

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ, ЩО МІСТЯТЬ ВИМІРЮВАЛЬНУ ІНФОРМАЦІЮ

Зображення можна визначити як двовимірну функцію $f(x, y)$, де x та y — координати у просторі (конкретно, на площині). Значення функції f в будь-якій точці, що задається парою координат (x, y) , називається інтенсивністю або яскравістю зображення в цій точці. Якщо величини x, y та $f(x, y)$ набувають скінченної кількості дискретних значень, то говорять про цифрове зображення.

Цифровою обробкою зображень називається обробка цифрових зображень за допомогою цифрових обчислювальних машин (комп'ютерів). Зазначимо, що цифрове зображення складається з кінцевої кількості елементів, кожен з яких розташований у конкретному місці й набуває певного значення. Ці елементи називаються елементами зображення або пікселями.

Значення функції $f(x, y)$ у точці з просторовими координатами (x, y) є позитивною скалярною величиною, фізичний зміст якої визначається джерелом зображення. Якщо розглядувані зображення є монохромними (чорно-білими), то їх значення знаходяться в деякому діапазоні яскравості.

При кодуванні зображень для збереження або передачі за допомогою мінімально можливої кількості цифр потрібно зберегти якість відтвореного зображення в припустимих межах. Для підвищення візуальної якості зображення розробляються системи поліпшення зображень. Системи відновлення зображень призначаються для компенсації викривлень і створення зображень, що наближаються до тих, які були б отримані за допомогою ідеальної системи, що не вносить викривлень. В усіх трьох завданнях загальним є питання про якість зображення — про те, щоб у процесі обробки зображення підтримувати, підвищувати або відновлювати його.

Якість зображення можна оцінювати двома методами: або визначаючи вірність відтворення, або оцінюючи дешифруваність зображення. Вірність відтворення характеризує ступінь відхилення обробленого зображення від деякого еталонного, а дешифруваність вказує, якою мірою людина чи машина може добути з зображення корисну інформацію. Найчастіше вірність відтворення пов'язана з невеликими розходженнями між обробленим і еталонним зображеннями. Про дешифруваність, навпаки, говорять, як правило, у зв'язку з великими розходженнями між цими зображеннями.

Очевидно, що кількісні міри вірності й дешифруваності зображення дуже потрібні для проектування та оцінки систем відтворення зображень. Ці міри багато в чому допоможуть позбутися трудомісткої й часом неточної сучасної методики оцінки зображень за допомогою суб'єктивної експертизи. Крім того, на основі кількісних мір можна розвивати методи оптимізації систем обробки зображень.

У розробці кількісних критеріїв вірності й дешифруваності зображень досягнуті значні успіхи. Однак введені критерії не є досить досконалими: дуже часто можна навести приклади зображень, якість яких формально оцінюється як висока, а суб'єктивно — як низька і навпаки. Створення більш досконалих критеріїв оцінки якості зображень пов'язано, безумовно, з більш глибоким вивченням властивостей зорової системи людини.

Оскільки предметом дослідження роботи є відновлення зображень, спотворених шумами (тобто повернення зображенням їх первісних, не викривлених характеристик), то для оцінки якості їх відтворення необхідно користуватися методами, заснованими, перш за все, на об'єктивних критеріях такого відтворення.

Тому при подальшому розгляді цього питання зосередимося на методах оцінки якості відновлених зображень, що визначають вірність їх відтворення (тобто тих, які характеризують ступінь відхилення обробленого зображення від деякого гіпотетично еталонного чи ідеального).

Побудові й розвитку системи кількісних мір вірності відтворення зображень приділяється велика увага. Розумні міри вірності повинні добре узгоджуватися з результатами суб'єктивних оцінок для широкого класу зображень, не вимагаючи при цьому надто складних обчислень. Крім того, бажано, щоб ці міри мали просту аналітичну форму й їх можна було б застосовувати як критерії оптимальності при оптимізації або виборі параметрів систем обробки зображень.

