

УДК 514.182.7

Олександр Мацулевич, кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри інженерної механіки
та комп'ютерного проектування,
Олександр Вершков, кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри інженерної механіки
та комп'ютерного проектування,
Ілля Тетервак, асистент кафедри інженерної механіки
та комп'ютерного проектування,
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна

ОБРОБКА СКАНОВАНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Анотація. В роботі наведене порівняльний аналіз пакетної векторизації та ручного оцифрування отриманих зображень з повторним створенням моделей. Авторами зазначається, що векторизацію можна виконувати поступово, якщо це необхідно та можливо за умови, що є можливість збереження архів зображень в електронному вигляді.

Ключові слова: сканування зображень, векторизація, оцифрування зображень, цифрова модель, векторно-растрове редагування.

Abstract. The paper presents a comparative analysis of batch vectorization and manual digitization of the obtained images with repeated creation of models. The authors note that vectorization can be performed gradually, if necessary and possible, provided that there is a possibility of saving the image archive in electronic form.

Keywords: image scanning, vectorization, image digitization, digital model, vector-raster editing.

Растрові файли бувають різних типів - монохромні (складаються з точок лише двох кольорів), напівтонові (256 відтінків сірого) і кольорові. Такі файли можна переглядати, друкувати, зберігати, копіювати, передавати замовнику, розміщувати в електронному архіві, використовувати в електронному документообігу та працювати з ними в САПР. Для когось останнє твердження буде абсолютно новим, для когось – суперечливим, а для багатьох – буденною роботою. Поки що більшість користувачів, які не працювали зі сканованими матеріалами,

знають лише одне гіпнотизуюче слово – векторизація, а тому планують свої подальші дії наступним чином:

Ідеальний теоретичний варіант:

- сканування паперових документів, отримання растрових зображень;
- векторизація, тобто перетворення растрової графіки у векторну;
- завантаження отриманих даних у векторний редактор і робота з ними.

При роботі з програмами векторно-растрового редагування все просто, ясно і зрозуміло, але завжди чекаєш підступу, а на конференціях Sapro постійно повторюється питання: «Яке програмне забезпечення краще для векторизації?»

Реальний варіант, або ідеальний варіант на практиці - в цьому випадку хтось радить Coral Trace, де ви чули про Vectors, якийсь колега рекомендує третю програму. Ви можете брати участь у форумах, дзвонити постачальникам, отримати демо (чи якусь іншу) версію жаданого векторизатора, відсканувати (більш брудний) малюнок, знайти кнопку автоматичної векторизації, але результат найчастіше розчаровує.

Хто не впадає у відчай, все ж почне читати документацію і дізнається про відмінності між автоматичною та напіваавтоматичною векторизацією, але уникає висновку «Так, ми все це швидше перемалюємо!» дуже важко.

Чи можна було все зробити інакше? Наведемо випадок з практики.

Завдання: Користувачеві терміново потрібно було випустити нову документацію, внісши зміни в існуючий проект на папері.

Умови: обмежений час, відсутність креслярської дошки (а також бажання нею користуватися), наявність сканера та AutoCAD.

Варіант рішення: без векторизатора, без нудного перемальовування:

відскановані зображення завантажені в AutoCAD;

за допомогою команд AutoCAD Imageclip і Imageframe користувач залишав видимими лише незмінні фрагменти зображення;

відсутні частини були намальовані за допомогою інструментів AutoCAD.

Хоча все було якось неромантично і невишукано, але наступного ранку проект був завершений, надрукований, зданий, гроші за нього отримані (як же не зробити!) і продукт випущений.

Щоб відповісти на ці сакраментальні питання, підприємству, яке впритул підійшло до вирішення проблеми використання паперового архіву в САПР, необхідно правильно сформулювати реальні проблеми. Відразу уточнимо один важливий момент: векторизація растрової графіки не є метою, а одним із можливих шляхів вирішення ваших проблем!

Документи скануються та проходять мінімальну первинну обробку. У цьому випадку спотворення усувається і проводиться ретельне (щоб уникнути втрати інформації) очищення від сміття.

