

СКАНЕРИ

Кухарська Н.П., Кухарський В.М.

Анотація. У статті зроблено екскурс в історію виникнення сканера; розглянуто типи сканерів, особливості їх роботи; розкрито принципи процесу сканування; подано основні відомості про будову цих пристроїв введення, їх характеристики та параметри вибору.

Ключові слова: сканер, сканування, оптична роздільна здатність, глибина кольору, оптична густина, динамічний діапазон.

★ ★ ★

Майже кожен користувач комп'ютера стикався з проблемою переведення документів із паперової форми в електронну. Процедура введення інформації вручну забирає величезну кількість часу і зусиль, ще й характеризується високою ймовірністю зробити помилки. Крім того, вручну можна відтворити будь-який текст, але не всі зображення. Допомогти вирішити цю проблему може такий пристрій як сканер. Напевно багато хто вже звертався до допомоги сканера, а у деякого на письмовому столі поряд з комп'ютером стоїть і сам пристрій.

Сканери є важливою ланкою електронних систем обробки документів і необхідним елементом будь-якого «електронного столу». Вони використовуються скрізь: у мегакомпаніях, де обробляються величезні архіви документів, у видавництвах і проектно-конструкторських організаціях, у музеях, а також у невеликих фірмах і вдома. Наскільки широкою є сфера застосування сканерів, настільки багато є їх типів. Технології, завдяки яким папір вилучається з вжитку, кожний день вдосконалюються. Сканери не є винятком. У цій статті познайомимо з історією виникнення сканерів, розглянемо принципи їх роботи і будову, торкнемося питань характеристик, параметрів вибору.

Термін «сканер» походить від англійського слова scan — розглядати, ретельно вивчати. Загалом сканерами (англ. scanner) називають пристрої, що здійснюють з допомогою різних випромінювань (наприклад, світла, рентгенівських променів, ультразвуку) послідовний перегляд оригіналу і на основі аналізу характеристик пропускання (відбиття) чи поглинання променів кожною окремою ділянкою оригіналу на виході формують зображення.

Розглянемо пристрої, які використовують для сканування видиме світло. Їх призначення — введення оптичних зображень у комп'ютер. Оригіналами, що скануються, як правило, є двовимірні зображення (тексти, схеми, малюнки, графіки, фотографії й інша графічна інформація) на тому чи іншому носії (папері, плівці, фотопапері), хоча ними можуть бути і тривимірні об'єкти. Такі сканери при зчитуванні дискретизують зображення у вигляді сукупності окремих точок різного рівня оптичної густини, які не мають між собою жодних формальних зв'язків. Результатом введення оптичного зображення в комп'ютер є оцифровування (рис. 1), тобто перетворення оптичних хвиль у цифровий код, зрозумілий ком-



п'ютеру. Створюється електронна «копія» зображення — послідовність комбінацій бітів, кожна з яких описує інтенсивність відбитого від відповідної точки оригіналу або пропущеного нею світла. У випадку кольорового зображення кожній точці ставиться у відповідність група з трьох двійкових слів (кожне слово відповідає за один основний колір (червоний, зелений і синій)). Отримані «точки» цифрової копії оригіналу — растрового зображення (або bitmap даних), називають пікселями (скорочення від picture element — елемент зображення).

