ISSN 1512-1232

უაკ 681.3:629

საგზაო მოძრაობის მართვის ავტომატიზებულ სისტემაში შუქნიშნის სიგნალიზაციის მმართველი პარამეტრების მიზანდასახული ძებნის საკითხისათვის

ი. აბულაძე, ზ. გასიტაშვილი, ვ. წვერავა
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175, თბილისი, საქართველო

ანოტაცია:
ნაშრომში დასაბუთებულია მეთოდის ეფექტურობა დაფუძნებული საგზაო მოძრაობის მართვის ავტომატიზებულ სისტემაში შუქნიშნის სიგნალიზაციის მმართველი პარამეტრების მიზანდასახულ ძებნაზე.

საკვანძო სიტყვები: *სატრანსპორტო ნაკადები, სატრანსპორტო ქსელი, შუქნიშნის სიგნალიზაცია, ციკლი, ტაქტი.*

სატრანსპორტო ნაკადები ქალაქებში ხასიათდება შემდეგი ძირითადი თავისებურებებით, კერძოდ:

- უწინარეს ყოვლისა ეს გახლავთ სატრანსპორტო ნაკადების სტოქასტურობა, ანუ მათ მახასიათებლებში დასაშვებია ცალკეული პროგნოზი მხოლოდ განსაზღვრული ალბათობით. ამასთან, სატრანსპორტო ნაკადი მოძრაობს სატრანსპორტო ქსელში რომელიც ასევე ხასიათდება გარკვეული მახასიათებლებით, სადაც დასაშვებია აღნიშნულ მახასიათებელთა მეტნაკლებად მკაცრი აღწერა და სადაც ეს უკანასკნელები არასტაციონარულ მახასიათებლებად გვევლინება.
- მეორეს მხრივ, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ეს გახლავთ სატრანსპორტო ნაკადების არასტაციონარულობა, თანაც მათი მახასიათებლების რყევებს ადგილი აქვს მინიმუმ სამი ციკლის დროს, რომელთა შორისაც უმთავრესია დღე–ღამური, კვირისა და სეზონური რყევები.
- მესამეს მხრივ იგი გამოიხატება არასრულ მართვადობაში, რომლის არსიც მდგომარეობს იმაში, რომ მიუხედავად ნაკადებზე ამომწურავი ინფორმაციის არსებობისა და ამავდროულად მძღოლთა მიერ აუცილებლად გასატარებელ ღონისძიებათა შესახებ მათი ინფორმირების სრული შესაძლებლობისა აღნიშნული მოთხოვნები სარეკომენდაციო ხასიათს ატარებს. მაშასადამე, მართვის ნებისმიერი კრიტერიუმის გლობალური ექსტრემუმის მიღწევა ძალზე პრობლემატურ ამოცანად გვესახება.
- მეოთხეს მხრივ კი ეს გახლავთ ხარისხის კრიტერიუმების და კერძოდ ისეთი მახასიათებლების სიმრავლე, როგორიცაა: გზაში დაყოვნება, მოძრაობის საშუალო სიჩქარე, საგზაო–სატრანსპორტო შემთხვევათა პროგნოზირებადი რიცხვი, ატმოსფეროში მავნე და დამაბინძურებელ ნივთიერებათა გამოტყორცნის მოცულობა და ა.შ.

უნდა აღინიშნოს, რომ ზემოხსენებულ მახასიათებელთა უმეტესობა ერთმანეთთან მჭიდრო კავშირში იმყოფება და ის ფაქტი თუ გარემოება, რომ ცალკე ჯგუფში გამოყოფილ იქნეს თუნდაც ერთ–ერთი მათგანი პრაქტიკულად შეუძლებელია.

ISSN 1512-1232

საგზაო მოძრაობის, როგორც მართვის ობიექტის მეხუთე თავისებურებად გვევლინება მართვის ხარისხის განმსაზღვრელ ძირითად მახასიათებელთა გაზომვის სირთულე და რიგ შემთხვევებში პრაქტიკულად შეუძლებლობაც.

უდავო ჭეშმარიტებაა, რომ მოძრაობის ინტენსიურობის სიდიდის შეფასება მათი მოძრაობის ყველა მიმართულებით მოითხოვს როგორც სატრანსპორტო ნაკადების გადამწოდების არსებობას, ასევე აეროფოტოგადაღების მონაცემთა გამოყენებას, ან აღნიშნული პრობლემის გადაწყვეტას საკმაოდ შრომატევადი ხელით გამოკვლევის მეთოდის განხორციელებით.

