Визначено межі застосування методу аналізу оптичного потоку для задач автоматичного контролю параметрів пасажиропотоку на локалізованих транспортних системах. Модель для тестування методу побудовано в програмі Simulink. Типову модель удосконалено для підвищення точності ідентифікації пасажирів. Отримано значення похибок розрахунків з використанням методу. Результати представлено в вигляді залежності.

Ключові слова: пасажиропотік метрополітену, автоматичний аналіз відеозображення, оптичний потік

Определены границы применения метода анализа оптического потока для задач автоматического контроля параметров пассажиропотока на локализованных транспортных системах. Модель для тестирования метода построено в программе Simulink. Типовая модель усовершенствована для повышения точности идентификации пассажиров. Получено значение погрешностей расчетов с использованием метода. Результаты представлены в виде зависимости

Ключевые слова: пассажиропоток метрополитена, автоматический анализ видеоизображения, оптический поток

УДК 004.67:625.42

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ОПТИЧНОГО ПОТОКУ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ПАСАЖИРОПОТОКУ

І.М. Сіроклин
Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів
Українська державна академія залізничного транспорту
пл. Фейєрбафаха, 7, м. Харків, Україна, 61050
E-mail: seroklin_iv@mail.ru
Контактний тел.: (057) 730-10-32

1. Вступ

Залізничний транспорт, в частині перевезення пасажирів, потребує інформації про фактичні пасажиропотоки. Така інформація є вихідною для багатьох ланок технологічних процесів на транспорті. Отримання достатньо точних даних параметрів пасажиропотоків з технічної точки зору, є реальною але дорогою задачею. Натомість здешевлення та швидке розповсюдження останнім часом відеообладнання відкриває широкі можливості до впровадження методів контролю параметрів пасажиропотоку з використанням методів технічного зору.

Точність зазначених методів залишається не достатньою для можливості застосування отриманих даних при вирішенні задач з визначення навантаження на системи залізничного транспорту, проте розробки та дослідження в цьому напрямку є актуальними та перспективними.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Методи прогнозування навантаження на локалізовані системи залізничного транспорту, такі як метрополітен або приміське сполучення, спираються на дані про фактичні значення параметрів пасажиропотоків залежно від сезонних змін, від часу доби, дня тижня та багатьох інших факторів. Такий параметр, як кількість пасажирів, що входять на станції за певний проміжок часу, досить ефективно визначається наявними засобами контролю оплати проїзду. Однак зазначених даних недостатньо для визначення середньої дальності поїздки, населеності вагонів або перегонів мережі метрополітену.

Існує ряд напрацювань та розробок у плані технічних засобів, що дають змогу значно підвищити точність визначення інформації про рух пасажирів, але, як правило, пропоновані заходи потребують значних матеріальних та людських ресурсів при їх впровадженні та обслуговуванні. Значна вартість заходів нівелює той очікуваний ефект, що планується отримати при їх впровадженні.

Натомість впровадження засобів відеоконтролю набуває перспективного значення не тільки в плані підвищення безпеки пасажирів, оскільки дозволяє проводити цифрову обробку зображення в реальному часі для визначення фактичних значень параметрів пасажиропотоку та своєчасного корегування управляючих дій на транспорті.

Удосконалення методів автоматичної обробки зображення для зазначених задач є не тільки предметом статті, а і перспективним напрямком досліджень.

В результаті аналізу досліджень та публікацій визначено, що значна частина робіт у рамках застосування промислового телебачення на транспорті, і зокрема в метрополітені, направлена на контроль небезпечних та відповідальних зон. Слід зазначити роботи щодо впровадження відеоконтролю небезпечної зони переїзду [1]. Ряд робіт направлені на впровадження додаткового контролю фактичного положення вістряків стрілки. Однак автоматизація аналізу зображення в таких роботах не розглядається як задача або визначається перспективність такої задачі без її вирішення.

Частина робіт присвячена аналізу зміни зони зображення для подачі сигналу «зверніть увагу» для

© І.М. Сіроклин, 2012

персоналу або автоматичного включення звукового сигналу.

