پزشکی، دانشگاه تبریز،ایران،
mehrankarimian97@ms.tabriz.ac.ir

[۲] مربی سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور، شاهین شهر، ایران، farivar.maryam@yahoo.com

چکیده: دیابت یک بیماری است که گلوکز خون، یا سطح قند خون در بدن، بسیار بالا هستند. آسیب های ناشی از دیابت می توانند بسیار مختلف بوده و حتی در زنان آبستن، به دلیل زمینه برای انتقال بیماری ارثی به نسل بعدی، بیشتر قابل توجه هستند. سیستم های متخصص اکنون برای تشخیص پزشکی امراض در بیماران، به منظور تشخیص بیماری و کمک به ارائه راه حل برای آن، استفاده می شوند. این تحقیق، یک مدل شبکه عصبی برای تشخیص دیابت شیرین در زنان حامله، ایجاد و به کار گرفت. مدل یک شبکه عصبی پیشخور (feed forward network) چهار لایه، که با استفاده از الگوریتم بازگشت به عقب (back-propagation)، آموزش دیده است. لایه ورودی، ۸ نورون دارد، دو لایه ی مخفی، هرکدام ۱۰ نورون داشته، و لایه خروجی یک نورون دارد، که هر کدام نتایج تشخیص (diagnosis result) هستند. مدل توسعه یافته نیز در یک برنامه مبتنی بر وب، برای تسهیل استفاده از آن، گنجانده شده است. اعتبارسنجی توسط رگرسیون، نشان می دهد که شبکه ی آموزش دیده، بیش از ۹۲٪، دقیق است.

کلید واژه: *سیستم متخصص. تشخیص دیابت. شبکه عصبی. الگوریتم بازگشت به عقب*

۱- مقدمه

دیابت یک بیماری است که به عنوان یک نتیجه از سطح گلوکز خون، که در اثر غیاب و یا ناکافی بودن مقدار انسولین در بدن، بسیار بالا باشد، بوقوع می پیوندد. این یک نقص در توانایی بدن برای تبدیل گلوکز (قند) به انرژی است. گلوکز منبع سوخت اصلی، برای بدن ما است. دیابت وقتی توسعه می یابد که پانکراس در تولید مقادیر کافی از انسولین (نوع ۱ دیابت) ناتوان با شد، یا انسولین تولید شده معیوب بوده و نتواند گلوکز را به سلول ها جابجا کند (نوع ۲ دیابت) [۱]. در هر صورت انسولین در مقادیر کافی تولید نمی شود یا تولید انسولین معیوب است و نمی تواند گلوکز را به سلول منتقل کند.

آسیبی که توسط دیابت ایجاد می شود می تواند بسیار سخت باشد. این بیماری، همچنین می تواند موجب آسیب به چشم ها، (کوری)، کلیه (نارسایی کلیه)، قلب (حمله های قلبی)، منجر به سکته مغزی و حتی قطع عضو شود [۲]. بنیاد بین المللی دیابت IDF (International Diabetes Foundation)، اثبات کرده است که ۴۱۵ میلیون نفر از مردم، در جهان دیابت داشته و بیش از ۱۴ میلیون نفر در آفریقا، مبتلا به این بیماری هستند. از این ۱۴ میلیون نفر آفریقایی، یک مقدار فوق العاده زیاد ۱,۵۶ میلیون مورد تنها از نیجریه هستند، جایی که ۱,۹٪ از جمعیت بالغ تشخیص داده شد، که این بیماری را دارند.

هرچند، تشخیص زودهنگام می تواند برای به کنترل درآوردن آن، کمک کند. اهمیت تشخیص زودهنگام، نمی تواند در درمان دیابت، بیش از اندازه مورد تأکید قرار گیرد. این یک مرحله از فرایند بازسازی(ریکاوری) برای بیمار است [۱]. یک تشخیص زودهنگام از دیابت شیرین، به اطمینان از اینکه نشانه های بیماری میزان موارد شاق را تشدید نکند، کمک خواهد کرد.

