

ارائه معماری سامانه کمک‌یار فرد نابینا برای

عبور از تقاطع به کمک محاسبات ابری

تلفن همراه

نرجس حاجی‌زاده^۱، حامد وحدت‌نژاد و رمضان هاوانگی^۳

^۱ دانشگاه آزاد اسلامی بیرجند

^{۳،۲} دانشگاه بیرجند

چکیده

امروزه با پیشرفت فناوری‌ها در حوزه کمک به افراد نابینا، سامانه‌های جهت‌یابی از اهمیت بسیاری برخوردار هستند. همچنین، با پیشرفت فناوری در حوزه محاسبات ابری و تلفن‌همراه می‌توان به این افراد کمک کرد. در این پژوهش یک معماری با استفاده از محاسبات ابری تلفن‌همراه به‌منظور کمک به این افراد، در هنگام عبور از تقاطع پیشنهاد می‌شود. معماری پیشنهادی شامل سه مؤلفه تلفن‌همراه، ابر و نظارت است. اطلاعات مکان و زمان، جمع‌آوری و در پایگاه داده ابر ذخیره می‌شود تا در مواقع نیاز، آشنایان فرد نابینا بتوانند بر او نظارت داشته‌باشند. برای تشخیص وضعیت چراغ ابر پیاده عکس از تقاطع‌ها با استفاده از دوربین گرفته می‌شود. با استفاده از ویژگی رنگ و عملیات ریخت‌شناسی، رنگ چراغ ابر پیاده تشخیص داده و به فرد نابینا گزارش داده می‌شود. نتایج حاصل از پیاده‌سازی روی تصاویر گرفته‌شده، کارایی خوب روش پیشنهادی در تشخیص وضعیت چراغ ابر پیاده را نشان می‌دهد که دارای میانگین دقت صدر درصد برای روز و همچنین شب است.

واژگان کلیدی: محاسبات ابری تلفن‌همراه، چراغ ابر پیاده، پردازش تصویر، عملیات ریخت‌شناسی

The Architecture of the Blind Assistant System for Passing Intersection by Mobile Cloud Computing

Narjes Hajizadeh¹, Hamed Vahdat-Nejad^{2*} & Ramazan Havangi³

¹ Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Birjand, Iran

^{2,3} Faculty of Electrical and Computer Engineering, University of Birjand

Abstract

Subject- Today, with the advancement of technologies to assist blind, visually impaired people, navigation systems are of great importance. As a result of emerging technologies in telecommunication and smartphones, these people can be helped. Identifying pedestrian and traffic lights is important to help pedestrians with visual impairments cross the intersection safely and securely.

Background- researchers have studied the detection and identification of traffic lights in the assistive system or blind assist device. These researches can be divided into three main types: based on pattern matching, circular shape extraction, and color distribution.

Methodology- In this research, an architecture based on mobile cloud computing is proposed, which can help blind pedestrians in crossing intersections. The architecture consists of three tiers: mobile phone, cloud, and supervision. The most important component is located on the mobile phone. It recognizes the color of pedestrian light by using image processing techniques. Spatial information (time and location) of the blind person is collected and held in a cloud storage database so that acquaintances can monitor him if needed. In order to detect the status of pedestrian lights, pictures of crossing streets with cameras will be captured. Using the features of color and morphology operations, the color of pedestrian lights is recognized and reported to the blind person. To this end, morphological operations are performed to

* Corresponding author

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات



eliminate small elements in the background and to restore the original size of the traffic light sign. Therefore, the operations of dilation, filling, and erosion are used.

Result- We gathered a dataset including 280 photos of pedestrian lights (170 photos at day, 110 photos at night) in different illumination conditions (early day, noon, early night, night) and weather (sunny, cloudy, rainy). MATLAB software and notebook system with Intel (R) Core (TM) i5 CPU and AMD Mobility Radeon HD 5100 graphics card were used to implement pedestrian traffic-light status detection. The scenario-based method is used to evaluate the system architecture and show that the proposed system can satisfy the investigated scenario. At last, the implementation results on taken images show excellent performance in detecting pedestrian lights with approximately 100% accuracy for the day and night.

Keywords: Mobile cloud computing, Pedestrian light, Image processing, Morphology operations

کمک کند. روش پیشنهادی شامل سه مؤلفه تلفن همراه، ابر و نظارت است. اطلاعات مکان و زمان، جمع‌آوری و در پایگاه داده ابر ذخیره می‌شود تا در مواقع نیاز، آشنایان فرد نابینا بتوانند بر او نظارت داشته‌باشند. در واقع، با استفاده از اطلاعات مکان و زمان فرد نابینا، آشنایان فرد می‌توانند بر مسیر حرکت او نظارت و مدیریت کنند. نخست، فرد نابینا درخواست کمک را ارسال می‌کند. سپس، اطلاعات مکان و زمان گردآوری می‌شود. آن‌گاه موقعیت فرد در ابر بررسی و ذخیره می‌شود. اگر در نزدیکی فرد تقاطعی وجود دارد، نتیجه به تلفن‌همراه کاربر گزارش و عملیات تعیین وضعیت چراغ عابر پیاده با استفاده از پردازش تصویر انجام می‌شود. سپس، از طریق صوت، نتیجه به فرد گزارش داده می‌شود.

این مقاله در پنج بخش گردآوری شده‌است. در بخش ۲ تعاریف موردنیاز و پژوهش‌های گذشته، در بخش ۳ معماری و رویکرد پیشنهادی، در بخش ۴ پیاده‌سازی و ارزیابی روش پیشنهادی، و در نهایت، در بخش ۵ نتیجه‌گیری ارائه شده‌است.

در این بخش از مقاله، چند مفهوم از مفاهیم اولیه که بیشتر موردنیاز و کاربردی در معماری و رویکرد پیشنهادی است، توضیح داده می‌شود. همچنین، پژوهش‌های گذشته در این بخش مرور شده‌است.

۲- پیش‌زمینه

۱-۲ محاسبات ابری

محاسبات ابری الگویی برای دسترسی آسان و عندالمطالبه به مجموعه‌ای از منابع محاسباتی عظیم و اشتراکی (مانند شبکه، سرورها، دستگاه‌های ذخیره‌سازی، برنامه‌های کاربردی و سرویس‌ها) است که این منابع می‌توانند در هر لحظه و با کمترین دانش کاربر به او اختصاص یافته یا آزاد شوند [۵].

۲-۲ محاسبات ابری تلفن همراه

محاسبات ابری تلفن‌همراه (MCC^1) در ساده‌ترین حالت به زیرساختی اشاره می‌کند که در آن ذخیره‌سازی و

¹ Mobile Cloud Computing (MCC)

۱- مقدمه

با افزایش وسایل نقلیه در جوامع امروزی، عبور و مرور برای افراد نابینا در محیط‌های بیرون از خانه بسیار دشوار شده‌است؛ آن‌ها به‌ویژه عبور از تقاطع همچنان دچار مشکل هستند و خطرات بسیاری آن‌ها را تهدید می‌کند.

نابینایی عارضه و پدیده‌ای است ناخواسته که برای هر فردی در هر زمانی و در هر مکانی ممکن است پیش آید. ولی نمی‌تواند علت بازدارنده حضور افراد نابینا در صحنه‌های گوناگون اجتماعی باشد. افراد کم‌بینا یا نابینا برای حرکت به دانش قبلی خود متکی هستند. این افراد به‌طور معمول، از عصای سفید یا سگ راهنما کمک می‌گیرند. رفت‌وآمد یک فرد نابینا در محیط‌های ناآشنا، حتی در مواقعی که فرد از عصای سفید و سگ راهنما استفاده می‌کند، برایش مشکل است؛ به‌ویژه در هنگام عبور فرد نابینا از تقاطع و اطلاع از وضعیت چراغ عابر پیاده این موضوع مشهود است. همین مسأله یک چالش اساسی برای فرد نابیناست تا بتواند یک عبور ایمن داشته‌باشد [۱].

تشخیص و شناسایی چراغ عابر پیاده و چراغ راهنمایی و رانندگی برای کمک به راننده و کمک به عابر پیاده‌ای که در دید مشکل دارند، بسیار مهم است تا بتوانند با خیال راحت و ایمن از تقاطع عبور کنند [۲-۳]. بسیاری از پژوهشگران تشخیص و شناسایی چراغ راهنمایی و رانندگی را در سامانه کمک‌راننده یا دستگاه کمک‌یار نابینا بررسی کرده‌اند، که آثار این پژوهش‌ها را در تشخیص و شناسایی چراغ راهنمایی و رانندگی می‌توان به سه نوع عمده تقسیم کرد [۴]؛ بر اساس تطبیق الگو، استخراج شکل دایره و توزیع رنگ.

در پژوهش‌های گذشته تحقیقاتی جهت تشخیص رنگ چراغ راهنمایی و رانندگی و همچنین، جهت‌یابی افراد نابینا انجام شده، اما موفق به حل مسائل ایمنی در هنگام عبور این افراد از تقاطع نشده‌اند.

این مقاله در نظر دارد با استفاده از محاسبات ابری و پردازش تصویر، به افراد نابینا، هنگام عبور از تقاطع

پردازش داده در خارج از تلفن همراه انجام می‌شود. در این راستا بخش‌های پردازشی و ذخیره‌سازی داده از روی تلفن همراه به ابر منتقل می‌شود، در نتیجه، امکان محاسبات برای گوشی‌های هوشمند طیف وسیعی از کاربران تلفن همراه فراهم می‌شود [۶].

