

УДК 004.932(045)

Ю. Т. Герасименко, канд. фіз.-мат. наук,
П. П. Когут,
В. О. Шевченко,
В. І. Степура, канд. техн. наук

ОПТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ЗРАЗКІВ ВИРОБІВ, ВИГОТОВЛЕНИХ ІЗ ЗАХИЩЕНИХ ВИДІВ ПАПЕРУ

Інститут електроніки та систем управління НАУ, e-mail: dnepr_30@ukr.net

Викладено результати експериментальних досліджень зразків виробів, виготовлених із захищених видів паперу, та запропоновано способи контролю їх геометричних розмірів і якості в процесі виготовлення та обігу.

Ключові слова: скановане зображення, формати цифрових зображень, комп'ютерне оброблення числових масивів.

Актуальність дослідження. У процесі виготовлення і використання виробів, виготовлених з різних видів захищеного паперу, виникає потреба контролювати геометричні розміри цих виробів й оцінювати пошкоджені ділянки та ступінь зношеності. Запропоновано використати оптичні методи для виконання такого контролю. Одним з варіантів є оброблення сканованого цифрового зображення досліджуваних зразків паперу. Сканування з високою роздільною здатністю у відбитих і тих, що пройшли, променях дозволяє отримати високоякісне цифрове зображення в різних форматах зберігання [1].

Зображення, як і будь-яка інша інформація, в комп'ютері має вигляд числових масивів. Тому їх і називають цифровими. Формати растрової графіки далеко не найекономніший щодо використання комп'ютерних ресурсів спосіб зберігання графічної інформації. Єдиний спосіб зберігання растрових зображень у комп'ютері – це розбиття на найдрібніші однакові за розміром фрагменти, які умовно можна вважати одноколірними, і послідовний запис їх у файл. Елементи зображення називають пікселями.

Кожен піксель є елементом строго певного кольору. Елементи щільно прилягають один до одного, і з них складається мозаїка, яка і є оцифрованою фотографією, або растровим зображенням. Від величини пікселів і відповідно їх кількості залежить якість передання картинки.

Колір в комп'ютері кодується числом. Оскільки всі піксели в зображенні мають однакові геометричні розміри, досить записати їх значення на самому початку растрового графічного файлу, підрахувати і запам'ятати кількість пікселів по ширині й висоті картини, а далі просто послідовно перераховувати кольори пікселів у першому рядку зображення, потім у другому і так далі.

Можливість запам'ятовування цифрових зображень у певному форматі передбачено всіма керувальними програмами пристроїв для сканування, у тому числі планшетних сканерів. Для цього розроблено велику кількість форматів запису цифрових зображень. Відповідно під час сканування у більшості випадків виникає проблема вибору такого формату файлу: EMF, TIFF, TTF, TGA, FPX, PIX, PIC, PCX, BMP, PNG, PSD, XBM, XPM, RS, RAS, GPEG, WMF тощо. Кожен такий графічний файл складається з двох основних частин: заголовка і даних. Палітрові зображення додатково містять таблицю кольорів, відповідно до якої елементам зображення привласнюються (ставляться у відповідність) значення у колориметричній системі RGB [2].

Окрім колірної моделі, дуже важливе поняття глибини кольору. Під ним мають на увазі кількість градацій яскравості, передаване пікселями в основних колірних каналах. Якщо використовувати для опису кожного пікселя в кожному колірному каналі 1 байт, тобто 8 біт, для моделі RGB отримаємо 24-бітову глибину кольору. Отже, якість растрового

комп'ютерного зображення тим вища, чим вища його роздільна здатність і більша глибина кольору. Природно, це веде до значного збільшення кількості байтів, що зберігаються в комп'ютері. Залишається дотримуватися принципів розумної достатності.

