

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГЕОМЕТРИЧНИХ СПОТВОРЕНЬ У ТЕЛЕВІЗІЙНИХ СИСТЕМАХ

Досягнення високої технічної якості телевізійних (ТВ) зображень у сучасних інформаційних системах є однією з головних проблем у ТВ мовленні [1]. Сучасні системи цифрового телебачення і телебачення високої чіткості вимагають досконаліших методів оцінки якості зображення [2], аналогічні задачі постають і в об'єктивному оцінюванні якості комп'ютерних відеосистем. Одним із критеріїв якості зображення є геометричні спотворення, які виникають через зміну координат переданих елементів. Ці спотворення виявляються у вигляді порушення геометричної подоби відтвореного ТВ-зображення його оригіналу. Геометрична подоба порушується, в основному, через неідентичність форми растра і відносних швидкостей рядкової чи кадрової розгортки, виникає в процесі аналізу і синтезу зображення у фотоелектричних перетворювачах світло-сигнал і сигнал-світло та передачі зображення [1].

Постановка задачі

В даний час оцінка геометричних спотворень проводиться, як правило, візуальними методами за допомогою універсальних випробувальних телевізійних таблиць. Однак, для автоматизованого комп'ютерного аналізу використання цих таблиць незручно, оскільки виділення з них параметрів геометричних спотворень є складною алгоритмічною задачею. Тому було запропоновано розробити методику оцінки спотворень на основі спеціалізованого тестового об'єкту.

Була поставлена задача знаходження параметрів геометричних спотворень, з подальшим розробленням алгоритму та програмного забезпечення для оцінки ТВ-зображень.

Визначення параметрів геометричних спотворень

В стандартизованих електронних таблицях [3] існують окремі геометричні фігури (кола, прямокутники), які в принципі дозволяють визначити деякі параметри геометричних спотворень, проте ці фігури одночасно мають і інші елементи, що ускладнює автоматизований аналіз.

Під час аналізу параметрів геометричних спотворень доцільно вибрати ті, врахування яких в подальшому дає можливість корекції, а саме:

- *Розтяг по-горизонталі і по-вертикалі*. Ці спотворення виникають, якщо є невідповідність формату кадру передачі і прийому.
- *Трапецієподібні* — є наслідком порушення ортогональності оптичної чи електричної осі стосовно площини зображення.
- *Паралелограмні* — виникають через порушення ортогональності полів рядкової чи кадрової розгортки.
- *Кут повороту об'єкта* — виникає під час повороту зображення об'єкта.

Для комп'ютерного оцінювання параметрів відео моніторів існують спеціалізовані програмні тести, такі як широкоживаний *NokiaTest* (<http://www.forum.nokia.com/Forum/>). Однак відомі програми більше орієнтовані на оцінку тільки комп'ютерних моніторів і, що



Рис. 1. Тестовий об'єкт

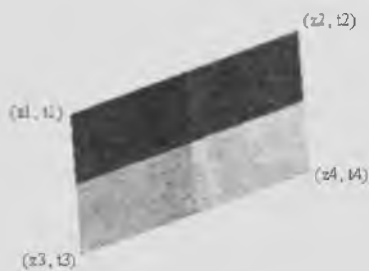


Рис. 2. Спотворений об'єкт

важливо, вони не мають режимів оцінки числових параметрів, а тільки генерують необхідні зображення для подальшої суб'єктивної оцінки.

Для визначення параметрів геометричних спотворень було запропоновано вибрати тестовий об'єкт у вигляді прямокутника, зображеного на рис. 1.

Прямокутник повинен бути зафарбований у чотири відтінки сірого для того, щоб була можливість визначення повороту на будь-який кут. У протилежному випадку (якщо він одноколірний) можна визначити кути повороту тільки в діапазоні $0 \dots 90^\circ$. Внаслідок спотворень тестовий об'єкт може приймати вигляд будь-якого чотирикутника (рис. 2).

