

Krzysztof Stole

Wydział Elektroniki i Informatyki

Politechnika Koszalińska

Zastosowanie algorytmu genetycznego do tworzenia portretów pamięciowych

Słowa kluczowe: algorytm genetyczny, tworzenie portretu pamięciowego

1. Wstęp

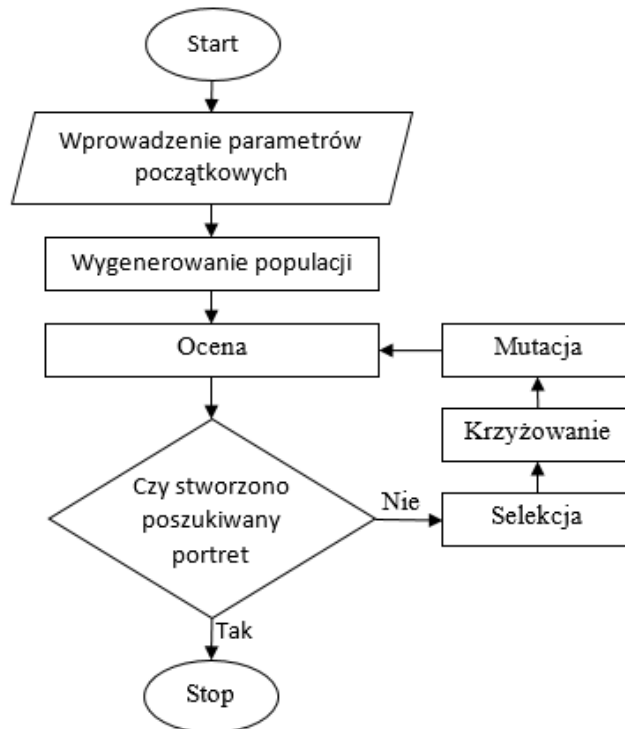
Początkowo przestępców rozpoznawano na podstawie twarzy, postawy oraz innych charakterystycznych cech. Z powodu braku technik utrwalających wygląd sprawców, policjanci musieli polegać na własnej spostrzegawczości i zdolności zapamiętywania. W latach 80. XIX wieku Alfonse Bertillon stworzył antropometryczną kartotekę, składającą się z danych takich jak wzrost, wysokość osoby siedzącej, rozwartość ramion, długość i szerokość głowy, szerokość twarzy, długość i szerokość prawego uda, długość lewego przedramienia, lewej stopy, średniego i małego palca lewej ręki. W Lyonie w 1952 r. powstał pierwszy portret składany. Zdjęcia o wymiarach 13 cm x 18 cm cięto w poprzek tak, by uzyskać obraz poszczególnych części twarzy, takich jak włosy, czoło, brwi, oczy, nos, usta i broda. Z powstałych w ten sposób fragmentów twarzy świadek składał wizerunek sprawcy [1].

Mimo iż portret pamięciowy jest jedną z najstarszych metod badawczych stosowanych w kryminalistyce, to w dalszym ciągu stworzenie takiego, który w odpowiednim stopniu odzwierciedla rzeczywisty wygląd opisywanej osoby, sprawia dużą trudność.

Podczas identyfikacji sprawców przestępstw przez naocznych świadków najważniejszą rolę odgrywa:

- rozpoznawanie twarzy – umiejętność odpowiedzi na pytanie: czy oraz kiedy i gdzie dana osoba została poznana,

iteracyjnej okazuje się zbyt mała. Do rozwiązania tego problemu zastosowany został algorytm genetyczny. Umożliwił on przeszukanie przestrzeni alternatywnych rozwiązań i wyszukanie odpowiednio dobrego rozwiązania, czyli wygenerowanie portretu pamięciowego który w wystarczająco dużym stopniu odwzorowuje wygląd poszukiwanej osoby. Schemat zaimplementowanego algorytmu został przedstawiony na poniższym rysunku (Rysunek 1).



Rysunek 1. Schemat algorytmu genetycznego

Podstawowe pojęcia:

Gen – pojedyncza cecha osobnika reprezentowana przez obraz przedstawiający część twarzy.

Chromosom – uporządkowany ciąg genów. Zbiór wszystkich części twarzy.

Osobnik – pojedyncza propozycja rozwiązania problemu. Jest on zakodowany przez 1 chromosom. Przedstawia portret pamięciowy.

