

Using the Internet of Things to locate smart parking

Sara Ranjbar *

Head of Design and Development of Intelligent Systems, Department of Transportation and Traffic of Shiraz Municipality, Shiraz, Iran.

Hadi Shahdoost Shirazi

Deputy of Transportation and Traffic of Shiraz Municipality, Shiraz, Iran.

Abstract

In this research, using the Internet of Things between cars and parking lots, a connection is established through the Internet network. IoT creates opportunities for the direct integration of the physical world and computer-based systems, with the help of which different programs and devices can be used. They can interact with each other and even humans through internet connection. In this research, using the Internet of Things, the collected data are directed to the hierarchical analysis method to access the best parking lot. Information and data are exchanged through the software installed on the mobile phone, which finally provides the car with the best parking location suggestion system.

Keywords: Internet of Things, parking capacity, parking location, intelligent systems

Received: 24/February/2023

Accepted: 30/April/2023

ISSN: 2980-8936

* Corresponding Author: sara.ranjbar6565@yahoo.com

استفاده از اینترنت اشیا به منظور مکان یابی پارکینگ هوشمند

رئیس اداره طراحی و توسعه سامانه‌های هوشمند معاونت حمل و نقل و ترافیک
شهرداری شیراز، شیراز، ایران.

سارا رنجبر *

معاون حمل و نقل و ترافیک شهرداری شیراز، شیراز، ایران. هادی شه‌دوست شیرازی

چکیده

در این پژوهش با استفاده از اینترنت اشیا بین خودرو و پارکینگ‌ها به وسیله شبکه اینترنت اتصال برقرار می‌شود. IoT برای ادغام مستقیم دنیای فیزیکی و سیستم‌های مبتنی بر کامپیوتر فرصت‌هایی ایجاد می‌کند که به کمک آن برنامه‌ها و دستگاه‌های مختلف می‌توانند از طریق اتصال اینترنت با یکدیگر و حتی انسان تعامل کنند. در این پژوهش با استفاده از اینترنت اشیا داده‌های جمع‌آوری شده به روش تحلیل سلسله‌مراتبی برای دسترسی به بهترین پارکینگ هدایت می‌شوند. اطلاعات و داده‌ها از طریق نرم‌افزار نصب شده در تلفن همراه مبادله می‌شود که در نهایت سیستم پیشنهادی موقعیت بهترین پارکینگ را در اختیار خودرو قرار می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: اینترنت اشیا، ظرفیت پارکینگ، مکان پارک، سیستم‌های هوشمند

مقدمه

در این پژوهش ابتدا از اینترنت اشیا استفاده شده تا بتوان داده‌های لازم جهت اندازه‌گیری معیارهای ظرفیت پارکینگ، فاصله تا پارکینگ، آسایش رانندگان، صرفه‌جویی در مصرف سوخت و زمان جستجوی مکان پارک را مورد استفاده قرار داد و با به‌کارگیری این معیارها عملکرد روش پیشنهادی را ارزیابی کرد. داده‌های جمع‌آوری‌شده از معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شیراز با استفاده از روش تاپسیس جهت اجرای رویکرد پیشنهادی به کار رفته است.

پیشینه پژوهش

با استفاده از اینترنت اشیا امکان استفاده کارآمدتری از فضای پارکینگ فراهم می‌شود و این اجازه به رانندگان داده می‌شود که سریعاً یک فضای پارک بیابند و هزینه پارک را راحت‌تر پرداخت کنند (Li et al., 2015). از مطالعات صورت گرفته و مصاحبه با متخصصین و صاحب‌نظران معیارهای دسترسی به پارکینگ‌ها در زیر تعیین گردیده است.

فاصله تا پارکینگ‌ها: فاصله مکان فعلی خودرو تا پارکینگ‌های قابل دسترس برای پارک کردن خودرو می‌باشد. ظرفیت پارکینگ: میزان گنجایش فعلی پارکینگ برای پارک خودروها است. آسایش: این سامانه می‌تواند موجب ایجاد سلامت روانی و آرامش رانندگان در سطح شهر گردد که این به سبب ایجاد یک بستر هوشمند و قابل پیش‌بینی برای ترافیک میسر می‌شود. صرفه‌جویی در سوخت مصرفی: بخش عمده‌ای از سوخت مصرفی در شهرهای بزرگ صرف توقف در ترافیک و یا یافتن فضای مناسب برای پارک خودرو می‌شود. زمان جستجوی مکان پارک: بیشتر رانندگان برای یافتن محلی مناسب برای پارک زمان بسیاری را صرف می‌کنند که استفاده از روش پیشنهادی منجر به صرفه‌جویی در زمان می‌شود.