۲-۳- زمینه

زمینه هرگونه اطلاعاتی است که می‌تواند برای تعیین شرایط یک موجودیت (هویت) استفاده شود. یک موجودیت می‌تواند یک شخص، مکان یا شیء باشد که مربوط به تعامل میان کاربر و برنامه است که شامل خود کاربر و برنامه کاربردی نیز شامل می‌شود [۷].

۲-۴- پیشینه پژوهش

در [۸] یک روش برای تشخیص چراغ راهنمایی و رانندگی در عکس با اطلاعات ساختاری از چراغ راهنمایی و رانندگی در روز پیشنهاد شده است. الگوریتم پیشنهادی شامل خوشه‌بندی پیکسل‌ها^۱، تشخیص لبه^۲ و رأی‌گیری^۳ است. باتوجه به تصویر ورودی، هر پیکسل از تصویر به پنج نوع خوشه‌بندی می‌شود. به منظور بررسی روش پیشنهادی، آزمایش تشخیص چراغ راهنمایی و رانندگی بر روی ۳۵ تصویر با دقت ۸۹ درصد و زمان پاسخ ۰/۱۵ ثانیه به دست آوردند.

در [۹] یک دستگاه کمکی جدید برای افراد کم‌بینا (VIP) بنام SEES^۴ که می‌تواند به برخی از عملکردهای راه‌رفتن و جهت‌گیری^۵ کمک کند، پیشنهاد شده است. این سامانه آگاه به زمینه شامل چند حسگر فعال است. عملکرد اصلی این سامانه تشخیص موانع و اجتناب از آن‌هاست. همچنین، SEES با اتصال به اینترنت، افراد کم‌بینا را قادر می‌کند برای دریافت کمک از هر نقطه جهان تحت نظارت باشند.

در [۱۰] یک معماری ردیاب چراغ راهنما برای جهت‌یابی آگاه به زمینه افراد نابینا، ارائه شده است. معماری سامانه مدیریت آگاه به زمینه، شامل دو جزء اصلی MNAS^۷ و CNAS^۸ است. مؤلفه تلفن همراه از طریق حسگرهایی، اطلاعات مکان و وضعیت چراغ راهنمایی و رانندگی را جمع‌آوری می‌کند. سپس، به سرور

ابر برای پردازش می‌فرستد تا یک پاسخ مناسب از آن دریافت کند. برنامه کاربردی چراغ راهنمایی و رانندگی در حال اجرا بر روی ابر با استفاده از OpenCV^۹ پیاده‌سازی شده و برای تشخیص شیء از الگوریتم آدا بوست^{۱۰} [۱۱] استفاده می‌کند و نتیجه را از طریق رابط صوتی بن‌سازه (پلتفرم) آندروید به کاربر اطلاع می‌دهد [۱۰].

در [۱۲] یک سامانه کمک‌راننده برای تشخیص چراغ راهنمایی و رانندگی به منظور کاهش تصادفات در تقاطع‌ها طراحی شده است. این سامانه شامل یک دوربین CCD و کارت دست‌یابی به تصویر PC است. استخراج جسم بر اساس رنگ به صورت زیر است:

هنگامی که چراغ راهنمایی و رانندگی روشن است، مؤلفه رنگ متناظر با آن بسیار بزرگ‌تر از رنگ‌های دیگر در فضای رنگ RGB است. باتوجه به این ویژگی پیکسل‌های رنگ قرمز، سبز و زرد از چراغ راهنمایی و رانندگی را می‌توان با تفریق بین دو مؤلفه، رنگ را استخراج کرد.

در [۱۳] یک سامانه کمک به جهت‌یابی در فضای باز مبتنی بر ابر (COANS) برای افراد BVI معرفی شده است. هدف اصلی سامانه فراهم کردن جهت‌یابی آسان در خیابان و کمک به پیاده‌روی در محیط‌های ناآشنا برای افراد نابیناست. به منظور بررسی عملکرد کلی سامانه، دو گروه آزمون انجام شده است؛ یکی برای دقت محل GPS از RTK Lib و دیگری برای زمان ارتباط سرور- مشتری است.

در [۱۴] سامانه‌ای با هدف کمک سفر الکترونیکی برای افراد نابینا پیشنهاد شده است. این سامانه قادر به تشخیص انحراف از جاده، تشخیص موانع و تشخیص چراغ راهنمایی و رانندگی است. در این سامانه نخست، کیفیت تصاویر گرفته‌شده به وسیله دوربین با استفاده از فیلتر میانه افزایش یافته است. سپس، از تطبیق الگو برای تشخیص چراغ راهنمایی و رانندگی استفاده شده است. برای استخراج لبه جاده فیلتر canny و تبدیل هاف استفاده شده است.

در [۱۵] روشی برای تشخیص چراغ راهنمایی و رانندگی به منظور جهت‌یابی خودکار خودرو در سامانه‌های کمک‌راننده پیشرفته پیشنهاد شده است. نخست، یک فریم واحدی از m فریم گرفته و سپس، تبدیل فضای رنگ از RGB به YcrCb صورت می‌گیرد و با استفاده از اطلاعات لبه و الگوریتم canny، اشیا و لبه‌ها از همدیگر تشخیص داده می‌شود. سپس، مناطق استخراج می‌شوند و با

^۹ opencv.willowgarage.com

^{۱۰} AdaBoost

^۱ Pixel clustering

^۲ Edge detection

^۳ Voting

^۴ Visually impaired person or people

^۵ Smart environment explorer stick

^۶ Orientation

^۷ Mobile Navigation and Awareness Server

^۸ Cloud Navigation and Awareness Server

امتیازدهی به مناطق انتخاب شده، منطقه نهایی چراغ راهنما انتخاب می شود.

در [۴] یک سامانه کمک یار سفر الکترونیکی برای تشخیص و شناسایی چراغ راهنمایی و رانندگی در روز پیشنهاد شده است. در این سامانه، الگوریتم تشخیص و شناسایی چراغ راهنمایی و رانندگی براساس استخراج ویژگی های چندگانه پیشنهاد شد. این روش به این صورت است که نخست، تصاویر متوالی از تقاطع گرفته می شود، سپس، تصویر پیش پردازش می شود و چراغ راهنمایی و رانندگی (قاب مستطیلی چراغ راهنمایی و رانندگی) تشخیص داده می شود. در مرحله بعد نوع چراغ راهنمایی و رانندگی (دایره های داخل قاب مستطیلی) شناسایی، سپس، ویدئوها تحلیل، و در نهایت، از طریق بلندگو نتیجه به کاربر اعلان می شود. در این مقاله متوسط نرخ تشخیص ۹۷ درصد و سرعت ۰/۰۸۶ ثانیه به دست آمد.

در [۱۶] روشی برای تشخیص چراغ راهنمایی و رانندگی هم در وضعیت روز و هم در وضعیت شب و برآورد فاصله ارائه شده است که مراحل اجرا شامل تطابق تصویر، تقسیم بندی رنگ بر اساس خوشه بندی فازی، عملیات ریخت شناسی و قوانین فیلترینگ و در نهایت تخمین فاصله و تعیین وضعیت چراغ راهنمایی و رانندگی است. نتایج این مقاله نشان می دهد که سامانه پیشرفته کمک راننده قادر به تشخیص چراغ های راهنمایی و رانندگی با دقت ۹۹/۴ درصد در محدوده ۱۱۵-۱۰ متر در روز و شب است.

همچنین، روشی برای تشخیص و طبقه بندی وضعیت چراغ راهنمایی و رانندگی در روز با استفاده از دوربین های مدار بسته جاده ای در سامانه حمل و نقل هوشمند ارائه شده است. به طور کلی این روش از دو ماژول مکان منطقه و ماژول آموزش و طبقه بندی تشکیل شده است. در ماژول مکان منطقه، نخست، بخش بالای عکس به عنوان **RIO**¹ تنظیم می شود. سپس، تبدیل فضای رنگ از **RGB** به **HSV** صورت می گیرد. در مرحله بعد اطلاعات رنگ هر پیکسل در تصویر را تعیین و به پنج دسته (سیاه، قرمز، زرد، سبز و سفید) تقسیم و با برچسب یک و دو برچسب گذاری می شود. سپس، منطقه را بر اساس خطوط استخراج و بقیه نواحی را فیلتر می کند. در ماژول آموزش و طبقه بندی ویژگی های **HOG** استخراج شده و به طبقه بند **SVM** برای آموزش داده می شود. دقت طبقه بندی در این آزمایش صد درصد است [۱۷].

در [۱۸] یک سامانه برای افراد کم بینا پیشنهاد شده است. هدف سامانه پیشنهادی در این مقاله ایجاد یک ابزار بصری پوشیدنی برای افراد کم بیناست که در آن دستورهای گفتاری توسط کاربر پذیرفته می شود. عملکرد

¹ Region of interests

روش ارائه شده در این مقاله با شناسایی اشیا و تابلوهای راهنما بررسی می شود. این روش به فرد کم بینا کمک می کند تا فعالیت های روزانه خود را مدیریت و در محیط اطراف خود حرکت کند.

۳- رویکرد پیشنهادی

معماری پیشنهادی در این سامانه همان طور که در شکل (۱) نشان داده شده است، از سه مؤلفه اصلی، مؤلفه تلفن-های همراه هوشمند، مؤلفه نظارت و مؤلفه ابر تشکیل شده است که در ادامه توضیح داده می شود. مهم ترین قسمت این طراحی، تلفن همراه هوشمند کاربر است که کار پردازش را انجام می دهد.