بخش مراقبت بهداشتی، شاهد ظهور برخی نوآوری های(راه اندازی های) پیشگامانه و امیدوارکننده در جهان تکنولوژی، بوده است. این نوآوری ها، به طور عمده توسط ظهور نرم افزار و قابلیت تحرک ابزارهای دیجیتال به پیش رانده شده، به بخش پزشکی(سلامتی) اجازه می دهد، بسیاری از عملیات های وابسته به کاغذ و قلم و فرایندهایی که انتقال خدمات را در حال حاضر، کند می کردند، خودکار کند. اخیرا، ما شاهد این هستیم که نرم افزارها هوشمندانه تر و مستقل تر شده اند. این قابلیت های جدید (تحت لوای هوش مصنوعی و یادگیری ماشین مورد مطالعه قرار گرفته) سرعت بخشیدن به نوآوری در مراقبت های بهداشتی را شتاب می دهند. تاکنون، کاربردهای هوش مصنوعی در مراقبت های بهداشتی، این صنعت را قادر ساخته تا برخی از بزرگترین چالش های خود را در این محدودها که شامل دارو سازی، ژنتیک و تشخیص دیابت می شود را برطرف کند. تشخیص دیابت عموما یک فرایند پیچیده می باشد که شامل تنوعی از عوامل می باشد، از بافت پوست یک بیمار تا مقدار شکری که او در یک روز مصرف می کند. تا ۲۰۰۰ سال پیش، پزشکی از روش تشخیص نشانه ها استفاده می کرد، جایی که مرض یک بیمار، با توجه به علائمی که دیده می شود، تشخیص داده می شود (برای مثال، اگر شما تب و آبریزش بینی دارید، احتمالا سرما خورده اید). همانطور که ممکن است، زمان نمایش علائم قابل تشخیص بسیار دیر است، علی الخصوص، برای بیماری های کشنده ای مثل دیابت، سرطان و بیماری آلزایمر. با هوش مصنوعی، امید این وجود دارد که بیماری از پیش به خوبی تشخیص داده شود، که احتمال بقا را افزایش می دهد (برخی موارد بیش از ۹۰٪) [۳].

بنابراین، این تحقیق قصد دارد چنین سیستمی برای تشخیص دیابت شیرین، توسط اهرم قرار دادن(leveraging) در یک شبکه ی عصبی برپایه ی سیستم متخصص، را ایجاد کند. سرفصل های این کار به صورت زیر، مرتب شده اند: بخش ۲ مرور منابع را به بحث می گذارد، بخش ۳ روش شناسی را شرح می دهد در حالیکه بخش ۴ اجراسازی را نمایش می دهد. بخش نهایی کار را به پایان می رساند.

۲- پیشینه تحقیق

بزرگترین تهدیدات سلامتی در کشورهای توسعه یافته، حمله های قلبی، سرطان، و دیابت می باشند [۴]. دیابت به ویژه یک بیماری شایع است که در تعداد زیادی از کشورهای جهان سوم، از جمله نیجریه، در حال افزایش است. در موارد حاد، علت اصلی بیماری های سختی مانند کوری، نارسایی کلیه، حملات قلبی و سکته مغزی است. در ۲۰۱۲، نزدیک ۱,۵ میلیون مرگ به علت دیابت شیرین، و ۲,۲ میلیون مرگ دیگر به دلیل گلوکز بالای خون، گزارش شد. WHO پیش بینی می کند که دیابت هفتمین علت مرگ در ۲۰۳۰ خواهد بود. بار دیابت بر زنان حامله، حتی منحصر بفرد خواهد بود زیرا می تواند بر هردوی مادر و کودک به دنیا نیامده اثر گذاشته و عوارض جانبی ای در تولد کودک ایجاد کند. دیابت در حاملگی به دلیل آگاهی و وضعیت مالی ضعیف یا استاندارهای پزشکی ناقص، ممکن است نادیده گرفته شود. این مسئله، متعاقبا خطر اینکه زادگان آنها نیز دیابت بگیرند را افزایش می دهد، مخصوصا اگر دیابت در حاملگی کنترل نشود و یک روند نگران کننده از دیابت را نسل به نسل ادامه می دهد [۵]. همچنین مسئله ی کمبود پرسنل پزشکی و امکانات کافی، مخصوصا برای گردآوری آزمون های ضروری مورد نیاز برای تشخیص دیابت، نیز وجود دارد. همه ی این موارد توجیه می کند که چرا سیستمی که بتواند به تشخیص قبلی دیابت کمک کند، نیاز است. زمینه ی هوش مصنوعی برای غلبه بر این مشکل، ایجاد شده، چنانکه سیستم های متخصص زیادی برای رهایی از موقعیت مشابه، ساخته شده اند.