Розв'язок даної задачі складається з двох етапів. Перший етап полягає в знаходженні координат оригінального і спотвореного об'єктів. Вирішити це можна в такий спосіб. Зчитуючи закодований графічний файл, у якому зберігається зображення

тестового прямокутника, у двовимірний масив заносяться координати точок контуру тестового об'єкта, після чого він досліджується і знаходяться його вигини, тобто шукані координати. Вигини можна знайти навіть якщо його сторони не будуть рівними. Другий етап полягає у визначенні п'яти перерахованих вище параметрів геометричних спотворень.

Розтяг по-горизонталі. Цей параметр визначає, на скільки відсотків довжина спотвореного об'єкта *gor2* змінилася стосовно довжини оригінального прямокутника *gor1*. За довжину об'єкта була взята відстань від середини ребра AD до ребра BC (рис. 3). Для визначення довжини потрібно спочатку визначити коефіцієнти A, B, C прямої BC, а потім, за формулою відстані визначити відрізок MN:



Рис. 3. Розтяг по-горизонталі а) та по-вертикалі б)

86

$$A = y_2 - y_4, \quad B = x_4 - x_2, \quad C = -y_2B - x_2A;$$

$$gor1 = \frac{A \frac{(x_1 + x_3)}{2} + B \frac{(y_1 + y_3)}{2} + C}{\sqrt{A^2 + B^2}}; \quad gor2 = \frac{A \frac{(z_1 + z_3)}{2} + B \frac{(t_1 + t_3)}{2} + C}{\sqrt{A^2 + B^2}};$$

$$gor = \frac{gor2 - gor1}{gor1} 100\%, \quad (1)$$

де x_i, y_i — координати оригінального прямокутника. z_i, t_i — координати спотвореного об'єкта.

Розтяг по-вертикалі. Цей параметр приймає кількість відсотків зміни висоти спотвореного об'єкта $ver2$ стосовно висоти оригінального прямокутника $ver1$. За висоту об'єкта була взята відстань від середини ребра АВ до ребра DC (див. рис. 36). Для визначення довжини потрібно спочатку визначити коефіцієнти А, В, С прямої DC, а потім за формулою відстані визначити відрізок MN:

$$A = y_3 - y_4, \quad B = x_4 - x_3; \quad C = -y_3B - x_3A;$$

$$ver1 = \frac{A \frac{(x_1 + x_2)}{2} + B \frac{(y_1 + y_2)}{2} + C}{\sqrt{A^2 + B^2}}; \quad ver2 = \frac{A \frac{(z_1 + z_2)}{2} + B \frac{(t_1 + t_2)}{2} + C}{\sqrt{A^2 + B^2}};$$

$$ver = \frac{ver2 - ver1}{ver1} 100\%, \quad (2)$$

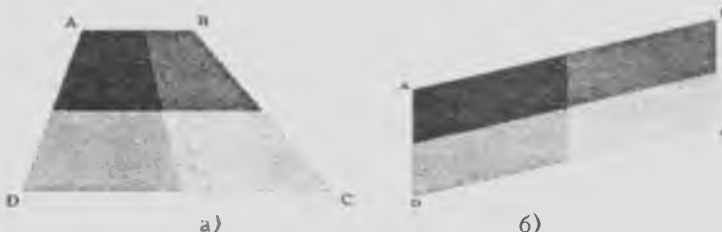


Рис. 4. Інші спотворення: а) трапецієподібні; б) паралелограмні

де x_i, y_i — координати оригінального прямокутника; z_i, t_i — координати спотвореного об'єкта;

Трапецієподібні спотворення. Цей параметр визначає на скільки відсотків ребро DC спотвореного об'єкта відрізняється стосовно ребра АВ (рис. 4)

$$trap = 2 \frac{DC - AB}{DC + AB} 100\%, \quad (3)$$

$$\text{де } DC = \sqrt{(z_4 - z_3)^2 + (t_4 - t_3)^2}; \quad AB = \sqrt{(z_2 - z_1)^2 + (t_2 - t_1)^2}.$$

Паралелограмне спотворення. За цей параметр було прийнято відношення зміни діагоналі BD спотвореного об'єкта стосовно діагоналі AC (див. рис. 4)

$$par = 2 \frac{BD - AC}{BD + AC} 100\%, \quad (4)$$

$$\text{де } BD = \sqrt{(z_2 - z_3)^2 + (t_2 - t_3)^2}, \quad AC = \sqrt{(z_4 - z_1)^2 + (t_4 - t_1)^2}.$$