Populacja – zbiór osobników o określonej liczebności.

W parametrach początkowych ustalane są cechy generowanego portretu pamięciowego oraz parametry algorytmu genetycznego. Użytkownik wprowadza płeć poszukiwanej osoby oraz określa czy portret pamięciowy ma zawierać elementy twarzy takie jak włosy, wąsy, broda. W zależności od wartości ustalonych na tym etapie, chromosom zawiera od 6 do 9 genów, które reprezentują poszczególne elementy twarzy. Podczas ustawiania parametrów algorytmu genetycznego określany jest sposób selekcji, liczebność populacji, procentową wartość współczynnika krzyżowania oraz procentowy udział osobników powstałych w wyniku mutacji.

Funkcja oceny ma na celu przypisanie wartości liczbowej, która określa przystosowanie każdego osobnika populacji. Użytkownik przy użyciu dziesięciopunktowej skali, ocenia podobieństwo wygenerowanego portretu do poszukiwanego wizerunku sprawy.

Selekcja polega na wybraniu z populacji tych osobników, które będą brały udział w krzyżowaniu oraz mutacji. Podobnie jak w naturalnej selekcji, osobniki z większą wartością funkcji przystosowania, mają większe szanse na przejście do etapu krzyżowania. Selekcja w zależności od ustawień początkowych odbywa się jedną z trzech metod:

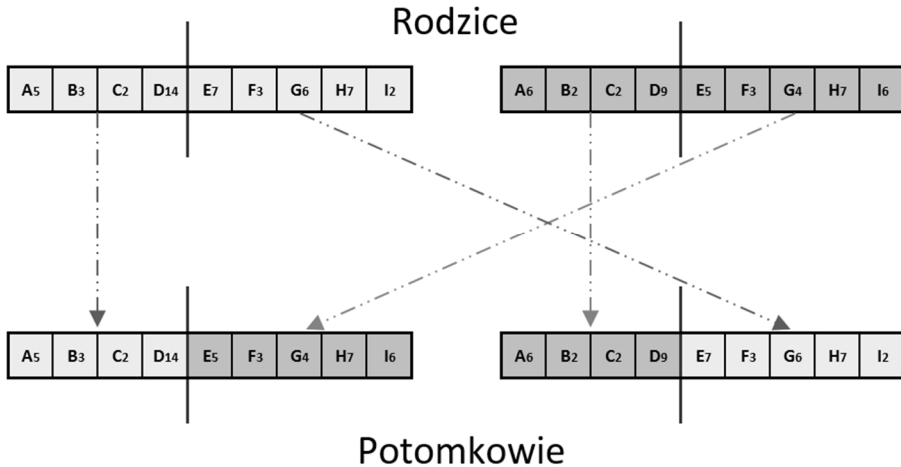
- Ranking – osobniki sortowane są malejąco według wartości jaką otrzymały w funkcji oceny. Pierwszy na liście przypisany jest do grupy biorącej udział w krzyżowaniu.
- Turniej – w sposób losowy wybieranych jest kilka osobników z populacji. Najlepszy z nich przypisywany jest do grupy biorącej udział w krzyżowaniu.
- Ruletka – losowany jest osobnik z prawdopodobieństwem równym ilorazowi funkcji oceny do sumy wartości funkcji oceny wszystkich osobników populacji.

Proces powtarzany jest do osiągnięcia żądanej liczby osobników, która wynika z iloczynu współczynnika krzyżowania i liczebności populacji.

Zadaniem operacji krzyżowania jest wymiana informacji zapisanych w genach pomiędzy osobnikami. W opisywanym algorytmie zastosowane zostało

krzyżowanie jednopunktowe. Proces krzyżowania można podzielić na następujące etapy:

- Losowy wybór par chromosomów.
- Wyznaczenie punktu krzyżowania – w sposób losowy, w tym samym miejscu dla obydwu chromosomów.
- Wymiana genów pomiędzy chromosomami



Rysunek 2. Schemat krzyżowania jednopunktowego

Chromosomy biorące udział w krzyżowaniu wybierane są w sposób losowy z grupy osobników powstałej w wyniku selekcji. W wyniku procesu krzyżowania tworzona jest nowa populacja składająca się z unikalnych osobników [6]. W przypadku gdy urozmaicenie populacji jest na tyle niskie, że w wyniku krzyżowania nie da się stworzyć określonej liczby unikalnych osobników potomnych, losowy osobnik z grupy biorącej udział w krzyżowaniu zostaje poddany mutacji.

