

СЕГМЕНТАЦІЯ ЗОБРАЖЕНЬ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ

У статті ми використовуємо генетичні алгоритми для розв'язання проблеми сегментації зображень, яка є вирішальним етапом у процесі оброблення та аналізу зображень. Сегментація зображення – це процес розбиття одного зображення на множини сегментів, де сегменти вже більш репрезентативні та зручніші для дослідження. Як деталі можна використовувати окремі поверхні або предмети. Процес сегментації зображень застосовують для визначення об'єктів та їхніх меж. Сенс використання генетичних алгоритмів полягає у тому, що кожен піксель групується в інші пікселі за допомогою функції відстані на основі як локальних, так і глобальних уже обчислених сегментів. Майже кожен алгоритм сегментації зображень містить параметри, які використовують для управління результатами сегментації; генетична система може динамічно змінювати параметри для досягнення найкращих показників. Як і в послідовності зображень, для оптимізації декількох параметрів у процесі застосовували багатоцільові генетичні алгоритми, за допомогою яких можна знайти різноманітну колекцію рішень із більшою кількістю змінних. Описано додаток, який дає змогу сегментувати зображення з використанням генетичних алгоритмів без потреби попереднього тренування моделі на великому масиві даних.

Ключові слова: оброблення зображень, сегментація зображень, генетичні алгоритми.

Вступ

Сегментація зображень є основною складовою оброблення та аналізу зображень. У статті розглянуто процес поділу зображення на декілька сегментів – на репрезентативні та простіші для аналізу частини. Такі частини можуть бути окремими поверхнями або об'єктами зображення. Сегментація зображень – це процес, який використовується для пошуку об'єктів та їхніх меж (наприклад, ліній або кривих).

Генетичні алгоритми – це стохастичні методи пошуку, принципи роботи яких взято з генетичних законів, природного відбору та еволюції організмів. Найпривабливіша їх характеристика – здатність вирішувати складні проблеми комбінаторного пошуку ефективно, оскільки паралельне дослідження рішень значною мірою усуває можливість залишитись на локальному оптимальному рішенні, а не знайти глобальне.

Основний сенс використання генетичних алгоритмів – це групування пікселів з іншими пікселями.

У цій статті описано генетичні алгоритми для розв'язання проблеми сегментації зображення й обрано відповідний актуальний алгоритм.

Генетичні алгоритми

У генетичних алгоритмах [1] кожне можливе рішення у популяції біологічного індивіда коду-

ється у так званій хромосомі. Певна кількість хромосом утворює «популяцію». Структура для кожної особи може бути представлена у вигляді рядка символів, які зазвичай є двійковими цифрами або дійсними числами. Хромосоми обмінюються даними з іншими, і кожній хромосомі надається оцінка придатності відповідно до того, наскільки добре вирішується проблема на основі цієї функції придатності. Рішення вибирають, порівнюючи, наскільки конкретна хромосома підходить для вирішення задачі. Оптимальні рішення використовують для побудови нових рішень, сподіваючись, що нові рішення стануть кращими, ніж старі. Отже, вся популяція рухається, як одна група, до оптимального розв'язання проблеми. У кожному поколінні кожна хромосома оцінюється та поєднується з іншими на основі її відповідності. Хромосома відбирається для рекомбінації пропорційно до її відповідності. Нові рішення створюються за допомогою кросинговеру та мутацій.

Кросовер вибирає випадкове розташування у генетичному рядку батьків (точка перетину), об'єднуючи початковий сегмент одного з батьків із кінцевим сегментом другого з батьків, щоб створити нову особу. Друга особа одночасно генерується за допомогою сегментів, які залишилися від двох батьків. Мутація передбачає випадкові порушення в операції кросоверу шляхом інвертування одного або декількох генетичних елементів під час розмноження.

Генетичні алгоритми для сегментації зображень

Сенс використання генетичних алгоритмів полягає у тому, що кожен піксель групується в інші пікселі за допомогою функції відстані на основі як локальних, так і глобальних уже обчислених сегментів. Майже кожен алгоритм сегментації зображень має параметри, які використовують для контролю результатів сегментації; генетична система може динамічно змінювати параметри для досягнення найкращих показників [2].

