Т.С. Воронова, асист. кафедри КСУ та А
Ю.О. Подчашинський, д.т.н., проф., зав. кафедри КСУ та А
Л.О. Чепюк, к.т.н., доц.
Л.Й. Шавурська, провідний інженер
Житомирський державний технологічний університет"

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТЕКСТУРИ ПОВЕРХНІ ВИРОБІВ З ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ СПЕКТРУ

Спектр Фур'є підходить для опису спрямованості присутніх в зображенні періодичних або квазіперіодичних двовимірних структур. Ці глобальні текстурні образи легко розрізняються на спектрі у вигляді імпульсів з високою енергією, проте їх непросто знайти за допомогою просторових методів обробки, які є локальними по своїй природі.

Позначимо через $x(i_1,i_2)=x_{i_1,i_2}, i_1=\overline{0,I_1-1}, i_2=\overline{0,I_2-1}$ двовимірне поле (двовимірний сигнал), що описує дискретне зображення розміру I_1 рядків й I_2 стовпців. Поза зазначеними границями цей сигнал не визначений. Виконаємо періодичне продовження даного фінітного сигналу, ввівши двовимірний періодичний сигнал:

$$\tilde{x}_{i_1,i_2}=\sum_{m_1=-\infty}^{\infty}\sum_{m_2=-\infty}^{\infty}x_{i_1-m_1I_1,i_2-m_2I_2}$$

Якщо сигнал x_{i1} , і x_{i2} існує тільки усередині прямокутника R_{I1}, R_{I2} = {(i_1, i_2): 0 ≤i_1 ≤ I_1-1, 0 ≤ i_2 ≤ I_2 - 1} зі сторонами I_1x I_2 елементів, то сигнал $x_{i1,i2}$ визначений на всій площині (i_1, i_2) і є на ній прямокутно-періодичним.

Будь-який періодичний сигнал може бути представлений у вигляді ряду Фур'є, але, на відміну від одномірних сигналів, двовимірні описуються двовимірним рядом Фур'є, що має вид:

$$\tilde{x}(i_1,i_2)=\frac{1}{I_1I_2}\sum_{k_1=0}^{I_1-1}\sum_{k_2=0}^{I_2-1}\tilde{X}_{k_1,k_2}\exp(j\frac{2\pi}{I_1}i_1k_1+j\frac{2\pi}{I_2}i_2k_2),\quad j=\sqrt{-1}.$$

Базисні функції цього двомірного представлення – двомірні комплексні експоненти (інколи називаються комплексними синусоїдами)

$$\varphi_{k_1,k_2}(i_1,i_2)=\frac{1}{I_1I_2}W_1^{i_1k_1}W_2^{i_1k_1},\quad W_1=\exp(j\frac{2\pi}{I_1}),\quad W_2=\exp(j\frac{2\pi}{I_2}).$$

Вони, як і сигнал x(□), мають прямокутну періодичність з тим же періодом I_1xI_2. Тут (k_1, k_2) – двомірний номер базисної функції, а величини $\frac{2\pi\kappa_{1(2)}}{I_{1(2)}}$ мають сенс просторових частот.

Коефіцієнти Фур'є $X_{k1,k2}$ утворюють двовимірний частотний спектр сигналу $x_{i1,i2}$ і визначаються формулою прямого перетворення Фур`є: $\tilde{X}_{k_1,k_2}=\sum_{i_1=0}^{I_1-1}\sum_{i_2=0}^{I_2-1}\tilde{x}_{i_1,i_2}W_1^{i_1k_1}W_2^{i_2,k_2}$

Розглянемо наступні властивості фур'є-спектру, корисні для опису текстури: виступаючі списи спектру указують головний напрям текстурної складової; місце положення цих піків на частотній площині дає основний просторовий період текстури; після усунення всіх періодичних складових шляхом фільтрації, в зображенні залишаються тільки неперіодичні компоненти, які потім можуть описуватися за допомогою статистичних методів. Амплітуда спектру симетрична щодо початку координат, так що достатньо розглядати тільки половину частотної площини. Таким чином, в аналізі кожна періодична компоненту текстури пов'язана тільки з одним піком спектру, а не з двома. Виявлення і інтерпретація вищезазначених спектральних ознак часто спрощується при переході до полярних координат, в яких спектральна функція виражається у вигляді $S(r, \theta)$, де r і θ - змінні цієї системи координат. Для кожного кута θ функція $S(r, \theta)$ може розглядатися як одновимірна функція $S_\theta(r)$. Аналогічно, для кожного значення частоти r, $S_r(\theta)$ є одновимірною функцією. Аналіз функції $S_\theta(r)$ при фіксованому в дає картину поведінки спектру (скажімо, наявність піків) по направленню радіусу з початку координат, а досліджуючи $S_r(\theta)$ при фіксованому r, одержуємо поведінку спектральної функції уздовж кола з центром на початку координат.