

ПОДАННЯ ФУНКЦІЙ ЩІЛЬНОСТІ ЙМОВІРНОСТІ РОЗПОДІЛІВ ДКП КОЕФІЦІЄНТІВ JPEG ЗОБРАЖЕНЬ КРИВИМИ ПІРСОНА

Цариценко С.Д., Федоров О.В.

Науковий керівник – ст. викл. Федоров О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Інформаційно-мережної інженерії,
тел. (057) 702-14-29)

The paper employs technique of Person's curves to approximate and discover properties of the DCT coefficient densities of JPEG images. In particular, the conducted research has shown that beta distribution of the 2-nd type provides good agreement with the empirical data. Despite the fact that our research is focused on JPEG images, research output is going to be applicable to a much broader selection of contemporary image formats as many of them are DCT based.

Відмітною рисою сучасності є можливість оперувати великими обсягами даних. Для ефективної передачі та зберігання мультимедійних даних застосовують методи стиснення із втратами інформації. Такі методи хоча і не забезпечують зберігання ідеально точного зображення або аудіо запису, але дозволяють значно збільшити коефіцієнт стиснення в порівнянні із методами стиснення без втрат за рахунок незначного для сприйняття людини спотворення.

Зазвичай методи стиснення із втратами працюють у просторі деякого перетворення, що має властивість компактифікувати енергію перетвореного сигналу [1]. Так, якщо, відповідно до алгоритму роботи JPEG, розбити зображення на блоки розміром 8x8 пікселів, а потім застосувати до них двомірне дискретне косинусне перетворення (ДКП), для кожного блоку отримаємо його частотне представлення. Побудувавши гістограму розподілу кожної з частотних складових можна зауважити, що для більшості натуральних зображень емпірична щільність імовірності АС ДКП коефіцієнтів виявляється симетричною відносно нуля.

Коли ми маємо справу із стисненням зображення, одразу постають два суттєвих питання. А саме: вибір оптимальних параметрів алгоритму стиснення зображення, таким чином аби досягти найкращої якості зображення з огляду на його розмір, або навпаки: гарантувати найменший розмір стисненого зображення при заданій якості. Адекватно підібрані статистичні моделі ДКП коефіцієнтів вирішують обидва із зазначених вище питань. На практиці часто використовується апроксимація за допомогою розподілу Лапласа [2]. Для досягнення більшої точності апроксимації варто використовувати узагальнений гаусів розподіл [3].

Інтуїтивно зрозуміло, і це підтверджується експериментальними дослідженнями, що форма емпіричного розподілу ДКП коефіцієнтів

визначається структурними особливостями певного зображення. Наприклад, для зображень, що містять у своєму складі суттєві області монотонності, розподіл Лапласа погано узгоджується з емпіричними даними, отже забезпечує неприйнятну точність прогнозування (оцінювання) якості зображення (що є суттєвим для задач компресії зображень). Навпаки, для зображень з ярко вираженими текстурними ознаками, модель Лапласа добре спрацьовує. Таким чином, для коректного врахування структурних властивостей зображення при оцінюванні (прогнозуванні) якості стиснених JPEG зображень слід використовувати альтернативні моделі розподілу ДКП коефіцієнтів. Ефективне застосування таких моделей можливе лише за умови, що вони не будуть надто складними та матимуть економні з обчислювальної точки зору методи оцінювання їх параметрів.

Цим вимогам задовільняє система кривих Пірсона, зокрема бета-розподіл 2-го роду [4]:

$$f(x) \propto \frac{|x|^{p-1}}{(1+|x|)^{p+q}}, \quad -\infty < x < \infty, \quad (1)$$

де p, q – параметри розподілу, значення яких визначається за методом моментів з урахуванням $f(0)$.

Зауважимо, що при $p=1$ (1) стає розподілом Sallee [5]:

$$f(x) \propto \left(1 + \frac{|x|}{s}\right)^{-q}, \quad -\infty < x < \infty \quad (2)$$

де $q > 1, s > 0$ – параметри розподілу.

Проведені експериментальні дослідження з напівтоновими JPEG зображеннями розміру 256×256 пікселів показали гарну узгодженість класу моделей (1) із значеннями ДКП коефіцієнтів зображень.

Список використаних джерел:

1. Lim, J. S. (1990). Two-Dimensional signal and image processing. New Jersey: Prentice-Hall, 694.
2. Lam, E. Y., Goodman, J. W. (2000). A mathematical analysis of the DCT coefficient distributions for images. IEEE Transactions on Image Processing, 9 (10), 1661–1666.
3. Nadarajah, S. (2009). Gaussian DCT coefficient models. Acta applicandae mathematicae, 106(3), 455-472.
4. Kendall, M., Stuart, A. (1977). The advanced theory of statistics. Vol. 1: Distribution theory. London: Griffin, 1977, 4th ed.
5. Sallee, P. (2004). Model-based steganography. Digital Watermarking. Lecture Notes in Computer Science. Berlin: Springer, 2939, 154–167.