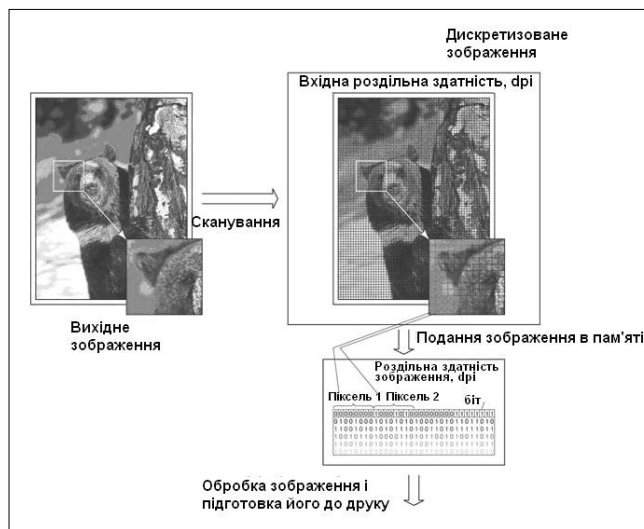


Рис. 1

Історична довідка

Історія сканера налічує більше 165 років. Вона почалась із часів винайдення всім відомого телефаксу — факсимільного пристрою, який передає і приймає зображення на відстані. (Сканер є однією із складових телефаксу, що забезпечує введення даних. Крім нього до складу телефакса входить пристрій, призначений для приймання/передавання сигналу адресату і принтер, що друкує повідомлення.)

Перший примітивний прототип телефаксу був запатентований у 1843 році шотландським винахідником Олександром Бейном (Alexander Bain). Його винахід ґрунтувався на застосуванні процесів електрохімії та механіки. Для пересилання зображення Бейн робив його рельєфну копію із мідного листка (рис. 2). Далі викори-

стовувалася пара маятників (рис. 3), синхронізованих на відстані з допомогою електромагніта. Над мідною картинкою розгойдувався один маятник і кожний раз, коли контакт доторкався її, посилався електричний імпульс, котрий по дротах досягав другого синхронізованого маятника, розташованого над листком паперу просоченого хімічним розчином. Хімікат темнів у результаті контакту із зарядженим металом. З кожним розгойдуванням і папір, і мідний листок зміщувалися на 1мм, що певним чином, нагадувало сканування оригіналу і створення його копії на іншому кінці дроту.

«Записуючий телеграф» Бейна працював на телеграфних лініях і був здатний передавати тільки чорно-білі зображення без напівтонів. Проте на той час це було значним досягненням. На жаль, Бейн не знайшов комерсантів, які були б готові вкласти гроші у вдосконалення і промислове виробництво цього апарату. Винайдений ним «хімічний телеграф» так і залишився в історії прикладом технології, що не знайшла собі застосування, тому що вона випереджувала час.

Можливості факсимільної технології вперше використав у комерційних цілях італійський вчений Джованні Казеллі (Giovanni Caselli). Винайдений ним так званий пантелеграф (Pantelegraph) (рис. 4) був зареєстрований у 1861 р. З 1865 р. цей пристрій почав забезпечувати передавання документів по лінії, яка з'єднувала Париж з Ліоном (інші джерела наводять дані про те, що вже у 1856 р. пантелеграф використовувався для зв'язку між французькою столицею і Марселем). За перший рік було передано близько 5 тис. повідомлень. Проте через п'ять років від початку надання платних послуг, незважаючи на особисту підтримку імператора Наполеона III, компанію спіткала доля усіх піонерів — вона припинила своє існування через нестачу клієнтів і банківську кризу. Апарати Казеллі використовувалися також на лінії зв'язку Москва-Петербург (1866–1868 рр.) і також виявились не оцінені належно. Роль зчитуючої головки в пантелеграфі Казеллі відіграла металева голка, а зображення, яке необхідно було передати, рисувалося струмопровідним чорнилом.

У 1902 році, німецьким фізиком Артуром Корном (Arthur Korn) була запатентована технологія фотоелектричного сканування, що отримала назву (рис. 5). А вже в 1903 році Корн став автором першої факсової