უნდა აღინიშნოს, რომ სატრანსპორტო სისტემების თავისებურებანი პრაქტიკულად შეუძლებელს ხდის აგებულ იქნას ადექვატური ანალიტიკური მოდელი, რომელიც საშუალებას მოგვცემს გამოვიკვლიოთ აღნიშნულ სისტემაში მართვის ელმენტები და სხვადასხვა პირობებში მისი მახასიათებლები. იმავდროულად იმიტაციური მოდელირება, როგორც მსგავსი ობიექტების კვლევის მეთოდი წარმოგვიდგება დასმული პრობლემის გადაწყვეტის განმაპირობებელ ფაქტორად: იგი საშუალებას იძლევა სწრაფად და ამასთან ერთად დიდი სიზუსტით მოვახდინოთ როგორც მსგავსი ბუნების მქონე რთული სისტემების მახასიათებელთა პროგნოზირება, ასევე არსებითი პარამეტრების ოპტიმიზირება.

სატრანსპორტო ნაკადის აღნიშნულ თავისებურებათა გათვალისწინებით ეფექტურად გვესახება შუქნიშნის სიგნალიზაციის მმართველი პარამეტრების მიზანდასახული (მიმართული) ძებნის მეთოდების გამოყენება.

საზოგადოდ ცნობილია, რომ ამგვარ პარამეტრებს ეკუთვნის:

1. შუქნიშნიანი რეგულირების ციკლის ხანგრძლივობა, $T_ц$;
2. შუქნიშნიანი რეგულირების ძირითადი და შუალედური ტაქტების ხანგრძლივობანი $T_{ж1}$, $T_{ж2}$, $T_{ш1}$, $T_{ш2}$;

მართვის ეფექტურობის კრიტერიუმის სახით გამოიყენება გზაჯვარედინზე სატრანსპორტო დაყოვნების $\overline{t_д}$ მნიშვნელობა.

მართვის მოცემული ხერხის მათემატიკური ინტერპრეტაცია შემდეგნაირად აღიწერება:

$$\overline{t_{др}} = f(T_ц, t_{ж1}, t_{ж2}) \to min. \qquad (1)$$

რეგულირების ციკლისათვის განვიხილოთ მართვის პარამეტრების ანგარიში. მისი სტრუქტურა ორფაზიანი ციკლისათვის შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს შემდეგი სახით [1]:

$$T_ц = t_{ж1} + t_{ш1} + t_{ж2} + t_{ш2}, \qquad (2)$$

ხოლო სამფაზიანისათვის კი:

$$T_ц = t_{ж1} + t_{ш1} + t_{ж2} + t_{ш2} + t_{ж3} + t_{ш3}. \qquad (3)$$

განვიხილოთ ორფაზიანი ციკლი. მართვის პარამეტრების ანგარიში ყოველთვის იწყება შუქნიშნიანი რეგულირების $T_ц$ ციკლის ხანგრძლივობის განსაზღვრიდან. თუმცაღა მართვის შემოთავაზებულ ხერხში აღნიშნული პარამეტრი იქნება ერთ–ერთი

ISSN 1512-1232

იმ პირობათაგანი, რომელთა პოვნაზეც უშუალოდაა მიმართული მიზანდასახული ძებნა.

$T_ц$ მნიშვნელობისათვის ერთადერთ შეზღუდვას წარმოადგენს ცნობილი თანაფარდობა [1]:

$$25 \le T_ц \le 120. \tag{4}$$

ვივარაუდოთ, რომ შუალედური ტაქტების ხანგრძლივობები იქნება მუდმივი, ანუ მათი $T_ə$ ჯამი ციკლში მუდმივი სიდიდე იქნება.