Незалежно від вибору сканера для здобуття найкращих результатів треба дотримуватися універсальних правил [3]. По-перше, слід пам'ятати, що жодна програма не здатна виявити в зображенні деталі, які були втрачені під час сканування. Тобто, чим більше вдасться отримати інформації від сканера, тим більші можливості щодо її оброблення надасть графічний редактор і тим імовірніше домогтися високоякісного цифрового зображення. По-друге, не можна отримати від оригіналу більше інформації, ніж в ньому міститься. Не можна також отримати від сканера більше корисних відомостей, ніж той здатен зняти фізично. Будь-яка інтерполяція й інші «розширення» нічого нового в зображення не додають, а лише дозволяють відразу отримати картинку з потрібною роздільною здатністю та розмірами і пропустити стадію її оброблення в комп'ютері.

Зображення є двовимірною функцією $f(x, y)$, де x і y – це просторові координати, а амплітуда f в будь-якій точці з парою координат (x, y) називається інтенсивністю або яскравістю зображення в цій точці. Під цифровим обробленням зображень розуміють оброблення цифрових зображень за допомогою комп'ютерів. Цифрове зображення складається з кінцевої кількості елементів, кожен з яких має конкретне місце і певне значення.

Експериментальні дослідження зразків виробів, виготовлених із захищеного паперу, для оцінювання їх геометричних розмірів і якості (оцінювання зношеності). Сканування зразків виконували за допомогою повнокольорового планшетного сканера Epson Perfection V700 Photo. Джерело світла сканера – біла флюоресцентна лампа з холодним катодом. Оптична роздільна здатність сканера – 6400×9600 dpi. Подання кольору – 48 біт (281,5 трильйона кольорів), оптична щільність – 4,0.

Фрагменти сканованих зображень зразка захищеного паперу, отримані за допомогою відбитих променів та променів, що проходять, показано на рис. 1.

Вирішуючи питання про те, яким чином сканувати оригінал, важливо враховувати його щільність – здатність матеріалу поглинати, відбивати або пропускати світло. Цей параметр може мати діапазон 0 – 4,0. Оригінали можна розділити на два широкі класи – відбивальні й прозорі. Відбивальні матеріали, які включають заздалегідь віддруковану продукцію, рисунки від руки на папері і фотознімки, мають щільність у межах від приблизно 1,0 до 2,3. Для отримання результатів найвищої якості необхідно, щоб динамічний діапазон сканера відповідав характеристикам щільності типових оцифровуваних оригіналів.

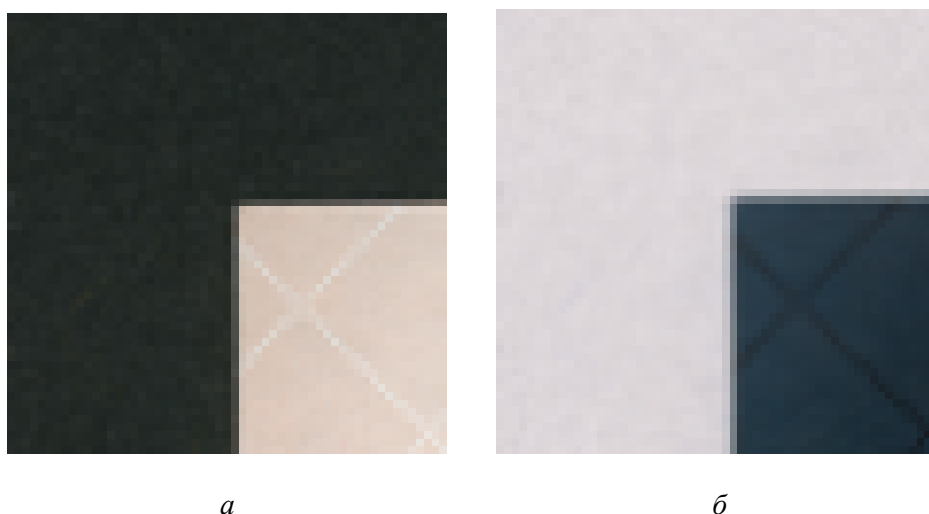


Рис. 1. Фрагменти сканованих зображень зразка захищеного паперу

Роздільна здатність сканування варіювалась від 300 до 4800 dpi. Сканування у відбитих променях виконувалось на білому та чорному фонах, що дозволило порівнянням отриманих результатів досягти більшої точності вимірюваних параметрів, зокрема, знаходженням зовнішніх контурів зразків та розірваних і пошкоджених ділянок. У разі використання слайд-модуля у процесі сканування зображення дослідного зразка найсвітліші точки цифрового зображення відповідають точкам зображення, у яких фізично немає ділянок об'єкта (ділянка сканування трохи перевищує розміри зразка).

