

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ УОЛША В СИСТЕМЕ ВИДЕСОПРОВОЖДЕНИЯ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ КОРРЕЛЯЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ

Т.А.Терещенко, докт.техн.наук, **Д.В.Лазарев**, **Д.С.Александров**,
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,
пр. Победы, 37, 03056, Киев, Украина.

Работа посвящена решению проблемы увеличения точности видеосопровождения отслеживаемого объекта путём уменьшения задержки в блоке определения его координат. При определении координат вычисляется трудоёмкая корреляция изображений объектов. Для уменьшения объёма вычислений предложено использовать быстрое преобразование Уолша (БПУ), с помощью которого вычисляется диадная корреляционная функция, которая затем преобразуется в циклическую с помощью слабозаполненных факторизованных матриц. За счёт низкой трудоёмкости БПУ и факторизации матриц предлагаемый метод вычисления корреляции имеет более высокое быстродействие по сравнению с существующими. Библ. 3, рис. 1.

Ключевые слова: система видеосопровождения, корреляция изображений, преобразование Уолша.

Введение. В настоящее время метод корреляции изображений объектов широко применяется при определении координат объектов на видеоизображении [3]. Вычисление корреляционной функции (КФ) имеет высокую трудоёмкость, которая снижается за счёт использования быстрого преобразования Фурье (БПФ). Дальнейшее уменьшение трудоёмкости возможно с помощью применения быстрого преобразования Уолша (БПУ).

Система видеосопровождения объектов. На рисунке показана система видеосопровождения объектов. Видеокамера, следящая за объектом, вращается с помощью приводов. На приводах размещены датчики положения (механические связи приводов с видеокамерой и датчиками показаны на рисунке жирными линиями). Информация о положении приводов снимается датчиками и передаётся в блок управления. Видеопоследовательность передаётся в блок определения координат. Координаты объекта на видеоизображении определяются с помощью алгоритмов обработки изображений и передаются в блок управления, который на основании информации о положении приводов и координатах объекта формирует соответствующие сигналы управления приводами для видеосопровождения объекта.

Определение координат объекта. Циклическая и диадная КФ определяются соответственно как

$$y_u(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n)h(n+k), \quad (1) \quad \text{и} \quad y_o(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n)h(n \oplus k), \quad (2)$$

где x – входной сигнал, h – клик, N – количество отсчетов отклика, k – виг отклика, $k = 0, 1, \dots, N-1$, \oplus – знак суммирования по модулю 2. Циклическая КФ (1) может быть вычислена с помощью быстрого преобразования Фурье, а диадная (2) – с помощью быстрого преобразования Уолша, для вычисления которого не нужны умножения. Перейти от диадной КФ к циклической можно, используя равенство [2]

$$y_o(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} y_u((n \oplus k) - n), \quad (3)$$

которое представим в матричной форме [1]

$$Y_o = DM Y_u, \quad (4)$$

где Y_o и Y_u – векторы диадной и циклической КФ, D – диагональная матрица весовых коэффициентов, M – матрица преобразования. Элементы матрицы D определяются как $d_{k,n} = 2^{1-S_k - \delta(k,0)}$, где S_k – количество единиц двоичного представления k , а $\delta(\square)$ – дельта-функция Кронекера. Матрица M может быть получена из рекуррентного соотношения

$$M_N = M_{N/2} \otimes \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ Q_{N/2} & 1 \end{pmatrix},$$

где \otimes – символ кронекеровского произведения, а элементы матрицы $Q_{N/2}$ определяются как

$$q_{k,n} = \begin{cases} 1 & \text{при } n = N - k \\ 0 & \text{при } n \neq N - k \end{cases}.$$

Учитывая (4), циклическую КФ можно вычислить по формуле

$$Y_u = D^{-1}M^{-1}Y_o. \quad (5)$$

В [1] предложено быстрый алгоритм перехода от диадной к циклической функции. Анализ трудоемкости вычисления циклической функции по формуле (1), определения диадной функции с помощью быстрого преобразования Уолша и переход к диадной функции по быстрому алгоритму (5) показал значительное уменьшение трудоемкости вычислений в последнем случае.