Рис. 2



Рис. 3

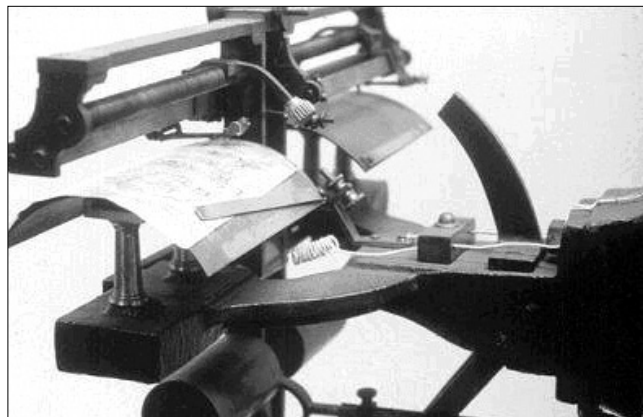


Рис. 4

мережі, що об'єднала Берлін, Лондон і Париж до 1910 р. Робота фототелеграфа ґрунтувалась на принципово новому технологічному рішенні — fotocутливому елементі, що дозволив замінити примітивну голку світловим променем. У такому пристрої зображення закріплювалося на прозорому барабані, що обертався. Промінь світла від лампи, яка рухалася вздовж осі барабана, проходив крізь оригінал, через розташовані на осі барабана призму й об'єктив і попадав на селеновий фотоприймач. Такий спосіб сканування виявився настільки прогресивним, що досі за аналогічним принципом працюють барабанні сканери. Корн також винайшов у 1922 р. комерційний варіант системи передавання зображення через Атлантичний океан, у якому замість провідників використовувалися радіохвилі.

Винахідником ж сканера як такого вважається німецький вчений Рудольф Хелл (Rudolf Hell), який у кінці 20-х років XX ст. створив прототип сучасного сканера-факса, який вмів переводити текст і зображення в точки і лінії й зворотно. Саме він у 1963 році через 120 років після винаходу Бейна, придумав, як оцифровувати кольорові зображення, виділяючи три основні кольори. Роком народження телефаксу прийнято вважати 1964-й, коли компанія Xerox випустила перший у світі факс-апарат Long Distance Xerography LDX.

Лазерний промінь як джерело світла для сканування був використаний декількома відомими фірмами,



Рис. 5

у тому числі й IBM, у винайдених ними протягом 60–70-х років пристроях. Так у 1971 році лазерні сканери знайшли своє застосування для сканування книг у бібліотеках. А у 1974 році лазерний промінь був використаний для сканування штрих-коду упаковки жуйки. Перший сканер, який був схожий на сучасні пристрої, з'явився в 1985 році. Ним став пристрій, випущений компанією Mustek, можливості якого дозволяли сканувати тільки у відтінках сірого за максимальної роздільної здатності 300 dpi.

Види і типи сканерів

Сканери можна класифікувати за такими критеріями. За ступенем прозорості оригінала зображення:

- непрозорі оригінали (фотографії, рисунки, сторінки книг і журналів), при цьому зображення знімається у відбитому світлі;
- прозорі оригінали (слайди, негативи, плівки), при цьому обробляється світло, яке пройшло крізь оригінал.

За типом зображення:

- чорно-білі (штрихові або напівтонові);
- кольорові.

Зазвичай у кольорових сканерів кольорова здатність 24 або 32 біти, у деяких моделей вища (навіть 48 біти). Внутрішнє представлення кольору, як правило, більше, ніж зовнішнє. Якщо сканер чорно-білий, то мова йде про те, скільки градацій сірого може розрізняти фотоелемент сканера. На якість сканування, особливо кольорового, сильно впливає кольорова чутливість скануючого елемента. Чим ширший його кольоровий діапазон, тим плавніше отримуються кольорові переходи і тим правдивіший вигляд має отримане зображення. Хороші кольорові сканери здатні давати зображення майже фотографічної якості.

За кінематичним механізмом сканери поділяються на: ручні, планшетні, широкоформатні, рулонні, барабанні, проєкційні, спеціальні.

До спеціальних відносяться:

- книжкові;
- репросканери;
- слайд-сканери;
- сканери штрих-кодів;
- сканери сітківки ока;
- оптичні сканери відбитків пальців;
- сканери у складі комбінованих пристроїв;
- 3D-сканери.

Ручні сканери (рис. 6) складаються з лійки світлодіодів і джерела світла, які розміщені в одному невеликому корпусі. У них відсутній механізм переміщення, тому завдання рівномірного переміщення скануючої голівки по відповідному зображенні (від чого залежить якість відсканованого зображення) доручається користувачу. Недоліками цих пристроїв перших поколінь є можливі перекошування, оскільки користувачеві без набутої вправності доволі важко переміщувати сканер із сталюю швидкістю, низька роздільна здатність (всього 100 dpi), мала швидкість



Рис. 6

роботи, вузька смуга сканування (її ширина не перевищувала 105 мм). Сторінку формату А4 доводилось сканувати за два проходи з подальшим «зшиванням» зображення програмними засобами. Зазвичай їх застосовували для сканування етикеток, візиток та інших оригіналів невеликих розмірів.

