

DOI: [10.32347/2076-815x.2020.73.249-258](https://doi.org/10.32347/2076-815x.2020.73.249-258)

УДК 711.11

к.т.н. **Тарасюк В.П.**,

tarasyuk90@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4762-5668,

Беспалов Д.О., dmitry.bespalov@me.com, ORCID: 0000-0002-0778-5627,**Дорош М.І.**, doroshmaxym@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3717-9326,

Київський національний університет будівництва та архітектури

СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ЗБОРУ ВИХІДНИХ ДАНИХ ШЛЯХОМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПІДРАХУНКУ ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ ТРАНСПОРТУ ТА ПІШОХОДІВ

Стаття спрямована на ознайомлення із способами підвищення точності збору вихідних даних шляхом автоматизації підрахунку інтенсивності руху транспорту та пішоходів. Робота виконана на прикладі програмних платформ для автоматизованого обліку руху транспорту та пішоходів GoodVision Video Insights та DataFromSky.

Визначення інтенсивності руху транспорту та пішоходів шляхом автоматизації їх підрахунку на основі обробки даних з відеокамер є найбільш перспективним напрямком збору даних про трафік. На сьогоднішній день в Україні поступово розповсюджуються та набувають все ширшого застосування програмні платформи для автоматизованого обліку руху транспорту та пішоходів шляхом обробки відеоматеріалів з дорожніх камер, одними з найпоширеніших серед яких є GoodVision Video Insights та DataFromSky. Однією із основних їх переваг над ручним заміром є можливість отримання наочної візуалізації щодо трафіку, як то траєкторії руху, часові затримки тощо.

Попри задекларовану точність обох автоматизованих способів підрахунку інтенсивності руху транспорту і пішоходів понад 96% розрахункова точність їх результатів відрізняється для різних типів учасників дорожнього руху та коливається в межах 57...1149% в залежності від типу учасників дорожнього руху. Хоча при цьому загальна точність підрахунку становить 99% та 102% відповідно. Дана різниця зумовлена відмінністю у класифікації різними платформами автоматизованого підрахунку різних типів транспортних засобів.

Ключові слова: автоматизований підрахунок; інтенсивність руху транспорту та пішоходів; розрахункова точність; GoodVision; DataFromSky; учасники дорожнього руху.

Вступ. Проектування будь-яких елементів дорожньої мережі потребує збору вихідних даних. Одним із ключових показників є інтенсивність руху транспорту та пішоходів [1]. В якості розрахункового періоду часу для визначення інтенсивності руху приймається рік, місяць, доба, година та більш короткі проміжки часу в залежності від поставленого завдання та засобів обліку [2]. Це необхідно для отримання об'єктивної, повної і достовірної інформації під час аналізу існуючого стану та виявлення тенденцій і закономірностей при розробці проектних рішень [3].

Постановка проблеми. На сьогоднішній день облік руху транспорту та пішоходів переважно проводиться за допомогою візуального спостереження. Даний підхід базується як на безпосередньому підрахунку усіх учасників дорожнього руху обліковцем з допомогою картки обліку, так і записом відеоматеріалів, з подальшою їх обробкою різними способами. Однак підрахунок інтенсивності на основі методу безпосереднього перебування обліковця на місці обстеження має ряд недоліків у порівнянні з іншими методами, серед яких:

- негативний вплив зовнішніх чинників на обліковця (загазованість повітря, температура навколишнього середовища і т.д.);
- обмеження в кількості напрямків, що може одночасно підраховувати один обліковцем;
- порівняно вищі трудозатрати;
- неможливість перевірки результатів обстеження;
- необхідність перебування в межах області аналізу (що є проблематичним при великих відстанях між обліковцем та об'єктом обстеження).

Враховуючи вище наведене можна сказати, що визначення інтенсивності руху транспорту та пішоходів шляхом автоматизації їх підрахунку на основі обробки даних відеозаписів є більш перспективним напрямком для подальшого використання. Однак даний підхід також супроводжується рядом недоліків, одним із яких є похибка при визначенні інтенсивності руху різних типів транспортних засобів. Оскільки інтенсивність руху транспортного потоку суттєво залежить від його складу [4], то особливу увагу необхідно звернути на розмежування різних типів транспортних засобів.

Метою даного дослідження є визначення та перевірка точності підрахунку інтенсивності руху транспорту та пішоходів, виконаних різними способами.