ارزیابی روش پیشنهادی بر اساس معیارها

در این قسمت به بررسی معیارهای دسترسی به پارکینگ‌ها که در قسمت قبل مشخص گردیده می‌پردازیم. برای تحلیل این معیارها از روش تحلیل سلسله‌مراتبی بر اساس تکنیک^۱ Topsis استفاده می‌کنیم. Topsis به معنی روش‌های ترجیح بر اساس مشابهت به راه‌حل ایده‌آل است. در این روش سه گزینه به وسیله پنج شاخص یا معیار ارزیابی می‌شود. منطق اصولی این مدل راه‌حل ایده‌آل مثبت و راه‌حل ایده‌آل منفی را تعریف می‌کند. گزینه بهینه، گزینه‌ای است که کمترین فاصله از راه‌حل ایده‌آل مثبت و در عین حال دورترین فاصله از راه‌حل ایده‌آل منفی دارد. به عبارتی در رتبه‌بندی گزینه‌ها به روش Topsis گزینه‌هایی که بیشترین تشابه را با راه‌حل ایده‌آل داشته باشند، رتبه بالاتری کسب می‌کنند. در مرحله اول ابتدا گزینه، شاخص‌ها و رتبه‌بندی را مشخص می‌کنیم و بر اساس آن ماتریس تصمیم‌گیری را ایجاد می‌کنیم. ماتریس تصمیم این روش شامل یکسری معیار و گزینه می‌باشد. یک ماتریسی که معیارها در ستون‌ها قرار می‌گیرند و گزینه‌ها در سطر هستند؛ و هر سلول ماتریس ارزیابی هر گزینه نسبت به هر معیار است. در مواقعی معیار کمی است که عدد واقعی آن را داریم. برای هر گزینه آن عدد واقعی را قرار می‌دهیم اما در مواردی که معیار کیفی است و عدد کمی برای آن مفهومی ندارد از طیف ۱ تا ۹ استفاده می‌کنیم. ماتریس تصمیم‌گیری در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: جدول تصمیم‌گیری

گزینه‌ها	معیارها	فاصله تا پارکینگ‌ها	ظرفیت پارکینگ	آسایش رانندگان	صرفه‌جویی در مصرف سوخت	زمان جستجوی مکان پارک
پارکینگ هدایت	۱	۲۴۰۰	۹	۵	۳	
پارکینگ طالقانی	۳	۲۵۰۰۰	۵	۷	۰/۵	
پارکینگ نشاط	۷	۳۲۰۰۰	۳	۹	۰/۲	

در مرحله دوم ماتریس تصمیم را بی‌مقیاس می‌کنیم که در این روش ابتدا مجذور هر یک از درایه‌ها را به دست می‌آوریم و سپس جذر مجموع مجذورات هر یک از شاخص‌ها را به دست می‌آوریم. از رابطه ۱ استفاده می‌کنیم و ماتریس بی‌مقیاس را محاسبه می‌کنیم. ماتریس بی‌مقیاس در جدول ۲ نشان داده شده است.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (1)$$

در این فرمول r_{ij} نشان‌دهنده معیار نرمال‌شده و x_{ij} نشان‌دهنده معیار هر کدام از گزینه‌ها می‌باشد.

جدول ۲: جدول ماتریس تصمیم بی‌مقیاس

گزینه‌ها	معیارها	فاصله تا پارکینگ‌ها	ظرفیت پارکینگ	آسایش رانندگان	صرفه‌جویی در مصرف سوخت	زمان جستجوی مکان پارک
پارکینگ هدایت	۰/۱۳۰۲	۰/۰۵۹	۰/۸۳۹۳	۰/۴۰۱۶	۰/۹۸۴۳	
پارکینگ طالقانی	۰/۳۹۰۶	۰/۶۱۴۶	۰/۴۶۶۳	۰/۵۶۲۳	۰/۱۶۴	
پارکینگ نشاط	۰/۹۱۱۳	۰/۷۸۶۷	۰/۲۷۹۸	۰/۷۲۲۹	۰/۰۶۵۶	

در مرحله بعد ماتریس نرمال و بی‌مقیاس را در وزن هر یک از معیارها ضرب می‌کنیم که وزن هر یک از معیارها می‌تواند مستقیماً توسط تصمیم‌گیرنده انتخاب شود. به نحوی که هر یک از وزن‌ها بین صفر تا یک باشد و حاصل جمع آن‌ها به یک برسد؛ یا اینکه می‌توان با استفاده از روش‌هایی مثل مقایسات زوجی وزن معیارها را به دست آورد. در جدول ۳ وزن معیارها محاسبه شده است.