На сьогодні ручні сканери зазнали істотної трансформації. Довжина сканерів цього типу трохи більша за ширину аркуша паперу формату А4, вони оснащені декількома мініатюрними кнопками для перемикання режимів і роздільної здатності. Деякі ручні сканери комплектуються картами пам'яті, що дозволяє відсканувати доволі велику кількість документів чи фотографій. Такі сканери можуть працювати як у монохромному, так і кольоровому режимі, а роздільної здатності 200–400 dpi цілком достатньо для сканування документів, таблиць і графічних рисунків.

До переваг ручних сканерів можна віднести компактність, простоту конструкції і низьку вартість.

Планшетні сканери (рис. 7, 8) за принципом сканування схожі на копіювальний апарат. Оригінал ставиться під відкидну кришку, де він залишається нерухомим, а скануюча голівка переміщується з допомогою



Рис. 7

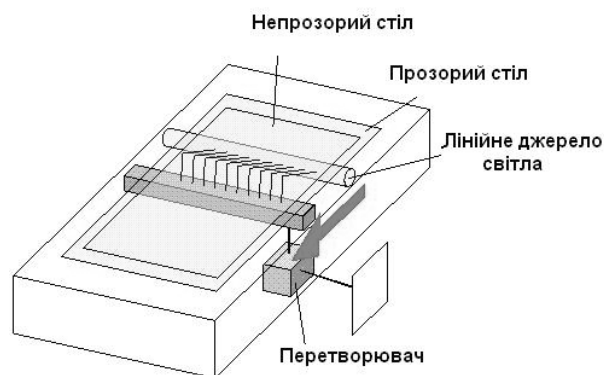


Рис. 8

крокового двигуна. Такі сканери найбільш розповсюджені. Зазвичай планшетний сканер призначений для сканування аркушів формату А4, але є планшетні сканери і більших розмірів. Є ще й мініатюрні сканери формату А5, а також, призначені виключно для сканування фотографій розміру 10х15 см.

Перевагами є можливість сканування зброшурованих документів, фотографій, слайдів, журналів, книг, і навіть невеликих об'ємних предметів (сканери з ПЗЗ-давачами); одночасно декількох малоформатних оригіналів, окремої ділянки оригіналу. До їх недоліків можна віднести тільки великі порівняно з рулонними сканерами габарити, масу і енергоспоживання.

Широкоформатні сканери (рис. 9, 10) — сканери з функціями сканування, копіювання і розсилання електронною поштою. Як правило, використовуються в типографіях і на підприємствах. Вони дозволяють отримувати чіткі зображення креслень, ескізів і карт.