Документи хорошої і середньої якості скануються в монохромному режимі і зберігаються в одному з найбільш підходящих для цього форматів - TIFF групи стиснення 4. Документи поганої якості (сині, n-ті копії оригіналів і т. д.) краще сканувати в напівтоновому режимі (256 відтінків сірого). Хоча ці файли значно більші за розміром, ви зберігаєте інформацію, яка може бути втрачена під час монохромного сканування.

Головною помилкою є намагання примусово перевести всі документи, що завантажуються в електронний архів, у векторний формат. Це неправильно з двох причин: по-перше, після векторизації або перемальовування ви отримуєте новий документ з новими помилками і без старих підписів (зауважте, що сканований документ є точною копією того, що був на папері); по-друге, витрачання часу на перемальовування або виправлення результатів векторизації поховає всі добрі наміри переходу на нову технологію.

Не економте на техніці, адже ми не такі багаті, щоб купувати дешево. Поставтеся до покупки сканера серйозно: ознайомтеся з пропонованими моделями, їх характеристиками і т.д. Пам'ятайте, що тільки професійне обладнання забезпечує професійні результати, з якими легко і зручно працювати.

Не намагайтеся сканувати широкоформатні документи на офісних сканерах А4 сумнівного походження. Правда, ці порвані шматки можна «зшити» програмно, але якщо це зробити правильно, то втрата часу і якості дуже скоро зведуть таку економію нанівець.

Не поспішайте сканувати стахановськими темпами! Не забувайте, що надалі вам доведеться працювати зі сканованими документами, а це висуває високі вимоги до якості сканування. Насолоджуйтеся налаштуваннями під час сканування документів різної якості.

Завжди пам'ятайте про співвідношення DPI (оптична роздільна здатність сканування)/розмір файлу.

Чим вище роздільна здатність сканування, тим точніше растрове зображення, більше його розмір і ресурси, необхідні для його обробки. Справжній майстер сканування шукає золоту середину: щоб розмір був справжній і щоб якість збереглася.

При скануванні великої кількості документів однакової якості можна організувати пакетну (автоматизовану) обробку за заданим сценарієм.

Ви можете автоматично реєструвати файли зображень у базі даних (системі документообігу) одночасно зі скануванням.

При організації електронного архіву рекомендується наступне програмне забезпечення:

RasterID 1.1 - для вихідних документів хорошої та середньої якості. Корекція сканованих зображень, пакетна обробка та індексація зображень у міру надходження зі сканера;

Spotlight 5.1 - для вихідних документів різної якості. Корекція сканованих зображень, організація пакетної обробки за заданим сценарієм.

Колишні паперові, а тепер відскановані документи дуже приємно бачити на екрані монітора, але рано чи пізно вам дійсно захочеться з ними попрацювати:

використати готовий фрагмент у новому проекті, внести накопичені зміни, оновити документацію, змінивши номери ГОСТу, дизайн, ім'я та прізвище в штампі тощо.

Можливі варіанти:

Варіант 1 - перемальовування в програмі САПР

Крок 1: висококваліфікований фахівець або студент-практикант починає «галерейну» роботу - перемальовування раніше намальованого (добре, щоб оригінал був на екрані, а не на столі).

Крок 2: необхідно перевірити, чи відповідає новий векторний документ оригінальному (паперовому чи растровому).

Крок 3. Ви можете почати вносити необхідні зміни.

Варіант 2 - векторизація

Крок 1. Векторизація дає задовільні результати лише на якісних малюнках. У всіх інших випадках необхідний етап поліпшення якості та корекції відсканованого зображення.

Крок 2: налаштування та виконання векторизації.

Крок 3: корекція отриманих векторів, перевірка розпізнаних текстів.

Крок 4: перевірте, чи новий документ відповідає вимогам застосування необхідних команд редагування до виділених даних;

Під час побудови нових об'єктів можна використовувати прив'язку об'єктів як до векторних, так і до растрових даних.

Таким чином ви змінюєте, векторизуєте, додаєте лише те, що потрібно змінити, векторизувати чи додати, а інші частини документа залишаються незмінними, що економить ваш час і зайву роботу.

Тепер давайте приблизно порахуємо час, витрачений на один середній аркуш в кожному з розглянутих варіантів:

Перемальовування: перемальовування як таке – 4 години; перевірка відповідності нового документа оригіналу - 15 хвилин; внесення необхідних змін - 30 хв. Разом: 4 години 45 хвилин.