یک سیستم متخصص می تواند به عنوان یک سیستم نرم افزاری که قادر به حل مشکلات پیچیده ی خاص در سطح تخصص های انسانی، از طریق دستکاری اطلاعات گردآوری شده از متخصصین، و دنبال کردن قوانینی که توسط مهندس اطلاعات تعیین شده است می باشد، توصیف گردد. هدف یک سیستم متخصص حل مشکلات خاصی است که به طریقی دیگر به این متخصصین از طریق اطلاعات بدست آورده از آنها، نیازمند است [۷]. سیستم های متخصص در قلمروهای متفاوتی وجود دارند، از تشخیص پزشکی تا تجزیه و تحلیل سرمایه گذاری و مشاوره برای کنترل تولید. بیشتر سیستم های متخصص به طور معمول، اجزای ضروری زیر را دارند [۷]، که شامل:

۱. پایگاه دانش: که دانش و تخصص های جمع آوری شده از کارشناسان در آن منطقه ذخیره می شود؛ اطلاعاتی که آنها را در آن زمینه متخصص می سازد.

۲. موتور استنتاج: انجام استدلال که از طریق آن سیستم متخصص، به یک راه حل می رسد.

۳. یک رابط کاربری: که رسانه ای است که از طریق آن سیستم متخصص می تواند با کاربر ارتباط برقرار کند. این کار از طریق روش های متعددی مثل جعبه های گفتگو (dialogue boxes)، خط فرمان (command prompts) و غیره.

۴. امکانات توضیح (Explanation Facilities) : این برای دادن یک توضیح از اینکه چگونه و چرا یک تصمیم خاص یا راه حل گرفته شده است، مورد نیاز است.

۵. حافظه ی کاری: حافظه ی کاری برای سیستم متخصص شامل هردوی واقعیت های (فاکت های) ورودی از سوالات پرسیده شده توسط سیستم متخصص از مصرف کننده، و نیز فاکت هایی که توسط سیستم استنباط شده اند، می باشد. اطلاعات دقیق از یک مشکل خاص، به عنوان فاکت های موردنظر، نشان داده می شوند و وارد "حافظه کاری" سیستم متخصص می شود.

درحالیکه سیستم های اطلاعات پزشکی در بیمارستان های مدرن و موسسات پزشکی، بزرگتر می شوند، باعث مشکلات بزرگی در استخراج اطلاعات مفید برای پشتیبانی از تصمیم، می گردند. روش دستی برای تجزیه و تحلیل داده ها ناکارآمد شده است، ساخت روش های جدیدتر و بهتر تحلیل های مبتنی بر کامپیوتر، ضروری است. این مسئله ثابت شده است که مزایای معرفی هوش مصنوعی به تجزیه تحلیل های پزشکی، صحت تشخیص ها را افزایش داده، هزینه ها و منابع انسانی را کاهش می دهد [۷]. شبکه های عصبی مصنوعی Artificial Neural Networks (ANN)، زمینه ی امیدوارکننده ی مورد توجه بعدی است. در گذشته این سیستم توانسته است به صورت موفقیت آمیزی برای زمینه های گوناگونی از پزشکی مثل سیستم های تشخیصی، آنالیزهای بیوشیمیایی، آنالیزهای تصویری و توسعه ی داروها، به کار گرفته شود.

این یکی از تکنیک هایی است که برای اجرای سیستم های متخصص به کار گرفته می شود؛ یک الگوریتم یادگیری نظارتی است که بر مبنای مغز و سیستم عصبی انسان ساخته شده است. این، شامل نورون های مصنوعی و اتصالات داخلی می باشد [۸،۱۴]. هر اتصال داخلی(لینک) وزنی مرتبط با خود دارد که قدرت و نشانه ی برقراری ارتباط را مشخص می کند [۹].

یک شبکه عصبی شامل لایه هایی از نورون های مشابه است. این شامل حداقل یک لایه ورودی، یک لایه خروجی و یک یا بیشتر لایه های پنهان است. طراحی های شبکه ی متعددی وجود دارند، پیش خوراک (Feed-forward) به دلیل قابلیت تطبیق پذیری اش، رایج ترین آنها می باشد. مورد (Feed-forward) تشریح می کند که چگونه این شبکه عصبی پردازش کرده و الگوها را فراخوانی می کند. در یک شبکه ی عصبی پیش خور، هر لایه از شبکه عصبی شامل ارتباطات با لایه بعدی بوده، اتصالات از لایه ورودی به لایه مخفی به جلو گسترش می یابد، اما هیچ اتصالی به سمت عقب حرکت نمی کند.

شبکه عصبی پیش خور، می تواند با تنوعی از تکنیک هایی از دسته بزرگی از الگوریتم های بازگشت به عقب، تعلیم بیند، یک فرم از آموزش تحت نظارت برای الگوریتم های بهینه سازی.

