

УДК 656.25

О. С. ТІГАНОВ – студент, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Р. В. РИБАЛКА – к.т.н., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, r.v.rybalka@gmail.com

В. В. МАЛОВІЧКО – к.т.н., доцент, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, malovichko_vv@mail.ru

В. Я. КІЗЯКОВ, к.т.н., доцент, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

ВІДЕОКОНТРОЛЬ ЗАЙНЯТОСТІ НЕБЕЗПЕЧНОЇ ЗОНИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ПЕРЕЇЗДУ

Статтю представив д. фіз. - мат. н., проф. В. І. Гаврилюк

Вступ

З метою забезпечення безпеки руху (БР) залізничні переїзди (ЗП) обладнуються спеціальними пристроями. Обладнання ЗП можна класифікувати як засоби, що лише надають інформацію відносно стану ЗП (ІнфЗ), та засоби, що створюють фізичні перешкоди для перетину ЗП.

Сучасне обладнання ЗП, окрім інформації щодо зайнятості поїздом контрольованої ділянки, використовує інформацію щодо стану небезпечної зони ЗП, що може бути отримана системами відеоспостереження (ВС).

Метою роботи є удосконалення підсистеми відеоконтролю зайнятості небезпечної зони ЗП шляхом попередньої обробки зображення ЗП.

Збільшення кількості автотранспортних засобів та зниження дисципліни водіїв обумовлює актуальність задачі підвищення БР на ЗП.

Аналітичний огляд літератури

Ліквідація ЗП шляхом просторового розділення рівнів залізничної колії та автомобільної дороги не завжди можлива чи достатньо економічно обґрунтована. В зв'язку з цим для зменшення ймовірності виникнення транспортних подій ЗП обладнуються різноманітними засобами.

До засобів ІнфЗ орієнтованих на учасників дорожнього руху відносяться: переїзні світлофори, дорожня розмітка та інші знаки, системи ВС [1], датчики (інфрачервоні [2], ультразвукові [3], ...) для визначення стану небезпечної зони ЗП і т.п. Засоби ІнфЗ орієнтовані на залізничний транспорт: попереджувальні знаки, датчики (рейкові кола, рахування осей, ...) і т.п. Приклади засобів, що фізично перешкоджають перетину ЗП для автотранспорту – шлагбауми, загороджувальні бар'єрні установки; а для поїзда – автоматичне керування гальмівною системою.

Засоби ВС в сучасних системах переїзної автоматики можна класифікувати за впливом на гальмівну систему поїзда як активні (можливість ввімкнення автостопу) [1] та пасивні (автоматизований вплив відсутній). В даній роботі розглядаються пасивні системи ВС.

В усіх пасивних системах ВС кінцевим отримувачем інформації (відеоряду) є людина: віддалене спостереження черговим по переїзду [4] чи машиністом локомотиву [5], архівування для потреб розслідування транспортних подій на ЗП. Через вимоги до невеликої ширини смуги пропускання каналу передачі системи пасивного ВС зазвичай використовують стиснуте відео. Враховуючи особливості системи сприйняття візуальної інформації людини більше стис-

нення відео досягається в разі стиснення зі втратами. Запропонований в роботі спосіб попередньої обробки зображення ЗП дозволить покращити відношення між якістю зображення та розміром відповідного файлу.

Зображення залізничного переїзду

Для досліджень обрана серія зображень ЗП біля ст. Нижньодніпровськ Вузол, отриманих цифровим фотоапаратом з одного фіксованого положення. Характеристики зображень: 8 біт/піксел, відтінки сірого (grayscale), відношення сторін 2:1. Приклад типового зображення з тестової множини приведений на рис. 1.



Рис. 1 Зразок зображення ЗП
(ст. Нижньодніпровськ Вузол)

За умови фіксованого розташування пристрою ВС рис. 1 Рис. 1 відображає характерну структуру отриманих зображень. Суб'єктивна інформативна неоднорідність зумовлена неоднаковою значимістю (вагою) різних ділянок зображення ЗП, що необхідні для визначення стану небезпечної зони ЗП. Наприклад, близько 20 % рядків верхньої частини рисунку (дах приміщення чергового працівника, верхівки дерев) не містять інформації щодо розташування автотранспортних засобів (габаритами не більше за звичайний вантажний автомобіль) в небезпечній зоні ЗП. На відміну від цього, центральна частина рисунку (вздовж напрямку автомобільної дороги) може містити зображення перешкоди, що свідчитиме про зайнятість ЗП.