Фрагмент сканованого зображення зразка захищеного паперу, отриманий з використанням відбитого світла, показано на рис. 2, а. Роздільна здатність під час сканування – 4800×4800 точок на дюйм, глибина кольору – 24, розміри вікна сканування в міліметрах – 12,7×12,7, розміри вікна сканування в пікселях – 2401×2401, розмір файлу в форматі BMP становив 16,4 Мбіт. Для більш чіткого виділення контурів паперового зразка цифрове зображення оброблено за допомогою графічної програми Corel PHOTO-PAINT. На рис. 2, б показано перетворення початкового зображення у разі зміни контрасту і збереження цифрового зображення в форматі BMP. При цьому розміри об'єкта і розміри файлу не змінюються. Зі збереженням початкового зображення у відтінках сірого в форматі BMP розмір файлу зменшувався до 5,5 Мбіт (рис. 2, в).

У разі перетворення в чорно-білий колір початкового зображення з використанням методів перетворення «півтонове зображення» і «штриховий рисунок» (рис. 2, г, д, відповідно) розміри сканованого зображення не змінювалися, а розмір файлу в форматі BMP зменшувався до 0,7 Мбіт.

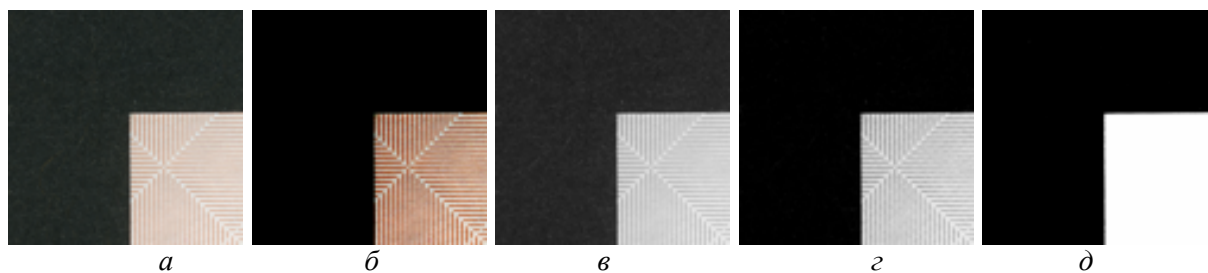


Рис. 2. Цифрові зображення фрагменту зразка захищеного паперу

Сканування з високою роздільною здатністю призводить до створення масивів даних великого розміру, оброблення яких потребує значних ресурсів обчислювальної машини і часу. Тому для оброблення матриць, які відповідають цифровому зображенню, їх розбивають на субматриці меншого розміру. Залежно від формату даних (кольорове зображення в градаціях сірого або чорно-біле) у програмі MathCAD використовують оператори (команди) READBMP, READPRN.

	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236
1071	45	49	59	63	62	58	60	58	63	73
1072	53	55	65	70	72	77	79	93	97	101
1073	57	60	63	72	78	86	100	109	117	123
1074	68	71	84	90	99	113	130	144	152	155
1075	71	72	82	99	115	127	143	157	163	165
1076	84	96	111	129	143	154	160	173	178	180
1077	99	109	127	145	155	160	162	175	181	191
1078	108	125	146	163	163	158	159	166	174	184
1079	114	129	147	162	162	156	154	163	171	182
1080	114	130	146	156	163	159	156	161	169	184
1081	113	124	138	150	157	158	161	167	171	175
1082	111	119	131	143	148	152	162	169	172	176
1083	112	117	127	136	148	155	163	166	172	174
1084	108	117	125	133	144	156	166	170	175	174
1085	92	109	122	130	139	153	164	170	173	165
1086	99	111	120	126	139	157	170	173	171	...