اطلاعات زمینه (اطلاعات مکان و زمان کاربر) جمع آوری و در ابر ذخیره می شوند تا در مواقع نیاز آشنایان فرد نابینا بتوانند به این داده ها دسترسی داشته باشند. سپس، براساس زمان عکس برداری (اطلاعات زمان) عکس ها به دو دسته روز و شب تقسیم می شوند. آن گاه عملیات پردازش تصویر با استفاده از عملیات ریخت شناسی انجام و رنگ چراغ عابر پیاده به فرد نابینا گزارش داده می شود.

۳-۱- مؤلفه تلفن همراه هوشمند

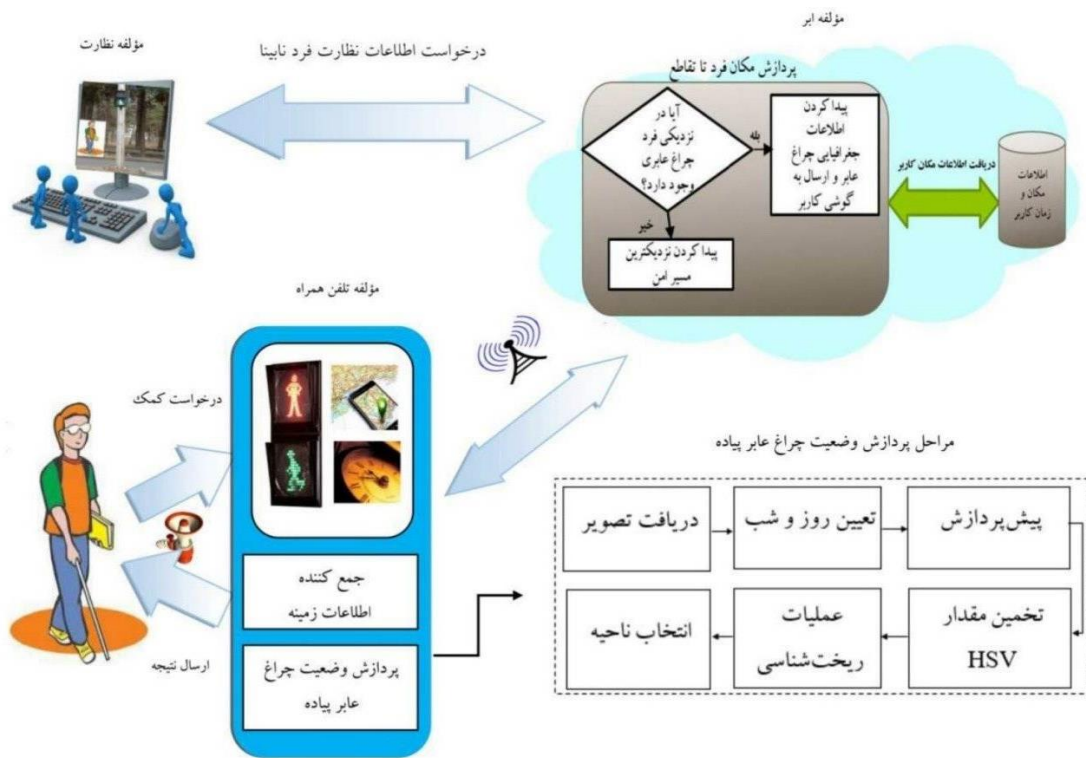
این مؤلفه، خود شامل زیر مؤلفه های جمع آوری اطلاعات زمینه و پردازش تصویر است. در این مؤلفه زمانی که فرد نابینا احساس کمک کند، درخواست خود را از طریق صوت به تلفن همراه ارسال می کند.

۳-۱-۱- جمع آوری اطلاعات زمینه

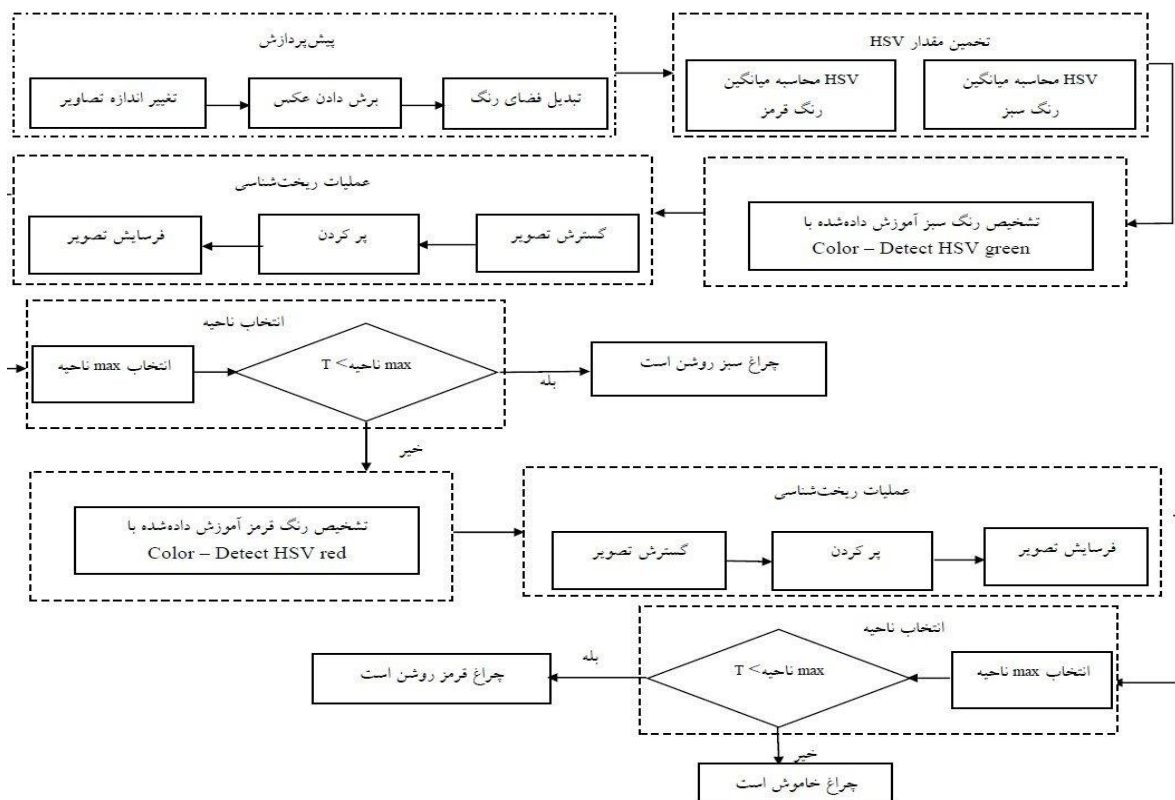
پس از ارسال درخواست کمک توسط فرد نابینا، برای بررسی وضعیت چراغ عابر پیاده نیاز به جمع آوری اطلاعاتی است، تا بتوان وضعیت چراغ عابر پیاده به فرد نابینا، گزارش داده شود. برای انجام این کار، اطلاعات زمینه به شرح زیر جمع آوری می شود:

اطلاعات مکان فرد توسط **GPS** تلفن همراه جمع آوری می شود و برای نظارت پرستار فرد نابینا در مواقع مورد نیاز در ابر ذخیره می شود. اطلاعات زمان وسط تلفن همراه جمع آوری می شود و برای نظارت پرستار فرد نابینا در مواقع مورد نیاز در ابر ذخیره می شود، همچنین، از این اطلاعات برای تعیین روز و شب بودن در هنگام پردازش تصویر می توان استفاده کرد.

اطلاعات تقاطع توسط مختصات مکانی فرد و نقشه **Google Map** جمع آوری می شود که از این اطلاعات جهت تعیین فاصله فرد نابینا تا تقاطع استفاده می شود. عکس از چراغ راهنما توسط دوربینی که روی کلاه کاربر قرار دارد، گرفته می شود.



(شکل-۱): معماری سامانه پیشنهادی
(Figure-1): Proposed System Architecture



(شکل-۲): روندنمای پردازش تصویر
(Figure-2): Image Processing Flowchart

۳-۱-۲- پردازش وضعیت چراغ عابر پیاده

این بخش مهم‌ترین و اصلی‌ترین بخش سامانه پیشنهادی است. به‌طور کلی از شش زیر بخش که شامل دریافت تصویر، تعیین روز و شب، پیش‌پردازش، تخمین مقدار HSV، عملیات ریخت‌شناسی و انتخاب ناحیه تشکیل شده‌است.

۳-۱-۲-۱- دریافت تصویر

پس از اینکه مشخص شد در نزدیکی فرد نابینا تقاطعی وجود دارد، مشخصات تقاطع به فرد نابینا گزارش داده می‌شود. سپس، با استفاده از دوربینی که بر روی کلاه کاربر نصب است، از چراغ عابر پیاده عکس گرفته می‌شود. آن‌گاه تصویر گرفته شده برای تعیین وضعیت چراغ عابر پیاده به مرحله بعد ارسال می‌شود.