Процес сегментації зображення в генетичних алгоритмах можна описати так:

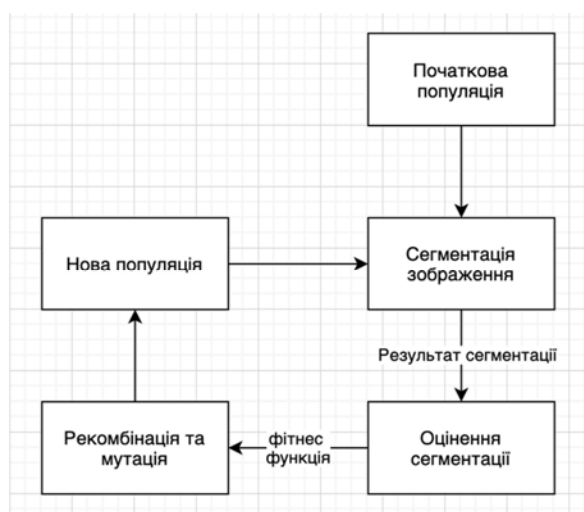


Рис. 1. Схема сегментації зображення у генетичних алгоритмах

Критерії сегментації

Потрібно одночасно оптимізувати критерії сегментації, а саме – граничне значення, зв’язок і загальне відхилення.

Визначимо множину всіх сегментів C і позначимо конкретний сегмент як C . Отже, пікселі $k \in C$ індексуються $i \in \{1, \dots, N\}$, де N – кількість пікселів на зображенні. Призначаються всі пікселі до відрізка, тобто $\exists C$. Середнє значення кольору кожного пікселя в сегменті позначається центроїдом, $k : i \in C \mu$ для сегмента. Набір сусідів пікселя позначається пікселем.

1. Граничне значення є мірою різниці меж між сегментами. Воно підлягає максимізації та визначається як:

$$\sum_{i=1}^N (\sum_{j \in Fi} Xi, j),$$

де $Xi, j = \{dist(i, j) \text{ або } 0\}$.

Автор [3] використовував кольоровий простір RGB, тому відстань є

$$dist(i, j) = \sqrt{R^2 i, j + G^2 i, j + B^2 i, j}.$$

2. Міра зв’язку оцінює ступінь, до якого сусідні пікселі були розміщені в тому самому сегменті.

Міра зв’язку

$$\sum_{i=1}^N (\sum_{j \in Fi} Xi, j),$$

де $Xi, j = \{1/Fi(j) \text{ або } 0\}$.

повертає міру зв’язку пікселю j до пікселю i .

3. Загальне відхилення є мірою «подібності» (однорідності) пікселів у тому самому сегменті. Ця міра показує компактність сегментів, надаючи загальну суму для всіх сегментів відстані між кожним пікселем і центральним значенням відповідного сегмента, якому вони належать.

Загальне відхилення:

$$\sum Ck \in C \sum i \in Ck dist(i, \mu k),$$

де C – набір усіх сегментів, k – середнє значення пікселів у сегменті C , $dist()$ – функція відстані.

Оцінювання сегментації

Щоб оцінити якість рішення для сегментації, застосовують індекс ймовірнісного Ранда залежно від обраного алгоритму. Було розглянуто декілька алгоритмів сегментації: NSGA-II, SPEA, PAES.

Сегментація зображення

Усі зображення було поділено на дві сегментації. На рисунку 2 можна побачити початкове зображення обране для сегментації. На рисунку 3 та рисунку 4 ми бачимо результати роботи алгоритму з чорно-білим та кольоровим результатом відповідно. Рисунок 5 є другим прикладом роботи алгоритму й відповідно до першого прикладу має два результати перший в чорно-білому на рисунку 6 та в кольоровому на рисунку 7.



