سامانه مدیریت سیستم هوشمند پارک خودرو با به‌کارگیری درخت تصمیم‌گیری فازی

رضا مهینی
گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه پیام نور، ایران
r_mahini@pnu.ac.ir

سیده سویلا سجودی
دانشکده برق و رایانه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین
Se.sojudi@gmail.com

مهرداد زیادی
دانشکده برق و رایانه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین
ziadi.mehrdad@gmail.com

فرناز رشید حسین‌زاده
دانشکده برق و رایانه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز
Farnazrashidy@gmail.com

چکیده

در این مقاله سامانه مدیریت سیستم هوشمند پارک خودرو با به‌کارگیری درخت تصمیم فازی جهت انتخاب مناسب‌ترین محل پارک با در نظر گرفتن شرایط حاکم در مناطق پرتردد همچون بیمارستان‌ها و مراکز اورژانس ارائه شده است. در ابتدا با در نظر گرفتن چهار پارامتر ورودی با اولویت‌های متفاوت حساسیت محل درخواست شده برای پارک، مدت زمان توقف، شخص درخواست‌کننده و هزینه توقف (به ازای زمان پارک) در نظر گرفته شده است و پیاده‌سازی درخت تصمیم فازی سعی در انتخاب قواعد نرمال‌شده مناسب برای انتخاب مناسب‌ترین محل پارک دارد. این رویکرد سیستم را در سه وضعیت (ساده-عادی-پیچیده) بررسی کرده و در مقایسه با سایر روش‌های ارائه‌شده منجر به نتایج مطلوب‌تر و کاهش مرتبه زمانی الگوریتم گردیده است.

واژگان کلیدی : تصمیم‌گیری؛ درخت تصمیم‌گیری فازی؛ سیستم هوشمند؛ منطق فازی.

۱. پیش‌گفتار

مسئله پارک در بیمارستان‌ها برای تسهیل و به‌موقع رساندن بیماران به محل اورژانس ازجمله مسائلی است که هم‌اکنون مشکلات عدیدی را به وجود آورده است، جلوگیری از این مشکلات در سالهای اخیر مورد توجه محققان بوده است. با توجه به حساسیت تردد و پارک خودرو در چنین مناطقی، لازم است تا یک مکانیسم هوشمندانه برای مدیریت پارک صحیح در محل‌های مشخص پارک مورد استفاده قرار گیرد تا مشکلات آمبولانس‌ها و خودروهایی که برای رساندن بیماران به مراکز اورژانس مراجعه می‌کنند، مورد توجه خاص قرار گیرد.

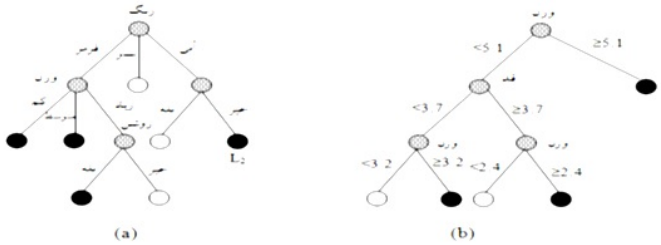
مطابق تحقیقات و بررسی‌ها در چندین بیمارستان، با توجه به کمبود فضای پارک در اکثر بیمارستان‌ها، اساسی‌ترین مشکلاتی که در این خصوص وجود داشت به این صورت می‌باشد:

- درصورتی‌که پارک در نقاط حساس (ورودی ساختمان‌های اورژانس، بخش‌ها و...) حتی برای مدت کوتاه صورت گیرد منجر به مسدود شدن مسیر و به تاخیرافتادن رساندن بیماران به این قسمت‌ها می‌شود.
- کمبود فضای پارک برای خودروهایی که برای رساندن بیمار به محیط بیمارستان واردشده‌اند به وجود می‌آید.
- تردد آمبولانس‌ها و خودروهای حامل بیماران در داخل محوطه با مشکل مواجه می‌شود.

برای حل مشکلات ذکرشده فوق متدهای مختلفی بر اساس دیدگاه‌ها و اهداف بهینه‌سازی مختلف ازجمله: مدیریت پارک خودرو با استفاده از سیستم‌های فازی[۵]، سیستم ترکیبی خبره فازی و داده‌کاوی [۹] ارائه گردیده است. راهکار ارائه شده در این مقاله از جهات مختلف که بررسی می‌گردد نسبت به روش‌های موجود بهینه‌تر می‌باشد.