جدول ۳: جدول وزن‌ها

معیارها	فاصله تا پارکینگ‌ها	ظرفیت پارکینگ	آسایش رانندگان	صرفه‌جویی در مصرف سوخت	زمان جستجوی مکان پارک
وزن	۰/۲۱۰۴	۰/۲۳۹۴	۰/۰۸۴۵	۰/۰۲۴۳	۰/۴۴۱۳

در مرحله بعد وزن‌ها را در ماتریس نرمال‌شده ضرب می‌کنیم؛ که در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴: جدول ضرب ماتریس نرمال در وزن

گزینه‌ها	معیارها	فاصله تا پارکینگ‌ها	ظرفیت پارکینگ	آسایش رانندگان	صرفه‌جویی در مصرف سوخت	زمان جستجوی مکان پارک
پارکینگ هدایت	۰/۰۲۷۴	۰/۰۱۴۱	۰/۰۷۰۹	۰/۰۰۹۸	۰/۴۳۴۴	
پارکینگ طالقانی	۰/۰۸۲۲	۰/۱۴۷۱	۰/۰۳۹۴	۰/۰۱۳۷	۰/۰۷۲۴	
پارکینگ نشاط	۰/۱۹۱۷	۰/۱۸۸۳	۰/۰۲۳۶	۰/۰۱۷۶	۰/۰۲۹	

در مرحله بعد بیشترین و کمترین حد ایده‌آل را مشخص می‌کنیم. در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵: جدول حد ایده‌آل

معیارها	فاصله تا پارکینگ‌ها	ظرفیت پارکینگ	آسایش رانندگان	صرفه‌جویی در مصرف سوخت	زمان جستجوی مکان پارک
بیشترین	۰/۱۹۱۷	۰/۱۸۸۳	۰/۰۷۰۹	۰/۰۱۷۶	۰/۴۳۴۴
کمترین	۰/۲۷۴	۰/۰۱۴۱	۰/۰۲۳۶	۰/۰۰۹۸	۰/۰۲۹

در مرحله بعد فاصله هر گزینه از ایده‌آل مثبت و فاصله هر گزینه تا ایده‌آل منفی را با استفاده از رابطه ۲ محاسبه می‌کنیم و در جدول ۶ مشخص می‌کنیم.

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

در این رابطه d_i^+ نشان‌دهنده فاصله ایده‌آل مثبت و d_i^- نشان‌دهنده فاصله تا ایده‌آل منفی و v نشان‌دهنده حاصل ضرب معیار نرمال شده در وزن خود می‌باشد.

جدول ۶: جدول فاصله تا حد ایده‌آل

گزینه‌ها	مثبت	منفی
پارکینگ هدایت	۰/۲۳۹۶	۰/۴۰۸۱
پارکینگ طالقانی	۰/۳۸۱۷	۰/۱۵۱۱
پارکینگ نشاط	۰/۴۰۸۱	۰/۲۳۹۶

در مرحله آخر ضریب نزدیکی یا همان CL را از رابطه ۳ محاسبه می‌کنیم. گزینه مناسب گزینه‌ای است که به عدد یک نزدیک‌تر باشد که در جدول ۷ نشان داده شده است.

$$CL_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad (3)$$

در این رابطه CL ضریب نزدیکی می‌باشد و d_i^+ نشان‌دهنده فاصله ایده‌آل مثبت و d_i^- نشان‌دهنده فاصله تا ایده‌آل منفی می‌باشد.