Рис. 2. Приклад 1

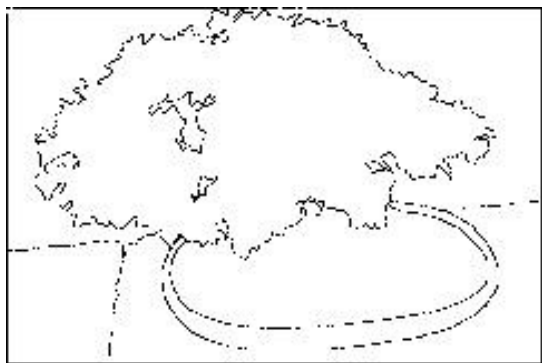


Рис. 3. Сегментація кінцева. Приклад 1

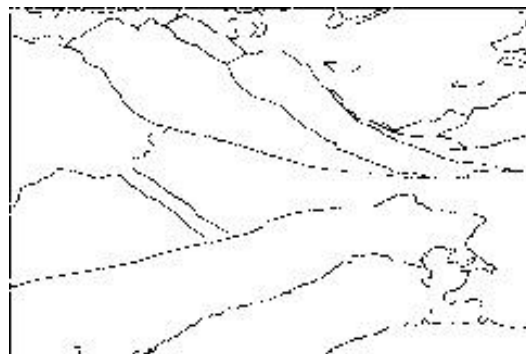


Рис. 6. Сегментація кінцева. Приклад 2

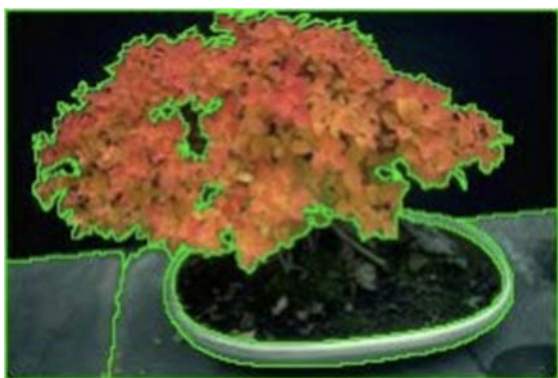


Рис. 4. Сегментація кінцева. Приклад 1, зелений контур



Рис. 7. Сегментація кінцева. Приклад 2, зелений контур



Рис. 5. Приклад 2

Висновок

Було розроблено додаток, який дає змогу сегментувати зображення з використанням генетичних алгоритмів без потреби попереднього тренування моделі на великому масиві даних. Розглянуто принципи роботи генетичних алгоритмів для сегментації зображення, критерії сегментації та порівняно декілька алгоритмів сегментації зображення.

Генетичні алгоритми є зручним інструментом для оброблення зображення, якщо немає якісного, розміченого масиву даних, що є результатом довгої роботи багатьох дослідників або інвестування великих грошей для отримання масиву даних із зовнішніх джерел.

Список літератури

1. Goldberg D. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning / D. Goldberg. – New York : Addison-Wesley, 1989.
2. Ripon Kazi Shah Nawaz. A Multi-objective Evolutionary Algorithm for Color Image Segmentation / Kazi Shah Nawaz Ripon, Lasker Ali, Sarfaraz Newaz, Jinwen Ma // Lecture Notes in Computer Science. – 2017.
3. Wyszecki Gunther. Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae / Gunther Wyszecki, W. S. Stiles. – 2nd Edition. – Wiley Interscience, 2000.

References

- Goldberg, D. (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*. New York: Addison-Wesley.
- Ripon, Kazi Shah Nawaz, Ali, Lasker, Newaz, Sarfaraz, & Ma, Jinwen. (2017). A Multi-objective Evolutionary Algorithm for Color Image Segmentation. *Lecture Notes in Computer Science*.
- Wyszecki, Gunther, & Stiles, W. S. (2000). *Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae*. 2nd Edition. Wiley Interscience.

S. Gorokhovskiy, A. Moroz

IMAGE SEGMENTATION USING GENETIC ALGORITHMS

Image segmentation is a crucial step in the image processing and analysis process. Image segmentation is the process of splitting one image into many segments. Image segmentation divides images into segments that are more representative and easier to examine. Individual surfaces or items can be used as such pieces. The process of image segmentation is used to locate objects and their boundaries.

Genetic algorithms are stochastic search methods, the work of which is taken from the genetic laws, natural selection, and evolution of organisms. Their main attractive feature is the ability to solve complex problems of combinatorial search effectively, because the parallel study of solutions, largely eliminates the possibility of staying on the local optimal solution rather than finding a global one.

The point of using genetic algorithms is that each pixel is grouped with other pixels using a distance function based on both local and global already calculated segments. Almost every image segmentation algorithm contains parameters that are used to control the segmentation results; the genetic system can dynamically change parameters to achieve the best performance.

Similarly to image sequencing, to optimize several parameters in the process, multi-targeted genetic algorithms were used, which enabled finding a diverse collection of solutions with more variables. Multi-targeted Genetic Algorithm (MTGA) is a guided random search method that consists of optimization techniques. It can solve multi-targeted optimization problems and explore different parts of the solution space. As a result, a diversified collection of solutions can be found, with more variables that can be optimized at the same time. In this article several MTGA were used and compared.

Genetic algorithms are a good tool for image processing in the absence of a high-quality labeled data set, which is either a result of the long work of many researchers or the contribution of large sums of money to obtain an array of data from external sources.

In this article, we will use genetic algorithms to solve the problem of image segmentation.

Keywords: image processing, image segmentation, genetic algorithms.



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Матеріал надійшов 10.06.2021