

Słowa kluczowe: przetwarzanie obrazu, obrazowe bazy danych, segmentacja obrazu, selekcja obiektów, segmentacja elementów roślinnych

Tatiana JAWORSKA*

PRZYGOTOWANIE WSTĘPNE OBRAZU DO OBRAZOWEJ BAZY DANYCH

Artykuł opisuje sposób segmentacji obrazu pod kątem umieszczenia go w obrazowej bazie danych nieruchomości. Analizowane obrazy zawierają różnego rodzaju zdjęcia domów jednorodzinnych. Postawiono sobie zadanie nienadzorowanego wydzielenia poszczególnych obiektów architektonicznych oraz wydzielenia domów z otoczenia (ogrody itp.). W tym celu obraz podlega segmentacji wstępnej przy pomocy analizy skupień (fuzzy c-means clustering). Następnie analizuje się oddzielnie każde skupienie. Elementy budynków rozdziela się w oparciu o pojedyncze skupienia. Następnie wydziela się elementy roślinne z otoczenia. Rośliny zielone wydziela się przy pomocy koloru. Natomiast nie zielone elementy roślinne wyznacza się używając współczynników diagonalnych analizy falkowej.

1. WSTĘP

Zalew obrazami cyfrowymi postępuje lawinowo wraz z rozwojem coraz szybszych i pojemniejszych łączów internetowych. Wraz ze zwiększaniem się ilości obrazów następuje konieczność ich magazynowania w bazach danych, przetwarzania, rozpoznawania i wyszukiwania. Coraz częściej zaczynają powstawać duże bazy obrazowe. Bazy te różnią się między sobą w zależności od rodzaju przechowywanych obrazów i celów do jakich mają służyć. Inaczej będzie zatem konstruowana baza obrazów dla galerii i muzeów, a zupełnie inaczej, jeśli będzie to system informacji geograficznej (GIS) lub kolekcja zdjęć satelitarnych do celów geologicznych lub prognoz pogody. Jeszcze inne mechanizmy przeszukiwania będą wykorzystywane w policyjnych bazach odcisków palców i zdjęć twarzy przestępców, a inne przy obrazach kosmosu dla astronomów.

Dotychczas powstające bazy obrazowe ograniczały się jedynie do rozpoznawania rodzaju obrazu, czy jest to dom, pies, czy samolot [8]. Następnie, kiedy użytkownik

* Instytut Badań Systemowych, Polska Akademia Nauk, ul. Newelska 6, 01-447 Warszawa

takiej bazy zadawał pytanie do systemu bo potrzebował np. łąkę z żółto-pomarańczowymi kwiatami, system wybierał obraz spośród obrazów zakwalifikowanych jako łąka o podobnym kolorowym histogramie [4].

2. STRUKTURA OBRAZOWEJ BAZY DANYCH

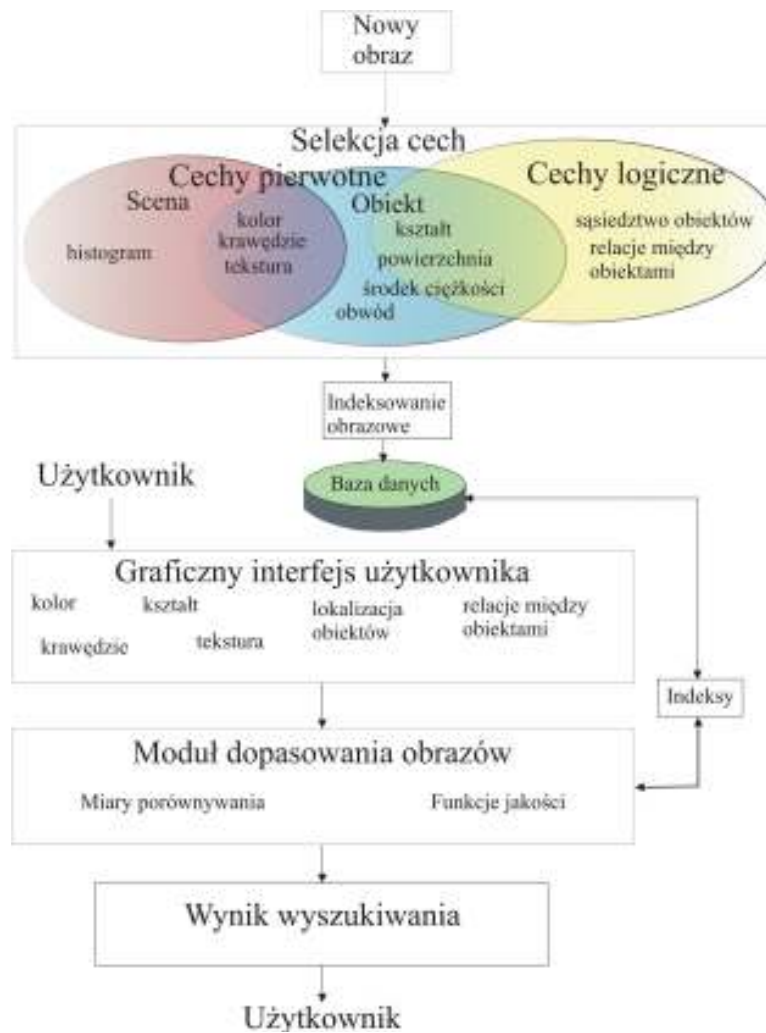
W naszym projekcie zajmujemy się budową bazy zdjęć nieruchomości. W tym celu są wykorzystane zdjęcia domów jednorodzinnych pobrane z Internetu w formacie JPEG. Baza danych i mechanizmy analizy obrazu są zaimplementowane z pomocą pakietu MatLab (wersja 7.1) ze wspomaganiami następujących ToolBoxów: ImageProcessing, Fuzzy, Statistics, Wavelet i DataBase. Baza danych jest dostępna w trybie interaktywnym przez Internet. Interfejs internetowy jest wykonany w Perlu [5].