۳-۲-۱-۳- تعیین روز و شب

در روش پیشنهادی به دلیل قابلیت اجرای برنامه در شب قبل از عملیات پردازش بر روی تصویر با استفاده از اطلاعات زمان که توسط گوشی کاربر جمع‌آوری شده‌است، می‌توان تعیین کرد که عکس در روز یا شب گرفته شده‌است. دلیل این کار تفاوت شدت روشنایی و میانگین HSV در روز و شب است. در نتیجه، با تعیین روز و شب قبل از پردازش، می‌توان سرعت و دقت عملیات پردازش را بالا برد.

عملیات پردازش وضعیت چراغ عابر پیاده در روندنمای شکل (۲) نمایش داده شده‌است. بعد از تعیین روز و شب، عملیات پیش‌پردازش روی تصویر ورودی انجام می‌شود. سپس، در مرحله آموزش، میانگین HSV محاسبه و مقدار HSV برابر HSV سبز قرار داده می‌شود. آن‌گاه عملیات ریخت‌شناسی انجام و بزرگ‌ترین ناحیه به هم پیوسته انتخاب خواهد شد. اگر ناحیه بیشتر از چهارصد باشد، رنگ سبز روشن است. در غیر این صورت، همین عملیات برای HSV قرمز انجام می‌شود. اگر ناحیه باقی مانده بیشتر از چهارصد باشد، رنگ قرمز روشن است. در غیر این صورت چراغ خاموش است. در ادامه هر کدام از بلوک‌ها توضیح داده می‌شود.

۳-۲-۱-۳- پیش‌پردازش

لازم است کیفیت تصاویر را قبل از هر گونه پردازشی بهبود دهیم تا فاز استخراج ویژگی راحت‌تر و قابل اعتمادتر شود. پیش‌پردازش تصاویر به منظور ایجاد تصاویر با کیفیت، جهت دسته‌بندی شفاف‌تر انجام می‌شود. هدف اصلی پیش‌پردازش، بهبود تصاویری است که در معرض امواج نامطلوب قرار گرفته‌اند. همچنین، بهبود برخی ویژگی‌های

تصویر که در پردازش‌های آتی اهمیت دارند. در این مرحله تغییر اندازه تصاویر، برش‌دادن^۱ عکس و تبدیل فضای رنگ انجام می‌شود.

الف) تغییر اندازه تصاویر

در این مرحله پس از دریافت تصویر، اندازه تمام تصاویر یکسان خواهد شد. در نتیجه، عملیات پردازش بر روی تصویر دقیق‌تر و راحت‌تر انجام خواهد شد. با اجرای این دستور به‌طور تقریبی، اندازه تصاویر به‌طور خودکار یک اندازه (در حدود ۱۴۲۰*۸۰۰) می‌شوند. شکل (۳) نتیجه اعمال این دستور را نشان می‌دهد.

ب) برش‌دادن تصویر

باتوجه به مشخصات تنظیم دوربین، چراغ عابر پیاده به‌طور معمول، در نیمه بالایی و وسط تصویر واقع می‌شود. در نتیجه، به منظور سرعت بخشیدن به عملیات پردازش تصویر، نیمه پایین تصویر و مقداری از چپ و راست نیمه بالای تصویر حذف می‌شود. در نتیجه، از مناطق غیر از چراغ عابر پیاده (چراغ خودروها) خلاص می‌شویم که با اعمال آن، کاهش حجم کار برای افزایش بهره‌وری به وجود می‌آید. برای انجام این کار، با وارد کردن مختصات سطرها و ستون‌های ماتریس تصویر می‌توانیم به مقصود خود برسیم. شکل (۴) نتیجه اعمال این عملیات را نشان می‌دهد.



(شکل-۳): تصویر پس از اعمال دستور Imresize
(Figure-3): Image after applying command Imresize



(شکل-۴): تصویر پس از اعمال دستور Imcrop
(Figure-4): Image after applying command Imcrop

¹ Crop

ج) تبدیل فضای رنگ

ظاهر رنگ یکی از ویژگی‌های برجسته چراغ عابر پیاده است. رنگ‌ها در مدت‌زمان ثابتی با شدت روشنایی بالایی و با نظم خاصی نشان داده می‌شوند. از طرفی فضای رنگ RGB حساس به روشنایی است و قابلیت دید نمایش رنگ در HSV نسبت به RGB بیشتر است. همچنین، فضای رنگ HSV برای تقسیم‌بندی تصویرهای رنگی نوفه‌دار مناسب‌تر است. به همین دلیل، داده‌های تصویر از RGB به HSV تبدیل می‌شوند.

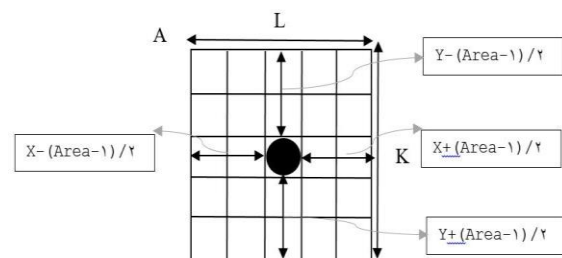
۳-۱-۲-۴- تخمین مقدار HSV

در تصاویر گرفته‌شده، چراغ‌های عابر پیاده دارای یک ترکیب منحصربه‌فرد از رنگ‌های ثابت و شکل خاص هستند؛ بنابراین، در مرحله اول، یک مجموعه از تصاویر جهت تخمین مقدار HSV، با رنگ نواحی دل‌خواه (سبز و قرمز) انتخاب می‌شود، به این صورت که در تصویر بر روی چند ناحیه (به‌عنوان مثال، پنج ناحیه) از رنگ موردآزمایش کلیک می‌شود. شکل (۵) نمونه‌ای از انتخاب ناحیه را نشان می‌دهد. آن‌گاه H, S, V هر ناحیه بر اساس روابط (۱، ۲، ۳) محاسبه می‌شود. (در این پژوهش ناحیه انتخاب‌شده، مربعی ۵*۵ در نظر گرفته شده است و نقطه کلیک‌شده، در مرکز این مربع قرار دارد). (شکل (۶))



(شکل-۵): نمونه‌ای از انتخاب ناحیه در تصویر

(Figure-5): An example of a region selection in the image



(شکل-۶): یک ناحیه انتخاب‌شده (A) در تصویر

(Figure-6): A selected area (A) in the image

$$Hsv A (H) = Hsv A (H) + hsv A (i,j,H) \quad \forall i \in L, \forall j \in K \quad (1)$$

$$Hsv A (S) = Hsv A (S) + hsv A (i,j,S) \quad \forall i \in L, \forall j \in K \quad (2)$$

$$Hsv A (V) = Hsv A (V) + hsv A (i,j,V) \quad \forall i \in L, \forall j \in K \quad (3)$$

که در آن A ناحیه انتخاب‌شده در تصویر است. HSV A (H) مربوط به H، HSV A (S) مربوط به S، و HSV A (V) مربوط به V است. برای انجام این کار آرایه‌ای ۳*۱ مانند زیر را در نظر می‌گیریم؛ که:

$$Hsv A: \begin{bmatrix} H & S & V \end{bmatrix}$$

در آغاز، تمام مقادیر آن صفر است. در فرمول اول برای محاسبه H، مقدار H در آرایه را با مقادیر H در نواحی اطراف جمع می‌کنیم. در فرمول دوم، برای محاسبه V، مقدار V در آرایه را با مقادیر V در نواحی اطراف جمع می‌کنیم. در فرمول سوم برای محاسبه S، مقدار S در آرایه را با مقادیر S در نواحی اطراف جمع می‌کنیم.

پس از محاسبه H, S, V ناحیه انتخاب‌شده (کل مربع ۵*۵)، میانگین H, S, V هر ناحیه را به صورت جداگانه بر اساس رابطه (۴) به دست می‌آوریم:

$$Hsv A = \frac{Hsv A}{(K*L)} \quad (4)$$

که در آن K تعداد سطرها و L تعداد ستون‌هاست. سپس، میانگین همه نواحی انتخاب‌شده محاسبه می‌شود. هر ناحیه در سطری از ماتریس سه ستون (H_m, S_m, V_m) قرار می‌گیرد. این تابع برای محاسبه میانگین هر ستون را با هم جمع کرده و تقسیم بر تعداد می‌کند (شکل ۷). سپس، میانگین HSV رنگ سبز و قرمز تمام تصاویری را که برای آموزش انتخاب شده‌اند، مطابق فرمول بالا محاسبه می‌کنیم. در نهایت، میانگین HSV کل همه تصاویر موردآزمایش حساب می‌شود؛ بنابراین، دو مقدار میانگین HSV برای رنگ سبز و قرمز به دست می‌آید. سپس، با استفاده از تابعی، نواحی از تصویر ورودی را که با یک رنگ دلخواه (سبز یا قرمز) مشخص شده‌اند، برمی‌گردانیم؛ ورودی‌های این تابع شامل نام پرونده عکس، میانگین HSV رنگ موردنظر، مقدار آستانه (مقداری که رنگ‌های نزدیک به رنگ موردنظر را برمی‌گرداند و این مقدار بین ۰ تا ۱ است؛ ما مقدار آن را ۰/۱ در نظر گرفته‌ایم) است. خروجی تابع، یک عکس دودویی با ابعاد عکس ورودی است، که در این عکس نواحی تشخیص داده شده به‌عنوان رنگ دلخواه (سبز یا قرمز) یک یا سفید هستند و بقیه نواحی صفر یا سیاه هستند.