Zadaniem operatora mutacji jest zapewnienie zmienności chromosomów, czyli stworzenie możliwości wyjścia procedury optymalizacji z ekstremów lokalnych funkcji przystosowania [7].

Proces mutacji można podzielić na następujące etapy:

- Losowy wybór osobnika z populacji powstałej w wyniku krzyżowania

- Wylosowanie genu
- Przypisanie nowego wzorca wylosowanego z bazy.

Liczba osobników poddawanych mutacji jest wyliczana na podstawie danych wprowadzonych w parametrach początkowych.

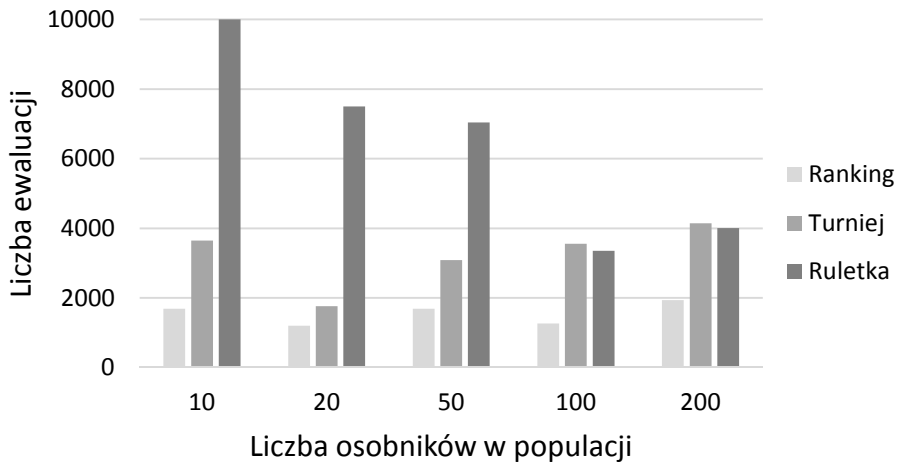
3. Badania ustawień algorytmu genetycznego

Celem przeprowadzonych badań jest minimalizacja liczby ewaluacji niezbędnej do wygenerowania poszukiwanego portretu pamięciowego. W opracowanej metodzie komputerowej wykorzystującej algorytm genetyczny do odtwarzania portretu pamięciowego każdy wygenerowany osobnik jest oceniany przez człowieka. Z tego powodu bardzo istotne jest ustalenie parametrów algorytmu genetycznego umożliwiających stworzenie portretu pamięciowego przy jak najmniejszej liczbie ocenianych wizerunków.

Poszukiwany portret pamięciowy został ustalony w sposób losowy z elementów znajdujących się w bazie wzorców. Przedstawia on twarz mężczyzny nieposiadającego wąsów i brody. Liczebność bazy wzorców umożliwia stworzenie ponad 450 milionów unikalnych wizerunków. W przeprowadzonych badaniach każdy z wygenerowanych osobników został poddany funkcji oceny. Jej zadaniem jest przydzielenie wartości liczbowej z przedziału od 0 do 9 każdemu wygenerowanemu osobnikowi proporcjonalnie do liczby genów odpowiadających cechom poszukiwanego portretu pamięciowego. Najmniejsza wartość przydzielona jest w przypadku gdy żaden z genów ocenianego osobnika nie odpowiada genom poszukiwanego portretu pamięciowego, zaś największa osobnikowi którego wszystkie cechy są tożsame z genami szukanego portretu. Dla każdego z ustawień algorytmu genetycznego przeprowadzonych zostało 5 badań. Przedstawione wyniki przyjmują uśrednione wartości z przeprowadzonych badań.

3.1. Wyznaczenie sposobu selekcji

Poniższy wykres (Rysunek 3) przedstawia zależność liczby ewaluacji od liczebności populacji dla trzech rodzajów selekcji. Współczynnik krzyżowania wynosi 50%, wartość mutacji 20%.