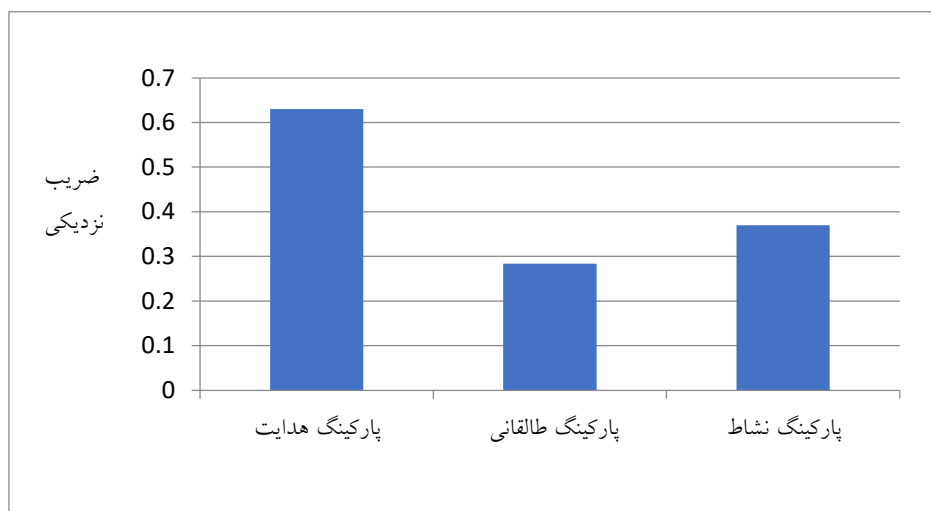
جدول ۷: جدول ضریب نزدیکی

گزینه‌ها	CL
پارکینگ هدایت	۰/۶۳۰۱
پارکینگ طالقانی	۰/۲۸۳۶
پارکینگ نشاط	۰/۳۶۹۹

یافته‌ها

بر اساس رشد جمعیت و خودروها و گسترش ابعاد ساختمان‌ها و محدودیت‌های شهری روز به روز لزوم استفاده از فضای پارکینگ در فضاهای شهری بیش‌ازپیش احساس می‌شود (Datta et al., 2016).

در این پژوهش گزینه مطلوب پارکینگی می‌باشد که بیشترین گزینه را دارد. نمودار ضریب نزدیکی در شکل ۱ نشان داده شده است. در این پژوهش گزینه شماره سه پارکینگ هدایت بیشترین امتیاز را دارد.



شکل ۱: بهترین گزینه روش پیشنهادی

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر پس از انجام مطالعات گسترده، پرسشنامه‌ای از معیارهای شاخص در مکان‌یابی پارکینگ‌ها تنظیم شد و به تأیید اساتید و صاحب‌نظران رسید. نتایج حاصله از مصاحبه با صاحب‌نظران و مطالعات میدانی، معیارهایی را مشخص کرده که در روش تاپسیس با استفاده از نرم‌افزار برنامه در مرحله نخست معیارهای شاخص را وارد کرده و به معرفی سه نمونه موردی پرداخته؛ سپس با استفاده از اوزان شانون در مرحله دوم وزن‌دهی حاصل از مطالعات میدانی، مصاحبه‌ها و مشاهدات را وارد کرده و در مرحله آخر برنامه پس از دریافت و تحلیل داده‌ها نتیجه نهایی را مورد تحلیل و بررسی قرار می‌دهد. نتایج حاصل از این روش نشان می‌دهد که اولین اولویت متعلق به پارکینگ هدایت می‌باشد.

منابع

- Anedda, M., Fadda, M., Farina, M., Girau, R., Sole, M., & Giusto, D. D. (2021, December). Safe Social Internet of Thing for Urban Mobility Services. In *2021 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)* (pp. 1460-1464). IEEE.
- Ashokkumar, K., Sam, B., & Arshadprabhu, R. (2015). Cloud based intelligent transport system. *Procedia Computer Science*, 50, 58-63.
- Datta, S. K., Da Costa, R. P. F., Härrä, J., & Bonnet, C. (2014). Integrating Connected Vehicles in Internet of Things Ecosystems: Challenges and Solutions. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 5(3), 1-4.
- Deshpande, S. S., & Gound, R. S. (2016). An approach for smart parking system based on cloud using IoT. In *RICE* (pp. 161-163).
- Dierke, J., Kleine, J., & Lehmann, R. (2016). Intelligent controlled compact parking for modern parking management on German motorways. *Transportation Research Procedia*, 15, 620-627.
- Gautam, S. K., Prajapati, R. B., & Om, H. (2021). Big data applications in transportation systems using the internet of things. In *Handbook of Research for Big Data* (pp. 91-111). Apple Academic Press.

- Hasan, K. F., Overall, A., Ansari, K., Ramachandran, G., & Jurdak, R. (2022). Security, Privacy, and Trust of Emerging Intelligent Transportation: Cognitive Internet of Vehicles. In *Next-Generation Enterprise Security and Governance* (pp. 193-226). CRC Press.
- Li, M., Deng, C., & Zhu, W. (2015). The research of intelligent parking system based on Internet of Things technology. *International Journal of Computer Applications*, 124(6).
- Nguyen, H. P., Nguyen, P. Q. P., & Bui, V. D. (2022). Applications of Big Data Analytics in Traffic Management in Intelligent Transportation Systems. *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, 6(1-2), 177-187.
- Pham, T. N., Tsai, M. F., Nguyen, D. B., Dow, C. R., & Deng, D. J. (2015). A cloud-based smart-parking system based on Internet-of-Things technologies. *IEEE access*, 3, 1581-1591.
- Tong, S., Liu, Y., Mišić, J., Chang, X., Zhang, Z., & Wang, C. (2022). Joint task offloading and resource allocation for fog-based intelligent transportation systems: A uav-enabled multi-hop collaboration paradigm. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*.
- Vo, D. T., Nguyen, X. P., Nguyen, T. D., Hidayat, R., Huynh, T. T., & Nguyen, D. T. (2021). A review on the internet of thing (IoT) technologies in controlling ocean environment. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 1-19.