В роботі [2] можна ознайомитися зі спробою вирішити питання ідентифікації небезпечних ситуацій на переїздах за допомогою автоматичного аналізу відеоряду. Описані в роботі методи аналізу зображення направлені на контроль руху в зоні спостереження.

Для контролю параметрів пасажиропотоку більш цікавими є дослідження, направлені на ідентифікацію рухомих об'єктів на нерухомому фоні [3, 4], де наведено результати контролю за об'єктами з відомими геометричними характеристиками.

Однак результати досліджень потребують доопрацювання для можливості застосування в заданій сфері, оскільки геометрія пасажира в процесі руху суттєво змінюється.

3. Мета і задачі дослідження

Визначення граничних умов застосування методу контролю параметрів пасажиропотоку, заснованого на аналізі оптичного потоку, визначення похибки, можливості застосування результатів обчислень.

Визначення можливостей удосконалення методу для підвищення точності розрахунків.

4. Експериментальні дані та їх обробка

В роботі [5] представлено модель, що дозволяє проводити ідентифікацію рухомих об'єктів на нерухомому фоні. Така модель потребує налаштування під конкретну задачу.

Так, зазначимо як вихідні дані умови контролю пасажиропотоків метрополітену. Зображення чорно-біле. Відеокамера розташована під гострим кутом до рівня підлоги, що є фоном зображення, і тому зображення має перспективу.

В результаті дослідного підбору параметрів моделі визначено ряд вихідних величин. Так, мінімальна площа області, що може бути прийнята за пасажира, становить 300 квадратних пікселів. Враховуючи перспективу зображення, максимальна площа області складає 3600 квадратних пікселів. У рамках проведеного дослідження саме такі значення величин дали змогу отримати найбільш точні результати.

В результаті аналізу досліду вирішення аналогічних задач у суміжних галузях промисловості визначено як найбільш використовуваний для аналогічних задач метод контролю оптичного потоку.

Метод оптичного потоку дозволяє зменшити вимоги до частоти кадрів.

Така особливість дозволяє використовувати більш слабкі і відповідно більш дешеві технічні засоби та поставити акцент на завадостійкості обладнання, що є більш критичним показником на усіх видах транспорту і чи не найбільш критичною характеристикою обладнання, що експлуатується в умовах метрополітену.

Результатами обробки спочатку є оцінка оптичного потоку (рис. 1,а). В подальшому відбувається групування пікселів за критерієм взаємопов'язаності їх руху на зображенні (рис. 1,б).

а) б)

Рис. 1. Результат оцінки оптичного потоку: а — оцінка векторів оптичного потоку; б — групування пікселів за критерієм взаємопов'язаності їх руху

У свою чергу підвищення якості аналізу зображення досягається завдяки тому, що в основі методів оптичного потоку покладено визначення різниці між зображеннями в моменти часу t_i і t_{i-1}. Для побудови оптичного потоку прийняте рішення використовувати алгоритм Хорна-Шанка.

Рівняння оптичного потоку зображують у вигляді [5]:

$$\frac{\partial I}{\partial x}V_x+\frac{\partial I}{\partial y}V_y+\frac{\partial I}{\partial t}=0, \quad (1)$$

де V_x та V_y – компоненти швидкості оптичного потоку в зображенні $I(x,y,t)$;

$\frac{\partial I}{\partial x},\frac{\partial I}{\partial y}$ та $\frac{\partial I}{\partial t}$ – похідні зображення в (x,y,t) у відповідних напрямках.

Зміщення області зображення ідентифікується за такими параметрами: колір, яскравість, інтенсивність, інші. При цьому фіксується переміщення групи пікселів зображення, визначається характер зміни зображення, а саме переміщення або масштабування.

Враховуючи значну кількість обчислень, що потребує обраний математичний апарат, використовуємо для моделювання спеціалізований програмний пакет MatLab. У програмному пакеті Simulink реалізація моделі набуває вигляду, що зображено на рис. 2.

