

УДК 531

АЛГОРИТМИ ОБРОБКИ ВІДЕОПОТОКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМИ ДАТЧИКАМИ СИСТЕМИ ВІДЕОМОНІТОРИНГУ ТРАНСПОРТНОГО РУХУ

Лобус Р. С. аспірант

Национальный авиационный университет,

e-mail: Lobus@nau.edu.ua

В статті запропоновані методи обробки відеообразів інтелектуальними датчиками системи моніторингу дорожнього руху, що дозволяють значно зменшити кількість обчислень при обробці даних.

The treatment methods of videoappearances by the intellectual sensors of the Traffic monitoring system are offered in the article, that allow considerably to decrease the amount of calculations at the data processing.

Вступ

У зв'язку з постійним зростанням кількості транспортних засобів в Україні, моніторинг дорожнього руху великих міст стає невід'ємним в системах аналізу та керування дорожнім рухом. Для ефективного використання моніторинг дорожніх параметрів повинен відбуватися в режимі реального часу та надавати центру керування дорожнім рухом міста найбільшу кількість важливих параметрів руху транспортних засобів. Оптимальною для такої задачі є система, що використовує апаратні засоби попередньої обробки інформації на місцях її збору. Інтелектуальний датчик оброблює відеоінформацію, отримуючи данні про кількість транспортних засобів (ТЗ), швидкість, інтервал руху, завантаженість смуг руху, зупинка ТЗ, виїзд ТЗ на смугу зустрічного руху та ін. Отримані данні передаються до центру керування дорожнім рухом з зазначенням часу, що значно полегшує роботу серверу системи моніторингу та зменшує кількість даних, що необхідно передавати.

Модуль обробки відеоінформації датчика містить DSP процесор, який оптимізований до обчислення мультимедійних даних. Але треба мати на увазі те, що оперативна пам'ять модулю працює повільніше від процесора, а постійне оновлення відеокадру через DMA канал майже вдвічі зменшує період доступу до неї.

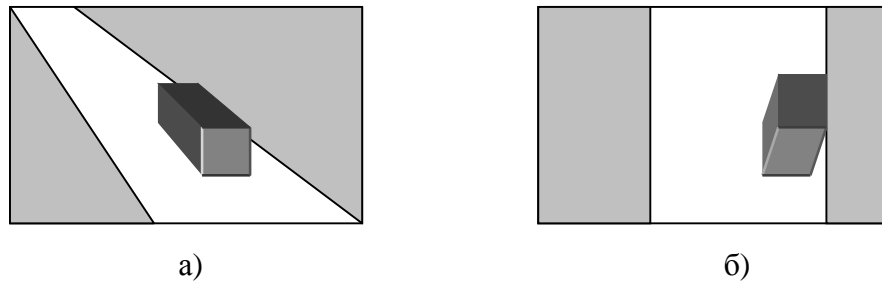
Постановка задачі

Вдосконалити методи обробки відеоінформації інтелектуальними датчиками системи, що дозволятимуть більш ефективно використовувати процесорний час та оперативну пам'ять спеціалізованих обчислювачів таких датчиків.

Вирішення задачі

Для детектування транспортних засобів та послідууючого їх супроводження необхідно проводити складну, за кількістю обчислень, операцію деформації відео образу [1], що дозволяє компенсувати оптичні та перспективні спотворення дороги (рис.1а). На деформованому відеообразі (рис.1б) дорога має вигляд не трапеції, а прямокутника. Надалі, знаючи межі дороги, алгоритми детектування та супроводження рухомих об'єктів значно спрощуються.

Для зменшення часу обробки відеообразу пропонується не проводити деформації образу. Використання алгоритму Брезенхема не для виводу за допомогою ЕОМ відрізки, а для сканування по відрізку образу дозволяє повністю виключити операції деформації кадру та отримати той самий результат при обробці, що й з ними. Завдяки оптимізованому під ЕОМ алгоритму Брезенхема, DSP процесор в час його виконання може виконувати до 4 операцій за один процесорний такт.



а)

б)

Рис. 1. Деформація образу
а) – початковий відеообраз
б) – деформований відеообраз

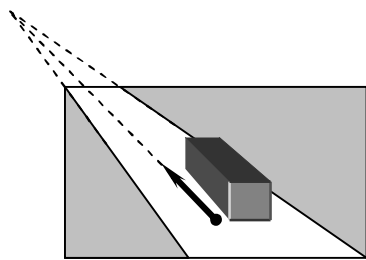


Рис. 2. Сканування образу вздовж дороги

Оскільки при налаштуванні системи встановлюються межі відеозахвату, система має інформацію про координати трапеції зображення дороги. Це дає можливість визначити координати трапеції-фільтра (рис.2).