მეორე ძირითადი $t_{ə2}$ ტაქტის ხანგრძლივობა ერთმნიშვნელოვნად დამოკიდებული იქნება პირველი ძირითადი $t_{ə1}$ ტაქტის ხანგრძლივობაზე და პირიქით. ასეთ შემთხვევაში ფორმულას ექნება სახე:

$$t_{ə2} = T_ц - T_ə - t_{ə1}. \tag{5}$$

მე–(5) თანაფარდობის საფუძველზე შეიძლება ციკლის ოპტიმალურ ხანგრძლივობათა მოძებნის შემდეგი პროცედურის აპარატული ინიციალიზირება, კერძოდ:

1. ციკლის $T_ц$ ხანგრძლივობის საწყისი მნიშვნელობის სახით ვაძლევთ მინიმალურად დასაშვებ მნიშვნელობას;
2. ვაძლევთ ციკლის ხანგრძლივობის 10%–ის ტოლი $t_{ə1}$ პირველი ძირითადი ტაქტის ხანგრძლივობის საწყის მნიშვნელობას, ანუ
$$t_{ə1} = 0{,}1 \cdot T_ц; \tag{6}$$
3. მე–(5) ფორმულის მიხედვით გამოვთვლით $t_{ə2}$ საწყის მნიშვნელობას;
4. გზაჯვარედინთან ყველა მისასვლელის მიხედვით ვაწარმოებთ სატრანსპორტო საშუალებათა დაყოვნების გამოთვლას. ჩვენს მართვის სისტემაში შემავალ გზაჯვარედინთათვის მეორეხარისხოვანი გზებით ავტომობილების შემოსვლა წარმოადგენს შემთხვევით მოვლენას. აღნიშნულს ითვალისწინებს ფ. ვებსტერის დაყოვნების განმსაზღვრელი ფორმულა, რომელმაც საგზაო მოძრაობის მართვის პრაქტიკაში თანამედროვე მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში ჰპოვა ფართო გავრცელება [1]:
$$t_{\Delta pij} = \frac{T_ц(1-\lambda_{ij})^2}{2(1-\lambda_{ij}x_{ij})} + \frac{x_{ij}^2}{2N_{ij}(1-x_{ij})} - 0{,}65\left(\frac{T_ц}{N_{ij}}\right)^{1/5} x_{ij}^{(2+3x_{ij})}, \tag{7}$$
სადაც, λ–არის ნებართვის სიგნალის ხანგრძლივობის ციკლთან შეფარდება;

N_{ij}– განსახილველი მიმართულებით სატრანსპორტო საშუალებათა მოძრაობის ინტენსიურობა, ერთ/წმ;

X_{ij}– მოძრაობის კონკრეტული მიმართულების გაჯერების ხარისხი.
5. გზაჯვარედინზე ავტომობილის საშუალო $t_{\Delta pi}$ დაყოვნებას მთლიანობაში ვანგარიშობთ, როგორც მე–(7) ფორმულის მიხედვით გზაჯვარედინის ყველა მიმართულებისათვის დაყოვნებათა საშუალოდშეწონილ მნიშვნელობას:
$$\bar{t}_{\Delta pi} = \frac{\sum_j t_{\Delta pij} \cdot N_j}{\sum_j N_j}, \tag{8}$$

ISSN 1512-1232

სადაც i -არის მეორეხარისხოვანი გზის მიმართულებათა (გზაჯვარედინთან მისასვლელი) რიცხვი;

6. პირობის მიხედვით ვამოწმებთ ძირითადი $t_{\partial 1}$, $t_{\partial 2}$ ტაქტების ხანგრძლივობათა შესაბამისობას ქვეითთა მიერ სავალი ნაწილის უსაფრთხოდ გადასვლის მოთხოვნებთან [1]:

$$t_{\partial 1} \geq t_{\partial 3}, \quad t_{\partial 2} \geq t_{\partial 3}, \tag{9}$$

სადაც, $t_{\partial 3}$–არის რეგულირების მოცემულ ტაქტში სავალი ნაწილის გადასვლაზე (დაძლევაზე) საჭირო დრო, წმ;

$$t_{\partial 3} = \frac{S_{\partial 3}}{V_{\partial 3}} + 5, \tag{10}$$

სადაც $S_{\partial 3}$–არის გზა, რომელიც უნდა განვლოს (გადალახოს) ქვეითმა სავალ ნაწილში, მ., (როგორც წესი იგი ემთხვევა გზის სავალი ნაწილის საერთო სიგანეს);

$V_{\partial 3}$–ქვეითის მოძრაობის სიჩქარე.