۲. درخت تصمیم‌گیری فازی

توسعه تکنولوژیهای کامپیوتری و تکنیک‌های یادگیری اتوماتیک می‌تواند تصمیم‌گیری را آسان‌تر و بسیار کاراتر سازد. در دامنه یادگیری ماشینی جایی که همیشه کامپیوترها تصمیم میگیرند و یا برای گرفتن تصمیم درست پیشنهادهایی را ارائه می‌دهند، رویکردهای زیادی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری وجود دارند؛ از قبیل درخت‌های تصمیم، شبکه‌های عصبی مصنوعی و... . درخت تصمیم شیوه‌ای برای ارائه پایگاه قانون و در واقع یك روش بازنمایی دانش می‌باشد[۶]. درخت تصمیم فراگیر یکی از روش‌های استنتاج استقرایی با کاربرد وسیع و روشی برای تخمین توابع هدف گسسته است که تابع فراگیر با یك درخت تصمیم نمایش داده می‌شود[۲].
رویکرد درخت تصمیم در بسیاری از زمینه‌ها کاربرد دارد ازجمله: شناسایی الگوها، طبقه‌بندی الگوها، کلاسه‌بندی، سیستمهای پشتیبان تصمیم‌گیری، سیستمهای خبره و غیره[۲]. به‌عنوان انواع خاصی از الگوریتم‌های ایجاد درخت تصمیم، می‌تواند $ID۳, CART$ را نام برد[۳]. یکی از متداول‌ترین روش‌های یادگیری نمادین، استقرای درخت تصمیم می‌باشد که نخستین بار به‌وسیله کوئینلن تحت نام الگوریتم $ID۳$ توسعه داده شد. که با عنوان ۳ نوع تشخیص‌دهنده متعامل شناخته می‌شود[۲]. الگوریتم $ID۳$ برای ایجاد درخت تصمیم فازی، اثبات‌شده است تا یك الگوریتم عمومی و مؤثر، برای ساخت درخت‌های تصمیم از مجموعه داده‌های با مقادیر گسسته باشد[۸].
$ID۳, CART$ دو الگوریتم مهم هستند که با تقسیمات مکرر کار می‌کنند، ایده اصلی در تقسیم کردن فضای نمونه مانند هم است؛ ویژگی مهم این الگوریتم‌ها آن است که سعی دارند همزمان با بهبود کیفیت تصمیم، اندازه درخت را حداقل کنند[۴].



شکل ۱: مثال‌هایی از درخت تصمیم ایجادشده با $ID۳(a)$ و $CART(b)$ [۷]

درخت تصمیم با انتخاب صفتی که مقدار ماکزیمم اطلاعات دوجانبه را کسب می‌نماید، ایجاد می‌شود. برای ساخت درخت تصمیم $ID۳$ باید از گره ریشه شروع کرد و برای این کار از بین صفات، صفتی را که دارای کمترین مقدار آنتروپی است یا بیشترین اطلاعات از آن به دست می‌آید، انتخاب و در گره ریشه قرار می‌دهند[۱].

۱.۲. منطق فازی

این نظریه تعمیمی از نظریه کلاسیك مجموعه‌ها در علم ریاضیات است. در تئوری کلاسیك مجموعه‌ها، یك عنصر، یا عضو مجموعه است یا نیست. در حقیقت عضویت عناصر از یك الگوی صفر و یك و باینری تبعیت می‌کند؛ اما تئوری مجموعه‌های فازی این مفهوم را بسط می‌دهد و عضویت درجه‌بندی‌شده را مطرح می‌کند. به‌این‌ترتیب که یك عنصر می‌تواند تا درجاتی – و نه کاملاً – عضو یك مجموعه باشد.
در این تئوری، عضویت اعضای مجموعه از طریق تابع $\mu(x)$ مشخص می‌شود که x نمایانگر یك عضو مشخص و μ تابعی فازی است که درجه عضویت x در مجموعه مربوطه را تعیین می‌کند و مقدار آن بین صفر و یك است (رابطه (۱)).