В роботі пропонується використати відмічену інформативну неоднорідність зображень ЗП шляхом встановлення областей

інтересу, в яких степінь втрати якості буде пропорційний їх інформативності (вазі).

Існуючі способи стиснення зображень

Класифікація способів стиснення відео за врахуванням міжкадрової кореляції: враховують залежність між послідовністю кадрів; не враховують таку залежність. Перевага останнього способу – менші обчислювальні витрати, порівняно зі способами, що враховують залежність між кадрами. Недолік – відносно невисокий коефіцієнт стиснення. Далі приводиться опис застосування запропонованого способу на прикладі стиснення відео без урахування залежності між кадрами, що дозволяє розглядати відеоряд як множину незалежних зображень. Вказане обмеження може бути розширене, якщо після незалежної обробки кожного кадру виконати обробку, що враховує міжкадрову кореляцію.

Однією з основних задач способів стиснення зображень зі втратою якості є видалення частини інформації, що відобразиться у суб'єктивному сприйнятті не більше ніж деяке умовне допустиме значення. В найкращому випадку внесені викривлення візуально непомітні особам, що порівнюють оригінальне та стиснуте зображення.

Існуючі способи стиснення, серед іншого, відрізняються між собою врахованими особливостями системи сприйняття візуальної інформації людини та їх реалізацією. Значна кількість поширених видів стиснення орієнтована на роботу з фотореалістичними зображеннями, характерною особливістю яких в загальному випадку є значна відмінність у структурі (фон, головні та другорядні об'єкти тощо). Вказане ускладнює розробку способів з автоматичною контекстною обробкою зображень (хоча роботи в даному напрямку ведуться) [6]. Виконання такої обробки вручну для великої кількості зображень вкрай недоцільне в зв'язку з дуже значними витратами часу.

Особливість зображень, отриманих засобом ВС з фіксованою позицією – їх приблизно однакова структура. Це створює передумови для спрощення вирішення задачі автоматизованої контекстно-залежної обробки зображень.

Серед багатьох існуючих способів стиснення фотореалістичних зображень виділяються JPEG та JPEG2000, основані на дискретному косинусному перетворенні й дискретному вейвлет-перетворенні (ВП), відповідно, що фактично стали стандартами збереження сучасних цифрових зображень.

Через недоліки JPEG (серед інших, блочна структура результуючого зображення) для подальшої роботи обраний спосіб оснований на ВП. Дискретне ВП краще за дискретне косинусне перетворення пристосоване до обробки різних ділянок з неоднаковим впливом.

Спосіб попередньої обробки зображення залізничного переїзду

Суб'єктивність в оцінюванні структури зображень ЗП ускладнює формулювання деякого детермінованого об'єктивного критерію щодо поділу зображення на ділянки з різною інформативністю. Вказане обґрунтовує застосування нечіткої логіки. Врахування суб'єктивної оцінки структури тестових зображень виконане наступним чином.

Тестові зображення поділялися на 4 однакові за шириною стовпці та 3 однакові за висотою рядки. Експерти оцінювали кожну з отриманих прямокутних ділянок зображення за 10-ти бальною шкалою (0 – незначимо, 9 – дуже важливо). Експертні оцінки апроксимувались функціями приналежності: гаусовими (4 терміни для координати стовпця та 3 – для рядку) та «трикутними» (3 терміни для позначення ваги «Низько», «Норма», «Високо»).

Позначення областей інтересу виконується за допомогою системи нечіткого висновку (НВ) зі структурою, приведеною на рис. 2.



Рис. 2 Структура системи нечіткого висновку

Система НВ (див. рис. 2) має 2 входи (x_{HB} , y_{HB} – координати стовпця та рядку елемента зображення, відповідно) та 1 вихід (c – вага даного елемента). З метою підтримки обробки зображень з відношенням сторін 2:1 діапазон значень в системі НВ для стовпців складає $x_{HB} \in [0, 2]$, рядків – $y_{HB} \in [0, 1]$. Визначена вага на виході системи НВ $c(x_{HB}, y_{HB}) \in [0, 1]$.