Векторизація: підвищення якості сканованого зображення – 15 хв;
векторизація з попереднім налаштуванням - 15 хв; перевірка та корекція
результатів векторизації – 1 година; внесення змін - 30 хв. Разом: 2 години

Гібридний монтаж: підвищення якості – 15 хв.; внесення змін - 30 хв. Разом:
45 хв.

Залишилося лише помножити витрачений час на кількість аркушів проекту й
отримати цифри, які вводять у стан глибоких роздумів.

Який би варіант ви не вибрали, кінцевим результатом буде той самий проект.
Незалежно від того, чи буде він растровим, векторним чи гібридним, дуже
красивим чи не особливо, за цим проектом у майстерні виготовлятимуть однакові
вироби та виконуватимуть однакові роботи. Якщо ваш клієнт (в тому числі
іноземний) просить надати документацію в електронному вигляді, пам'ятайте, що
електронним є не тільки векторний документ, а й растровий або гібридний!

У далекому від нас світі дизайну іноземні замовники документацію
найчастіше передають у растровому форматі, оскільки за векторний формат, який
є інтелектуальною власністю розробника, замовнику доведеться заплатити
набагато більшу суму.

Для редагування сканованих зображень можна рекомендувати такі програми:

Spotlight 5.1/Spotlight Pro 5.1 - забезпечить корекцію сканованих зображень,
внесення необхідних змін, додавання нових растрових і векторних даних,
вибіркову векторизацію в напівавтоматичному та автоматичному (у версії Pro)
режимах, розпізнавання тексту (у версії Pro) тощо;

RasterDesk 5.1/RasterDesk Pro 5.1 ідеально підходить для користувачів
AutoCAD для роботи з растровою графікою у звичному середовищі проектування.
Векторні операції виконуються засобами AutoCAD; можливості редагування
растру та векторизації такі ж, як і в Spotlight.

Звичайно, є завдання, які вимагають обов'язкової векторизації - повного або
часткового перетворення растрової графіки у векторний формат. До таких завдань

відносяться параметричне та тривимірне моделювання, підготовка даних для верстатів з ЧПК, підготовка даних для створення геоінформаційних систем (ГІС), для отримання тривимірного рельєфу, для моделювання та розрахунків у системах інженерного аналізу тощо.

Сьогодні векторизація стає все більш розумною. Зовсім недавно векторизатор розпізнавав лише елементарні об'єкти (лінії, дуги та полілінії), потім векторизатор став навчальним, а тепер він може розпізнавати растрові символи (наприклад, елементи електричних і технологічних схем). З'явилася програма PlanTracer, яка перетворює результати необробленої векторизації планів поверхів в «розумні» об'єкти (стіни, сходи, двері, вікна) і перетворює 2D-креслення в тривимірну модель.

Векторизація може бути автоматичною або напівавтоматичною. При напівавтоматичній векторизації растрові дані перетворюються послідовно (об'єкт за об'єктом) у векторні об'єкти. Автоматична векторизація дозволяє перетворити все растрове зображення або його виділений фрагмент у векторний формат.

При векторизації картографічних матеріалів майже завжди використовується напівавтоматична векторизація (трассування).

У параметричному та 3D моделюванні дані, отримані за допомогою векторизації, можна використовувати як ескіз. Елементом ескізу слід надати параметричні обмеження та призначити розміри. Автоматична векторизація дає задовільні результати лише на малюнках хорошої та середньої якості. Зображення низької якості перед векторизацією потрібно покращити.

Вирішивши повністю конвертувати скановані зображення у векторний формат, перечитайте розділ про редагування растрових зображень у цій статті.

Не натискайте на «червону кнопку», даючи програмі відскановане вороніння брудніше: на жаль, чудес не буває.

Щоб отримати хороші результати векторизації та розпізнавання тексту, налаштуйте параметри цих операцій якомога точніше та точніше.