۳- کارهای مرتبط

[۱۰] سیستمی می سازد که از تکنیک های معدن کاوی (کاوش) داده ها، نظیر الگوریتم تنظیم مجدد بیزی Bayesian Regularization Algorithm، J48 و عملکرد پایه شعاعی شبکه های عصبی مصنوعی Radial Basis Function Artificial Neural Networks، برای تشخیص دیابت نوع ۲، استفاده می کند. آنها از یک مجموعه داده با ۷۶۸ نمونه داده، استفاده کردند، ۲۳۰ تا از آنها برای مرحله تست، انتخاب شدند. الگوریتم تنظیم مجدد بیزی با ۷۶,۹۵٪ صحت، بر J48 و RBF، با به ترتیب ۷۶,۵۲٪ و ۷۴,۳۴٪ صحت، برتری دارد.

سیستم دیگری که از شبکه های مصنوعی چندلایه ی بازگشت به عقب، برای شناسایی دیابت شیرین نوع ۲، استفاده می کند

توسط [۱۱]، انجام گرفت. بازگشت به عقب، یک الگوریتم یادگیری تحت نظارت است که توسط تصحیح پیغام های خطا (ارور)، کار می کند، به صورتی که خود را برای بهتر شدن، "آموزش می دهد". این الگوریتم، مقدار خروجی بدست آمده را با مقدار مورد انتظار یا واقعی، مدل کرده(شکل می دهد) و تلاش می کند که وزن های مربوط به خطاهای محاسبه شده را بهتر کند، به عنوان مثال مقدار خطا را تا مقداری که ممکن است، کاهش می دهد. تابع زیگموند (Sigmoid function) برای آموزش بازگشت به عقب، استفاده شد و پایگاه داده ی Pima-Indian database، مورد استفاده قرار گرفت. مجموعه داده ها شامل ۷۶۸ نمونه داده بود، ۵۶۸ تا از آنها برای آموزش و ۲۶۸ داده به صورت مجموعه تست (آزمایشی) استفاده شدند. شبکه، ۸ نورون لایه ی ورودی، ۶ نورون لایه ی پنهان و ۲ نورون لایه ی خروجی، ایجاد کرد. بعد از ۲۰۰۰ دور به صحت ۸۲٪ رسید.

[۱۲]، همچنین از شبکه های عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه multilayer perceptron (MLP)، برای شناسایی دیابت نوع ۲، استفاده کرد. در این مقاله، مدل MLP، شامل یک لایه ورودی با ویژگی دیابت های سرخپوستان پیما Pima Indians Diabetes، لایه پنهان با نورون های معلوم، و یک لایه ی خروجی که مسئولیت تشخیص را برعهده دارد، می شد. در حدود ۲۰٪ از داده ها به عنوان مجموعه آموزشی استفاده می شدند، ۶۰٪ به عنوان مجموعه آزمایشی و در نهایت ۲۰٪ به عنوان مجموعه ی کاربردی به کار رفت. زمان و تعداد نورون ها در لایه ی پنهان مدل MLP، دو پارامتر (مقادیر معلوم) مهم هستند. در نهایت، بیشترین صحت تشخیص در (فاز) مرحله ی آموزشی از مدل MLP، با بیشترین زمان و کمترین تعداد از نورون ها در لایه ی مخفی در مقایسه با زمان و تعداد نورون های مشابه، ۹۷,۶۱٪ بود.

مجموعه ی دیگری از نویسندگان از یک مجموعه داده با ۲۵۰ نمونه داده برای تشخیص بیماری دیابت استفاده کردند [۶]. هر کدام از ۲۵۰ نمونه داده شامل ۲۷ ویژگی (features) بود. این ویژگی ها شامل فشار خون، کراتین، pH ادرار، و قند خون، بود. همچنین، میانگین سن بیماران در مجموعه داده، ۲۵ الی ۷۸ سال بود. شبکه های عصبی مصنوعی پیش خور چند لایه، با الگوریتم بازگشت به عقب، برای تشخیص استفاده می شوند. سه تابع آموزشی به نام های BFGS Quasi-Newton، Bayesian Regulation (تنظیم بیزی) و Levenberg-Marquardt در الگوریتم بازگشت به عقب، به کار گرفته می شود. در نهایت، بازگشت به عقب با تابع تنظیم بیزی، به صحت تشخیص ۸۸,۸٪ رسید، که از توابع BFGS Quasi-Newton و Levenberg-Marquardt، نمایش بهتری داشت. علاوه بر این، تکنیک های معدن کاوی داده ها با مجموعه داده های Pima Indians Diabetes برای شناسایی دیابت، استفاده شدند. تکنیک های معدن کاوی داده های (data mining) به کار گرفته شده شامل SVM، KNN، C4.5 و شبکه های عصبی مصنوعی با لایه های ورودی، پنهان و خروجی، می شد. در نهایت، شبکه های عصبی مصنوعی یک صحت تشخیص بیشتر، در مقایسه با تکنیک های معدن کاوی داده دیگر، دارد [۶].

