ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ УОЛША ДЛЯ АНАЛІЗУ ЗОБРАЖЕНЬ

Девятилова А.Е.
Науковий керівник – д.т.н., проф. Гороховатський В.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Інформатики, тел. (057) 702-14-19)
e-mail: nastia.devyatylova@gmail.com

The expediency and effectiveness of applying Walsh transformations to image analysis is discussed. The method of image representation and processing, processing of data matrices using Walsh's integral transformation is described, the properties and efficiency of the method are discussed.

Ефективним засобом формування наборів ознак є дискретні перетворення, які можна застосувати до зображення або до його фрагментів. До таких перетворень в силу властивостей простоти і швидкодії реалізації можна віднести перетворення Уолша-Адамара [1-3].

Перетворення Уолша, Адамара і близькі до них будуються на основі квадратних матриць Адамара, елементи яких приймають значення плюс або мінус одиниці, а рядки і стовпці утворюють ортогональні вектори. Нормована матриця Адамара N -го порядку задовольняє співвідношенню

$$H_N H_N^T = I_N,$$

де T – символ транспонування, I_N - одинична матриця порядку N. Серед ортонормальних матриць Адамара найменшою являється матриця другого порядку

$$H_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}.$$

Якщо H_N - матриця Адамара порядку N, то матрицю Адамара порядку 2N отримуємо на основі рекурентних співвідношень як

$$H_{2N} = \frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix} H_N & H_N \\ H_N & -H_N \end{bmatrix}.$$

Рядки матриці Адамара можна розглядати як послідовність відліків прямокутних періодичних коливань, період яких кратний 1/N. Схожі безперервні функції називають функціями Уолша, а перетворення, пов’язане з розкладанням функцій по сімейству прямокутних базисних функцій, називають перетворенням Уолша. Функції Уолша $wal_i(x)$, i=0,..7, упорядковані за Адамаром [1-3].

В залежності від упорядкування функцій розглядають системи функцій, упорядкованих за Адамаром, Уолшем, Пелі, Уолша-Адамара і т. д. Ці системи мають різні властивості.

Аналогічно до перетворення Фур'є розроблені швидкі алгоритми для ПУ. Енергетичний спектр ПУ, упорядкованого за Адамаром, має властивість інваріантності до циклічного зсуву вихідного сигналу X_N.

Одновимірний інваріант - енергетичний спектр S ПУ визначається як

$$S(0) = U^2(0), \qquad S(r) = \sum_{k=k1}^{k2} U^2(k),$$

$r = 1,..,n$, $n=\log_2 N$, $k1=2^{r-1}$, $k2=2^r-1$.

Двомірне дискретне ПУ зображення B(m1,m2), m1=1,…,N1, m2=1,…,N2 у матричній формі виглядає

$$U(u1,u2) = \frac{1}{N_1 N_2} H_{N_1} B(m1,m2) H_{N_2},$$

а зворотне перетворення виглядає як добуток $B(m1,m2) = H_{N_1} U(u1,u2) H_{N_2}$.

Перетворення U і зворотне ПУ можна обчислити з використанням швидких одновимірних алгоритмів ПУ, якщо спочатку здійснювати БПУ для рядків вихідного зображення, а потім застосувати БПУ до стовпців отриманого масиву.

Інваріанти для двомірного зображення можуть бути обчислені або прямим узагальненням одномірних формул, або за аналогією з двомірним швидким ПУ шляхом послідовних операцій над рядками і стовпцями. Наприклад, для зображення 16х16 елементів отримаємо 25 інваріантів до зсувів, тобто замість 256 елементів зображення можна використовувати 25 (а можна і менше) інваріантних ознак.

Проведені експерименти підтверджують доцільність застосування спектрів Уолша для кодування зображень. Це перевірялося шляхом застосування спочатку прямого, а потім і зворотного перетворень Уолша з відкиданням незначущих (близьких до нуля) коефіцієнтів.

Список використаних джерел:

1. Ярославский Л. П. Введение в цифровую обработку изображений. – М.: Сов. радио, 1979. – 312 с.
2. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений/ Р. Гонсалес, Р. Вудс; [пер. с англ. под ред. П.А. Чочиа]. – М.: Техносфера, 2005. – 1070 с.