Рис. 9

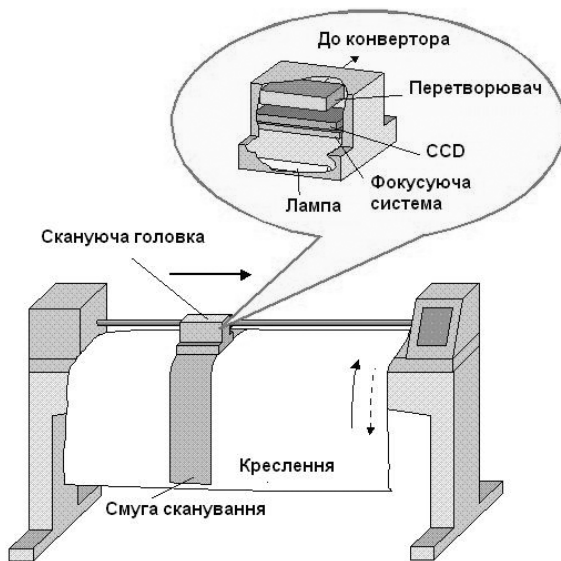


Рис. 10

Рулонні сканери (рис. 11, 12) — використовують технологію факсимільного апарату. Окремі листки документів (можуть бути й оригінали практично необмеженої довжини) протягуються через пристрій з допомогою направляючих роликів, які приводяться в рух кроковим двигуном; джерело світла і фоточутливий давач нерухомі. Недоліком є те, що ролики досить часто є причиною перекошування зображень при введенні. Рулонні сканери непридатні для сканування книжок і журналів. Завдяки простоті механізму переміщення і відсутності планшету такі сканери дешеві і вельми компактні.

Барабанні сканери (рис. 13, 14) — професійні пристрої, що забезпечують максимальні можливості. Вражають неперевершеною якістю сканування. Роздільна здатність таких сканерів на сьогодні — 8000–14000

точок на дюйм і вище. Однак надто висока вартість, великі габарити і маса (до 100 кг) звужують сферу їх застосування. Використовуються здебільшого в великих типографіях і рекламних компаніях. Барабанні сканери складаються з прозорого циліндра — барабана, на який з допомогою клейкої стрічки прикріплюється оригінал (слайд). Барабан розкручується з високою швидкістю (від 300 до 1350 обертів на хвилину), скануючий елемент і джерело світла лінійно переміщуються вздовж осі барабана. У кожен момент часу зчитується лише одна точка. За одне обертання барабана зчитується одна лінія пікселів. Утворений потужним лазером вузький промінь світла, що пройшов через слайд (чи відбився від непрозорого оригінала) з допомогою системи дзеркал попадає на фотоелектронний помножувач (ФЕП), де оцифровується.



Рис. 11

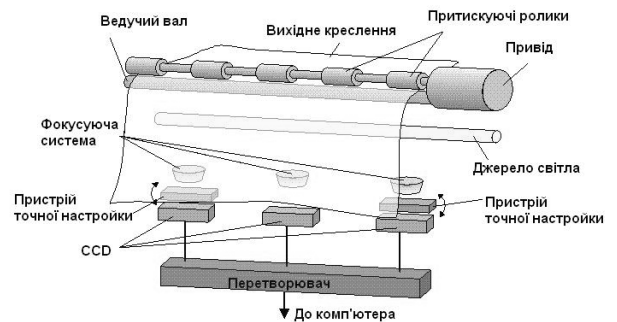


Рис. 12

Проекційні (планетарні) сканери (рис. 15, 16) — документ ставиться на поверхню сканування на відстані близько 30 см зображенням вверх, при цьому блок сканування також знаходиться зверху, а переміщується



Рис. 13

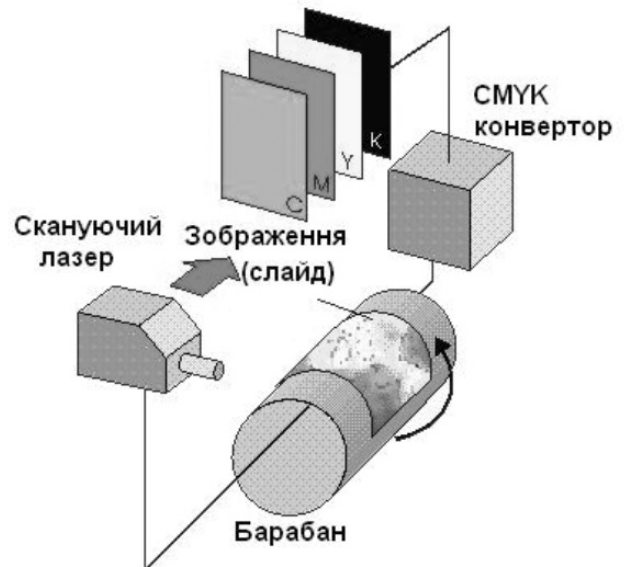


Рис. 14

тільки скануючий пристрій. Зовнішнього освітлення цілком достатньо, тому власне підсвічування є необов'язковим. Призначені для сканування книжкових, зброшурованих і делікатних оригіналів (при скануванні немає контакту із сканованим об'єктом), товстих і крупноформатних документів (можливе сканування проєкцій тривимірних предметів).