Выводы. Предлагаемый способ вычисления корреляции имеет лучшую производительность по сравнению с существующими методами (на 10–30%) в зависимости от длины векторов. Показано, что с ростом длины вектора указанное преимущество уменьшается и при $N > 64$ преимущество имеет БПФ.

1. Чеголин П.М., Пойда В.Н., Кончак В.С., Садыхов Р.Х. Матричные операторы связи арифметической и логической корреляционной функции // Вычислительная техника в машиностроении. – 1973. – № 6. – С. 143–148.

2. Gibbs J.E., Pichler F.R. Comments on Transformation of "Fourier" Power Spectra into "Walsh" Power Spectra // IEEE Transaction on Electromagnetic Compatibility. – 1971. – Vol. EMC-13. – № 3. – Pp. 51–55.

3. Kalal Z., Matas J., Mikolajczyk K. Online learning of robust object detectors during unstable tracking // On-line Learning for Computer Vision Workshop. – 2009. – № 3, 5, 7.

УДК 62-529

Застосування перетворення Уолша в системі відеосупроводження для обчислення кореляції зображень об'єктів

**Т.О.Терешенко, докт.техн.наук, Д.В.Лазарев, Д.С.Олександров,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
пр. Перемоги, 37, Київ, 03056, Україна.**

Робота присвячена вирішенню проблеми збільшення точності відеосупроводження об'єкта спостереження шляхом зменшення затримки в блоці визначення його координат. При визначенні координат обчислюється трудомістка кореляція зображень об'єктів. Для зменшення обсягу обчислень запропоновано використовувати швидке перетворення Уолша (ШПУ), за допомогою якого обчислюється діадна кореляційна функція, яка потім перетворюється в циклічну за допомогою слабозаповнених факторизованих матриць. За рахунок низької трудомісткості ШПУ і факторизації матриць, запропонований метод обчислення кореляції має вищу швидкодію у порівнянні з існуючими методами. Бібл. 3, рис. 1.

Ключові слова: система відеосупроводження, кореляція зображень, перетворення Уолша.

Application of Walsh transform in video-tracking system for images correlation computation

**T.A.Tereshchenko, D.V.Lazarev, D.S.Aleksandrov,
National Technical University of Ukraine "KPI",
pr. Peremogy, 37, Kyiv, 03056, Ukraine**

The paper deals with the problem of increasing the object tracking system accuracy by reducing the delay in the tracked object coordinates determination block. The computationally complex object images correlation is computed when determining coordinates. For computational complexity reduction it is proposed to use fast Walsh transform (FWT), by which a dyadic correlation function is computed, which, afterwards, is converted to cyclic using sparse factored matrices. Due to low FWT computational complexity and matrix factorization, the proposed correlation computation method has better performance comparing to existing methods. References 3, figure 1.

Key words: video tracking system, image correlation, Walsh transform.

1. Cheholin P.M., Poida V.N., Konchak V.S., Sadykhov R.Kh. Matrychnye operatory svyazy aryfmeticheskoj y lohycheskoj korreliatsyonnoi funktsyy // Vychislitelnaia tekhnika v mashynostroenii. – 1973. – Pp. 143–148. (Rus.)

2. Gibbs J.E., Pichler F.R. Comments on Transformation of "Fourier" Power Spectra into "Walsh" Power Spectra // IEEE Transaction on Electromagnetic Compatibility. – 1971. – Vol. EMC-13. – № 3. – Pp. 51–55.

3. Kalal Z., Matas J., Mikolajczyk K. Online learning of robust object detectors during unstable tracking // On-line Learning for Computer Vision Workshop. – 2009. – № 3, 5, 7.

Надійшла 18.01.2012

Received 18.01.2012