Датчик одноразово проводить операцію обчислення точки перетину прямих, проведених через бічні грані трапеції дороги. У подальшому сканування відеообразу проводиться з точки образу на дорозі до обрахованої точки перетину. Координати точки перетину двох прямих заданих парами точок представлена формулою (координата у обчислюється аналогічно).

$$x = \frac{\Delta x_1(\Delta x_2 y_3 - \Delta y_2 x_3) + \Delta x_2(\Delta y_1 x_1 - \Delta x_1 y_1)}{\Delta y_1 \Delta x_2 - \Delta y_2 \Delta x_1},$$

де $(x_1, y_1)(x_2, y_2)$ та $(x_3, y_3)(x_4, y_4)$ - пари точок що задають прями бокових сторін трапеції зображення дороги. ($\Delta x_1 = x_2 - x_1$, $\Delta x_2 = x_4 - x_3$, $\Delta y_1 = y_2 - y_1$, $\Delta y_2 = y_4 - y_3$).

Представлена формула дає можливість розрахувати пряму з довільної точки кадру до точки перетину бічних сторін зображення дороги, тобто отримати формулу бічної грані трапеції-фільтра в довільній точці кадру.

За умов, коли $y_1 = y_3$ та $y_2 = y_4$ формула має наступний вигляд (для у аналогічно)

$$x = \frac{\Delta x_2 x_1 - \Delta x_1 x_3}{\Delta x_2 - \Delta x_1}.$$

Ще однією операцією, що потребує великої кількості обчислень є визначення довжини ТЗ. Оскільки об'єкти рухаються по похилій, необхідно обчислювати гіпотенузу прямокутного трикутника, маючи значення двох його катетів.

Пропонується використання спрощеної формули для обчислення гіпотенузи, яка відносно класичної дає похибку не більше 6%. Приведені класична $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ та запропонована $1,5 \times c_1 = a + b + \frac{|a - b|}{2}$ формули обчислення гіпотенузи. Де c , c_1 – значення гіпотенузи класичної та запропонованої функцій, a та b – значення її катетів.

Зазначимо, що результат обчислення запропонованою формулою в 1,5 рази більший за очікуваний, але оскільки при налаштуванні датчика обчислюються коефіцієнти

оптичного спотворення відеообразу то вони враховують і цей коефіцієнт [4]. В процесі функціонування модуль відеообробки вже очікує результат в 1,5 рази більший, не проводячи при кожному обрахуванні операцію ділення на 1,5. Операція ділення на 2 в ЕОМ проводиться простим зсувом вправо, а операція обрахування абсолютного значення – порівнянням операндів з послідуочим розгалуженням алгоритму.

Доведемо, що результат обчислення за пропонованою формулою не відхиляється від результату обчислення за класичною більш ніж на 6%. Оскільки функції симетричні

відносно точки $a=b$, розглянемо тільки випадок коли $a>b$, тоді $c_1 = \frac{3a+b}{3}$.

Знайдемо різницю функцій та похибку.

$$E = 100 \times \frac{\sqrt{a^2 + b^2} - \frac{3a+b}{3}}{\sqrt{a^2 + b^2}},$$

де E – похибка у відсотках.

Нехай сума a та b – константа K . Тоді $b=K-a$. Спростимо рівняння, та визначимо його похідну.

$$E' = 100 \times \left(0 - \frac{6\sqrt{a^2 + (K-a)^2} - \frac{3(2a+K)}{2\sqrt{a^2 + (K-a)^2}}}{9(a^2 + (K-a)^2)} \right).$$

Точки екстремумів будуть при $a=0,5K$ та $a=0,25K$. Обрахувавши значення E в цих точках отримаємо -5,4% та 5,7%. На рис. 3 приведено графік залежності похибки від співвідношення катетів. Вісь OX – катет a , катет $b=100-a$.

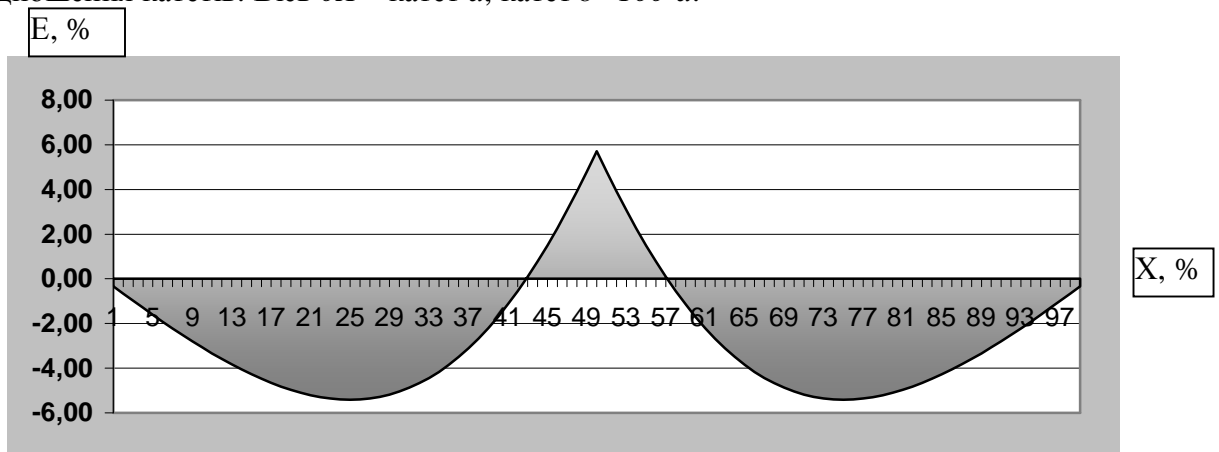


Рис. 3. Графік залежності похибки від співвідношення катетів

Більш простим методом є детектування руху з урахуванням знаку зміни яскравості пікселя. В день тінь від об'єкта темніша від фону зображення, а в ночі освітлені частини дороги світліші. Аналізуючи час та пору року виконується детектування пікселів, що змінили свою яскравість тільки в певному напрямку. Ефективність такого алгоритму приведена на рис. 4. Повне виключення тіні від ТЗ та дерев, що хитаються після обробки представлено на рис. 4в).