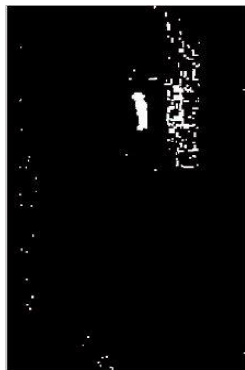


(شکل-۸): تصویر گسترش یافته با جزء ساختاری مربعی ۳×۳
(Figure-8): Dilated image with 3x3 square component

ب) پرکردن
حفره را می‌توان به صورت ناحیه‌ای از پس‌زمینه تعریف کرد که مرز پیوسته‌ای از پیکسل‌های پیش‌زمینه، آن را فرا گرفته‌است [۱۹]. از آنجا که ناحیه چراغ عابر پیاده، یک ناحیه به هم پیوسته است، حفره‌های احتمالی موجود پر می‌شود. با این کار حفره‌هایی از تصویر که محصور یک ناحیه خاص هستند، پر می‌شود. دلیل این کار سوختگی بعضی از چراغ‌های LED چراغ عابر پیاده است. در این صورت در تصویر به رنگ سیاه نمایش داده می‌شود و با اعمال این کار، حفره‌های تشخیص داده شده پر می‌شود. شکل (۹) نتیجه این عملیات را نشان می‌دهد.

ج) فرسایش (ساییدگی)

فرسایش، عملیاتی است که اشیای موجود در تصویر دودویی را کوتاه یا نازک می‌کند [۱۹]. در این قسمت برای حذف نواحی اضافی و خارج از قاب چراغ عابر پیاده، از عملیات فرسایش استفاده می‌شود. عملیات فرسایش بر روی خروجی تصویر قبلی انجام می‌شود تا المان‌های کوچک‌تر از جزء ساختاری مربعی با ابعاد ۳*۳ حذف شوند. بدین ترتیب قسمت بیشتر تصویر فرسایش یافته، شامل نواحی قاب چراغ عابر پیاده است. شکل (۱۰) عملیات فرسایش را نشان می‌دهد.



(شکل-۹): تصویر پرکردن حفره‌ها پس از اعمال دستور Imfill
(Figure-9): Image of filling holes after applying command Imfill

ناحیه ۱	H ₁	S ₁	V ₁
ناحیه ۲	H ₂	S ₂	V ₂
	.	.	.
	.	.	.
	.	.	.
ناحیه ۳	H _m	S _m	V _m

(شکل-۷): ماتریس حاصل از همه نواحی انتخاب شده در یک تصویر

(Figure-7): Matrix of all selected regions in an image

کار این تابع به این صورت است که در تصاویر گرفته شده، تمام پیکسل‌های هر تصویر را از میانگین HSV رنگ سبز به دست آمده در مرحله قبل کم می‌کند. اگر این مقدار، از حد آستانه در نظر گرفته شده، کمتر باشد، پیکسل با رنگ سفید نشان داده می‌شود و بقیه نواحی به رنگ سیاه نشان داده خواهد شد. با استفاده از روابط (۵) و (۶) نقاطی از تصویر که تفاوت کمتری با میانگین HSV رنگ سبز دارد، مشخص می‌شود. همین عمل برای رنگ قرمز هم انجام می‌شود.

$$diffh = |HSV(image, H) - HSV(Train, H)| \quad (5)$$

$$diffh < Threshold \quad (6)$$

۳-۱-۲-۵- عملیات ریخت‌شناسی

ریخت‌شناسی ابزاری در پردازش تصویر است که برای استخراج مؤلفه‌های تصویر به کار می‌رود و در نمایش و توصیف شکل ناحیه مثل مرزها مفید است. عملیات ریخت‌شناسی برای از بین بردن المان‌های کوچک در پس‌زمینه و بازگرداندن اندازه اصلی آدمک چراغ عابر پیاده انجام می‌شود؛ بنابراین، از عملیات گسترش^۱، پرکردن^۲ و فرسایش^۳ در تصاویر استفاده می‌شود [۱۹].

الف) گسترش (انبساط)

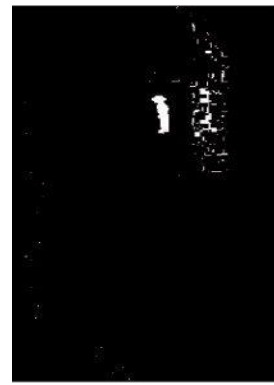
گسترش، عملیاتی است که اشیای موجود در تصویر را رشد می‌دهد یا ضخیم‌تر می‌کند [۱۹]. در این قسمت برای پیوستگی بیشتر این خطوط، تصویر مشتق با استفاده از عملیات ریخت‌شناسی گسترش داده می‌شود تا نواحی بسته شکل بگیرد. عملیات گسترش بر روی خروجی تابع قبلی که تصویری دودویی بود، اعمال می‌شود. در نتیجه المان‌هایی را که اندازه آن‌ها از جزء ساختاری مربعی با ابعاد ۳*۳ بزرگ‌تر هستند، ضخیم‌تر می‌کند. شکل (۸) عملیات گسترش را نشان می‌دهد.

- ¹ Dilate
- ² Filling
- ³ Erosion



(شکل-۱۱): نمونه‌ای از نقشه ردیابی فرد نابینا

(Figure-11): An example of a blind person tracking map



(شکل-۱۰): تصویر فرسایش یافته با جزء ساختاری مربعی ۳×۳

(Figure-10): Eroded image with 3 x 3 square structural component

۳-۳- مؤلفه تحت ابر

در طراحی این سامانه به دلیل مزایای فراوانی مانند در دسترس بودن، هزینه پایین، تقاضا بر حسب نیاز، وجود منابع بسیار و امنیت بالا از ساختار ابر می‌توان استفاده کرد. هدف استفاده از ساختار ابر در این سامانه اشتراک‌گذاری، ذخیره‌سازی و پردازش مکان فرد در نظر گرفته شده است. با این کار هنگامی که فرد نابینا نیاز به کمک دارد، اطلاعات مکان و زمان خود را ارسال می‌کند و موقعیتش نسبت به تقاطع بررسی می‌شود، همچنین، مختصات جغرافیایی و زمان حضور در آن مکان، در ابر ذخیره می‌شود تا در مواقعی که برای فرد نابینا حادثه‌ای یا تصادفی رخ می‌دهد، بتوانند بستگان فرد نابینا در هر زمان و هر مکان به این اطلاعات دسترسی داشته باشند و بتوانند فرد نابینا را ردیابی کنند. در این سامانه می‌توان از ابر عمومی استفاده کرد. این مؤلفه شامل دو زیرمؤلفه پایگاه داده و پردازش مکان فرد تا تقاطع است که در ادامه توضیح داده می‌شود.

۳-۴- پایگاه داده

باتوجه به این‌که ابرها دارای منابع نامحدود حافظه‌ای هستند، اطلاعات مکانی و زمانی فرد نابینا به مدت چند روز در پایگاه داده‌های ابر ذخیره می‌شود. این پایگاه داده شامل جدول (۱) که مربوط به اطلاعات شخصی فرد نابینا و جدول (۲) اطلاعات عبور و مرور است. از این طریق آشنایان فرد نابینا می‌توانند براساس داده‌های ارسال شده توسط خود فرد نابینا، او را ردیابی کنند و در مواقع نیاز تصمیمات لازم را بگیرند.

۳-۴-۱- پردازش مکان فرد تا تقاطع

در این زیرمؤلفه جهت شناسایی موقعیت فرد نابینا تا تقاطع می‌توان از ساختار ابر استفاده کرد. پس از ارسال

۳-۱-۲-۶- انتخاب ناحیه

پس از همه مراحل در خروجی مرحله قبل که تصویری دودویی است، باید اجزای به هم پیوسته در تصویر استخراج شود. با این عمل، همان المان‌هایی که به هم پیوسته هستند، تشخیص داده و جدا می‌شود. برای این کار یک حد آستانه در نظر می‌گیریم، سپس، براساس رابطه (۷) المان‌هایی که از اندازه المان آدمک چراغ عابر پیاده کوچک‌تر باشند، حذف می‌شوند. اگر المانی با این اندازه در تصویر باشد، چراغ عابر پیاده با رنگ دلخواه روشن است. در غیراین صورت چراغ عابر پیاده خاموش است.

$$(7) \max([S.Area]) > 4$$

در صورتی که تعداد اجزای به هم پیوسته بزرگ‌تر از حد آستانه در تصویر دودویی بیش از یک جزء باشد، پیغام خطا می‌دهد. سپس، تصویر دیگری از تقاطع برای عملیات پردازش تصویر دریافت و تمام مراحل برای این تصویر جدید انجام می‌شود. آن‌گاه وضعیت چراغ عابر پیاده تشخیص و نتیجه از طریق صوت به فرد نابینا گزارش داده می‌شود. برای اجرای برنامه در شب، عملیات پردازش به همین صورت انجام می‌شود. اما در تعداد اجرای عملیات ریخت‌شناسی و اندازه آدمک چراغ عابر پیاده تفاوت وجود دارد.

۳-۲- مؤلفه نظارت

این سامانه کمک‌یار فرد نابینا هنگام عبور از تقاطع، اطلاعات زمینه (مکان فرد، زمان) را جمع‌آوری می‌کند. سپس، براساس تاریخچه‌ای (به صورت نقشه) از مکان‌هایی که فرد نابینا بازدید کرده، می‌توان بر فرد نابینا نظارت داشت. دلیل این کار این است که در مواقع اضطراری اگر فرد نابینا با تصادفی مواجه شود، بتوان فرد را ردیابی و به او کمک کرد. شکل (۱۱) نمونه‌ای از نقشه ردیابی فرد نابینا را نشان می‌دهد.