7. მე–(6) ფორმულით გამოთვლილ პირველდაწყებით $t_{\partial 1}$ ხანგრძლივობას ვამატებთ K დანამატს (მაგალითად K=0,001) და მე–(7), (8) ფორმულების მიხედვით მე–(9) პირობის ერთდროული შემოწმებით ვაწარმოებთ გამოთვლის პროცედურის განმეორებას.
8. ვაგრძელებთ მატების და გამოთვლის პროცესს იქამდე, ვიდრე არ იქნება მიღწეული $t_{\partial 1}$ მაქსიმალურად შესაძლო მნიშვნელობა, მაგალითად:

$$t_{\partial 1} = 0{,}9 \cdot T_{\text{ტ}}; \tag{11}$$

9. $T_{\text{ტ}}$–ს ყველა დარჩენილი მნიშვნელობისათვის ვიმეორებთ პარამეტრებისა და მნიშვნელობათათვის შესაბამის საშუალო დაყოვნებათა გამოთვლის პროცედურას;
10. საბოლოოდ შევარჩევთ იმ $T_{\text{ტ}}$,$t_{\partial 1}$,$t_{\partial 2}$ მნიშვნელობებს, რომელთაც შესაბამება $\overline{t_{\Delta pi}}$ მინიმალური მნშვნელობა (იხ. (1) ფორმულა)).

შუქნიშნის სიგნალიზაციის მართვის პარამეტრების მოძებნის წარმოდგენილი პროცედურა შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, როგორც ხისტი, ასევე ადაპტური მართვის დროს, ანუ ტრანსპორტის დეტექტორებიდან სატრანსპორტო ნაკადების ინტენსიუ–რობის შესახებ მიღებული ინფორმაციის გამოყენებისას.

უნდა აღინიშნოს, რომ მმართველი პარამეტრების მიზანდასახულად მიმართული ძებნის მეთოდს გააჩნია რიგი უპირატესობანი, კერძოდ:

1. გამოთვლის დროს გარდა სატრანსპორტო საშუალებათა დაყოვნების მნიშვნელობისა გამოყენებას ჰპოვებს ემპირიულ დამოკიდებულებათა მინიმუმი;
2. შემავალი ინფორმაციის დამუშავების მანქანური მეთოდის დროს მმართველი პარამეტრების გამოთვლა ხორციელდება უწყვეტად და დროის ზღრულად მცირე ინტერვალში, რომლებიც სავსებით საკმარისია განახლებულ მნიშვნელობათა თავისდროული გამოყენებისათვის;

ISSN 1512-1232

3. განხილული მეთოდის გამოყენება მიზანშეწონილია არა მხოლოდ მართვის ლოკალურ დონეზე (ერთი გზაჯვარედინის ფარგლებში), არამედ როგორც ქალაქის, ასევე მაგისტრალის და რაიონის საგზაო ქსელის ცალკეული უბნების მართვის დონეებზე.

გარდა ამისა, სატრანსპორტო ნაკადების შესახებ ინფორმაციის შეგროვების ეფექტური ხერხის გამოყენებასთან ერთად [2, 3, 4] შუქნიშნის სიგნალიზაციის მართვის პარამეტრების მიზანდასახულად მიმართული ძებნის მეთოდი ქმნის საკმაოდ კარგ წინაპირობებს საგზაო მოძრაობის მართვის ეფექტური ავტომატიზებული სისტემის რეალიზაციისათვის.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движнния. Учебник для ВУЗ-ов. М.: Транспорт, 1990.
2. Boerner W.M., Ho C-M., and Foo B.Y., Use of Radon's projection theory in electromagnetic inverse scattering. IEEE Trans. Antennas Propagat. vol. AP – 24, p. 360 – 367, Mar 1981.
3. Монсон–мл Д.С., О'Брайен Дж., Дженкс У.К. Томографический подход к описанию работы РЛС с синтезированием апаратуры в режиме избирательного картографирования поверхности Земли. –М.: ТИИЭР, т.71, 1983, №8, с. 5 – 17.
4. Фархат Н.Х. Формирование радиолокационных изображений методом разнесения в диапазоне СВЧ и автоматизированная идентификация целей, основанная на использовании моделей нейронных сетей. ТИИЭР, 1989. Т. 77.

სტატია მიღებულია: 2010-10-16