

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕНТРОПІЇ ПОВІДОМЛЕННЯ

Мета роботи: вивчення властивостей ентропії як кількісної міри інформації.

1.1. Теоретичні відомості

Дискретизація та квантування неперервних зображень.

Для перетворення неперервного зображення (сцена, яку спостерігаємо) у цифрову форму використовують дві базові операції — дискретизацію та квантування. Перша полягає в заміні неперервного кадру дискретним, а друга виконує заміну неперервних значень яскравості квантованими величинами (Рис. 1)

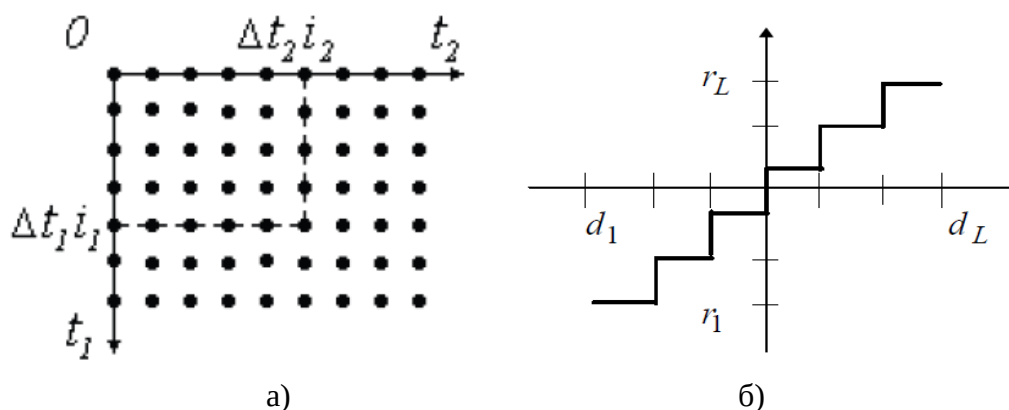


Рис.1. Дискретизація (а) та квантування (б).

Основними параметрами цих операцій є крок дискретизації та кількість рівнів квантування. Чим менший крок дискретизації і більша кількість рівнів квантування тим точніше цифрове зображення представлятиме неперервне.

При квантуванні зображень неперервний динамічний діапазон значень яскравості ділиться на ряд дискретних рівнів. Квантування перетворює неперервну змінну X у дискретну X_{kv} , яка приймає скінчене число значень $\{r_1, \dots, r_L\}$. Ці значення називаються рівнями квантування. У загальному випадку перетворення виражається ступінчастою функцією. Якщо $x \in (d_j, d_{j+1}]$, тоді $x = r_j$, d_1, d_{L+1} пороги квантування. Завдання квантування зображення полягає у визначенні значень порогів і рівнів. Найпростіший спосіб вирішення цього завдання полягає в розбитті динамічного діапазону на однакові інтервали.

Дискретизація — це відбір із заданим кроком точок неперервного зображення. В переважній більшості крок дискретизації однаковий як по-вертикалі, так і по-горизонталі, але вони можуть бути різними.

Ресамплінг (передискретизація, resampling) - це зміна кроку дискретизації цифрового сигналу. Стосовно цифрових зображень ресамплінг означає зміну розмірів зображення. Існує велике число різних алгоритмів ресамплінгу зображень. Наприклад, для збільшення зображення в 2 рази можна просто продублювати кожен з його рядків і кожен з його стовпців (а для зменшення - викинути). Такий метод називається методом найближчого сусіда (nearest neighbor). Можна проміжні стовпці і рядки отримати лінійною інтерполяцією значень сусідніх стовпців і рядків. Такий метод називається білінійною інтерполяцією (bilinear interpolation). Можна кожен нову точку зображення отримати як зважену суму більшого числа точок вихідного зображення (бікубічна та інші види інтерполяції).

Зменшення кількості точок зображення - це порівняно безпечна процедура, яка не робить прямого впливу на якість оригіналу. Збільшення точок складніше по своїх

алгоритмах і наслідках. Невеликий приріст растру не спричиняє за собою помітних негативних наслідків. Масштабне перетворення такого роду майже завжди погіршує різкість зображення, частково розмиваючи образ.

У системах цифрової обробки зображень прагнуть зменшити число рівнів і порогів квантування, оскільки від їх кількості залежить довжина двійкового кодового слова, яким представляються квантовані відліки. Однак при відносно невеликому числі рівнів L на квантованому зображенні з'являються хибні контури. Вони виникають внаслідок стрибкоподібної зміни яскравості квантованого зображення і особливо помітні на пологих ділянках.



Рис.2. Результат квантування із малою кількістю рівнів. (а) - вихідне зображення 256 рівнів, (б) — 16 рівнів.

Один із способів порівняти зображення — це обчислити на їх основі відносну ентропію, або відстань Кульбака-Лейбнера.

Означення. Відносною ентропією або відстанню Кульбака-Лейблера між двома функціями густини $p(x)$ та $q(x)$ називається величина:

$$D(p\|q) = \sum_{x \in \mathbb{N}} p(x) \log \frac{p(x)}{q(x)} = E \log \frac{p(X)}{q(X)}$$

Наслідок. $\forall x \in \mathbb{N}, p(x) > 0, q(x) = 0 \Rightarrow D(p\|q) = \infty; \left\{ 0 \log \frac{0}{0} = 0, 0 \log \frac{0}{q} = 0, p \log \frac{p}{0} = \infty \right\}$
 $\forall x \in \mathbb{N}, D(p\|q) \equiv 0 \Leftrightarrow p(x) = q(x)$

1.2. Завдання

- 1) Отримати цифрове зображення (grayscale, “відтінки сірого”) із кількістю градацій більшою за 64.
- 2) Обчислити його ентропію.
- 3) Вважаючи його неперервним, провести його дискретизацію із кроками 2 та 4;
- 4) Для початкового зображення, а також кожного із випадків пункту 3 провести рівномірне квантування діапазону яскравостей зображення на 8, 16, 64 рівнів.
- 5) Для всіх варіантів із пунктів 3 та 4 обчислити ентропію отриманих зображень;

- 6) Відновити зображення після дискретизації з використанням різних методів (“найближчого сусіда”, білінійна, бікубічна інтерполяція);
- 7) Для вхідного та зображень отриманих у пп. 3, 4, 6 обчислити відносну ентропію;
- 8) В довільному середовищі розробити програму для реалізації пунктів 1-7.
- 9) Провести аналіз одержаних результатів.
- 10) Оформити звіт.

1.3. Зміст звіту по лабораторній роботі

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

- 1) зображення, що використовувались для виконання завдання, отримані результати;
- 3) текст програми;
- 4) висновки до роботи з аналізом отриманих результатів.