درخواست کمک توسط فرد نابینا، با استفاده از اطلاعات جغرافیایی فرد و نقشه Google Map، موقعیت فرد نسبت به تقاطع بررسی می‌شود (آیا در نزدیکی فرد تقاطعی وجود دارد یا خیر). اگر تقاطعی وجود داشته‌باشد، موقعیت تقاطع (مسافت باقی‌مانده) به گوشی همراه فرد نابینا گزارش داده می‌شود. در غیراین صورت، فرد مسیر مستقیم را ادامه خواهد داد.

(جدول ۱): اطلاعات شخصی فرد نابینا

(Table-1): The personal information of the blind person

شماره همراه بستگان	شماره همراه فرد نابینا	نشانی	جنسیت	نام و نام خانوادگی	شناسه فرد نابینا

(جدول ۲): اطلاعات عبور و مرور

(Table-2): Traffic information

فاصله تا تقاطع	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	زمان	شناسه فرد نابینا

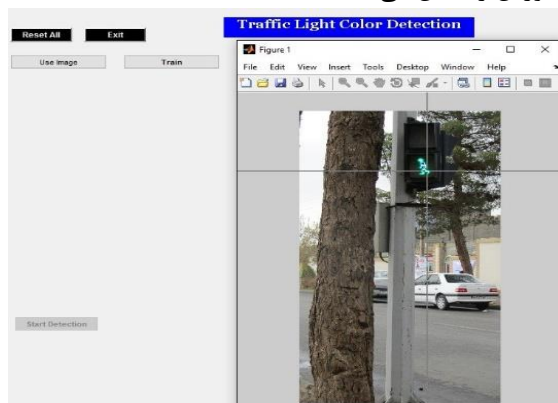
به منظور بررسی عملکرد الگوریتم ارائه شده در تشخیص وضعیت چراغ عابر پیاده، پایگاه داده‌ای از تصاویر جمع-آوری شده است. چراغ‌های راهنمایی و رانندگی در مناطق مختلف به صورت‌های متفاوتی نصب شده‌اند. به طور مثال، چراغ سه‌رنگ راهنمایی و رانندگی، چراغ فلش مسیر مستقیم، چراغ فلش گردش به راست و گردش به چپ، چراغ عابر پیاده به شکل آدمک و ... نمونه‌هایی از چراغ‌های راهنمایی و رانندگی هستند.

در این پژوهش به دلیل کمک به عابر پیاده برای عبور از تقاطع از چراغ عابر پیاده استفاده شده است. همان‌طور که پیشتر گفته شد، در پژوهش‌های گذشته درباره چراغ راهنمایی و رانندگی بحث و بررسی شده بود. به همین دلیل، پایگاه داده‌های آماده، مربوط به چراغ راهنمایی و رانندگی بوده و پایگاه داده‌ای از چراغ عابر پیاده وجود نداشته است. به منظور بررسی عملکرد الگوریتم ارائه شده در تشخیص وضعیت چراغ عابر پیاده، ۲۸۰ عکس از چراغ عابر پیاده (۱۷۰ عکس در روز، ۱۱۰ عکس در شب) در شرایط نوری (اوایل روز، ظهر، اوایل شب، شب) و آب و هوایی (آفتابی، ابری، بارانی) مختلف گردآوری

شده است. این تصاویر با دوربین عکاسی دیجیتال سامسونگ ۱۶x گرفته شده است. همچنین، به دلیل نبود چراغ عابر پیاده در همه تقاطع‌ها یا خرابی چراغ عابر پیاده و خاموش بودن آن، تصاویر از چهار تقاطع شهر بیرجند (چهارراه اول و دوم خیابان معلم، چهارراه اول و دوم خیابان غفاری) گرفته شده است.

برای پیاده‌سازی بخش پردازش وضعیت چراغ عابر پیاده از نرم‌افزار متلب (MATLAB R2010a) و سامانه نوت‌بوک با پردازنده (CPU) Intel(R) Core(TM) i5 و کارت گرافیک AMD Mobility Radeon HD 5100 استفاده شده است. اگرچه در معماری پیشنهادی بخش پردازش وضعیت چراغ عابر پیاده بر روی تلفن همراه کاربر شرح داده شد، با استفاده از مراحل زیر می‌توان رمز متلب را به رمزی تبدیل کرد تا بر روی تلفن همراه اجرا شود. نخست، دستور deploytool را در محیط command تایپ کرده، سپس، یک اسم برای پروژه انتخاب و نوع تبدیل رمز متلب به زبان موردنظر را انتخاب می‌کنیم. سپس، در تب build یک اسم برای رده انتخاب و الگوریتم را به آن اضافه می‌کنیم. در نهایت build را زده تا شروع به ساخت dll کند.

در این پژوهش، زیرمؤلفه پردازش تصویر در مؤلفه تلفن همراه که اصلی‌ترین کار را به عهده دارد، شبیه‌سازی شده است. این شبیه‌ساز که Traffic Light Detection نام دارد، از دو قسمت آموزش و وارد کردن تصویر تشکیل شده است. در قسمت آموزش، با تصاویری که در پوشه train وجود دارد، میانگین HSV برای رنگ سبز و قرمز به دست می‌آید. سپس، تمام پیکسل‌های هر تصویر با این مقدار میانگین HSV مقایسه می‌شود، تا نواحی‌ای که تفاوت کمتری دارند و بیشتر مشابه رنگ سبز و قرمز چراغ عابر پیاده است، به دست‌آید. شکل (۱۲) نمایی از قسمت آموزش را نشان می‌دهد.



(شکل ۱۲): نمایی از قسمت آموزش شبیه‌ساز پیشنهادی

(Figure - 12): An overview of the proposed simulator training section

سناریوی در نظر گرفته شده در این مقاله به صورت زیر است:

رضا مرد نابینایی است که طبق نظر پزشک باید هر روز مسافتی را پیاده روی و ورزش کند. در این مسیر که هر روز باید پیاده طی کند، چند تقاطع وجود دارد. او برای عبور از این تقاطع‌ها با توجه به این که تجهیزات خاصی ندارد، مشکلات فراوانی دارد. رضا اغلب صبر می‌کند تا یک نفر را برای درخواست کمک، پیدا کند و به همراه او از تقاطع عبور کند. اما در ساعتی که رضا پیاده روی می‌کند، به طور معمول، خلوت است و کسی پیاده روی نمی‌کند تا از او برای عبور از تقاطع کمک بگیرد. روزی هنگام عبور از تقاطع با توجه به مشکلات یادشده، لحظه عبور از تقاطع تصادف می‌کند و این تصادف منجر به فوت وی می‌شود.

سامانه پیشنهادی قابلیت حل این مشکل را دارد. در حقیقت، مراحل اجرای این سناریو توسط سامانه پیشنهادی به شرح زیر است:

باتوجه به سناریوی تعریف شده، وضعیت فرد نابینا بر اساس معماری سامانه پیشنهادی بررسی می‌شود.

• نخست، فرد نابینا از طریق صوت درخواست کمک خود را به تلفن همراه ارسال می‌کند.

• سپس، با استفاده از تلفن همراه، اطلاعات زمینه مورد نیاز (مکان و زمان فرد نابینا) جمع‌آوری می‌شود.

• اطلاعات مکان و زمان کاربر در ابر ذخیره می‌شود.

• برای کمک به فرد نابینا قبل از هر کار باید موقعیت فرد نسبت به تقاطع پردازش شود. درخواست پردازش مکان فرد نسبت به تقاطع از تلفن همراه به پردازش مکان ارسال می‌شود.

• سپس، برای انجام پردازش نیاز به اطلاعات مکان فرد است. این اطلاعات در مرحله قبل در ابر ذخیره شده، در نتیجه موقعیت فرد نسبت به تقاطع پردازش پردازش می‌شود.

• آن‌گاه نتیجه پردازش به تلفن همراه ارسال می‌شود.

• فرد نابینا پس از قرار گرفتن در تقاطع با استفاده از دوربینی که بر روی کلاه فرد نصب شده است، از تقاطع عکس می‌گیرد.

• با استفاده از اطلاعات زمان، روز و شب بودن عکس گرفته شده تعیین می‌شود.

• قبل از عملیات پردازش تصویر، پیش پردازش بر روی تصویر دریافت شده، انجام می‌شود.

سپس، تصاویر را برای تشخیص رنگ چراغ عابر پیاده، به دو صورت (پیش تعریف شده و دستی) می‌توان وارد کرد. در قسمت پیش تعریف شده، تصویری به طور پیش فرض برای همه موارد آزمایش شده (چراغ سبز در روز، چراغ قرمز در روز، چراغ سبز در شب، چراغ قرمز در شب و چراغ خاموش) وجود دارد. اما در قسمت دستی، خودمان تصویر را از پوشه تصاویر تست برای تشخیص رنگ چراغ عابر پیاده انتخاب می‌کنیم.

پس از وارد کردن تصویر، روز و شب بودن تصویر باید تعیین شود. سپس، با انتخاب start detection، نتیجه تشخیص رنگ چراغ عابر پیاده نمایش داده می‌شود. شکل (۱۳) نتیجه اجرای شبیه‌ساز پیشنهادی را نمایش می‌دهد.