Кут повороту об'єкта. Цим параметром є кут між ребрами DC оригінального прямокутника і спотвореного об'єкта. За формулою знаходження кута між векторами визначаємо цей кут

$$\alpha = \arccos \left[\frac{a_1 a_2 + b_1 b_2}{\sqrt{a_1^2 + b_1^2} \sqrt{a_2^2 + b_2^2}} \right], \quad (5)$$

де a_1, b_1 та a_2, b_2 — координати векторів \overline{DC} оригінального і спотвореного об'єктів:

$$a_1 = x_4 - x_3, \quad b_1 = y_4 - y_3, \quad a_2 = z_4 - z_3, \quad b_2 = t_4 - t_3.$$

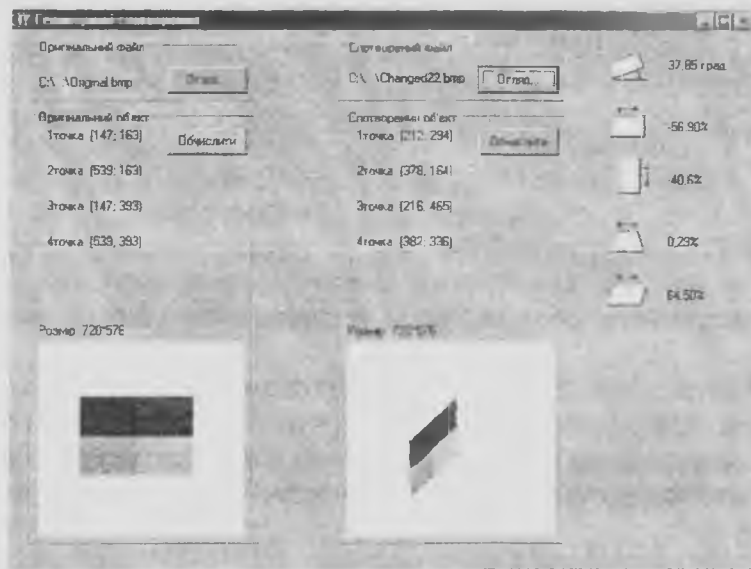


Рис. 5. Робоче вікно програми



Рис. 6. Спотворений прямокутник

ТВ-системі зі значними спотвореннями (рис. 6)

Під час виконання програми окремі складові спотворень були виділені і отримані наступні параметри (вони проілюстровані на рис. 5.): кут повороту об'єкта – $37,85^\circ$, розтяг по горизонталі – $-56,90\%$ (знак мінус показує, що об'єкт зменшився), розтяг по вертикалі – $-40,6\%$, трапецієподібне спотворення – $0,29\%$, паралелограмне спотворення – $64,50\%$.

Висновки

1. В результаті аналізу вибрано параметри геометричних спотворень: розтяг по горизонталі і вертикалі, трапецієподібні, паралелограмні спотворення та кут повороту об'єкта.
2. Для однозначної інтерпретації геометричних спотворень запропонований тестовий об'єкт у вигляді розфарбованого чотирма напівтонами прямокутника.
3. В результаті аналізу спотворень тестового об'єкту запропоновані співвідношення (1)...(5) для простого визначення параметрів геометричних спотворень.
4. Розроблені алгоритм і програма для автоматизованого аналізу геометричних спотворень у телевізійних трактах, що дозволяє поелементно оцінити кількісні характеристики якості ТВ-зображення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Джаконни В. Е. Телевидение. — М.: Радио и Связь, 2000. — 640 с.
2. Певзнер Б. М. Качество цветных телевизионных изображений. — М.: Радио и Связь, 1988. — 2-е изд., доп. и перераб. — 224 с.
3. ОСТ 58-19-99. Таблицы цветные испытательные телевизионные. Общие технические требования

Рекомендована кафедрою обчислювальної техніки

Надійшла до редакції 4.02.03
Рекомендована до опублікування 26.03.03

Крупельницький Леонід Віталійович — старший викладач кафедри обчислювальної техніки, **Лисюк Сергій Вікторович** — студент Інституту інформаційних технологій і комп'ютерної інженерії.

Вінницький національний технічний університет