Rysunek 1. Wykres zależności liczby ewaluacji od liczebności osobników w populacji

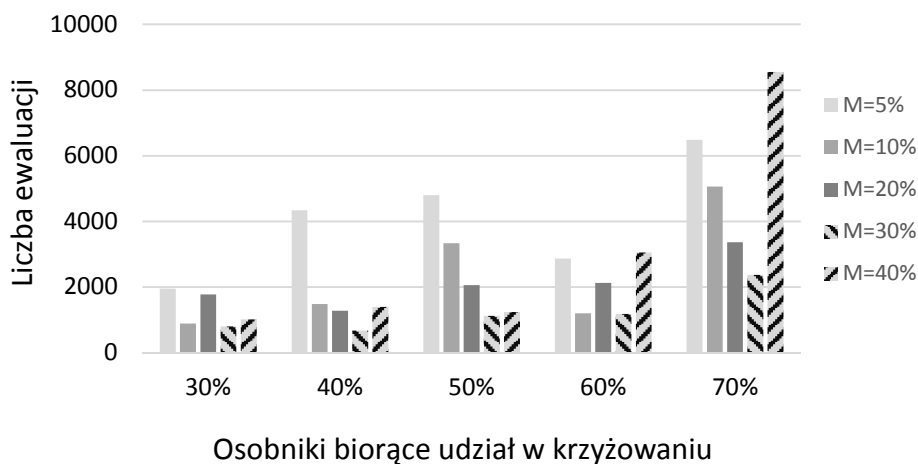
Wnioski:

1. Spośród trzech typów selekcji liczba ocenionych wizerunków niezbędna do wygenerowania poszukiwanego portretu pamięciowego jest najmniejsza dla selekcji rankingowej.
2. Optymalna liczebność populacji dla selekcji rankingowej wynosi 20 osobników.

3.2. Wyznaczenie liczebności populacji, współczynnika krzyżowania oraz mutacji

Po analizie wyników badań przedstawionych w punkcie 3.1 badania mające na celu wyznaczenie współczynnika krzyżowania oraz procentowy udział w populacji osobników powstałych w wyniku mutacji zostały przeprowadzone dla selekcji rankingowej oraz populacji liczącej 10, 20 oraz 50 osobników. Większa liczebność populacji mogłaby doprowadzić do obciążenia poznawczego.

Poniżej w formie wykresów przedstawione zostały wyniki przeprowadzonych badań.

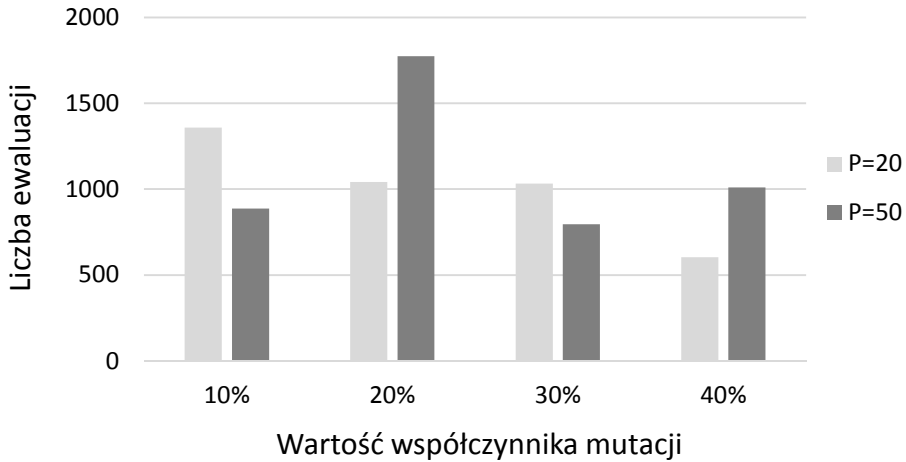


Rysunek 6. Wykres zależności liczby ewaluacji od współczynnika krzyżowania dla populacji liczącej 50 osobników

Wnioski:

1. Liczba ewaluacji przyjmuje najmniejsze wartości dla współczynnika krzyżowania wynoszącego 30%.
2. Najlepsze wyniki osiągnęte są dla populacji liczącej 20 i 50 osobników.
3. Współczynnik mutacji powinien przyjmować wartość z zakresu 10-40%.

Na poniższym wykresie (Rysunek 7) przedstawione zostały wyniki badań dla ustawień algorytmu genetycznego opisanych we wnioskach.