Основна частина. На сьогоднішній день в Україні поступово набувають все ширшого застосування програмні платформи для автоматизованого обліку руху транспорту та пішоходів шляхом обробки відеоматеріалів. Одними з найпоширеніших серед яких є GoodVision і DataFromSky.

Платформа GoodVision ґрунтується на технології комп'ютерного зору та штучного інтелекту для швидкого визначення траєкторій руху та типу об'єктів із відеозаписів, з можливістю структурування і багаторазового використання результатів аналізу для подальшої розширеної аналітики[5]. Окрім інтенсивності руху є можливість отримання наглядної візуалізації щодо трафіку, як то траєкторії руху, часові затримки, тощо. Фільтри дозволяють підраховувати обсяги в мультимодальному режимі «матриць кореспонденцій» і генерувати складні звітні матеріали про трафік. Приклад візуалізації інтенсивності руху транспорту і пішоходів, з врахуванням часових інтервалів, типізації учасників дорожнього руху та їх траєкторій, наведено на Рис. 1.

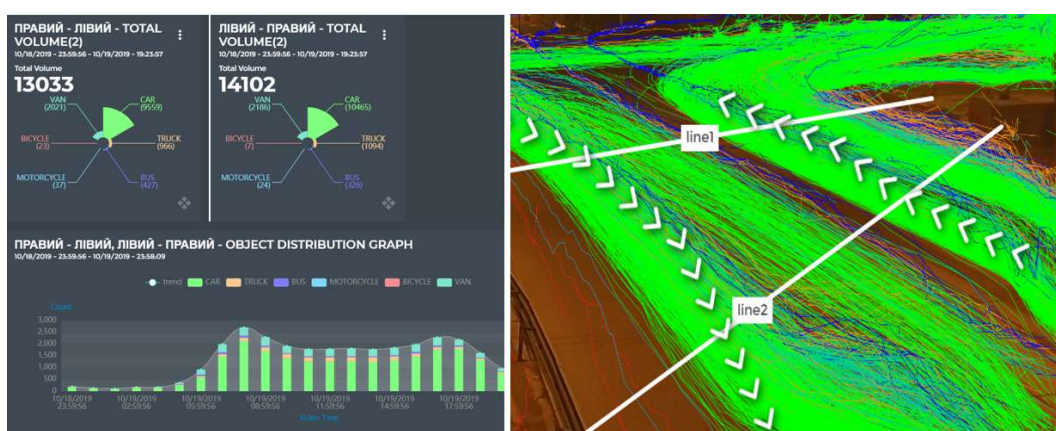


Рис. 1. Приклад аналізу інтенсивності руху та візуалізації траєкторії руху транспорту і пішоходів.

Результати аналізу експортуються в середовище Excel з відповідними даними інтенсивності по напрямках руху транспорту та пішоходів протягом вказаного часового інтервалу. При цьому необхідні часові інтервали можна змінювати відповідно до потреб.

Платформа DataFromSky дозволяє оцінювати макроскопічні характеристики потоку в будь-якій точці або області в межах зони аналізу. Кожному ТЗ присвоюється унікальний ідентифікатор, з допомогою якого відслідковується та аналізується траєкторія руху, швидкість та прискорення виявленого об'єкта під час проходження через контрольовані пункти. Це дає можливість широкого аналізу і перевірки даних[6].

В результаті аналізу відеоматеріалів можна, наприклад, отримати наглядну демонстрацію матриць кореспонденцій в межах об'єкта аналізу (Рис. 2)[6].

Въездные ворота	Выходные ворота	Транспортные средства	Дорожная часть	
13	15	направо	9	7,7%
14	22	налево	15	12,8%
17	19	налево	2	1,7%
18	22	через	41	35,0%
20	19	направо	9	7,7%
21	16	через	41	35,0%

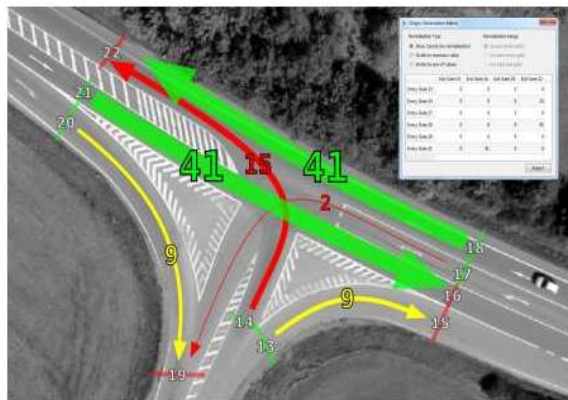


Рис. 2. Приклад візуалізації матриці кореспонденцій.

