

*Хмельницький національний університет*

## РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ РАСТРОВИХ КРЕСЛЕНЬ НА БАЗІ НЕЙРОННИХ СХЕМ

*У статті запропоновано нову ефективну технологію автоматизованого розпізнавання відсканованих креслень, що базується на поетапному підході до розпізнавання графічних зображень із застосуванням нейросхемних алгоритмів.*

*In article it is offered new effective technology of the automated recognition of the scanned drawings which is based on the stage-by-stage approach to recognition of graphic representations with application neuroschem algorithms.*

Трансформація паперових креслень у електронні аналоги виступає обов'язковою проміжною ланкою між паперовим і електронним етапами документообігу в області застосування САПР, причому її вплив поширюється на всі види робіт із кресленнями – модифікація, зберігання, тиражування й ін.. Розробка технології перетворення паперових креслень у електронні аналоги допоможе зняти існуючі базові протиріччя й перевести вищенаведені види робіт із кресленнями на єдину базу [1].

Єдиним можливим варіантом трансформації паперових креслень у електронні креслення є їх розпізнавання. На сучасному етапі не існує технологій, що здатні ефективно розпізнавати відскановані креслення, оскільки, на відміну від інших областей розпізнавання, креслення містять кілька різних класів образів (символи, лінії, таблиці й ін.), одночасне розпізнавання та класифікація яких на сучасному науковому рівні неможливі.

Виходячи з необхідності подолання існуючих перешкод у напрямку розпізнавання креслень та актуальності даної проблеми, завдання розробки ефективної технології гнучкого автоматизованого розпізнавання відсканованих креслень є важливим і перспективним.

Оскільки об'єкти на кресленні є неоднорідними образами, то було проведено їх класифікацію (Таблиця 1). У зв'язку із відсутністю співпадань по жодній із категорій (тип елементу, склад типу елементу, тип образу, масштаб образу), автором було висунуто думку про ефективність поетапного розпізнавання креслень. При цьому головним критерієм черговості було визначено можливість розпізнавання відповідного шару на поточному етапі.

**Таблиця 1 – Класифікація основних елементів креслень як образів**

Тип елементу	Склад типу ел-ту	Тип образу	Масштаб образу
Таблиці	таблиці, лінії	векторний	глобальний
Символи	розміри, надписи, позначення	каталоговий (алфавітний)	локальний
Позначення	спеціальні символи	каталоговий (спеціальний)	локальний
Види	лінії + позначення	каталоговий (спеціальний)	локальний зв'язаний
Розміри	лінії + позначення	векторний + каталоговий (алфавітний)	варіантний
Лінії симетрії	лінії	векторний	варіантний зв'язаний
Лінії креслення	лінії	векторний змінний	варіантний
Окремі малі деталі креслення	спеціальні символи	каталоговий (спеціальний) змінний	локальний
Вирізи	лінії + області	векторний	варіантний зв'язаний

Було розроблено стратегію розпізнавання, що складається з наступних етапів:

1. Попередня обробка зображення (підготовка зображення до розпізнавання).
2. Обробка допоміжної інформації й розмітки (залишає тільки креслення).
3. Розпізнавання креслення (розпізнавання усіх ліній).

В якості інструменту розпізнавання було використано нейронні схеми [2], які вже зарекомендували себе як ефективна технологія розпізнавання образів [3].

**Попередня обробка зображення.** На першому етапі проводяться наступні дії:

1. *Усунення частини шумів* шляхом обмеження діапазону сприйманих яркостей (до 16 кольорів) за допомогою стандартних процедур.
2. *Відділення фону від образів* шляхом зведення частини пікселів певних кольорів до фонового кольору й ідентифікація пікселів, що залишилися, як образу. В результаті відбувається умовна бінаризація зображення. Визначення кольорового розподілу може бути як діалоговим, так і автоматизованим (адаптивним).
3. *Пошук довгих ліній по краях* (рамок креслення) за допомогою батареї горизонтальних трансфасеткових векторів [3]. Вирівнюючи зображення по рамках креслення, проводиться корекція кута креслення. Після чого розпізнається (як набір ліній) і відділяється рамка креслення.
4. *Обрізка країв зображення*, що мають колір фону. Обрізка країв виконується за допомогою батареї горизонтальних трансфасеткових векторів [3], які визначають крайні точки об'єкту, що залишився, у горизонтальній та вертикальній площинах.

**Обробка допоміжної інформації й розмітки.** В результаті виконання цього етапу відділяються залишає тільки креслення;

1. *Обрізка видів.* Убираються об'єкти „вид” з розпізнаванням букви-визначника й запам'ятовуванням точки розрізу. Виконується для нормальної площини креслення й під кутом  $90^\circ$ . Кут розміщення видів визначається шляхом координації парних елементів об'єкту „вид”. Даний етап використовує метод пробіжки рецепторною областю по всій області розпізнавання.
2. *Обрізка розмірів.* Розпізнається й запам'ятовується текстова (цифрова) інформація розмірів. Проводиться для нормального положення креслення й під кутом  $90^\circ$ , після чого розміри відділяються. Ключем пошуку слугують стрілки з упором на об'єктах „лінія”. Виконується шляхом півкрокової пробіжки оком по всій області розпізнавання. Шуканий параметр – цифри розмірів, їхня позиція й враховується градус  $0/90^\circ$ .
3. *Розпізнавання відділених рамок креслення.* При цьому визначаються лінії таблиці (тільки прямі лінії, для запам'ятовування координат стиків). Цифри не включаються, тому що не мають координат стиків із таблицями.
4. *Обрізка написів.* Виконується аналогічно процедурі обрізки розмірів, але без ключів пошуку в якості стрілок з упором. Розділення двох процедур дозволяє розділити довільні написи на кресленні від цільових написів – розмірів.

