

УДК [343.983:004.94]:343.618(045)



Тернов Сергій Олексійович,
кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
(Донецький національний університет економіки і
торгівлі імені Михайла Туган-Барановського,
м. Кривий Ріг)

Бескровний Олексій Іванович,
кандидат технічних наук, доцент
(Донецький юридичний інститут МВС України,
м. Кривий Ріг)



РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ПЛОСКИХ МОДЕЛЕЙ ВІЗУАЛЬНОГО ПРОСТОРУ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНОЇ СИТУАЦІЇ

У роботі запропоновано аналітичне забезпечення визначення параметрів плоских моделей візуального простору дорожньо-транспортної ситуації за обмеженої оглядовості. Використання аналітичних залежностей дає можливість будувати плоску картину оглядовості дорожньо-транспортної ситуації оптимального вигляду, мінімальних розмірів та з урахуванням заданих умов плоского відображення візуального простору оператора транспортного засобу.

Отримані результати будуть використані для подальших досліджень з метою створення математичного забезпечення автоматизованого моделювання візуального простору дорожньо-транспортних ситуацій з використанням наочних зображень для забезпечення точної відповідності розмірів графічних моделей, зображених на схемі, розмірам оригіналів і точності передачі взаємного розташування об'єктів.

Ключові слова: дорожньо-транспортна ситуація, оглядовість транспортного засобу, візуальний простір, плоска геометрична модель, сферична поверхня, кутові параметри.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема моделювання дорожньо-транспортної ситуації (сукупності подій, що розвиваються на дорозі, обумовлених взаємодією водія та інших учасників руху в певних просторово-часових межах) за обмеженої оглядовості [1, с. 10] з позиції різних спостерігачів розглядається науковцями як під час проведення автотехнічних експертиз, так в ході організації дорожнього руху та оцінки його безпеки [2, с. 37; 3, с. 53; 4, с. 107–136]. У межах проблеми розглядається можливість отримання плоскої графічної картини дорожньо-транспортної ситуації на основі ортогонального креслення, аксонометричного або іншого метрично визначеного зображення машини, дороги, придорожніми інженерними спорудами, насадженнями та іншими об'єктами. Аналіз літературних джерел показує, що моделювання дорожньо-транспортних ситуацій раціонально проводити за схемою: «простір» — «сфера» — «допоміжна поверхня» — «площина» [5, с. 11–35]. У якості допоміжної поверхні, залежно від конфігурації масиву об'єктів спостереження, використовуються циліндр, конус або площина [5, с. 53–67, 84–93; 6, с. 9–11].

Циліндричні проекції будуються на бічній поверхні дотичного до сфери циліндра. Їх раціонально використовувати з метою відображення візуальної ситуації, зображеної на сферичному поясі в районі екватора, на півсфері або на всій сферичній поверхні.

Конічні проєкції побудовані на бічній поверхні дотичного до сфери конуса. Ці проєкції доцільно застосовувати для відображення візуальної ситуації, зображеної на сферичному поясі, що перебуває в межах кута зору оператора від 35° до 75° .

Азимутальні проєкції побудовані на дотичній до сфери площині. Такі проєкції зручно застосовувати, наприклад, для відображення візуальної ситуації, зображеної на невеликій частині сфери — найчастіше в межах тілесного кута, який $\leq 30^\circ$.

Проєкції, одержувані на допоміжних поверхнях, що не торкаються або перетинають сферу, не розглядаються у зв'язку з тим, що вони не мають істотних переваг стосовно проєкцій, одержуваних на дотичних до сфери допоміжних поверхнях. Опускають також поліконічні проєкції, тому що за плоского відображення вони утворюють розрізи й розриви.

Визначено [6, с. 9–11; 7, с. 78–81], що в більшості випадків під час експлуатації технічних засобів головний промінь зору оператора спрямований горизонтально і вперед щодо основного його робочого положення. Отже, з метою досягнення практичних цілей моделювання дорожньо-транспортних ситуацій доцільно розглядати проєкції циліндричні нормальні, конічні поперечні й азимутальні поперечні для всіх умов відображення. Істотною умовою топологічного відображення, яку необхідно враховувати у процесі моделювання оглядовості, є умова збереження прямолінійності на плоскому відображенні просторових прямих головного напрямку, тобто бажано, щоб як мінімум одне із сімейств 3-тканинного транспаранта було виражене прямими лініями з метою простоти його побудови й досягнення максимальної наочності плоского відображення просторового оригіналу.

