

**ՏԱՔՍՈՒ ՎԱՐՈՐԴՆԵՐԻՆ ԱՌԱՋԱՐԿԻ ՁԵՎԱՎՈՐՄԱՆ
ԻՆՏԵԼԵԿՏՈՒԱԼ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ԿԱՌՈՒՑՈՒՄ ՄԵԾԱԾԱՎԱԼ
ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅԱՆ և ՄԵԿՆԱԲԱՆՄԱՆ ՀԻՄԱՆ ՎՐԱ
Սահակյան Ռ. Ռ., Լալայան Ա. Գ.**

Հոդվածում ներկայացված է ազատ տաքսու վարորդներին երթուղային ուղեցույցներ առաջարկող ինտելեկտուալ համակարգի կառուցումը, որը հիմնված է մեծածավալ տվյալների վերլուծության և որոշումների կայացման ալգորիթմների և մեթոդների վրա: Համակարգը նպատակ է հետապնդում բարձրացնել նոր երթերի ընդունման հավանականությունը, որն էլ իր հերթին կհանգեցնի տաքսի ծառայությունների վաճառքի կառավարման արդյունավետության բարձրացմանը:

Բանալի բառեր. մեծածավալ տվյալներ, երթուղային ուղեցույցներ, ինտելեկտուալ համակարգ, տաքսի ծառայություն:

Նախաբան: Արդի տեխնոլոգիական առաջընթացը հանգեցնում է տնտեսության տարբեր ոլորտներում մեծածավալ տվյալների ստեղծմանը, որոնք կիրառվում են բազմաբնույթ վերլուծական [1] և առաջարկի ձևավորման ինտելեկտուալ (բանական) համակարգերում [2]:

Ներկայումս տաքսի ծառայությունները մեծամասամբ կիրառում են թվային ժամանակակից տեխնոլոգիաներ, որի արդյունքում հաճախորդների կողմից պատվերի ձևակերպումը դարձել է դյուրին: Սակայն կա կարևորագույն մի խնդիր, այն է՝ յուրաքանչյուր երթուղու ավարտից հետո վարորդի կայանման դիրքի կամ շարժման ուղղության ընտրությունը, որը հնարավորինս մեծացնում է հաջորդ պատվերի «որսման» հավանականությունը: Դիտարկումները ցույց են տալիս, որ գոյություն ունեցող համակարգերը հիմնականում լուծում են պատվերների ձևավորման և իրականացման խնդիրներ, իսկ վերոնշյալ խնդրի լուծումը բացակայում է կամ չի նախատեսվում: Ուստի տաքսի

ծառայությունների գործունեությանն աջակցող ինտելեկտուալ համակարգի մշակումը արդիական և հեռանկարային է:

Ներկայացված աշխատանքի նպատակն է՝ հիմնվելով [12]-րդ աշխատանքում ներկայացված խնդրի դրվածքից և մեթոդաբանությունից կառուցել ազատ տաքսու վարորդներին երթուղային ուղեցույցներ առաջարկող ինտելեկտուալ համակարգ, որի միջոցով կմեծանա հերթական հաճախորդի «ոբսաման» հավանականությունը՝ դրանով հանդերձ մեծացնելով տաքսի ծառայությունների վաճառքի կառավարման արդյունավետությունը:

Հարակից աշխատանքներ: Ներկայումս գոյություն ունեն տաքսի ծառայությունների տվյալների վերլուծության հիման վրա կատարված մի շարք հետազոտական աշխատանքներ [3, 7, 8], որոնցում հեղինակները փորձել են նվազագույնի հասցնել ազատ տաքսու վարորդի և հաճախորդի միջև եղած հեռավորությունը, մշակել տրանսպորտային ծառայությունների հաճախորդների քանակը առավելագույնի հասցնելու մեխանիզմ և հայտնաբերել մարդկանց տեղաշարժման տարբեր օրինաչափություններ: Այդ աշխատություններում կիրառվել են «Մոնտե-Կառլոյի որոնողական» [4], Markov Decision Process [5] և SARSA reinforcement learning մեթոդները [6]:

Համակարգի կառուցում: Հոդվածում առաջարկվող տաքսի ծառայություններին աջակցող ինտելեկտուալ համակարգը նպատակ է հետապնդում ազատ տաքսու վարորդներին ուղղորդել դեպի այն աշխարհագրական վայրը, որտեղ ժամանակի տվյալ պահին հնարավոր պատվերների քանակը առավելագույնն է: Համակարգի կառուցումը հիմնված է հետևյալ գործառույթների հաջորդաբար իրականացման վրա.