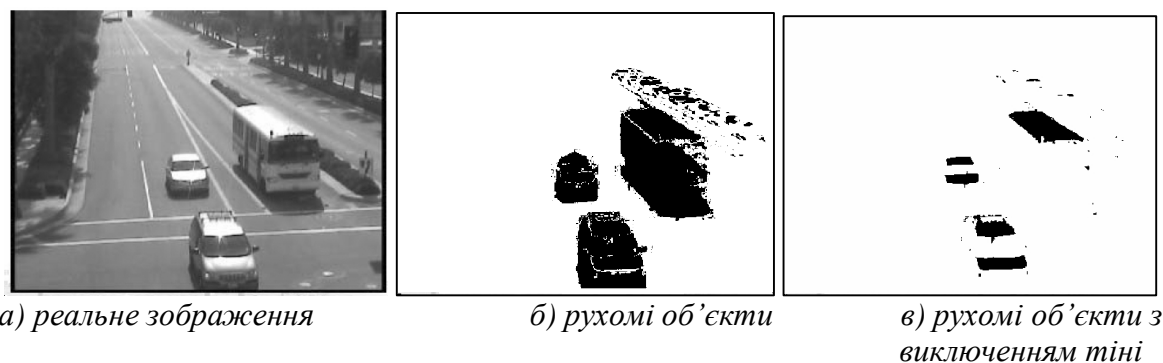


Рис. 4. Детектування руху відеосистемою

Фільтри зображення

Перед аналізом зображення необхідно відфільтрувати шуми та об'єкти, що не можуть бути транспортними засобами. Необхідно з'єднати в одне ціле розірвані частини об'єкту. Для цього отримане зображення повинне пройти низьку фільтрів перед визначенням кількості ТЗ в кадрі та їх положенням.

Оскільки усі ТЗ мають форму паралелепіпеду, тобто в проекції з відеокамери на дорогу форму трапеції, з'являється можливість використання в цьому, конкретному, випадку тільки одного фільтра.

Спочатку з положення дороги на кадрі відеокамери визначається геометрія трапеції та встановлюються її мінімальні розміри. Трапеція накладається на кадр зображення з послідовним зсувом та збільшується приближенням до відеокамери. При заповненні трапеції на деякий відсоток в дзеркальну пам'ять кадру записується трапеція з цими ж координатами.

Результати роботи такого фільтра представлені на рис. 5.

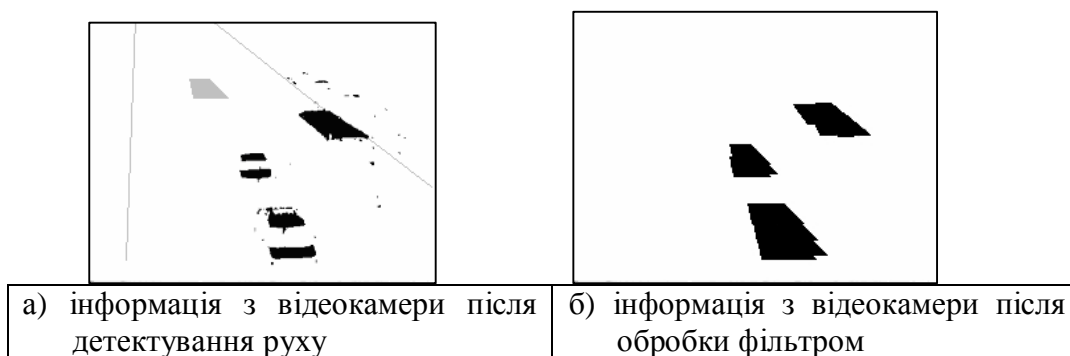


Рис. 5. Результати обробки зображення фільтром

Список використаної літератури

1. Michalopoulos, P.G., B. Wolf and R. Benke. Testing and field implementation of the Minnesota Video Detection System. *Transpn Res. Rec. 1287*, Transportation Research Board, Washington, DC, 1990, 11-19.
2. Michalopoulos, P.G. Vehicle detection through video imaging processing: The Autoscope system. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, **40**(1), February 1991, 21-29.
3. Витязев В.В. Цифровая обработка сигналов; ретроспектива и современное состояние//Электросвязь. — 1997. — №6.- 232с
4. Chassaing R. Digital signal processing with C and the TMS320C30. Chichester: Wiley. — 1993. — 432 p.