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\} \qquad (۱)$$

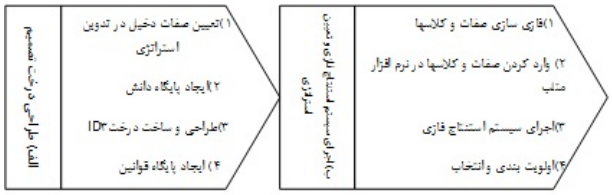
به‌بیان‌دیگر، $\mu(x)$ نگاشتی از مقادیر x به مقادیر عددی ممکن بین صفر و یك را می‌سازد. تابع $\mu(x)$ ممکن است مجموعه‌ای از مقادیر گسسته $(discrete)$ یا پیوسته باشد. وقتی‌که μ فقط تعدادی از مقادیر گسسته بین صفر و یك را تشکیل می‌دهد.

۲.۲. سیستم مورد مطالعه

امروزه با توسعه سریع تکنولوژی و سیستم‌های ارتباطی و حمل‌ونقل همچنین افزایش وسایل نقلیه به‌صورت شخصی، محققان را بر آن داشته تا برای مدیریت و استفاده درست از فضاهای پارک و جلوگیری از تداخل‌ها در مکان‌های حساس مانند بیمارستان‌ها، دانشگاه‌ها و مکان‌های پر رفت و آمد در شهرهای بزرگ راه حل‌های کارآمدی را ارائه نمایند. در این مقاله سیستم پارک هوشمند برای حل مسئله پارک خودرو ارائه گردیده است. سیستم مدیریت هوشمند برای کنترل و اختصاص محل مناسب پارک، با در نظر گرفتن شرایط موجود در بیمارستان‌ها و مراکز اورژانس طراحی‌شده است. درواقع با اولویت‌بندی محل‌ها برای پارک و تأثیر پارامترهای دیگر، سیستم مانع از پارک نامناسب و به وجود آمدن مشکلات ناشی از آن می‌شود.

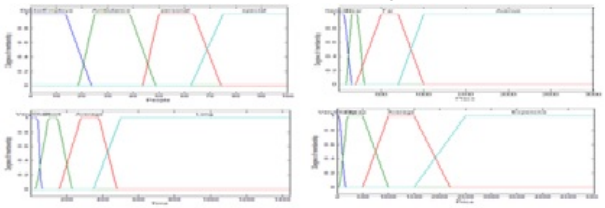
۳.۲. راه حل ارائه‌شده برای سیستم مدیریت پارک خودرو

برای کسب نتایج بهتر، یک مرحله پیش‌پردازش داده برای آماده‌سازی داده‌ها انجام‌گرفته است که در آن اصلاح داده‌ها و نرمال‌سازی آن‌ها در رنج‌های استاندارد و توصیف مفاهیم مسئله توسط مجموعه‌های فازی، برای پردازش نهایی انجام‌شده است. با توجه به وجود چهار صفت ورودی و باوجود ۲۵۶ قانون اولیه، به کمک درخت تصمیم‌گیری $ID۳$ به تعداد ۳۸ قانون استاندارد پایگاه قوانین ایجاد شده است و با فازی‌سازی صفات و کلاسها و تعریف قوانین انتخاب‌شده موتور استنتاج فازی نتایج فازی شده از سیستم را تولید کرده است. گامهای اساسی در ارائه رویکرد پیشنهادی در دیاگرام ۱ نشان داده شده است.



دیاگرام۱: رویکرد تصمیم‌گیری با درخت تصمیم فازی

همچنین مجموعه‌های فازی هریک از پارامترهای ورودی در نمودار ۱ نمایش داده‌شده است.



نمودار ۱: مجموعه‌های فازی هر یک از پارامترهای ورودی

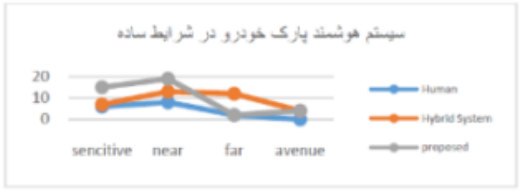
۴.۲. نتایج شبیه‌سازی و تحلیل نمودارها در مقایسه با الگوریتم‌های ارائه‌شده قبلی