- 1) մեծածավալ տվյալների մշակում,
- 2) մշակված տվյալների նպատակային մասնատում,
- 3) մասնատված տվյալների ինտելեկտուալ վերլուծություն,
- 4) առաջարկի ձևավորում:

Մշակվող համակարգի ցուցադրման համար որպես մուտքային կիրառվել են Նյու Յորքի տաքսիների տվյալները [9], որում առկա են յուրաքանչյուր պատվերի համարը, ընդունման օրը և ժամը, սկզբնական և վերջնական կոորդինատները, ճանապարհի տևողությունը, ուղևորների քանակը և պատվերի վերջնական գումարը:

Մեծածավալ տվյալների մշակման ժամանակ անհրաժեշտ են միայն պատվերի սկզբնական կոորդինատները, ընդունման օրն ու ժամը:

Այս փուլում նշված մուտքային տվյալները ենթարկվել են մշակման, հեռացվել են ոչ նպատակահարմար տվյալները և անվավեր պատվերները, որոնց սկզբնական կամ վերջնական կոորդինատները ջրային մակերևույթի վրա են: Տվյալների մշակման համար օգտագործվել է Hadoop միջավայրը [10]:

Մշակված տվյալների նպատակային մասնատում: Մշակման փուլի արդյունքում ստացված տվյալները բաժանվում են ըստ ժամանակի և աշխարհագրական դիրքի: Ըստ աշխարհագրական դիրքի բաժանումը ենթադրում է քաղաքի բաժանումը ըստ ընդունված թաղամասերի այնպես, որ ցանկացած հատված հարևան հատվածի հետ ունենա որոշակի հատում: Ըստ ժամանակի տվյալների բաժանման համար մշակվել է ալգորիթմ, որի համար մուտքային տվյալներն են ժամանակային ΔT միջակայքը, որով պետք է կատարվեն քայլերը մինչև օրվա վերջ, և μ հեռավորության թույլատրելի շեղման չափը: Առաջարկվող ալգորիթմը կազմված է հետևյալ քայլերից.

1. ΔT -ժամանակային միջակայքի և μ -հեռավորության թույլատրելի շեղման ներմուծում,
2. ΔT միջակայքային քայլով շարժ՝ սկսած 00:00-ից,
3. յուրաքանչյուր միջակայքի տվյալների կլաստերիզացում DBSCAN ալգորիթմի կիրառմամբ,
4. ստացված կլաստերների $M_{k,i}$ ծանրության կենտրոնների հաշվարկ (1) բանաձևով,
5. տվյալ և նախորդ միջակայքերի δ շեղումների տարբերության հաշվարկ (2) բանաձևով,
6. նոր միջակայքի ստեղծում $\delta \geq \mu$ դեպքում ($\delta < \mu$ դեպքում միջակայքերի միավորում),
7. կրկնություն՝ երկրորդ կետից մինչև 24:00:

Ալգորիթմում k -ժամանակային միջակայքում i -րդ կլաստերի ծանրության $M_{k,i} = (X_i, Y_i)$ կենտրոնը որոշվում է հետևյալ բանաձևերով.

$$X_i = \frac{\sum_{j=1}^{N_i} x_{i,j}}{N_i}; Y_i = \frac{\sum_{j=1}^{N_i} y_{i,j}}{N_i}, \quad (1)$$

որտեղ $x_{i,j}$, $y_{i,j}$ i -րդ կլաստերի կետերի համապատասխան կոորդինատներն են, և N_i -ն ընդհանուր կետերի քանակն է կլաստերում: Երկու հարևան միջակայքերի δ շեղման տարբերությունը հաշվվում է հետևյալ բանաձևով.

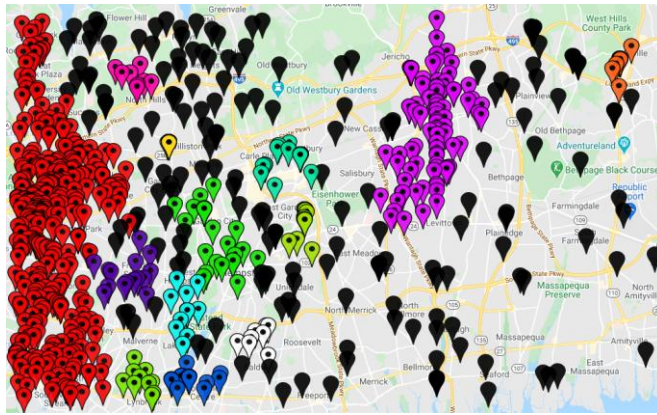
$$\delta = \sum_{i=1}^{N_k} \min_{j=1, N_m} \sqrt{(x_{k,i} - x_{m,j})^2 + (y_{k,i} - y_{m,j})^2}, \quad (2)$$