(شکل-۱۳): نتیجه اجرای شبیه‌ساز پیشنهادی
(Figure - 13): The result of implementation the proposed simulator

۴- پیاده‌سازی و ارزیابی سامانه

ارزیابی در هر مرحله از تولید نرم‌افزار انجام می‌شود و هرچه مشکلات موجود در سامانه را زودتر پیدا شود، سریع‌تر می‌توان آن مشکل را برطرف کرد. ارزیابی معماری یک راه‌حل مناسب و مقرون به صرفه برای کارآلودن سامانه است. برای ارزیابی یک معماری اطلاعاتی از قبیل اینکه آیا سامانه طراحی شده اهداف کیفی را برآورده می‌کند و یا با منابع موجود طراحی خواهد شد، به دست می‌آید [۲۰].

در این پژوهش از روش مبتنی بر سناریو برای ارزیابی سامانه استفاده شده است. روش‌های مبتنی بر سناریو به عنوان مهم‌ترین و پر کاربردترین رویکردهای ارزیابی معماری‌های نرم‌افزاری شناخته شده‌اند، و به عنوان یک ابزار مهم در معماری برای به دست آوردن اطلاعات در یک سامانه با توجه به مجموعه‌ای از ویژگی‌های کیفی مورد نظر است. از طرفی از سناریو می‌توان برای به دست آوردن سطح معماری و پیش‌بینی آن در دنیای واقعی و بزرگ در حوزه‌های مختلف و جهت تجزیه و تحلیل معماری و دستیابی به ویژگی‌های کیفیتی استفاده کرد [۲۱].

برای ارزیابی عملکرد الگوریتم تشخیص وضعیت چراغ عابر پیاده، نرخ تشخیص را محاسبه می‌کنیم. برای انجام این کار در الگوریتم پیشنهادی رنگ چراغ عابر پیاده تمام تصاویر گرفته‌شده را در دو آرایه (روز و شب) به صورت زیر وارد می‌کنیم. به این صورت که عدد دو نشانگر رنگ قرمز، عدد یک نشانگر رنگ سبز و عدد صفر نشانگر چراغ خاموش است. آن‌گاه پس از اجرا که تمام تصاویر را خوانده و رنگ چراغ در آن‌ها را تشخیص داده، به همان صورت در دو آرایه قرار می‌دهیم. سپس، تمام مقادیر آرایه به دست آمده با مقادیر آرایه اصلی مقایسه شده است. آن‌گاه از تعداد تشخیص‌های نادرست شمارش و درصد می‌گیریم. همچنین، تعداد تشخیص‌های درست هم شمارش و درصد آن گرفته می‌شود.

```

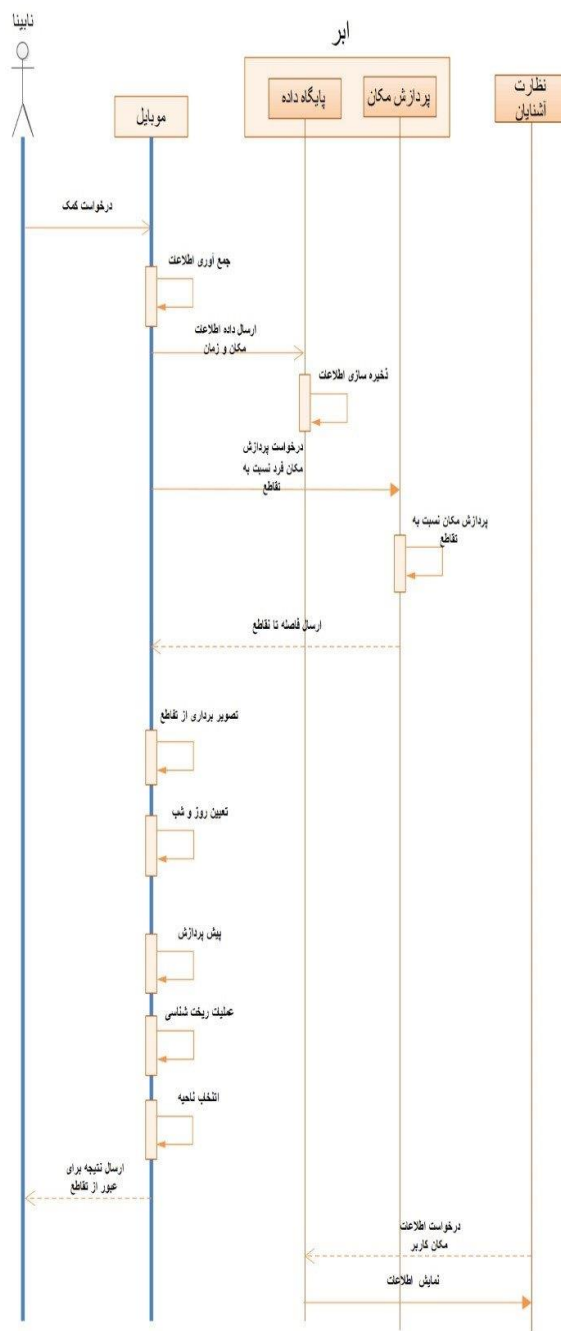
day=[2 2 2 1 1 1 1 1 1 0 2 2 2 2 1 1 0 1 1 1 2 2 2 2
2 2 2 2 2 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2 1 1 1 1 1 1 0
2 2 2 2 2 2 2 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 1 1
1 1 1 1 2 2 2 2 2 1 1 1 0 0 1 0 2 2 2 1 1 1 1 1 1
1 0 2 2 2 2 2 2 2 2 1 1 1 1 1 2 2 2 2 1 1 1 1 1 1
1 0 2 2 2 2 2 2 1 1 1 2 2 2 2 2 1 1 1 1 2 2 2 1 1
1 1 1 0 2 2 2 2 2 2 1 1 1 1 0 2];
night=[2 1 1 1 2 2 2 2 2 1 1 1 0 2 2 2 2 1 1 1 1 1 2 1
1 1 1 1 2 1 1 1 1 0 1 1 2 2 2 2 1 1 0 2 2 2 1 1 1
2 2 2 2 1 1 2 1 1 0 2 2 1 1 1 0 2 2 1 1 2 2 1 1 2
2 1 0 1 1 1 0 2 2 2 2 1 1 1 1 1 2 1 1 1 0 2 1 1
1 1 1 0 1 1 1 1 1 2];

```

۵- نتیجه گیری

باتوجه به این که پژوهشی مشابه پایگاه داده و شرایط ارزیابی روش پیشنهادی یافت نشد، مقایسه با پژوهش‌های گذشته انجام شده است. نمودار مقایسه میانگین نرخ تشخیص روش پیشنهادی پس از چند بار اجرا با سایر روش‌ها در نمودار (۱) نشان داده شده است. همچنین، در جدول (۳) مقایسه پژوهش‌های گذشته و روش پیشنهادی آورده شده است. همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود، پژوهش‌های گذشته بر روی چراغ راهنمایی و رانندگی انجام شده‌اند. اما روش پیشنهادی را بر روی چراغ عابر پیاده بررسی کرده است. همچنین، روش پیشنهادی یک محیط پیچیده را در نظر می‌گیرد. یعنی عکسی که از محیط گرفته می‌شود، همه چراغ‌های محیط (چراغ خودروها، چراغ خیابان‌ها) در آن لحاظ می‌شود. این روش دارای قابلیت اجرا در روز و شب و روشی آگاه به زمینه است که از اطلاعات زمینه جهت تشخیص وضعیت چراغ عابر پیاده استفاده می‌کند.

- سپس، عملیات ریخت‌شناسی بر روی خروجی مرحله قبل انجام می‌شود.
 - ناحیه مورد نظر بر اساس عملیات بالا انتخاب می‌شود.
 - در نهایت، نتیجه عملیات پردازش بر روی چراغ عابر پیاده از طریق صوت به فرد نابینا گزارش داده می‌شود.
 - آشنایان فرد نابینا در صورت نیاز و موقع اضطراری، درخواست اطلاعات مکان کاربر را به پایگاه داده ارسال و تاریخچه‌ای از آخرین مکان‌های بازدید کرده کاربر را دریافت می‌کنند.
- شکل (۱۴) نمودار توالی معماری پیشنهادی و نحوه پاسخ سامانه را نشان می‌دهد.



(شکل-۱۴): رفتار مورد مطالعاتی در سامانه پیشنهادی
(Figure - 14): Case study of the proposed system

(جدول ۳): ارزیابی و مقایسه پژوهش‌های گذشته با روش پیشنهادی
 (Table -3): Evaluation and comparison of past research with the proposed method

مرجع	سال	نرخ تشخیص	روز	شب	آگاهی به زمینه	اطلاعات آگاه به زمینه	نوع چراغ	بقیه چراغ‌ها	دوربین مورد استفاده
[۴]	2013	97%	✓	-	-	-	چراغ راهنمایی و رانندگی	-	-
[۸]	2010	89%	✓	-	-	-	چراغ راهنمایی و رانندگی	✓	Camera Digital
[۹]	2012	-	✓	-	-	-	چراغ راهنمایی و رانندگی	-	CCD
[۱۰]	2013	-	✓	-	✓	-	چراغ راهنمایی و رانندگی	-	-
[۱۱]	2013	-	✓	-	✓	مکان، عکس تقاطع	چراغ راهنمایی و رانندگی	-	-
[۱۳]	2014	-	✓	-	-	-	چراغ راهنمایی و رانندگی	-	-
[۱۴]	2011	100-92-96	✓	-	-	-	چراغ راهنمایی و رانندگی	-	-
[۱۵]	2014	95-71-70	SA-CA-CF	-	-	-	چراغ راهنمایی و رانندگی	-	-
[۱۶]	2015	99.4%	✓	✓	-	-	چراغ راهنمایی و رانندگی	-	AVT-036c guppy F
[۱۸]	2014	100%	✓	-	-	-	چراغ راهنمایی و رانندگی	-	-
روش پیشنهادی	2023	100%	✓	✓	✓	مکان فرد، زمان، مکان تقاطع، عکس تقاطع	چراغ عابر پیاده	✓	Samsung 16x

تشخیص وضعیت چراغ عابر پیاده را نشان می‌دهد که دارای میانگین دقت صددرصد برای روز و همچنین شب است.