در یکی دیگر از موارد، نویسندگان از شبکه های عصبی رگرسیون عمومی و Pima Indians Diabetes برای تشخیص دیابت نوع ۲، استفاده کردند [۱۳]. یک شبکه عصبی رگرسیون عمومی در این مقاله یک مدل ۴ لایه فرض شده است؛ یک لایه ورودی با ۸ ویژگی از Pima Indians Diabetes، دو لایه که به ترتیب، ۳۲ و ۱۶ نورون داشتند. در نهایت، لایه ی خروجی، یک نورون دارد. این نورون مشخص می کند که (جواب تشخیص) یک شخص مثبت است یا نه. این برای طبقه بندی مجموعه داده های دیابتی سرخ پوست های پیمایی Pima Indians Diabetes dataset در کلاس های سالم و بیمار، استفاده می شود. مجموعه داده های فوق ذکر شده با ۵۷۶ نمونه داده به صورت مجموعه ی آموزشی و ۱۹۲ مجموعه داده به صورت مجموعه ی آزمایشی برای فرایندهای آموزش و آزمایش استفاده شدند. نرخ صحت بدست آمده برای فازهای آزمایشی و آموزشی، به ترتیب ۸۲,۹۹٪ و ۸۰,۲۱٪ بود. فاز آموزشی برای تشخیص دیابت نوع ۲ مقدار بالاتر صحت در مقایسه با دیگر کارهای مطالعه شده در این مقاله، داشت [۱۳].

با وجود این، هدف کار توسعه ی یک شبکه ی عصبی کاربردی بر پایه ی سیستم متخصص برای تشخیص دیابت شیرین در زنان، می باشد.

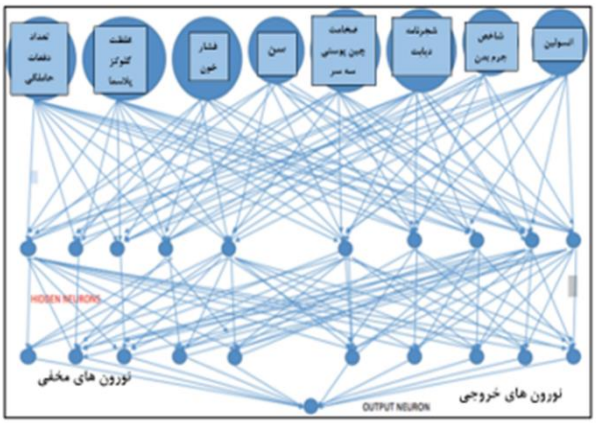
۴- روش شناسی

یک شبکه ی عصبی مصنوعی ۴ لایه با استفاده از متد بازگشت به عقب و الگوریتم تنظیم بیزی (BR)، طراحی و آموزش داده شد. الگوریتم یادگیری بازگشت به عقب، توسط اصلاح کردن خطاها، به طوری که، خودش را آموزش می دهد "trains" تا خطاهای کمتری داشته باشد، کار می کند. این الگوریتم، مقدار (ارزش) خروجی محاسبه شده را با ارزش مورد انتظار (۱ یا صفر)، از آنجایی که خروجی دوتایی دارد، ۱ برای صحیح، و ۰ برای غلط، مدل می کند(می سازد). الگوریتم BR، در کنار آن، برای اجتناب از بیش برازش (over fitting) مجموعه ی داده ها، استفاده شد. مجموعه داده از یک پایگاه داده ی پزشکی به نام مجموعه ی Pima Indian Database، جمع آوری گردید. این پایگاه داده، شامل ۷۶۸ داد ه ی خام می شد. افراد شرکت داده در مطالعه، برای فشار خون، ضخامت پوست سه سر (Triceps Skin Thickness)، انسولین، شاخص جرم بدن، تابع شجره نامه ی دیابت Diabetes Pedigree Function، و سن، آزمایش شدند. ۵۰۰ نفر مثبت تشخیص داده شدند و ۲۶۸ نفر منفی که مجموع کل ۷۶۸ نفر را شامل می شد.