Для наочного представлення функціональності різних способів обліку інтенсивності руху транспорту та пішоходів у Таблиця 1 наведено їх порівняльний аналіз.

Таблиця 1

Порівняльна таблиця

Показник	DataFromSky	GoodVision
Задекларована точність результатів, %	≥96	≥96
Кількість типів об'єктів розпізнавання	16	8
Чутливість до впливу кліматичних чинників (дощ, сніг, туман)	-	-
Нічний режим	+	+
Матриці кореспонденцій	+	-
Ціна за 1 год. обробки відео (в залежності від обсягу пакету), €	2,90...3,84	4,03...15
Можливість відслідковування об'єктів розпізнавання	+	-
Візуалізація отриманих даних:		
• склад транспортного потоку	+	+
• траєкторія	+	+
• швидкість	+	+
• часові затримки	-	+
• прискорення	+	+
• екологічна оцінка	+	-
• аналіз безпеки руху	+	-

Попри задекларовану точність обох автоматизованих способів підрахунку інтенсивності руху транспорту і пішоходів понад 96% фактична точність результатів відрізняється для різних типів учасників дорожнього руху. В зв'язку з цим для експериментального встановлення та подальшого порівняння точності різних способів обліку було проаналізовано інтенсивність руху різних типів учасників дорожнього руху протягом 1 год. (з 15.30 по 16.30, 02 жовтня 2019 року) на прикладі Центрального мосту у місті Дніпро (Рис. 3).



Рис. 3. Оглядний вид камери.

Порівняльний аналіз здійснено відносно базового способу підрахунку, яким встановлено ручний підрахунок в лабораторних умовах. Його суть полягає в тому, що обліковець, переглядає відео та вручну вносить відповідні позначки у раніше підготовлений бланк обліку. Для зручності обліку використовують умовні знаки [7]. Приклад бланку обліку наведено на Рис. 4[8].

Час	Легкові	Мото	Вантажні	Автобуси	Тролейбуси	Всього
	○	○	○	○	○	
Фізичні одиниці						
Коеф. приведення						
Приведені екіпажі						

Рис. 4. Приклад картки обліку.

За одиницю визначення інтенсивності можуть бути прийняті як фізичні, так і приведені одиниці [9]. Останні, в свою чергу, розраховуються з допомогою коефіцієнтів приведення [10].

Для чистоти експерименту та мінімізації помилок в силу людського фактору в даному випадку інтенсивність руху транспорту та пішоходів визначалась у фізичних одиницях двома обліковцями. В зв'язку з цим, приймаємо показники, обраховані на основі даного способу, як базові, з точністю проведення замірів 100% та відносно них, здійснюватимемо подальший порівняльний аналіз.

Результати проведених підрахунків інтенсивності руху транспорту та пішоходів, здійснених різними способами з відокремленням різних типів учасників дорожнього руху, наведено у Таблиця 2.

Таблиця 2

Результати проведених підрахунків

Тип учасників дорожнього руху	Кількість, од./год.		
	Ручний замір	GoodVision	DataFromSky
Легкові автомобілі	3779	3547	3439
Велосипеди	20	20	16
Мотоцикли	21	12	13
Вантажівки	155	116	102
Фургони	51	356	586
Автобуси	165	97	140
Пішоходи	40	39	27
Всього	4231	4187	4323

Із даних наведених в таблиці 2 бачимо, що точність підрахунку інтенсивності різними способами для різних типів учасників дорожнього руху відрізняється. Для визначення різниці у типізації розпізнавання різних типів учасників дорожнього руху різними методами підрахунку визначено розрахункову точність підрахунку інтенсивності руху транспорту та пішоходів, обчислених різними способами автоматизованого обліку відносно ручного заміру:

$$K_T = N_{ij} / N_{pj} * 100\%, \text{ де}$$

K_T – розрахункова точність, %;

N_{ij} – кількість одиниць, що була визначена i -тим способом для j -ого типу учасника дорожнього руху, од./год.;

N_{pj} – кількість одиниць, що була визначена ручним способом для j -ого типу учасника дорожнього руху, од./год.;

Результати проведених розрахунків наведено у таблиці 3.