Рекомендовані програми для векторизації сканованих зображень

Для цих цілей ми рекомендуємо наступне програмне забезпечення:

Spotlight 5.1/RasterDesk 5.1 - для векторизації та редагування картографічних матеріалів. RasterDesk можна вбудувати в AutoCAD, Autodesk Map і Autodesk Land Desktop;

Spotlight Pro 5.1/RasterDesk Pro 5.1 - для векторизації та редагування машинобудівних, будівельних, архітектурних креслень, схем каротажу свердловин тощо;

PlanTracer 1.0 - для перетворення векторизованих або двовимірних креслень плану поверху в інтелектуальну 3D-модель (може включати модуль векторизації);

Vectory 6.0 - для автоматичної векторизації машинобудівних, будівельних, архітектурних креслень хорошої та середньої якості (програма не призначена для редагування та покращення якості растрів).

Можливо, хтось побачить у наших міркуваннях злий умисел обмовити вже заплановану векторизацію. Це, звичайно, неправда. Повторимо ще раз: при розв'язуванні багатьох задач векторизація необхідна. Мета цієї статті — захистити вас від непотрібної та невиправданої векторизації у випадках, коли це можливо.

Чому так часто, коли йдеться про використання паперових або сканованих документів у САПР, на думку спадає лише векторизація чи перемальовування? Перша причина, здається, полягає в незнанні альтернативних варіантів. Інше треба шукати в звичайній інерції (згадайте, як важко було впроваджувати САПР на наших підприємствах, але зараз ми не можемо уявити, що можна думати і працювати інакше, ніж в AutoCAD, КОМПАС тощо). Тут можна порекомендувати наступне: чітко розділити завдання нового оформлення та редагування документів, раніше створених на папері. Для другого випадку слід зважити різні варіанти, порівняти часові та трудові витрати на їх реалізацію.

Можливим бар'єром також можуть стати рідні контролюючі та архівні служби, які не хочуть приймати документацію, аргументуючи відмову

«підвищеною кудлатістю» растрових ліній: очі звикли до ідеально прямих векторів. Шановні панове, приймаю проектну документацію! Візуальна елегантність – це, звичайно, дуже круто, але повірте: чи танку, чи вагону метро абсолютно байдуже, конструкторська документація на них виконана «кудлатими» або прямими лініями. Якщо вам потрібен проект реставрації даху, навіщо перемальовувати всю будівлю? І звідки, до речі, ці неякісні скановані малюнки? Найчастіше – з власного архіву. Крім того, сучасне програмне забезпечення дозволяє проектувати не тільки векторні, а й растрові та гібридні креслення відповідно до ГОСТу.

Декого може налякати вартість: спочатку обладнання, потім програмне забезпечення. Але коли явно назріла потреба перевести документацію в електронний вигляд, до роботи пускаються звичайні дизайнери... перемальовувати вже намальоване, переробляти вже зроблене. Скільки коштує їхній час?

Хтось виправдовує перемальовування і повну векторизацію гаслом «На майбутнє!», але, можливо, в самому найближчому майбутньому ви станете щасливим володарем професійного сканера і необхідного програмного забезпечення, а ваші фахівці будуть приділяти весь свій час творчій, високооплачуваній роботі, щоб інвестиції окупилися в незаплановані короткі терміни...

Переваги векторних моделей незаперечні: пошарове зберігання інформації; додавання семантики та створення системи гіперпосилань; моделювання та аналіз; тривимірне моделювання; швидке і зручне редагування та інші властивості математичної моделі.

Найбільш продуктивним способом отримання векторної моделі з растру є використання спеціальних програм-векторизаторів. Російська промислова компанія пропонує кілька програм векторизації: CAD Overlay (Autodesk, США), GTXRaster CAD і GTXImage CAD (GTX, США), Easy Trace (Easy Trace Group,

Росія), MapEDIT (Resident, Росія). У цій статті ми наведемо основні характеристики цих програм, а потім докладніше розглянемо кожен з них.

Якість майбутньої векторної моделі визначається на етапі сканування: чим якісніше буде відсканований матеріал, тим легше з ним буде працювати і тим швидше і якісніше буде виконана векторизація. Легкі растри з роздільною здатністю 200-400 dpi добре обробляються. Сканування креслень і планшетів можна виконувати на сканері будь-якого розміру, оскільки програми дозволяють «зшивати» растри. Векторизатори працюють не тільки з монохромними, але і з кольоровими зображеннями та фотографіями.