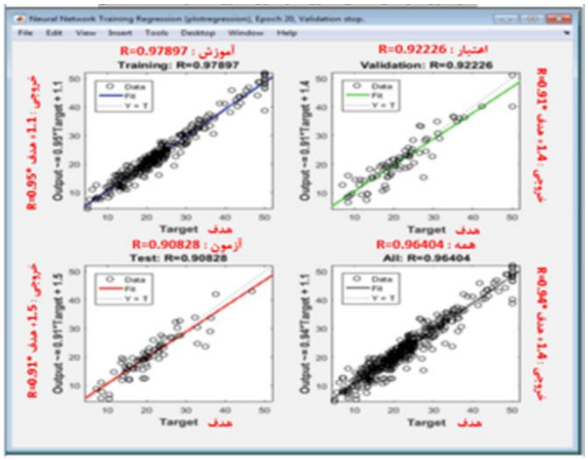
نم افزار کاربردی مطلب Matlab، برای آموزش دادن، استفاده شد. آموزش دادن، فرایندی است که شبکه را با استفاده از یک روش آموزشی ارتقا می دهد، که که در آن ورودی به شبکه، همراه با خروجی مورد نظر ارائه می شود. وزن ها، سپس چنان تنظیم می شوند تا شبکه تلاش کند که خروجی مطلوب را تولید کند. مجموعه داده، به بخش های آموزش دادن، آزمایش و اعتبارسنجی، تقسیم شدند. ۷۰٪ برای آموزش دادن، ۱۵٪ برای آزمایش و ۱۵٪ برای اعتبارسنجی. داده ها، آموزش می بینند تا اینکه بتوانند یک خروجی صحیح و منفرد را چنانکه در نمودارهای شکل ۲ نشان داده شده است، شکل دهند.

۵- طراحی شبکه عصبی

مدل شبکه عصبی شامل چهار لایه از نورون ها، چنانکه در شکل ۱ نشان داده شده است، می باشد. لایه ورودی با ۸ نورون، دو لایه ی پنهان، هرکدام با ۱۰ نورون، و لایه ی خروجی با یک نورون.



شکل۱: مدل شبکه عصبی



شکل۲: گراف رگرسیون

۵-۱- لایه ی ورودی

این لایه شامل ۸ نورون ورودی که که ۸ ورودی ای را که سیستم نیاز دارد تا تشخیص را انجام دهد، نشان می دهند، می باشد. این ۸ وورودی شامل:

۱. تعداد دفعاتی که مصرف کننده حامله بوده است؛

۲. غلظت گلوکز پلاسمای مصرف کننده: این آزمایشی سریع است که شامل پرهیز از غذا و آب برای دوره ی ۱۰-۸ ساعت قبل از نمونه گیری خون، می شود. مقدار معمول هر مقداری زیر (۶,۱ میلی مول/ لیتر) یا (۱۰۱ میای گرم/ دسی لیتر) بوده، در حالیکه مقدار نگران کننده، بین (۶,۱ و ۶,۹ میلی مول/ لیتر) یا (۱۱۱ میلی

گرم/ دسی لیتر و ۱۲۵ میلی گرم/ دسی لیتر) و برای فرد دیابتی بالای (۷,۰ میلی مول/لیتر) یا (۱۲۶ میلی گرم/دسی لیتر) می باشد؛

۳. فشار خون مصرف کننده (میلی متر جیوه)؛

۴. ضخامت پوست سه سر triceps skin thickness، که یک به طور میانگین ۱۲ میلی متر برای زنان و ۲۳ میلی متر برای مردان است؛

۵. انسولین (میلی واحد، واحد/ میلی لیتر) (mu U/ml)؛

۶. شاخص جرم بدن (وزن به کیلوگرم/(قد به متر)^2)؛

۷. تابع شجره نامه ی دیابت؛

۸. سن.

۵-۲- لایه های پنهان

دو لایه ی پنهان، هرکدام با ۱۰ نورون، استفاده گردید. نورون های پنهان، دو شاخصه ی مهم دارن. اول، آنها تنها ورودی را از دیگر نورون ها دریافت می کنند، مثلا نورون های ورودی و یا دیگر نورون های پنهان. دوم، آنها تنها به نورون های دیگر، خروجی می دهد، مثلا نورونهای خروجی یا دیگر نورون های پنهان. نورون های پنهان به شبکه عصبی کمک می کنند تا ورودی را بفهمد و خروجی را شکل می دهند. با این حال، آنها مستقیما به داده های ورودی یا به خروجی احتمالی، متصل نمی شوند

۵-۳- لایه ی خروجی

تنها یک لایه ی خروجی وجود دارد با یک نورون که نتیجه ی تشخیص را نشان می دهد؛ نورونی که شامل نتیجه آزمایش مصرف کننده(کاربر) به شکل اعشاری می باشد. اگر نتیجه ۰,۵ یا بزرگتر از آن بود، کاربر، دیابت شیرین دارد، درحالیکه اگر نتیجه کمتر از ۰,۵ بود، دیابت ندارد.