За характером заданого масиву об'єктів спостереження й залежно від умов плоского відображення, що накладаються, здійснюється визначення раціонального типу проєкції плоского відображення предметного простору. Граничні кутові параметри заданої візуальної ситуації диктують оптимальні розміри плоскої моделі кругового огляду.

З метою створення єдиного математичного апарату моделювання візуального простору дорожньо-транспортних ситуацій, необхідна розробка аналітичного забезпечення розрахунку параметрів плоских моделей візуального простору дорожньо-транспортних ситуацій за обмеженої оглядовості.

Метою статті є розробка аналітичного забезпечення розрахунку параметрів плоских моделей візуального простору дорожньо-транспортних ситуацій за обмеженої оглядовості.

Виклад основного матеріалу.

Вибір проєкції плоского відображення здійснюється в залежності від обрисів сферичної картини візуальної ситуації. Предметний простір відображають із центральним проєкуванням на поверхню сфери радіуса R з її центра O , що збігається з початком правої декартової системи координат $OXYZ$ і точкою зору оператора (рис. 1).

Головний промінь зору направляють у центр сферичної картини візуальної ситуації або сполучають із заданим. Вводять нову систему координат $OUVW$, вісь OV якої сполучають із головним променем зору оператора. Значення кутів повороту системи $OUVW$ щодо заданої системи $OXYZ$ визначають за формулами:

$$\chi = \operatorname{sgn} z \arccos \sqrt{\frac{\bar{x}^2 + \bar{y}^2}{\bar{x}^2 + \bar{y}^2 + \bar{z}^2}}; \quad \tau = \frac{\bar{y}}{\sqrt{\bar{x}^2 + \bar{y}^2 + \bar{z}^2}}, \quad (1)$$

де \bar{x} , \bar{y} , \bar{z} — просторові координати центру візуальної ситуації.

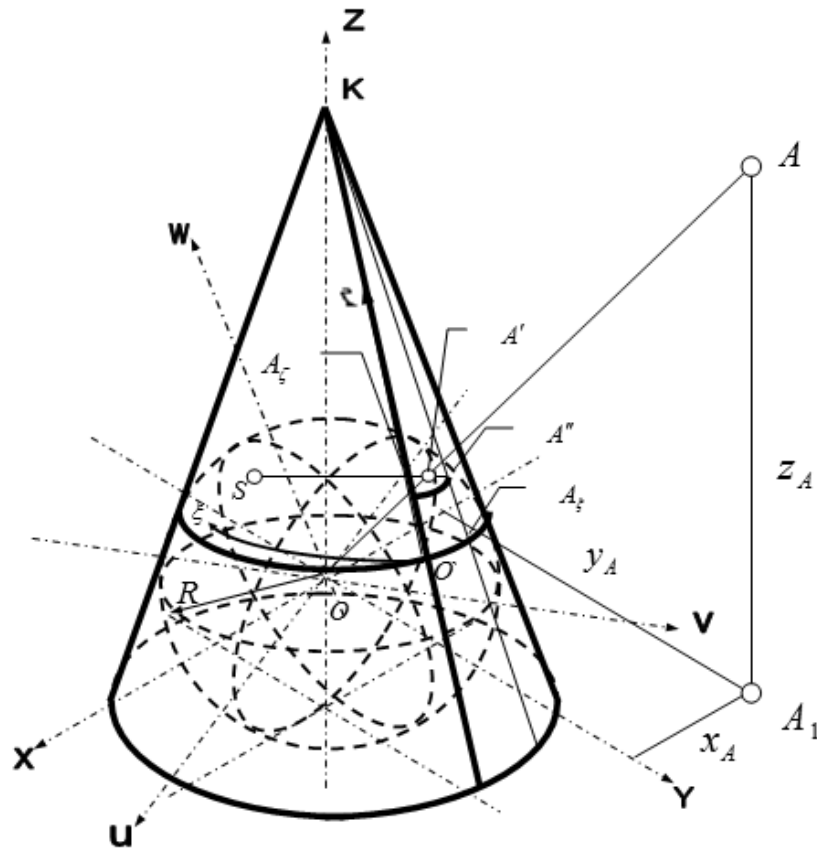


Рис. 1

Характер обрису сферичної картини візуальної ситуації виявляється шляхом визначення екстремальних значень кутів φ^+ , φ^- характерних точок заданої візуальної ситуації й значення кута τ_1 між її граничними точками з наступним порівнянням отриманих величин з еталонними. Аналітичні вираження для визначення величин φ^+ , φ^- , τ_1 мають вигляд:

$$\varphi^+ = \max_i \left(\arcsin \frac{w_i}{\sqrt{u_i^2 + v_i^2 + w_i^2}} \right);$$

$$\varphi^- = \min_i \left(\arcsin \frac{w_i}{\sqrt{u_i^2 + v_i^2 + w_i^2}} \right);$$
(2)

$$\tau_1 = \arctg \frac{1 - (u_n u_k + v_n v_k + w_n w_k)^2}{\sqrt{u_n^2 + v_n^2 + w_n^2} \sqrt{u_k^2 + v_k^2 + w_k^2}},$$

де

$i = 1, N$; N — кількість характерних точок візуальної ситуації;

$u_n, v_n, w_n, u_k, v_k, w_k$ — координати граничних точок візуальної ситуації у системі $OUVW$. Значення координат u, v, w визначаються за формулами:

$$u = x \cos \tau + y \sin \tau; \quad v = y \cos \chi \cos \tau - x \cos \chi \sin \tau + z \sin \chi;$$

$$w = x \sin \chi \sin \tau - y \sin \chi \cos \tau + z \cos \chi.$$
(3)

Вид проекції плоского відображення визначається за формулами:

$$k = \begin{cases} 1, \varphi^+, \varphi^-, \tau_1 - \text{відмінні від встановлен их}; \\ 2, |\varphi^+| \leq 75; |\varphi^-| \geq 35; \\ 3, |\tau_1| \leq 30, \end{cases} \quad (4)$$

де

значення 1 змінної k відповідає циліндричним проєкціям;

значення 2 змінної k відповідає конічним проєкціям;

значення 3 змінної k відповідає азимутальним проєкціям.

Значення R радіуса сферичної поверхні визначається за заданими розмірами L і H плоскої графічної моделі оглядовості з урахуванням умов плоского відображення, які обумовлюються цілями створення машин за критеріями оглядовості або цілями проведення експертизи оглядовості, і значенням екстремальних кутових параметрів характерних крапок візуальної ситуації. Вирази для визначення значення радіуса R сферичної поверхні-посередника має вигляд:

$$R = \min (R_1, R_2), \quad (5)$$

де

$$R_1 = L : (F_1(\varphi^+, \lambda^+) - F_1(\varphi^-, \lambda^-));$$

$$R_2 = H : (F_2(\varphi^+, \lambda^+) - F_2(\varphi^-, \lambda^-));$$

$$\lambda^+ = \max_i (\text{sgn } u_i \arccos \frac{v_i}{\sqrt{u_i^2 + v_i^2}});$$

$$\lambda^- = \min_i (\text{sgn } u_i \arccos \frac{v_i}{\sqrt{u_i^2 + v_i^2}}).$$

Яв-
 F_2 визна-
розрахунку обраної проєкції, відповідно заміною в останніх змінних x, y, z виразами:

ний вид функцій F_1 і
частеся формулами

$$x = R \cos \varphi \cos \lambda; y = R \cos \varphi \sin \lambda; z = R \sin \varphi. \quad (6)$$

Висновки і пропозиції. Отримані аналітичні вирази опису параметрів плоского відображення елементів візуального простору дозволять побудувати плоскі моделі дорожньо-транспортних ситуацій у різних проєкціях з урахуванням наперед заданих умов плоского відображення й орієнтації головного променя зору спостерігача щодо обраної системи координат.