**Розпізнавання всіх ліній.** Мета процедури – розпізнаються всіх ліній креслення. Для цього сенсорна розрахункова область рухається рядками по робочій області (аналогічно рецепторній області). При фіксації образу виконується правило ведення лінії. Після чого сенсорна область зміщується на 1 елементарну розмірну одиницю (крок) вправо й проводиться новий огляд області на предмет фіксації образу. Дана процедура базується на багаторазовому виконанні наступних правил;

1. *Правило пам'яті ліній:* Розпізнані лінії запам'ятовуються як ланцюжки координат, а також товщина лінії. При перевірці на розпізнаваність, нова координата перевіряється на включення в діапазон будь-яких послідовних дублів координат усередині всіх відомих ланцюжків.
2. *Правило ведення лінії:* Після фіксації образу проводиться радіальний огляд. Коли фіксується продовження образу – лінія, вона перевіряється на популярність (чи розпізнана вона раніше). Якщо вже розпізнана, то радіальний огляд продовжується до  $91^\circ$ . Якщо не розпізнана, то лінія інтерпретується як нова й розпізнається. Лінія ведеться математичним розрахунком (пошук фіксованих координат обчисленням перевірочних координат), якщо він не дає результату (лінія закінчилась чи змінила напрям) – проводиться радіальний огляд.
3. *Правило товщини лінії:* Оскільки лінія може мати різну товщину, то товщина лінії визначається як товщина розпізнаваного об'єкта, перпендикулярно напрямку лінії. Активна координата лінії – посередині товщини (якщо це не стик), перевірочна координата лінії – у діапазоні середини лінії в полі  $1/2$  її товщини.
4. *Правило напрямку лінії:* Лінія може обриватися, зводитися, перетинати іншу лінію або повертати. Дане правило виводить лінії як ланцюжки координат (мінімум 2 координати) й виконується за наступним набором підправил:
  - a.) Прямота лінії визначається через рівні малі проміжки ( $1/2$  її товщини) математично по координатах. Якщо розрахункова активна координата в рамках фактичної перевірочної, то лінія усе ще пряма.
  - b.) Якщо товщина лінії істотно зростає, то має місце перетинання. Якщо лінія не триває за перетином у розрахунковому напрямку й із поточною товщиною, то вона зводиться в перетинання (закінчується). Інакше – триває (є перетинання).
  - c.) Якщо лінія не міняє товщини, але розрахункова активна координата виходить за рамки фактичної перевірочної, то лінія повертає. У ланцюжок розмірів лінії додається новий розмір.
  - d.) Якщо фактичні перевірочні координати лінії зводяться до вже фіксованих, у т.ч. й координатам цієї лінії, значить лінія обривається.
  - e.) Якщо перевірочні координати зводяться до фіксованих координат іншої розпізнаної лінії, то розглянута лінія втікає в неї, ланцюжок координат додається зі сторони фіксації.

Оскільки метою застосування розгляданого методу є створення єдиного електронного креслення, було використано наступну послідовність зборки креслення:

1. *Збірка креслення:*
  - a.) Прорисовуються всі лінії згідно їхньої товщини й ланцюжків координат.
2. *Розміри й види:*
  - a.) Проставляються текстові мітки з розмірами.
  - b.) Проставляються парні лінії розрізу й текстові мітки видів.
3. *Рамки й таблиця:*
  - a.) Додається з заготовки або прорисовується загальна таблиця креслення.
  - b.) У нижній правий кут (точку із числа координат ліній з максимальним значенням координат) додається таблиця з розпізнаних раніше прямих ліній згідно їхніх дублів координат.
  - c.) Проставляються текстові мітки написів у таблиці згідно їхніх координат.

Таким чином, у статті запропоновано нову ефективну технологію автоматизованого розпізнавання відсканованих креслень. Наукова та практична цінність результатів поетапного підходу до розпізнавання графічних зображень із застосуванням нейросхемних алгоритмів надає підставу для його перспективного розвитку та застосуванню в інших областях комп'ютерних технологій.

### **Література**

1. Новиков В.Я., Сагайда И.М., Сагайда П.И. К вопросу о построении корпоративной информационно-управляющей системы многопрофильного предприятия // Труды 1-й международной конференции "Современные технологии и ресурсоэнергосбережения". Вып.№2. Партенид, 1997. – С. 9–11.
2. Мазурець О.В. Застосування нейросхемних технологій для мультикоефіцієнтної оптимізації проектування технологічних процесів виготовлення деталей машин // Збірник наукових праць за матеріалами науково-технічної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних технологій 2006». Хмельницький – 2006. – С.15-23.
3. Ковальчук С.С., Рыбак Л.П., Мазурець А.В. Создание системы для распознавания рукописных текстов на базе нейронных схем // Сборник трудов Международной научной конференции «Нейросетевые технологии и их применение». Краматорск – 2004. – С.89–103.