Таблиця 3

Точність результатів розрахунків, K_T

Тип учасників дорожнього руху	Точність, %	
	GoodVision	DataFromSky
Легкові автомобілі	94	91
Велосипеди	100	80
Мотоцикл	57	62
Вантажівки	75	66
Фургони	698	1149
Автобуси	59	85
Пішоходи	98	68
Загальна точність	99	102

Висновок. В результаті проведеного дослідження встановлено, що точність різних способів підрахунку інтенсивності руху транспорту та пішоходів (GoodVision та DataFromSky) відрізняється. Розрахункова точність їх

вимірювання коливається в межах 57...1149% в залежності від типу учасників дорожнього руху, що зумовлено відмінністю у їх класифікації різними платформами автоматизованого підрахунку. Хоча при цьому загальна точність підрахунку становить 99% та 102% відповідно. В зв'язку з цим, для підвищення точності збору вихідних даних шляхом автоматизації підрахунку інтенсивності руху транспорту та пішоходів, необхідно розробити універсальний класифікатор різних типів учасників дорожнього руху, який би використовувався у всіх автоматизованих системах обліку. Це дозволить мінімізувати вплив складу транспортного потоку та враховувати його різноманітність при визначенні їх інтенсивності на будь-яких елементах дорожньої мережі.

Разом з тим варто враховувати, що в залежності від кута нахилу камери, її висоти розташування, зміни кліматичних та метеорологічних умов, точність вимірів може змінюватись. В зв'язку з цим необхідно провести додаткові дослідження, які враховуватимуть вище наведені фактори впливу в межах усього діапазону зміни їх розрахункових параметрів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів. К.: Мінрегіон України, 2018. – 61 с.
2. Павлова І.О. Дослідження складових транспортного потоку на вулично-дорожній мережі міста / І.О. Павлова, І.С. Мурований // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки» – Луцьк, 2011. – Вип. 32. – С. 295-302.
3. Осетрін М.М. Коефіцієнти добового приведення інтенсивності руху транспортних потоків на вулично-дорожній мережі міста (на прикладі м. Києва) / М.М. Осетрін, Д.О. Беспалов, М.І. Дорош, В.Б. Петрук, І.В. Королевська // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збірник. – К., КНУБА, 2017. – Вип. 65. – С. 418-425.
4. Пугачев И.Н. Организация и безопасность движения: Учеб. пособие / И. Н. Пугачёв. – Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2004. – 232 с.
5. Джерело електронного доступу: <https://goodvisionlive.com/>.
6. Джерело електронного доступу: <https://datafromsky.com/applications/traffic-counting/>.
7. ДСТУ 8824:2019 Автомобільні дороги. Визначення інтенсивності руху та складу транспортного потоку. - К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 36 с.
8. Рейцен Є.О. Організація і безпека міського руху: навчальний посібник / Є.О. Рецен. – К.: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2014. – 454 с.
9. Сватко В.В. Методика визначення коефіцієнтів приведення до легкового автомобіля з використанням моделі ефективного транспортного засобу / В.В. Сватко // MODERN DIRECTIONS OF THEORETICAL AND

APPLIED RESEARCHES / Транспорт і логістичні системи. – К., НТУ, 2013.
(джерело електронного доступу:
<https://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/march-2013>).

10. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. К.: Мінрегіобуд України, 2015. – 113 с.

к.т.н. Тарасюк В.П., Беспалов Д.А., Дорош М.И.,
Киевский национальный университет строительства и архитектуры

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ СБОРА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ПУТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОДСЧЕТА ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТА И ПЕШЕХОДОВ

Статья направлена на ознакомление с методами повышения точности сбора исходных данных путем автоматизации подсчета интенсивности движения транспорта и пешеходов. Работа выполнена на примере программных платформ для автоматизированного учета движения транспорта и пешеходов Good Vision Video Insights и Data From Sky.

Определение интенсивности движения транспорта и пешеходов путем автоматизации их подсчета на основе обработки данных с видеокамер является наиболее перспективным направлением сбора данных о трафике. На сегодняшний день в Украине постепенно распространяются и приобретают все более широкое применение программные платформы для автоматизированного подсчета движения транспорта и пешеходов путем обработки видеоматериалов с дорожных камер, одними из самых распространенных среди которых Good Vision Video Insights и Data From Sky. Одним из основных их преимуществ перед ручным замером является возможность получения наглядной визуализации трафика, как-то траектории движения, временные задержки и тому подобное.

Несмотря на декларируемую точность обоих автоматизированных способов подсчета интенсивности движения транспорта и пешеходов более 96% расчетная точность их результатов отличается для разных типов транспортных средств и колеблется в пределах 57 ... 1149%. Хотя при этом общая точность подсчета составляет 99% и 102% соответственно. Данная разница обусловлена различием в классификации различными платформами автоматизированного подсчета различных типов транспортных средств.