Слід зазначити, що перші ж результати моделювання показали, що модель у вихідному її варіанті малопридатна до практичного застосування і потребує введення елементів фільтрації даних. Основне доопрацювання потрібно для виключення короткочасної втрати об'єкта при зміні кадрів. Досить велике значення має зменшення впливу завад від зміни освітлення та чутливості обладнання.

Для підвищення точності ідентифікації пасажирів на зображенні та визначення факту появи або виходу їх за межі контрольованої зони були виконані доопрацювання моделі шляхом введення елементів пам'яті, схем порівняння та перетворення типу даних. Для зручної візуалізації результатів досліджень введені блоки підрахунку кількості пасажирів за заданий проміжок часу (рис. 3).

В результаті підвищення завадостійкості при обробці даних отримано інформацію у вигляді діаграм та числових даних підрахунку загальної кількості пасажирів (рис. 4). В ході пробного моделювання визначено, що метод доцільно використовувати при заповненні рухомими об'єктами до 75% площі відеоф-

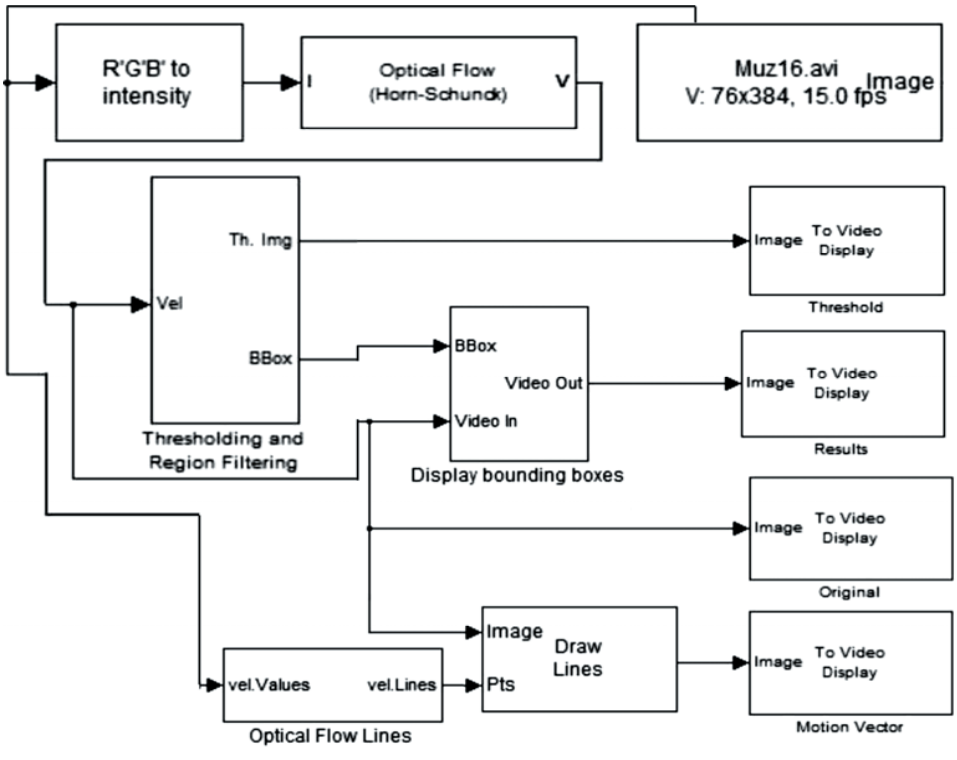

Рис. 2. Модель у пакеті Simulink

рагмента, що аналізується, оскільки при більшій щільності пасажиропотоку похибка розрахунків різко збільшується.

Проведені дослідження показали доцільність групування відеофрагментів за щільністю. Так, у ході моделювання відеофрагменти належали до одного з трьох випадків:

1) площа фонового зображення від 80% до 100% від загальної;

2) площа фонового зображення від 50% до 80% від загальної;

3) площа фонового зображення від 50% до 0% від загальної.

В результаті визначення відносних похибок розрахунків отримані дані, що в результаті екстраполяції можна зобразити в вигляді залежності, поданої на рис. 5.