[1] S.Zafar, M.Asif, M.Bin Ahmad, T.M.Ghazal, T. Faiz, M. Ahmad, M.A.Khan, "Assistive Devices Analysis for Visually Impaired Persons: A Review on Taxonomy", IEEE Access 2022, 10, 13354–13366.

[2] M.D.Messaoudi, B.J. Menelas, H.Mcheick, "Review of Navigation Assistive Tools and Technologies for the Visually Impaired", Sensors, vol.22, no.20, 2022.

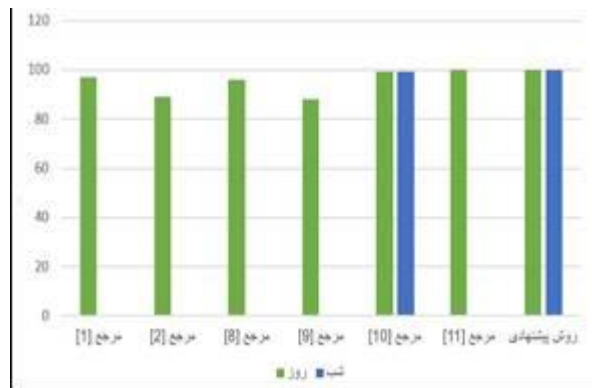
[3] Q. Wang, Q. Zhang, X.Liang, Y.Wang1, C. Zhou, V.Mikulovich, "Traffic Lights Detection and Recognition Method Based on the Improved YOLOv4 Algorithm", Sensors, vol.22, no.1, 2022.

[4] Y. Jie, Ch. Xiaomin, G. Pengfei, Xi. Zhonglong, "A New Traffic Light Detection and Recognition Algorithm for Electronic Travel Aid", International Conference on Intelligent Control and Information Processing (ICICIP), IEEE, 2013, pp 644-648.

[5] Q. Zhang, L. Cheng, R. Boutaba, 2010, "Cloud computing: state-of-the-art and research challenges", Journal of Internet Services and Applications Springer-Verlag, 2010, vol. 1, Issue 1, pp. 7-18.

[6] A.K.Pandey, S.Maneria, "Cloud computing methods based on IoT for better patient data planning: A research", 11th International Conference on System Modeling & Advancement in Research Trends (SMART), 2022.

[7] H. Vahdat-Nejad, "context-Aware Middleware: A Review", in Context in



(نمودار ۱-): مقایسه میانگین نرخ تشخیص پژوهش‌های گذشته با روش پیشنهادی

(Chart -1): Comparison of the mean detection rate of past research with the proposed method

در این مقاله سامانه مبتنی بر محاسبات ابری جهت تشخیص وضعیت چراغ عابر پیاده و اعلام آن به فرد نابینا پیشنهاد شده است. عدم آگاهی از وضعیت چراغ عابر پیاده، باعث بروز خطراتی می‌شود. به همین دلیل کمک به این افراد، به‌ویژه هنگام تردد در خیابان‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این مقاله با استفاده از محاسبات ابری و پردازش تصویر، وضعیت چراغ عابر پیاده در شرایط نوری مختلف (روز/ شب، آفتابی/ ابری) تشخیص و به فرد نابینا گزارش داده می‌شود. جهت تشخیص رنگ چراغ عابر پیاده از میانگین HSV و عملیات ریخت‌شناسی استفاده شده است. نتایج نرخ تشخیص چراغ عابر پیاده با پژوهش‌های گذشته که بر روی چراغ راهنمایی و رانندگی تحقیق و بررسی کرده‌اند، مقایسه شد. نتایج حاصل از پیاده‌سازی روی تصاویر گرفته‌شده، کارایی خوب روش پیشنهادی در

- [20] M. Mattsson, H. Crahn, F. Martensson, "Software Architecture Evaluation Methods for Performance, Maintainability, Testability, and Portability", Proceedings of second International Conference on the Quality of software Architectures (QoSA), 2006.
- [21] L. Dobrica, E. Niemela, "A survey on software architecture analysis methods. Software Engineering", IEEE Transactions on Software Engineering, vol. 28, Issue 7, pp. 638-653, 2002.



نرجس حاجی‌زاده مدرک کارشناسی

مهندسی کامپیوتر - نرم‌افزار خود را در سال ۱۳۸۹ از دانشگاه پیام‌نور بیرجند و مدرک کارشناسی ارشد خود را در سال ۱۳۹۵ از دانشگاه آزاد

اسلامی بیرجند دریافت کرده‌است. زمینه پژوهشی موردعلاقه ایشان محاسبات ابری و پردازش تصویر است.

نشانی رایانامه ایشان:

hajizadeh.narjes@gmail.com



حامد وحدت‌نژاد مدارک کارشناسی

ارشد و دکتری خود را در رشته مهندسی کامپیوتر به ترتیب از دانشگاه فردوسی مشهد و اصفهان دریافت کرد. وی هم‌اکنون دانشیار گروه

مهندسی کامپیوتر دانشگاه بیرجند است و بیش از هفتاد مقاله علمی انگلیسی تألیف و چاپ کرده‌است. زمینه پژوهشی موردعلاقه ایشان شهر هوشمند، اینترنت اشیا و پردازش و تحلیل داده متنی است. نشانی رایانامه ایشان:

vahdatnejad@birjand.ac.ir



رمضان هاونگی کارشناسی ارشد و

دکترای خود را در رشته مهندسی برق کنترل به ترتیب در سالهای ۱۳۸۲ و ۱۳۹۱ از دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی دریافت کرد. وی هم‌اکنون دانشیار گروه

الکترونیک پردیس مهندسی دانشگاه بیرجند است. زمینه پژوهشی موردعلاقه ایشان نوبری اینرسی و تلفیقی، نظریه تخمین، داده‌کاوی، الگوریتم‌های تقریبی و محاسبات نرم است. نشانی رایانامه ایشان:

havanji@birjand.ac.ir

Computing: A Cross-Disciplinary Approach for Modeling the Real World, Springer, 2014, pp. 83-96.

- [8] M. Omachi, Sh. Omachi, "Detection of Traffic Light Using Structural Information", Signal Processing (ICSP), International Conference on, IEEE, 2010, pp. 809 - 812.
- [9] M. Yusro, K. Hou, E. Pissaloux, H. Shi, "SEES: Concept and Design of a Smart Environment Explorer Stick" International Conference on Human System Interaction (HSI), IEEE, 2013, pp. 70-77.
- [10] P. Angin, B. Bhargava, S. Helal, "A Mobile-Cloud Collaborative Traffic Lights Detector for Blind Navigation" International Conference on Mobile Data Management (MDM), IEEE, 2010, pp. 396-401.
- [11] Y. Freund, R. Schapire, "A Decision-Theoretic Generalization of On-line Learning and an Application to Boosting" Journal of Computer and System Sciences, Elsevier, 1997, vol. 55, Issue 1, pp. 119-139.
- [12] Y. Chunhe, B. Ying, "A Traffic Light Detection Method", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012, vol. 163, pp. 745-751.
- [13] AN. Lapyko, Li. Tung, B. Lin, "A Cloud-based Outdoor Assistive Navigation System for the Blind and Visually Impaired", Wireless and Mobile Networking Conference (WMNC), IEEE, 2014, pp. 1-8.
- [14] Y. Jie, T. Niu, "A Novel Electronic Travel Aid for the Blind", International Conference on Photonics, 3D-Imaging, and Visualization, edited by Egui Zhu, Proc. of SPIE, SPIE, 2011, vol. 8205, 820503, pp. 1-4.
- [15] W. Zong, Q. Chen, "Traffic Light Detection Based on Multi-feature Segmentation and Online Selecting Scheme", International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC), IEEE, 2014, pp. 204-209.
- [16] M. Diaz-Cabrera, P. Cerri, "Robust real-time traffic light detection and distance estimation using a single camera", Expert Systems with Applications, Elsevier, 2015, vol. 42, Issue 8, pp. 3911-3923.
- [17] X. Shi, N. Zhao, Y. Xia, "Detection and classification of traffic lights for automated setup of road surveillance systems", Journal Multimedia Tools and Applications, Springer, 2014, pp. 1-16.
- [18] T. Adep, R. Nikaml, S. Wanewel, & K. B. Naik, "Visual Assistant for Blind People using Raspberry Pi", International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology, vol.7, no.3, pp.671-675, 2021.
- [19] K. Ding, K. Ma, S. Wang & E.P. Simoncelli, "Comparison of Full-Reference image quality models for optimization of image processing systems", International Journal of Computer Vision, vol.129, pp.1258-1281, 2021.