Rysunek 7. Wykres zależności liczby ewaluacji od wartości współczynnika mutacji

Analiza przeprowadzonych badań umożliwiła ustalenie optymalnych ustawień algorytmu genetycznego:

- Liczebność populacji – 20 osób
- Wartość współczynnika mutacji – 40%
- Wartość współczynnika krzyżowania – 30%
- Rodzaj selekcji – Ranking

4. Podsumowanie

Do tworzenia portretu pamięciowego coraz częściej wykorzystywane są techniki komputerowe. Zastosowanie w nich algorytmu genetycznego umożliwia przeszukanie przestrzeni alternatywnych rozwiązań, w wyniku czego możliwe jest stworzenie poszukiwanego wizerunku bez konieczności wyboru poszczególnych elementów twarzy. Celem niniejszego artykułu było ustalenie ustawień algorytmu genetycznego umożliwiające wygenerowanie poszukiwanego portretu pamięciowego przy jak najmniejszej liczbie ewaluacji. Przedstawiony został sposób i wyniki przeprowadzonych badań. Obecnie trwają prace nad przeprowadzeniem

bardziej szczegółowych badań które umożliwią dokładniejsze zoptymalizowanie ustawień zaimplementowanego algorytmu.

Bibliografia

1. Krawczyńska A., *Odtworzyć wygląd*, Policja 997, nr 5(50), 05.2009r, s. 16-17
2. Kabzińska J., *Przeszłość, teraźniejszość i przyszłość obrazowego portretu pamięciowego*, w: *III Dni Kryminalistyki Wydziału Prawa i Administracji Uniwersytetu Rzeszowskiego.*, Rzeszów 09.2009r, s. 131-140
3. Schreiber P., Kovac M., Moravcik O., *Using Genetic Algorithms for Identikit Creation*, w: *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2012*, Newswood Limited, 2012r, s. 363–368
4. Gibson S., Bejarano A., Solomon C., *Synthesis of Photographic Quality Facial Composites using Evolutionary Algorithms*, *Proceedings of the British Machine Vision Conference 2003r*, s. 221-230
5. Frowd, C., Skelton, F., Hancock, J., *Evolving an identifiable face of a criminal*, *The Psychologist* vol 25, February 2012r, s. 116 – 119
6. Beasley D., Bull D. R., *An Overview of Genetic Algorithms: Part 1, Fundamentals*, w: *University Computing*, volume 15, 1993r, s. 58–69
7. Narayana Rao T. V., Madiraju S., *Genetic Algorithms and Programming-An Evolutionary Methodology*, w: *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, volume 1, Tech science publications, 2010r, s. 427–437

Streszczenie

W artykule przedstawiony został sposób wykorzystania algorytmu genetycznego do tworzenia portretu pamięciowego metodą komputerową. Zastosowanie metod sztucznej inteligencji umożliwiło wygenerowanie portretu pamięciowego bez konieczności wyboru przez użytkownika poszczególnych elementów twarzy. Zadanie świadka odtwarzającego portret pamięciowy sprowadza się w tym wypadku do określenia stopnia podobieństwa przedstawianych wizerunków do poszukiwanej osoby. Szczegółowo opisane zostały najistotniejsze etapy algorytmu, czyli

określenie cech populacji początkowej, funkcja oceny, selekcja oraz operatory genetyczne – krzyżowanie oraz mutacja. Przeprowadzone zostały badania na przykładowej bazie wzorców zawierającej takie elementy jak: owal twarzy, włosy, brwi, oczy, uszy, nos i usta. Analiza ich wyników umożliwiła optymalizację ustawień parametrów algorytmu genetycznego.

Abstract

The article shows the way of implementation of the genetic algorithm for computer-based creation of photofits. The usage of artificial intelligence has made it possible to generate photofits without the user needed to be requested for selecting particular elements of a face. Determining the degree of similarity between the images shown and the actual appearance of the wanted person can now be considered as the one sole task of a witness who is trying to reproduce a photofit picture. The fundamental steps of the algorithm are described in the article, that is the determination of the attributes of the original population, evaluation function, selection and genetic operators – crossing and mutation. Research has been conveyed on an exemplary set of patterns which include following elements: oval of a face, ears, eyes, eyebrows, hair, lips and nose. The analysis of the outcome of the investigation has made it possible to optimize the settings of the genetic algorithm.

Keywords: Genetic algorithm, creation of photofits