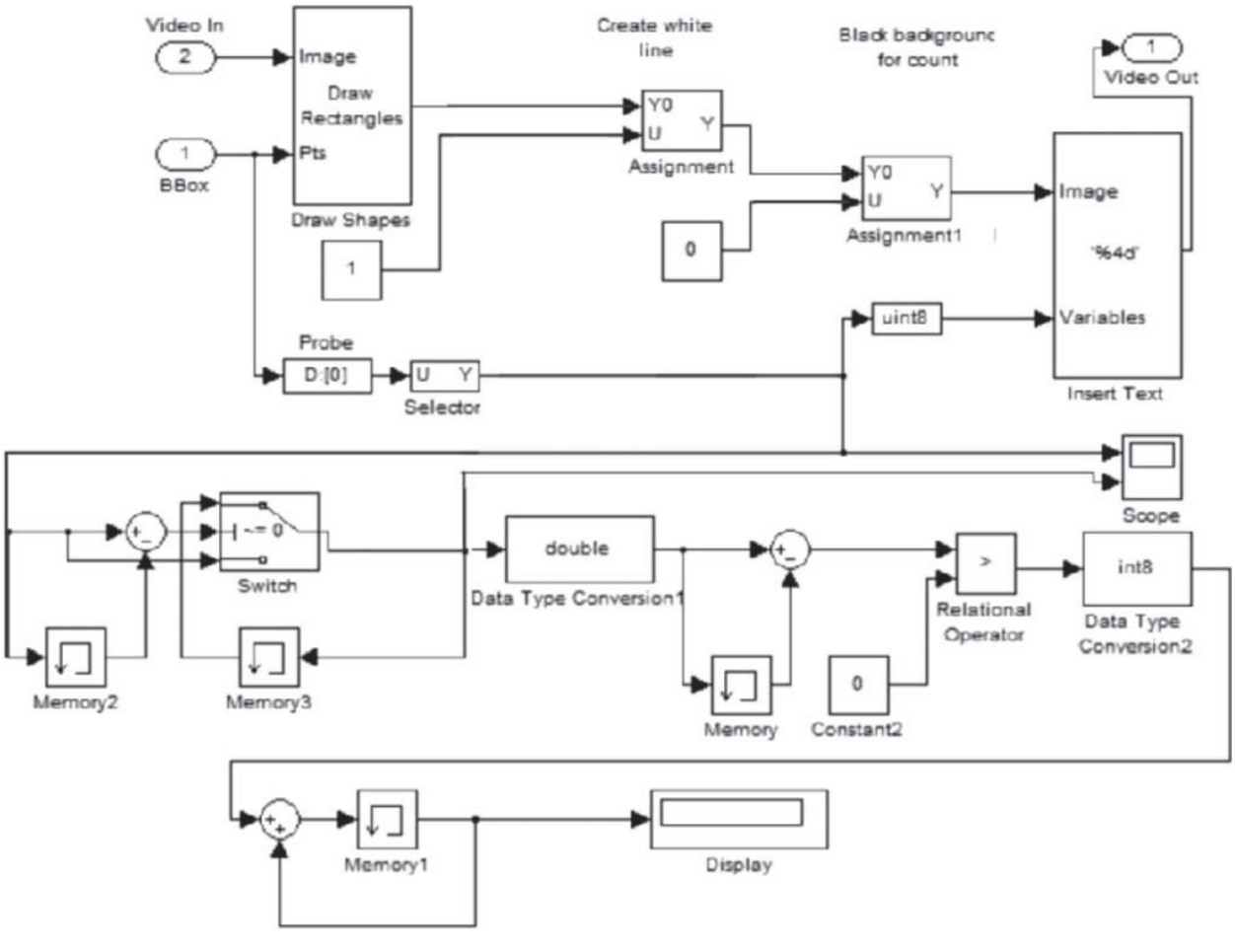

Рис. 3. Удосконалений блок візуалізації

Як видно із залежності (рис. 5), на даному етапі для практичного використання граничними умовами моделі є 50 – 75% фонового зображення на відеофрагменті. Інші випадки потребують доопрацювання моделі або виведення ситуації в окремий клас.