Структура системи НВ (кількість термінів для стовпця, рядку й ваги) та її параметри (вид функцій приналежності, особливості обчислення) задаються однократно перед введенням відповідної системи ВС в експлуатацію для кожного фіксованого засобу відеоспостереження окремо та можуть бути змінені.

Вихід системи НВ $c(x_{HB}, y_{HB})$ представляє собою поверхню в 3-и мірному просторі. Площина рядок-стовпець (x_{HB}, y_{HB}) відповідає аналізованому зображенню. Причому, початок координат знаходиться в лівій верхній точці зображення, а координата рядку зростає в напрямку зверху вниз.

Застосування створеної системи НВ до «зважування» зображення ЗП:

1. обчислити дискретне ВП первинного зображення I (рис. 1), отримати масив вейвлет-коефіцієнтів W (структура визначається кількістю рівнів вейвлет-розкладу L);
2. координати високочастотних (ВЧ) елементів W залежно від L масштабувати до границь стовпців та рядків в системі НВ, тобто (x_{HB}, y_{HB});
3. обчислити поелементний добуток W залежно від L та масштабованих координат з результатом системи НВ $c(x_{HB}, y_{HB})$, отримати $W_{зв.}$;

4. оберненим ВП відновити з $W_{зв.}$ оброблене (зважене) зображення $I_{зв.}$.

Ефект від застосування пропонованого способу обробки полягає у зменшенні ВЧ складових в I пропорційно значенню $c(x_{нв}, y_{нв})$. Візуально втрата ВЧ інформації сприймається як розмиття зображення. При цьому, в загальному випадку в $I_{зв.}$ відсутні різкі переходи між різними областями інтересу, що є більш зручним для сприйняття людиною, ніж чітке розділення.

Розмір файлу, що займає отримане $I_{зв.}$, дорівнює розміру файлу з I . Наступний етап – використання $I_{зв.}$ в одному зі способів стиснення зображення, результатом якого є файл з меншим розміром за файл з I .

Висновки

Забезпечення БР на ЗП є актуальною задачею. В сучасних системах переїзної автоматики відеоспостереження за небезпечною зоною ЗП набуває усе більш широкого застосування. У випадках, якщо відеозображення призначене для аналізу людиною, зазвичай, використовується стиснення зі втратою якості.

Існуючі методи стиснення зі втратами орієнтовані на роботу з зображеннями довільної структури. Запропонований спосіб попередньої обробки зображення ЗП дозволяє врахувати особливості системи сприйняття візуальної інформації людини, залежно від суб'єктивно визначеної структури аналізованого зображення ЗП.

Використання запропонованої попередньої обробки в комбінації з існуючими методами стиснення дозволить отримати додаткове стиснення зображення за рахунок видалення його малоінформативних ділянок.

Бібліографічний список

1. Cho, B. A Study on Intelligent Railway Level Crossing System for Accident Prevention [Текст] / B. Cho, J. Jung // International Journal of Railway. – 2010. – Vol. 3, No. 3, – P. 106-112.
2. Комплекс контролю железнодорожных переездов [Електрон. ресурс]. – Режим доступа: http://www.tvema.ru/ru/productList_2222.html
3. A Video-Based Object Detection System for Improving Safety at Level Crossings [Текст] / N. Fakhfakh та ін. // The Open Transportation Journal. – 2011. – No. 5, – P. 45–59
4. Швайко, Ю. Психологія бар'єрів [Текст] / Ю. Швайко // Магістраль. – 2011. – 17-23 грудня. – С. 4
5. Комплекс наблюдения «СН-ПЕРЕЕЗД» [Електрон. ресурс]. – Режим доступа: http://www.tvema.ru/ru/productList_1955.html
6. Human Vision Models for Perceptually Optimized Processing – A Review [Електрон. ресурс] / M. J. Nadenau та ін. // Proceedings of the IEEE. – 2000. P. 1-15. Режим доступа: ftp://ftp.c-tt.ru/Symmetricom/V-Factor/V-Factor-Support-Docs/HVS_Review_Final.pdf

Ключові слова: залізничний переїзд, відеоконтроль, система нечіткого висновку, стиснення зображення.

Ключевые слова: железнодорожный переезд, видеоконтроль, система нечеткого вывода, сжатие изображения.

Keywords: level crossing, video surveillance, fuzzy inference system, image compression.

Надійшла до редколегії 13.11.2012