а

	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236
1071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1072	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1073	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1074	0	0	0	0	0	0	0	255	255	255
1075	0	0	0	0	0	0	0	255	255	255
1076	0	0	0	255	255	255	255	255	255	255
1077	0	0	0	255	255	255	255	255	255	255
1078	0	0	255	255	255	255	255	255	255	255
1079	0	255	255	255	255	255	255	255	255	255
1080	0	255	255	255	255	255	255	255	255	255
1081	0	0	255	255	255	255	255	255	255	255
1082	0	0	255	255	255	255	255	255	255	255
1083	0	0	0	255	255	255	255	255	255	255
1084	0	0	0	255	255	255	255	255	255	255
1085	0	0	0	255	255	255	255	255	255	255
1086	0	0	0	0	255	255	255	255	255	...

б

Рис. 3. Фрагменти матриць, які відповідають цифровим зображенням на рис. 2, а, б

Подальші розрахунки виконано за допомогою математичних програм MathCAD та Excel [4; 5]. Розмірність матриць, які відповідають цифровим зображенням, визначається розмірами ділянки сканування і обраною для сканування роздільною здатністю. На рис. 3 зображено ділянки матриць, які відповідають зображенням рис. 2, а, д.

Для спрощення остаточних підрахунків, зменшення обчислюваних масивів даних і скорочення часу оброблення інформації пропонується шляхом математичних перетворень отримати матриці, елементи яких складаються лише з «0» та «1».

Для цього потрібно:

- визначити мінімальне та середнє значення яскравості точок цифрового зображення, які не пов'язані безпосередньо з об'єктом (точки фону);
- по можливості визначити найяскравіші точки об'єкта;
- за допомогою логічних операторів усім точкам цифрового зображення (елементам початкової матриці) поставити у відповідність у новій матриці «0», якщо вони перевищують рівень фону ($I_{\text{сеп}}$), і «1» в іншому випадку (або навпаки);
- для коректного підрахунку (особливо для аналізу контуру зразка через наявність розмитості країв паперових зразків) потрібно проаналізувати найближче оточення кожного елемента. Для цього, як правило, використовуються цифрові фільтри, або маски.

Висновки. Цифрове оброблення сканованих зображень зразків, виготовлених із захищених видів паперу, дозволяє виконувати контроль їхніх геометричних розмірів і якості в процесі виготовлення та обігу.

Список літератури

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс – М.: Техносфера, 2006. – 616 с.
2. Эммануил С. Цифровая обработка сигналов: практический подход / Эммануил С. Айфичер, Барри У. Джервис – М.: Издат. дом «Вильямс», 2008. – 992 с.
3. Степаненко О. С. Сканеры и сканирование / О. С. Степаненко – М.: Диалектика, 2005. – 288 с.
4. Бидасюк Ю. М. Mathcad 12 / Ю. М. Бидасюк – М.: Диалектика, 2005. – 224 с.
5. Фрай К. Хитрости Excel / Фрай К. – СПб.: Питер, 2006. – 368 с.

Ю. Т. Герасименко, П. П. Когут, В. О. Шевченко, В. І. Степура

Оптический контроль образцов изделий, изготовленных из защищенных видов бумаги

Изложены результаты экспериментальных исследований образцов изделий, изготовленных из защищенных видов бумаги, и предложены способы контроля их геометрических размеров и качества в процессе изготовления и обращения.

U. T. Gerasimenko, P. P. Kogut, V. O. Shevchenko, V. I. Stepura

Optical checking sample product, made from protected type of the paper

In work are stated results of the experimental studies sample product, made from protected type of the paper, and offered ways of the checking their geometric sizes and quality in process of the fabrication and address.