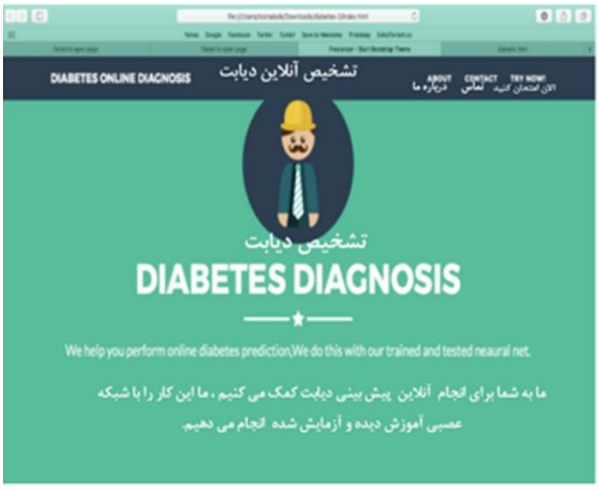
۶- پیاده سازی

بعد از طراحی مدل شبکه عصبی، یک نرم افزار مبتنی بر وب، برای استفاده ی مدل، ساخته شد، چنانکه بیماران به راحتی جزئیات خود را وارد کرده و یک تشخیص از اینکه آنها پتانسیل(استعداد) تشخیص به عنوان دیابتی را دارند یا نه، انجام گرفت.

کد آموزش دهنده Training Code)، در جاوا اسکریپت JavaScript با Node.js بازنویسی شد. جاوا اسکریپت، یک زبان برنامه نویسی به شدت محبوب است، اغلب در مرورگرهای وب دیده می شود اما در زمینه های دیگر محبوبیت پیدا کرده است. در صفحات وب، تعاملات را از اثرات متحرک ساده اضافه می کند تا اعتبارسنجی را از برنامه های کاربردی تک-صفحه ای تمام-باز full-blown single-page applications، شکل دهد.

خط اتصال ها، (واسط گرافیکی کاربر) GUI های مختلفی می باشند که کاربران با آن تعامل برقرار می کنند، و نیز برنامه ی عملیات-نمونه که می تواند اجرا شود، نیز برنامه ریزی شده است.

تصاویر سیستم ساخته شده، در شکل ۳ و ۴ نشان داده شده است. شکل ۳، صفحه اصلی بوده که به کابر بعد از ورود به سایت، نمایش داده می شود. از صفحه اصلی یک کاربر می تواند به صفحه تشخیص که در شکل ۴ نشان داده شده است، برود. در این صفحه، کاربر جزییات لازم، مورد نیاز توسط لایه ی ورودی برای تشخیص صحیح را وارد می کند.

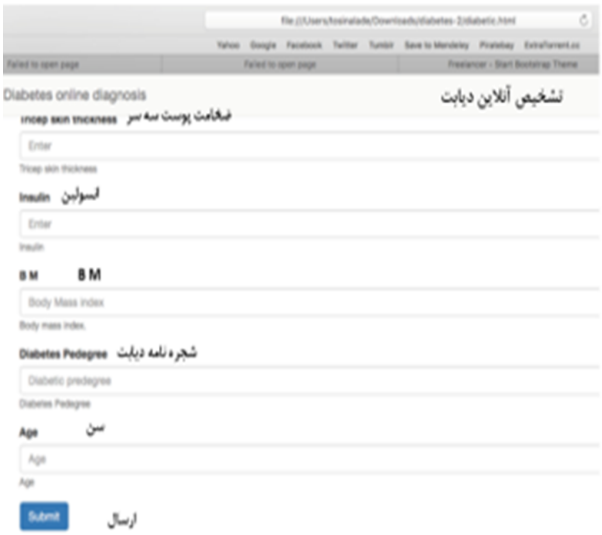


شکل۳: صفحه اصلی سیستم تشخیص دیابت

۷- بحث

این تحقیق یک مدل شبکه عصبی برای کمک به تشخیص اینکه زنان حامله دیابت دارند یا نه، ایجاد کرده است. مدل ایجاد شده همچنین در یک نرم افزار مبتنی بر وب، برای دسترسی آسان، قرار داده شد. به همین ترتیب، کارکنان بهداشتی و یا بیماران در نقاط دور دست می توانند به سیستم دسترسی داشته باشند، داده های بیمار را در زمان واقعی وارد کنند و تشخیص را بدون نیاز به حضور در اطراف بیمار، مکاتبه کنند. برخی توصیه ها برای پیشرفت آن شامل یک سکوی(سطح مذاکره، اساس) موبایل Mobile Platform می باشد. سیستم در حال حاضر روی یک پلت فرم مبتنی بر وب می باشد، اما می تواند بیشتر سودمند باشد اگر که بتواند روی یک پلت فرم موبایل، که در آن دسترسی آفلاین به گوشی ها و دستگاه های دیگر وجود دارد، قرار گیرد.