Кількісні міри вірності відтворення зображень можна розділити на дві групи: одиночні й парні. Одиночна міра є числом, що зіставляється з будь-яким зображенням на основі аналізу його структури. Парна міра є числовим результатом взаємного порівняння двох зображень.

Вимірювання вірності в цифровій системі обробки зображень можна провести, використовуючи або неперервне зображення, сформоване з масиву відліків, або сам цей масив. Зазвичай перевагу віддають другому способу, тому що він простіший, з практичної точки зору.

Розглянемо деякі важливі взаємозв'язки між елементами цифрового зображення. Як вказувалося вище, будемо позначати зображення у вигляді функції $f(x, y)$. Посилаючись на конкретні пікселі, користуватимемося малими літерами x і y .

В елемента зображення p з координатами (x, y) є чотири сусіди по вертикалі й горизонталі, координати яких представляються такими виразами:

$$(x + 1, y), (x - 1, y), (x, y + 1), (x, y - 1).$$

Ця множина пікселів називається четвіркою сусідів p і позначається $M4(p)$. Кожен її елемент знаходиться на одиничній відстані від (x, y) ; якщо ж точка (x, y) лежить на краю зображення, то деякі із сусідів виявляються за межами зображення. Чотири сусіди p по діагоналі мають координати:

$$(x + 1, y + 1), (x - 1, y - 1), (x - 1, y + 1), (x + 1, y - 1).$$

Разом з четвіркою сусідів ці точки утворюють так звану вісімку сусідів, що позначається $M8(p)$. Як вказувалося вище, деякі точки множин $M4(p)$ і $M8(p)$ можуть також виявитися за межами зображення, якщо точка (x, y) лежить на його краю.

Відношення суміжності між елементами зображення є фундаментальним поняттям, що спрощує визначення великої кількості інших понять, пов'язаних з цифровими зображеннями, наприклад областей і меж. Щоб встановити, що два елементи зображення є суміжними, необхідно, щоб вони були сусідами та їхні рівні яскравості задовольняли заданий критерій подібності (скажімо, були рівні один одному).

Наприклад, у бінарному зображенні, яскравість елементів якого може набувати тільки двох значень - 0 і 1, два пікселя можуть входити в четвірку сусідів один одного, але вважаються суміжними тільки в тому випадку, якщо їхні значення збігаються.

Виконання дискретизації описаним вище способом передбачає, що є доступним неперервне за обома координатами й за яскравістю зображення. На практиці, однак, спосіб отримання цифрового сигналу визначається конструкцією сенсорного пристрою, що застосовується для реєстрації зображення. Якщо зображення формується одним сенсором у сполученні з механічним його переміщенням, вихідний сигнал сенсора квантується, як описано вище, а дискретизація визначається вибором кроків механічного переміщення сенсора в процесі збору даних. Механічне переміщення може виконуватися з дуже високою точністю, тому в принципі майже немає меж для зменшення кроку дискретизації, однак на практиці межею є недосконалість оптичної системи, застосовуваної для фокусування світлової плями на чуттєвому елементі, точність якої виявляється гіршою, ніж точність, що досягається при механічному переміщенні сенсора.

Зображення, як і будь-який інший сигнал, що формується, передається та обробляється в різного роду технічних системах, піддається різним впливам найрізноманітнішого характеру. Серед цих впливів чи не найпомітнішу роль відіграють так звані шуми, дія яких може негативно відбитися на якості відеозображень, що, зважаючи на їх поширення і використання, може мати більш загрозливий характер. Саме тому знання та аналіз факторів, що призводять до викривлень відеозображень, та методів боротьби з ними мають важливе значення.

РУДИЙ Сергій Петрович – магістрант групи СІ-64м кафедри автоматики та управління в технічних системах Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- цифрова обробка зображень;
- системи автоматизованого управління.