Загальний функціонал програм векторизації: завантаження растру в графічних форматах, налаштування системи координат, трансформація, обрізка та обертання растру. Крім того, вирівнювання в межах 10° може виконуватися автоматично. Потім растрове зображення можна масштабувати, переміщувати, копіювати, відображати, зшивати окремі растрові масиви, зберігати та виводити на зовнішні пристрої. Растр можна очистити від дрібних частинок - «бруд», заповнити невеликі прогалини в растровому зображенні, згладити «зазубрини», а також частково видалити растр. Редагування растру – це малювання растрових примітивів та операції з растровими об'єктами (копіювання, переміщення, обертання, видалення тощо). Растрову та пізнішу векторну моделі можна масштабувати відповідно до розмірів, доступних на кресленні. Також виконується зворотне перетворення – векторної графіки в растрову.

Програма Easy Trace призначена для роботи з растровими картографічними зображеннями. Векторизація виконується в напівавтоматичному режимі. Трасувальник автоматично розпізнає та векторизує вибрані контури (контури, пунктирні або пунктирні лінії), площі та точкові об'єкти. Автоматично перевіряється топологія (пошук помилок – незамикання, перекриття тощо), можна створювати класифікатори та зв'язувати семантичну інформацію. Програма повністю русифікована.

Обробка кольорового растру та кольороподіл виконується в програмі Rainbow, яка спочатку була створена як модуль Easy Trace, і наразі може використовуватися локально для підготовки кольорових растрів для подальшої векторизації в інших пакетах.

Програма MapEDIT призначена для створення та редагування цифрових векторних карт із растрових зображень. У MapEDIT PRO додана можливість фотограмметричної обробки зображень.

CAD Overlay – це гібридний редактор, який розширює можливості AutoCAD і застосовний як для креслень, так і для планів і карт. Має зручний інструмент для трасування примітивів САПР (ліній, поліліній, дуг, кіл), плавних контурів тощо. Дозволяє векторизувати монохромні, кольорові та сірі зображення (фото). Підтримує 3D моделювання.

Програмне забезпечення GTX є найповнішим із усього спектру векторизаторів. Серія GTXRaster CAD працює на платформі AutoCAD, GTXImage CAD є локалізованою програмою. Обидва продукти абсолютно ідентичні. Відмінні риси векторизаторів GTX:

- автоматична та напіваавтоматична векторизація;
- розпізнавання растрового тексту (з налаштуванням під користувача, включаючи кириличний і рукописний текст);
- розширені можливості для інтелектуального розпізнавання растрових об'єктів (ліній, кіл, дуг), їх сегментів, тексту, а також інтелектуальної прив'язки до растру (перетинів, кінців ліній, центрів фігур);
- зручні інструменти растрового та векторного редагування: вирізання та доведення лінії до перетину з об'єктом; автоматичний поворот ліній по горизонталі/вертикалі; приведення кіл до єдиного центру або радіуса; виставлення оцінок в напіваавтоматичному режимі.

За результатами векторизації можна побудувати тривимірну модель.

Висновки. Підсумовуючи, хотілося б відзначити, що хоча пакетна векторизація вимагає редакційної роботи, з точки зору продуктивності вона має величезну перевагу перед ручним оцифруванням і повторним створенням моделі. Векторизацію можна виконувати поступово, якщо це необхідно та можливо; в цьому випадку гібридна (растрово-векторна) модель вже почне працювати у вас. Головне, що тепер ваш архів можна зберігати в електронному вигляді, він зручно структурований, надійно захищений, компактний, а матеріали сподобаються будь-якому замовнику.

Список використаних джерел

1. Мацулевич О. Є. Застосування спеціалізованої PLM-системи Technologi CS при розробці автоматизованої системи ведення конструкторсько-технологічних баз даних підприємства сільськогосподарського машинобудування. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2024. Вип. 24, т. 1 <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-1-13>
2. Мацулевич О. Є., Вершков О. О. Вдосконалення методики контролю якості розробки управляючої програми із застосуванням симулятора роботи токарного верстата з ЧПУ. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2024. Вип. 24, т. 2. <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-2-12>