برای انجام آزمایش‌ها و برای به دست آوردن نتیجه مطلوب‌تر سیستم را در شرایط مختلف، مثلاً زمانی که سیستم ساده یا آرام است (آخر شب تا اوایل صبح)، زمانی که سیستم پیچیده یا شلوغ است (ساعات ملاقات و تا اول شب) و زمانی که سیستم در حالت عادی قرار دارد (ساعات اویل صبح تا ظهر) آزمایش کردیم و نتایج را با سیستم انسانی و سیستم خبره فازی با ترکیب داده‌کاوی که قبلاً ارائه‌شده بود [۹]، مقایسه کردیم که نتیجه مقایسه به ترتیب در جدول ۱ (حالت ساده)، جدول ۲(حالت عادی) و جدول ۳ (حالت پیچیده) و نمودار مقایسه حالت‌های در نظر گرفته شده به ترتیب در نمودارهای ۲ و ۳ و ۴ ارائه گردیده است.

جدول ۱ و نمودار ۲ نشان‌دهنده وضعیت ساده سیستم می‌باشند. از طریق مشاهده و پرس و جو از افراد خبره با بررسی ۴۰ ورودی به سیستم و با در نظرگرفتن حداکثر ۱۵ فضای پارک حساس و حداکثر ۳۰ فضای پارک در محل نزدیک و ۵۵ فضا در محل‌های دور و حداکثر ۲۰ فضای پارک در خیابان، مشاهده می‌گردد که سیستم پیشنهادی به شکل مناسب به درخواست‌های ورودی پاسخ داده است و برخلاف روش ترکیبی که حتی در شرایط ساده سیستم به شکل کاملاً سخت‌گیرانه عمل نموده است و با وجود فضا در محل‌های نزدیک، سعی در اختصاص فضا در نواحی دور نموده است و همان‌گونه که قابل مشاهده است سیستم انسانی تنها منفعت خود را در نظرگرفته و نزدیک‌ترین محل‌ها برای پارک را انتخاب نموده

	sencitive	near	far	Avenue
Human sys	6	8	2	0
Hybrid sys	7	13	12	4
Proposed sys	15	19	2	4

جدول ۱: حالت ساده (نصف شب تا اول صبح)



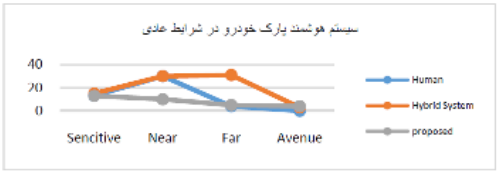
نمودار ۲: مقایسه سه سیستم در حالت ساده

است.

جدول ۲و نمودار ۳ نشان‌دهنده وضعیت عادی سیستم می‌باشند. با توجه به تعداد مراجعین در حالت عادی سیستم، انتظار می‌رود در این شرایط سیستم با دقت بیشتر نسبت به اختصاص محل پارک اقدام نماید، با مقایسه نتایج حاصل از اعمال ۹۷ ورودی به سه سیستم اشاره‌شده، مشاهده می‌گردد که نتایج سیستم انسانی و سیستم ترکیبی ارائه‌شده در سال‌های پیش در مناطق حساس و نزدیک بسیار مشابه هم می‌باشند و سیستم ترکیبی تنها در خصوص اختصاص محل پارک در مناطق دور با سیستم انسانی نتایج متفاوتی به دست آورده است، درحالی‌که سیستم تصمیم‌گیری با درخت فازی با انتخاب قواعد مطلوب‌تر، نسبت به پارامترهای ورودی در شرایط عادی بیشتر حساس بوده و از بین ۹۷ درخواست ورودی برای پارک تنها شرایط ۳۱ ورودی را برای اختصاص محل پارک مناسب در نظر گرفته است و حتی نسبت به پارک در محل‌های نزدیک و دور با حساسیت مناسب تصمیم‌گیری کرده است. با بررسی پارامترهای ورودی که سیستم ارائه‌شده برای آن‌ها محل پارک ارائه نموده است، مشخص گردید سیستم هوشمند پیاده‌سازی شده معقول‌ترین و مناسب‌ترین پاسخ را نسبت به سیستم مورد مقایسه در این مقاله ارائه داده است.

	sencitive	near	far	avenue
Humansys	13	30	4	0
Hybrid sys	15	30	31	3
Proposed sys	13	10	5	4

جدول ۲: حالت عادی (اوایل صبح تا ظهر)