Ключевые слова: автоматизированный подсчет; интенсивность движения транспорта и пешеходов; расчетная точность; Good Vision; Data From Sky; участники дорожного движения.

Ph.D. Tarasiuk Volodymyr, Bespalov Dmytro, Dorosh Maksym,
Kyiv National University of Construction and Architecture

WAYS TO IMPROVE THE ACCURACY OF INITIAL DATA COLLECTION BY AUTOMATIC TRAFFIC AND PEDESTRIAN COUNTING

Key purpose of the article is to familiarize the readers with the methods of improving the accuracy of the initial data collection by automation of the traffic and pedestrian intensity counting. Research is performed on the example of software platforms for automated calculation of traffic and pedestrians Good Vision Video Insights and Data From Sky.

Determination of the traffic and pedestrian intensity by automation of their counting based on the processing of video camera's data is the most promising area of traffic data collection. Nowadays, in Ukraine, software platforms for automated traffic and pedestrian counts by processing video from road cameras, are gradually being distributed and are becoming increasingly popular. Some of the most common among them are Good Vision Video Insights and Data From Sky applications. One of their main advantage over manual metering is the possibility to get demonstrative visualization of traffic data, such as traffic trajectories, time delays, and more.

Despite the declared accuracy of both automated traffic and pedestrian counting methods of more than 96%, the calculated accuracy of their results differs for various types of vehicles and varies from 57% to 1149%. Nevertheless, the overall accuracy of the calculation is 99% and 102% respectively. This difference is caused by divergence in classification between different automated counting platforms for various vehicle types.

Keywords: automated calculation; traffic and pedestrian counts; calculated accuracy; Good Vision; Data From Sky; road users.

REFERENCES

1. DBN V.2.3-5:2018 Vulytsi ta dorohy naselenykh punktiv. K.: Minrehion Ukrainy, 2018. – 61 s. {in Ukrainian}
2. Pavlova I.O. Doslidzhennia skladovykh transportnoho potoku na vulychno-dorozhnii merezhi mista / I.O. Pavlova, I.S. Murovanyi // Mizhvuzivskyi zbirnyk «Naukovi notatky» – Lutsk, 2011. – Vyp. 32. – S. 295-302. {in Ukrainian}
3. Osetrin M.M. Koefitsiienty dobovoho pryvedennia intensyvnosti rukhu transportnykh potokiv na vulychno-dorozhnii merezhi mista (na prykladi m. Kyieva) / M.M. Osetrin, D.O. Bespalov, M.I. Dorosh, V.B. Petruk, I.V. Korolevska // Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia: nauk.-tekhn. zbirnyk. – K., KNUBA, 2017. – Vyp. 65. – S. 418-425. {in Ukrainian}

4. Puhachev Y.N. Orhanyzatsyia y bezopasnostdvyzhenyia: Ucheb. posobyе /Y.N. Puhachëv. – Khabarovsk: Yzd–vo Khabar. hos. tekhn. un–ta, 2004. –232 s. {in Russian}
5. Dzherelo elektronnoho dostupu: <https://goodvisionlive.com/>. {in English}
6. Dzherelo elektronnoho dostupu: <https://datafromsky.com/applications/traffic-counting/>. {in English}
7. DSTU 8824:2019 Avtomobilni dorohy. Vyznachennia intensyvnosti rukhu ta skladu transportnoho potoku. - K.: DP «UkrNDNTs», 2019. – 36 s. {in Ukrainian}
8. Reitsen Ye.O. Orhanizatsiia i bezpeka miskoho rukhu: navchalnyi posibnyk / Ye.O. Retsen. – K.: TOV «SIK HRUP UKRAINA», 2014. – 454 s. {in Ukrainian}
9. Svatko V.V. Metodyka vyznachennia koefitsientiv pryvedennia do lehkovooho avtomobilia z vykorystanniam modeli efektyvnoho transportnoho zasobu / V.V. Svatko // MODERN DIRECTIONS OF THEORETICAL AND APPLIED RESEARCHES / Transport i lohistychni systemy. – K., NTU, 2013. (dzherelo elektronnoho dostupu: <https://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/march-2013>). {in Ukrainian}
10. DBN V.2.3-4:2015 Avtomobilni dorohy Chastyna I. Proektuvannia. Chastyna II. Budivnytstvo. - K.: Minrehionbud Ukrainy, 2015. – 113 s. {in Ukrainian}