Список використаних джерел

1. Правила дорожнього руху України: відповідає офіційному тексту. Київ : УкрСПЕЦВИДАВ, 2016. 64 с.
2. Решетніков Є. Б., Овсієнко Д. В. Дослідження безпеки руху на нерегульованих перехрестях при обмеженій оглядовості. *Восточно-европейский журнал передовых технологий*. 2012. № 3 (56). Т. 2. С. 36–39.
3. Решетніков Є. Б. Безпека руху на нерегульованих перехрестях при обмеженій оглядовості. *Вестник ХНАДУ*. 2010. Вып. 50. С. 52–56.
4. Туренко А. М. та ін. Автотехнічна експертиза. Дослідження обставин ДТП : підручник для вищих навчальних закладів. Харків : ХНАДУ, 2013. 320 с.
5. Кавун Ю. М. Геометрия візуального пространства. Донецьк : ГНТБ, 1994. 102 с.
6. Тернов С. О., Загороднов М. І. Автоматизація процесів плоского моделювання дорожньо-транспортних ситуацій. *Вісник Донецької академії автомобільного транспорту*. Донецьк : ДААТ, 2012. № 4. С. 8–12.

7. Тернов С. О., Бескровний О. І. Застосування інтерактивних комп'ютерних технологій в процесі моделювання візуального простору дорожньо-транспортної ситуації. *Проблеми правознавства та правоохоронної діяльності*. Кривий Ріг : ДЮІ МВС України. № 1 (59) 2017. С. 77–82.

Тернов Сергей Алексеевич,

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник

(Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, г. Кривой Рог)

Бескровный Алексей Иванович,

кандидат технических наук, доцент

(Донецкий юридический институт МВД Украины, г. Кривой Рог)

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПЛОСКИХ МОДЕЛЕЙ ВИЗУАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ СИТУАЦИИ

В работе предложено аналитическое обеспечение определения параметров плоских моделей визуального пространства дорожно-транспортной ситуации с ограниченной обзорностью. Применение аналитических зависимостей дает возможность строить плоскую картину обзорности дорожно-транспортной ситуации оптимального вида, минимальных размеров и с учетом заданных условий плоского отображения визуального пространства оператора транспортного средства. Полученные результаты будут использованы для дальнейших исследований с целью создания математического обеспечения автоматизированного моделирования визуального пространства дорожно-транспортных ситуаций с использованием наглядных изображений.

Ключевые слова: дорожно-транспортная ситуация, обзорность транспортного средства, визуальное пространство, плоская геометрическая модель, сферическая поверхность, угловые параметры.

Ternov Sergiy Alekseevich,

PhD in Technical Sciences, Senior Researcher

(Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky, Kryvyi Rih)

Beskrovnyi Oleksii Ivanovich,

PhD in Technical Sciences, Associate Professor

(Donetsk Law Institute, MIA of Ukraine, Kryvyi Rih)

CALCULATING OF PLANE MODELS OF VISUAL SPACE OF ROAD-TRANSPORTATION SITUATION PARAMETERS

When investigating the mechanism of traffic accident the use of analytical graphical modeling is most effective in solving the problem of determining the distance of a vehicle from the point of incident (collision) at the moment of objectively identifiable object, which creates a danger to the motion and appeared in the field of view driver due to obstacles limiting visibility.

The vista sector for the driver may be limited by the structural elements of the cab of the vehicle, the body, the cargo carried, the condition of the windscreen, taking into account the possible presence of defects, contaminations, precipitation (defective wet snow, water streams in heavy rain, etc.). It should be borne in mind that the conditions of overview are also determined by the anthropometric data of the driver of the vehicle. They vary depending on the position of his working place (seat), as well as on the driver's position in the workplace.

The purpose of graphic modeling is to reflect on a certain scale the mutual location of road traffic accident participants and elements of the road environment. Hence the basic requirement that is presented to the result of the simulation, which consists in the exact correspondence of the size of the graphic models depicted in the scheme, the size of the originals and the accuracy of the transfer of the mutual arrangement of objects.

The paper proposed an analytical provision for determining the parameters of plane models of the visual space of a road transport situation with limited browsing. The use of analytical dependencies makes it possible to construct a flat picture of the overview of the road transport situation of the optimal vision, the minimum size and taking into account the given conditions for the plane reflection of the visual space of the vehicle operator.

The results obtained will be used for further research to create a mathematical support for automated modeling of the visual space of road and transport situations using visual images to ensure accurate matching of the size of the graphic models depicted in the scheme, to the size of the originals and the accuracy of the transfer of the mutual arrangement of objects.

Key words: road traffic situation, vehicle visibility, visual space, flat geometric model, spherical surface, angular parameters.

Надійшла до редколегії 28.04.2018