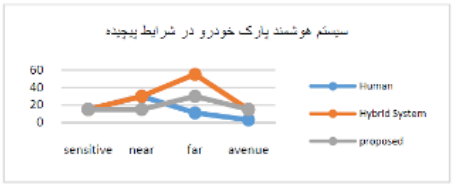


نمودار ۳: مقایسه سه سیستم در حالت عادی

جدول ۳ و نمودار ۴ نشان‌دهنده وضعیت پیچیده سیستم می‌باشند. پیرو مطالب ارائه‌شده برای حالت عادی، در زمان ملاقات که سیستم در شرایط پیچیده در نظر گرفته شده است، نتایج سیستم انسانی و سیستم ترکیبی در منطق حساس و نزدیک که جز مناطق با اولویت و حساسیت بالا برای پارک می‌باشند، بسیار نزدیک به هم می‌باشد این در حالی است که سیستم هوشمند با توجه به شرایط پیچیده سیستم می‌بایست با دقت و توجه خاص نسبت به اختصاص محل پارک عمل نماید، همان‌گونه که نمودار نشان می‌دهد سیستم ارائه‌شده نه سخت‌گیری سیستم ترکیبی و نه منفعت‌طلبی انسانی را در نظر گرفته است بلکه بررسی دقیق و متعادل مناسب‌ترین شرایط پارامترهای ورودی برای اختصاص محل پارک را در نظر گرفته و توزیع نرمال به درخواست‌های ورودی را دارا هست.

	sencitive	Near	far	Avenue
Human sys	15	30	11	3
Hybrid sys	12	30	41	14
Proposed sys	6	8	34	15

جدول ۳: حالت پیچیده (وقت ملاقات تا آخر شب)



نمودار ۴: مقایسه سه سیستم در حالت پیچیده

۳. نتیجه‌گیری

همان‌گونه نتایج گویا هست سیستم ارائه‌شده به کمک درخت تصمیم‌گیری فازی هم در مرتبه زمانی الگوریتم ارائه‌شده نسبت به سیستم ترکیبی بسیار کارآمدتر شده و هم در خصوص انتخاب قواعد برای تصمیم‌گیری با کمک خصوصیت الگوریتم ID۳ که هدف آن کاهش عمق درخت می‌باشد نسبت به سیستم ترکیبی که با کمک قواعد انجمنی (*SupportConfidence*) قوانین را ترکیب کرده بود، در پاسخ‌دهی به پارامترهای ورودی بسیار معقول‌تر از دو سیستم دیگر می‌باشد و نتایج به‌دست‌آمده گواه این ادعاست. برای بالا بردن حساسیت و اولویت‌دهی مناسب به پارامترهای ورودی می‌توان برای کارهای آتی این سیستم را به کمک الگوریتم تصمیم‌گیری چند معیاره با ورودی‌های فازی و استخراج نتایج فازی شده کمک گرفت و الگوریتم ارائه‌شده را با قطعیت بیشتر پیاده‌سازی نمود.

مراجع

[1] A. Abraham, *Rule-based Expert Systems HEURISTICS*, (2005).

[2] H. P. Huang and C. C. Liang, *A Learning Fuzzy Decision Tree And Its Application To Tactile Image - Intelligent Robots and Systems*, Proceedings, 1998 IEEE/RSJ International Conference on (1998), 1578–1583.

[3] J. R. Jang, T. Mathworks and P. P. Way, *Structure Determination in Fuzzy Modeling: A Fuzzy CART Approach 1 Introduction*, (1994).

[4] C. Z. Janikow, *Fuzzy Decision Tree FID*, **2** (1998).

[5] T. Leephakpreeda, *Car-parking guidance with fuzzy knowledge-based decision making*, **42** (2007), 803–809.

[6] G. Liang, *A comparative study of three Decision Tree algorithms: ID3, Fuzzy ID3 and Probabilistic Fuzzy ID3*, (2005), 1–62.

[7] S. Mitra, S. Member, K. M. Konwar and S. K. Pal, *Fuzzy Decision Tree, Linguistic Rules and Fuzzy Knowledge-Based Network: Generation and Evaluation*, **32(4)** (2002), 328–339.

[8] Z. Qin and J. Lawry, *Decision tree learning with fuzzy labels*, **172** (2005), 91–129.

[9] S. Sojudi and S. Fatemieparsa, *An Intelligent Hybrid Data Mining Method for Car-Parking Management Case study* (2012), 443–447.