որտեղ $(x_{k,i}, y_{m,i})$ և $(x_{k,j}, y_{m,j})$ համապատասխանաբար k և m ժամանակային միջակայքերի i -րդ և j -րդ կլաստերների ծանրության կենտրոններն են, իսկ N_k և N_m –ը համապատասխանաբար k -րդ և m -րդ ժամանակային միջակայքերում ստացված կլաստերների կետերի քանակներն են: ΔT ժամանակային միջակայքի և μ թույլատրելի շեղման պարամետրերի ընտրությունը թույլ է տալիս գտնել տարբեր ժամանակային միջակայքերի պատվերների խիտ տիրույթների տեղաշարժը քարտեզի վրա:

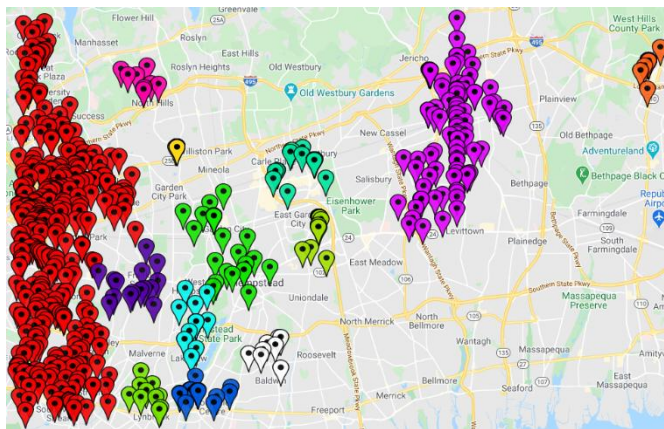
Մասնատված տվյալների ինտելեկտուալ վերլուծություն: Երկրորդ փուլի արդյունքում քաղաքի յուրաքանչյուր թաղամասի համար ստացվում են տարբեր ժամանակային միջակայքերի պատվերների տվյալներ: Առաջարկվող համակարգը, տվյալները արտապատկերելով կոորդինատային հարթության վրա, որոնում է պատվերների կուտակումները ըստ թաղամասերի: Առաջացած պատվերների կուտակումները այն աշխարհագրական դիրքերն են, որտեղ տվյալ ժամանակային միջակայքում պատվերների քանակը մեծ է: Հետևաբար, ազատ տաքսու վարորդների ուղղորդումը դեպի ստացված տեղամասեր կմեծացնի պատվերի «որսման» հավանականությունը: Պատվերների կուտակումների հայտնաբերման համար կիրառվել է DBSCAN ալգորիթմը, որը ըստ խտության կլաստերիզացման ամենաարդյունավետ ալգորիթմներից մեկն է [11]: Այն մեծ ճշտությամբ հայտնաբերում է պատահական ձևի և չափի կլաստերները խառը մեծածավալ տվյալներում: Ալգորիթմի համար մուտքային տվյալներ են դիտարկվող կետի շրջակայքի շառավիղը (ϵ) և տվյալ շրջակայքում գտնվող կետերի նվազագույն քանակը (m):

Նկար 1-ում պատկերված է կլաստերիզացման օրինակ $\epsilon=0.01$ և $m=7$ մուտքային պարամետրերի դեպքում(ստացված կլաստերները պատկերված են տարբեր գույներով):

Սև գույնով պատկերված են կլաստերի ստեղծման պայմանին չբավարարող պատվերները, որոնց կանվանենք «աղմուկ»: Նկար 2-ում պատկերված է վերջնական պատկերը «աղմուկը» հեռացնելուց հետո:



Նկար 1



Նկար 2

Առաջարկի ձևավորում: Քաղաքի տարբեր տեղամասերի տարբեր ժամանակային տիրույթների դեպքում ստացված տվյալները հնարավորություն են տալիս ազատ տաքսու վարորդին շարժվել հավանական անհրաժեշտ ուղղությամբ կամ կայանել հարմար աշխարհագրական դիրքում: Ազատ տաքսու վարորդը հնարավորություն է ստանում ցանկացած պահի դիմել առաջարկի ձևավորման ինտելեկտուալ համակարգին և ստանալ պատվերների՝ տվյալ պահին ամենախիտ և ամենամոտ տիրույթների պատկերը, որի ուղղությամբ շարժվելու դեպքում մեծանում է հերթական պատվերների «որսման» հավանականությունը:

Հայտնաբերված խիտ տիրույթներում տաքսիների կուտակումներից խուսափելու համար անհրաժեշտ է ստեղծել նոր առաջարկի ձևավորման խմբային համակարգ, որը կդիտարկվի հետագա աշխատանքներում: Հետագայում ներկայացված առաջարկի ձևավորման

ինտելեկտուալ համակարգում կարելի է կիրառել ուսուցման մեթոդներ՝ իրական ժամանակային միջավայրին ադապտացվելու համար:

Եզրահանգում: Այսպիսով, օգտագործելով տաքսի ծառայությունների տվյալները և հաշվի առնելով դրանցում առկա խնդիրները՝ կառուցվել է տաքսի ծառայության ազատ վարորդներին աջակցող ինտելեկտուալ առաջարկների ձևավորման համակարգ, որը, երթուղային ուղեցույցներ առաջարկելով, բարձրացնում է ազատ տաքսու վարորդների նոր երթերի ընդունման հավանականությունը՝ արդյունքում բարձրացնելով տաքսի ծառայությունների վաճառքի կառավարման արդյունավետությունը:

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕКОМЕНДАЦИЙ ВОДИТЕЛЯМ ТАКСИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА И ИНТЕРПРЕТАЦИИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ

Саакян Р. Р., Лалаян А. Г.

В статье представлена разработка интеллектуальной рекомендательной системы для водителей свободного такси, предлагающая возможное направление маршрута следования, основанная на алгоритмах и методах анализа больших данных и принятия решений. Система преследует цель повысить вероятность приема новых заказов, что, в свою очередь, приведет к повышению эффективности управления продажами такси-сервисов.

Ключевые слова: большие данные, направление маршрута следования, интеллектуальная система, такси-сервис.

DEVELOPMENT OF INTELLECTUAL SYSTEM FORMATION OF RECOMMENDATION FOR TAXI DRIVERS BASED ON ANALYSIS AND INTERPRETATIONS OF BIG DATA

Sahakyan R. R., Lalayan A. G.

The article presents the development of an intelligent recommendation system for idle taxi drivers that provides a possible route direction, based on algorithms and methods of big data analysis and decision-making. The system aims to increase the probability of receiving new orders, which in turn will lead to more efficient management of sales of taxi services.

Keywords: big data, route guidelines, intelligent system, taxi service.

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Dumbill E. Making Sense of Big Data // Big Data. 2003. Vol. 1 № 1. P.1–2.
2. Pasquale L., Marco de G. Giovanni S. Content-based Recommender Systems: State of the Art and Trends//Recommender Systems Handbook. January 2011. Pp. 73-105.
3. Garg N., Ranu S. Route Recommendations for Idle Taxi Drivers// Proceedings of the 24th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining. London, United Kingdom. August 2018. P. 1425-1434.
4. Browne C. B., Powley E., Whitehouse D., Lucas S. M., Cowling P. I., Rohlfshagen P. A Survey of Monte Carlo Tree Search Methods//IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games. 2012. Vol. 4 № 1. P. 1–43.
5. Monahan G. E. State of the Art-A Survey of Partially Observable Markov Decision Processes: Theory, Models, and Algorithms//Management Science. 1982. Vol. 28 № 1. Pp. 1–16.
6. Zhao D., Haitao W., Kun S. Zhu Y. Deep Reinforcement Learning with Experience Replay Based on SARSA //IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI). Athens, Greece. December 2016. Pp. 1-6.
7. <https://arxiv.org/pdf/2005.01976.pdf> (14.09.2020).
8. Espín N., Lemmerich F. , Singer F., Strohmaier M. Discovering and Characterizing Mobility Patterns in Urban Spaces: A Study of Manhattan Taxi Data // 6th International Workshop on Location and the Web at WWW2016. Montreal, Canada. April 2016. P. 537–542.
9. <https://www.kaggle.com/breemen/nyc-taxi-fare-data-exploration> (14.09.2020).
10. Carlos C. Maribel Y. S. Big Data: State-of-the-art concepts, techniques, technologies, modeling approaches and research challenges // IAENG International Journal of Computer Science. 2017. Vol. 44. № 3. P.285-301.
11. Mohammad M., Md. Abu B.S. , Rezoana B. Mahjabin R. ADBSCAN: Adaptive Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise for Identifying Clusters with Varying Densities // 4th International Conference on Electrical Engineering and Information &

Communication Technology (iCEEICT). Dhaka, Bangladesh. September 2018. P. 107–111.

12. Սահակյան Ռ., Լալայան Ա. Առաջարկի ձևավորման ինտելեկտուալ համակարգի կառուցման խնդրի դրվածքը տաքսի ծառայության համար // ՎՊՀ գիտական տեղեկագիր: 2020: Պրակ Բ: Էջ 37-42:

Տեղեկություններ հեղինակների մասին

Սահակյան Ռ. Ռ.- տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր

Վանաձորի պետական համալսարան

Էլ. փոստ՝ rsahakyan@yahoo.com

Լալայան Ա. Գ.- մագիստրոս

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան

Էլ. փոստ՝ arthurlalayan97@gmail.com

Տրվել է խմբագրություն՝ 14.09.2020

Գրախոսվել է՝ 22.10.2020