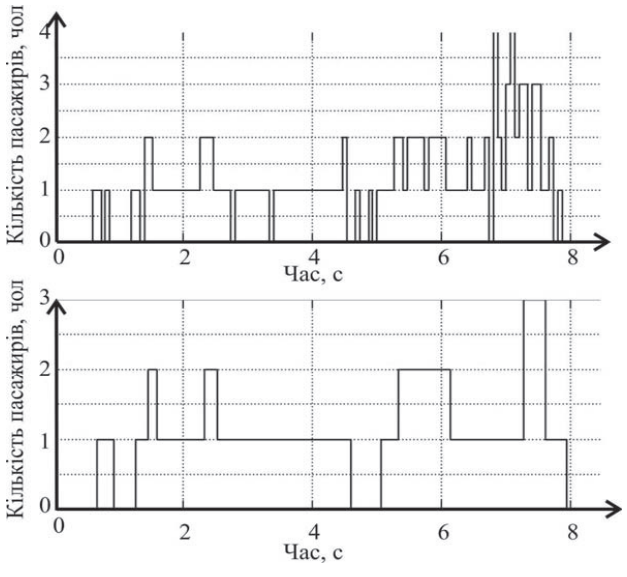

Рис. 4. Розрахунок кількості пасажирів на відеофрагменті до (а) і після доопрацювання моделі (б)

Рис. 5. Результати визначення похибки моделі

5. Висновки

В результаті визначення параметрів пасажиропотоку метрополітену, за допомогою методу обробки відеозображення, заснованого на аналізі оптичного потоку, підтверджено можливість його практичного використання у визначених граничних умовах.

В ході натурних випробувань отримана характеристика залежності похибки розрахунків від площі фону на зображенні, що дало можливість визначати граничні умови застосування методу для вирішення часткових задач.

Удосконалено модель аналізу відеозображення, побудованої за допомогою програмного пакета Simulink, що дало можливість підвищити її точність та завадостійкість. Модель удосконалено в частині інтерпретації результатів розрахунків кількості рухомих об'єктів.

Визначено похибки застосованого методу, що дає чисельну характеристику точності результатів, щодо контролю параметрів пасажиропотоку з використанням методу оцінки оптичного потоку.

Визначено, що для практичного використання граничними умовами моделі є 50 – 75% фонового зображення на відеофрагменті, інші випадки потребують доопрацювання моделі або виведення ситуації в окремий клас.

Література

1. Косилов, Р.А. Видеоконтроль железнодорожного переезда из кабины локомотива [Текст] / Р.А. Косилов, Н.В. Анопченко, Н.В. Терешин, А.П. Богачев // Железнодорожный транспорт.- 2007.- № 7.- С. 57.
2. Распознавание образов посторонних объектов в видеоизображении опасной зоны переезда [Текст]: зб. наук. праць ДонІЗТ.- Донецьк.- 2006.- № 8.- С. 117-133.
3. Шапиро Л. Компьютерное зрение [Текст] / Л. Шапиро, Дж. Стокман: пер. с англ. -М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006.- 752 с.
4. Полоник В.С. Телевизионная автоматика [Текст] / В.С. Полоник. - Л: Энергия, 1970. - 80 с.
5. Бойнік, А.Б. / Автоматизація контролю пасажиропотоків з використанням технічного зору [Текст] / А.Б. Бойнік, І.Г. Воліченко, І.М. Сіроклин // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2011. - №6. - С.41-45.

Abstract

The article denotes the actual problem of automatic control of parameters of passenger traffic to optimize the use of transport. It was suggested to apply the methods of automatic video image analysis for problems of control of parameters of subway passenger traffic. The article examines the application of the method of optical flow analysis. The model for studies was built with Simulink programme of MatLab software package. The standard model of the program was improved to reflect the conditions of underground, to reduce the influence of interferences, to interpret correctly the results, and to ease the visualization. As a result of the research the video fragments are classified according to the density of image filling by controlled objects. The error of the method for each of the classes was calculated. The results are presented as a graphical dependence. The scope of application of the suggested method of control of parameters of subway passenger traffic was determined

Keywords: *subway passenger traffic, automatic analysis of the video image, optical flow*