

## РОЗРАХУНОК ПОХИБОК СИГНАЛІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ НА СТИСНУТИХ ВІДЕОЗБРАЖЕННЯХ

При стисненні за JPEG-алгоритмом відеозображень параметрів руху об'єктів виникають похибки, що мають вплив на точність відеовимірювань лінійних і кутових переміщень об'єктів:

- трансформована похибка, обумовлена перетворенням похибок, що мають місце на початковому нестиснутому відеозображенні;
- похибка квантування, що виникає в результаті квантування частотних коефіцієнтів в спектрі відеозображення в процесі стиснення;
- похибка, що пов'язана із викривленнями відеозображення в результаті вилучення верхніх частот із спектра цього відеозображення в процесі стиснення;
- похибка виконання обчислень за даним алгоритмом з обмеженою розрядністю даних.

Розрахунок трансформованої похибки виконано, виходячи з того, що шум на початковому нестиснутому відеозображенні є некорельований стаціонарний випадковий процес з нульовим середнім значенням, некорельований з корисним відеосигналом. Це відповідає дійсності для відеозображень, що досліджуються. Дисперсія трансформованої похибки на стиснутих відеозображеннях обчислюється за формулою:

$$\sigma_{вих}^2 = \sigma_{вх}^2 \cdot \frac{\delta_D}{\pi} \int_0^{\pi/\delta_D} A^2(\omega) \cdot d\omega = \sigma_{вх}^2 \cdot \frac{\delta_D}{\pi} \int_0^{\omega_M} 1^2 \cdot d\omega = \sigma_{вх}^2 \cdot \frac{M}{N},$$

де  $\sigma_{вх}^2$  – дисперсія шуму, що має місце на початковому нестиснутому відеозображенні,  
 $\delta_D$  – відстань між дискретними точками цифрового відеозображення (інтервал дискретизації),  
 $A(\omega)$  – амплітудно-частотна характеристика JPEG-алгоритму як цифрового фільтра нижніх частот,

$\omega_M = \frac{M \cdot \pi}{\delta_D \cdot N}$  – верхня межа смуги перепускання фільтра, що відповідає JPEG-алгоритму,

$M$  – номер (рахуючи з 0) останнього частотного коефіцієнту (в першому рядку матриці частотних коефіцієнтів), що залишається в спектрі зображення при стисненні за JPEG-алгоритмом,

$N$  – розмірність дискретного косинусного перетворення (ДКП), яке використовується для отримання спектра відеозображення (для JPEG-алгоритму  $N = 8$ ).

З урахуванням того, що в процесі формування і перетворення відеозображень має місце обмеження смуги частот відеосигналу, дисперсія трансформованої похибки

$$\sigma_{вих}^2 = \begin{cases} \sigma_{вх}^2 \cdot \frac{M}{N'}, & M < N', \\ \sigma_{вх}^2, & M \geq N', \end{cases}$$

де  $N'$  – номер частотного коефіцієнту, що відповідає максимально можливій частоті відеосигналу ( $N' \leq N$ ).

Обираючи  $M < N'$  або  $M < N$ , можна знизити рівень шумів на відеозображенні і в результаті зменшити похибки відеовимірювань.

Вилучення верхніх частот із спектра відеозображення виникає в результаті стиснення за JPEG-алгоритмом. На основі властивостей ДКП і JPEG-алгоритму можна вважати, що початковий відеосигнал яскравості  $Y(x)$  в рядку відеозображення замінюється частковою сумою ряду Фур'є  $Y^*(x)$ .

Величина похибки відеовимірювань дорівнює різниці між значенням координати після вилучення верхніх частот  $x^*_k$  і точним значенням координати  $x_k$ , тобто:  $x^*_k - x_k$ . Значення  $x^*_k$  можна знайти із рівняння:

$$Y^*(x^*_k, M) = Y_n$$

де  $Y_n$  – порогове значення яскравості, що використовується для розподілу відеозображення на об'єкт і фон.

Оскільки аналітичне розв'язання даного рівняння для сигналів, що утворюють перепади яскравості на відеозображеннях, досить ускладнено, було проведено програмне моделювання даного типу похибок. В результаті зроблено висновок про те, що для перепадів яскравості на відеозображеннях параметрів руху об'єктів виключення 4 верхніх частотних коефіцієнтів із 8 не приводить до суттєвих похибок. Це дозволяє досягти значного стиснення даного типу відеозображень без суттєвого збільшення похибки відеовимірювань.