Рис. 15

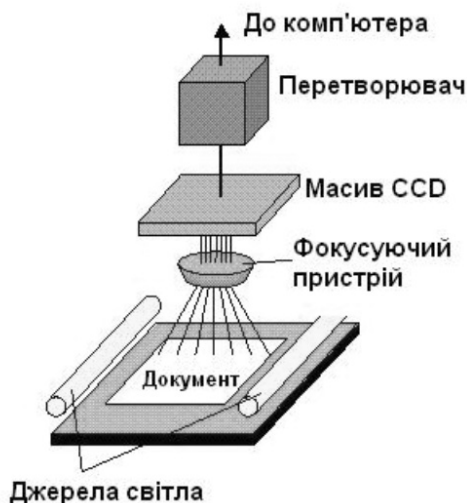


Рис. 16

Спеціальні. Ці пристрої призначені для сканування оригіналів якогось одного типу.

Книжкові сканери (рис. 17) — є підвидом проєкційних сканерів. Призначені для сканування будь-яких зброшурованих документів (книг, журналів, древніх фоліантів, карт і креслень). У них оригінал кладеться на масивну основу, а скануючий модуль закріплений зверху (це дозволяє сканувати книгу в природному положенні обкладинкою вниз, перегортаючи сторінки вручну або з допомогою спеціального пристрою). Книжкові сканери володіють унікальною функцією «усунення перегину» книги, котра забезпечує відмінну якість відсканованого зображення. Деякі із цих пристроїв можуть сканувати оригінали при кімнатному освітленні, не потребуючи додаткового підсвічування. Це дозволяє використовувати їх для оцифрування древніх книг, що, як відомо, «бояться» яскравого світла. Використовуються в бібліотеках, архівах і картографічних відділах.



Рис. 17

Репросканери або картинні сканери призначені для сканування великих картин, хоча їх конструкція також дозволяє оцифрувати тривимірні об'єкти. Зазвичай у таких пристроях оригінал жорстко закріплю-

ється, а рухається скануюча голівка. З допомогою цих сканерів оцифровуються витвори мистецтва: живописні полотна, картини в рамках, ікони, скульптури й ювелірні вироби. У зв'язку з цим вони знаходять своє застосування у картинних галереях, музеях і т. п.

Слайд-сканери (рис. 18) призначені для введення зображення в комп'ютер з діапозитивів і фотоплівки.

Сканери штрих-кодів (рис. 19), як правило, призначені для роботи з висопродуктивними POS-терміналами на касових вузлах супер- і гіпермаркетів.

Сканер сітківки ока (рис. 20) — ідентифікатор особи на основі рисунку райдужної оболонки ока.



Рис. 18



Рис. 19



Рис. 20

Оптичний сканер відбитків пальців (рис. 21) призначений для сканування і перетворення зображення папілярного рисунку пальця для подальшої ідентифікації особи.

Сканери у складі комбінованих пристроїв використовуються для збільшення вільного місця на робочому столі. Наприклад, багатофункціональний пристрій з інтегрованим сканером, копіювальним апаратом і принтером, де кожний пристрій майже повністю зберігає функціональність автономного. Іноді зустрічаються апарати з інтегрованим сканером, копіювальним апаратом, факсом і телефонним апаратом.

3D-сканери — найбільш унікальні пристрої. Дозволяють отримувати тривимірну копію оригіналу. Поділяються на контактні та дистанційні. Перші працюють з допомогою давача, закріпленого на телескопічній штанзі. Потрібно обвести давачем об'єкт сканування, у результаті чого й отримується 3D модель. Пристрої дистанційного типу під час сканування проєктують на об'єкт спеціальну сітку (зазвичай генеровану лазером), за викривленнями якої і будується тривимірна копія. Вартість таких систем дуже висока і варіює залежно від функціональності і максимальної величини сканованого об'єкта.

(Далі буде)



Рис. 21