بنابراین نمی‌توانیم هیچ روش روشنی را برای تعیین خصوصیات حسگر در شبیه سازی خود بررسی کنیم. جدای از روشهای عملی برای به دست آوردن HP-VLP در ساختار کریستال فوتونی و فرایند عملیاتی مرتبط با آن که در (۳) گزارش شده است، به دلیل محیط سیالی، بیشتر انواع مولکول های شناساگر زیستی یا بیومولکولی در نمونه‌های سیال به آسانی به ساختار تراشه-روی یک آزمایشگاه پیشنهاد شده متصل شود. علاوه بر این، اتیلن گلیکول اجازه متصل شدن همه انواع ذرات الکلی- سریع زیستی را به ناحیه لیزر زیستی را می‌دهد.



شکل۴: صفحه تشخیص

مراجع

[1] ASPE: Diabetes: A National Plan for Action. The Importance of Early Diabetes Detection. https://aspe.hhs.gov/report/diabetes-national-plan-action/importance-early-diabetesdetection
[2] U.S. National Library of Medicine: Medlineplus - Health Topic - Diabetes. https:// medlineplus.gov/diabetes.html
[3] Gupta, M., Mohammad, Q.: Advances in AI and ML are reshaping healthcare. https:// techcrunch.com/2017/03/16/advances-in-ai-and-ml-are-reshaping-healthcare/
[4] CIA: CIA. Long-term Global Demographic Trends: Reshaping the Geopolitical Landscape, vol. 5 (2011)
[5] Thomas, N.: A Practical Guide to Diabetes Mellitus. Jaypee Brothers Medical Publishers Limited, Tamil Nadu (2016)
[6] Kumar, S., Kumaravel, A.: Diabetes diagnosis using artificial neural network. Int. J. Eng. Sci. Res. Technol. 2(6), 1642–1644 (2013)
[7] Negnevitsky, M.: Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems. Pearson Education, Harlow (2005)
[8] Munakata, T.: Fundamentals of the New Artificial Intelligence. Springer, London (2008)
[9] Russell, S., Norvig, P.: Artificial Intelligence. A Modern Approach, 3rd edn. Prentice Hall, Upper Saddle River (2010)

[10] Sa'di, S., Maleki, A., Hashemi, R., Panbechi, Z., Chalabi, K.: Comparison of data mining algorithms in the diagnosis of type II diabetes. Int. J. Comput. Sci. Appl. 5, 1–12 (2015)
[11] Olaniyi, E., Khashman, A.: Onset diabetes diagnosis using artificial neural network. Int. J. Sci. Eng. Res. 5, 754 (2014)
[12] Al-Mufad, N., Al-Hagery, M.A.: Using prediction methods in data mining for diabetes diagnosis, vol. 1 (2014)
[13] Kayaer, K., Yildirim, T.: Medical diagnosis on Pima Indian diabetes using general regression neural networks, vol. 6 (2003)
[14] Lino, A., Rocha, Á., Sizo, A.: Virtual teaching and learning environments: automatic evaluation with artificial neural networks. Clust. Comput., 1–11 (2017) Adaptive Particle Swarm Optimization", 2008 IEEE Transactions.

ارتباط با کهربا

متخصصان و مهندسین گران‌قدر می‌توانند از طریق آدرس سایت مجله www.kahrobaonline.ir سایر اطلاعات مجله ازجمله نحوه ارسال مقالات جهت انتشار در نشریه و نیز فرم اشتراک مجله را دریافت کنند. همچنین به اطلاع می‌رسانیم طی توافق صورت گرفته بین پایگاه علمی سیویلیکا و مجله کهربا ازاین‌پس به مقاله برتر هر شماره یک کارت اشتراک رایگان دانلود از این پایگاه هدیه داده می‌شود.

اپلیکیشن این مجله را می‌توانید از مارکت نرم‌افزارهای موبایل (مایکت) و یا http://noandishaan.com/kahroba/kahroba.apk دریافت کنید.

ایمیل مجله kahroba@noandishaan.com پل ارتباطی ما با مهندسین و متخصصین می‌باشد، لطفاً ما را از پیشنهادها و انتقادات ارزشمند خود بهره‌مند سازید. جهت حمایت‌های مالی و معنوی از نشریه و یا معرفی محصولات خود نیز می‌توانید از طریق همین ایمیل با ما در ارتباط باشید.