Każdy nowy obraz dołączany do bazy musi przejść obróbkę wstępną, która na rys. 1. jest przedstawiona jako selekcja cech. W ramach tego przygotowania muszą być wydzielone wszystkie interesujące nas elementy architektoniczne (takie jak okna, drzwi, dachy, itp.) i muszą one zostać oddzielone od otoczenia. Na tym etapie bardzo ważne jest, aby właściwie dokonać segmentacji obrazu i wyznaczyć cechy obiektów, ponieważ na tych cechach będzie się dalej opierać indeksowanie bazy i jej przeszukiwanie. Po wyznaczeniu wszystkich cech pierwotnych obiektów i ich cech logicznych (np. sąsiedztwa) następuje dołączenie obiektów do bazy z jednoczesnym ich indeksowaniem obrazowym, czyli indeksy opierają się na cechach obrazów, a nie na elementach tekstowych, np. nazwie pliku z obrazem itp.

Aby z tak utworzonej bazy obrazowej mogli korzystać użytkownicy tworzony jest graficzny interfejs użytkownika, który jest już widoczny na stronie internetowej instytutu. Jeśli przyjrzymy się rysunkowi 1 to okazuje się, że „Graficzny interfejs użytkownika” jest podstawowym narzędziem do zadawania zapytań do bazy. Musi mieć on zatem możliwość łatwego pokazania użytkownikowi o jakie cechy może zapytać. Musi zatem istnieć możliwość wyboru (np. przesunięcia suwakiem) koloru, kształtu, tekstury, lub typu szukanego elementu, jego atrybutów, itp. W niektórych bazach istnieje nawet możliwość zadawania pytań graficznie, czyli możliwość naszkicowania interesującego użytkownika kształtu lub podania kształtu przykładowego [4]. Można też podać obraz o interesującym użytkownika histogramie kolorów i wtedy baza będzie poszukiwać obrazów o analogicznym rozkładzie kolorów, itd. W naszym systemie pokazują się poszczególne elementy architektoniczne określonymi grupami (oddzielnie dachy, okna, drzwi, itp.).

Odpowiedzią na zapytanie użytkownika jest konkretny obraz, lub zbiór obrazów, który jest wynikiem przeszukiwania bazy. To, na ile ten obraz spełnia oczekiwania użytkownika zależy już od następnego modułu, wyspecyfikowanego na rys. 1, jako „Modułu dopasowania obrazów”. Zawiera on odpowiednie miary dopasowania

obrazów, które również bazują na cechach obrazów wyznaczonych w procesie obróbki wstępnej.



Rys. 1. Schemat obrazowej bazy danych

3. SEGMENTACJA WSTĘPNA

W sytuacji, w której kolorowe obrazy domów są pobierane z Internetu i ich wstępna obróbka jest prowadzona w sposób nienadzorowany, kluczowym zagadnieniem staje się takie wyekstrahowanie obiektów z obrazu, żeby nie trzeba było

ingerować w dalsze etapy włączania tych obrazów do bazy danych. W tym celu stosujemy dwu-etapową segmentację umożliwiającą dokładne wydzielenie interesujących nas obiektów z obrazu. Rys. 2. pokazuje przykładowy obraz domu, który podlegał obróbce wstępnej.

Na pierwszym etapie obraz jest poddawany segmentacji przy użyciu rozmytej analizy skupień [7] (*fuzzy c-means clustering*), w wyniku której otrzymujemy wstępny podział obrazu ze względu na kolor. Dobre efekty uzyskuje się przy podziale na 5-6 skupień. Wtedy dobrze widoczne są takie elementy jak: dach, okna, drzwi itp. Rys. 3 pokazuje właśnie obraz domu po podziale na 5 skupień. Przy tej rozdzielczości dachówka nie jest już rozróżnialna, natomiast widać wyraźnie, że ceglane fragmenty elewacji i kominy są klasyfikowane do różnych skupień.



Rys. 2.[†] Przykładowy obraz poddawany obróbce wstępnej

Drugim etapem jest rozdzielenie poszczególnych skupień tak, żeby dostać obraz binarny – jedno białe skupienie, czarna reszta obrazu widoczne na rys. 4. W ten sposób dostajemy tyle obrazów binarnych ile było policzonych skupień. Następnie znajdujemy krawędzie obiektów algorytmem Canny [1]. Algorytm ten został wybrany spośród innych algorytmów do wyszukiwania krawędzi ponieważ z niego dostajemy zamknięte kontury obiektów [3].

[†] W związku z czarno-białym drukiem artykułu wszystkie rysunki w kolorze w tym artykule są do uzyskania na stronie internetowej autorki pod adresem: <http://www.ibspan.waw.pl/~jaworska/>

image labeled by cluster index

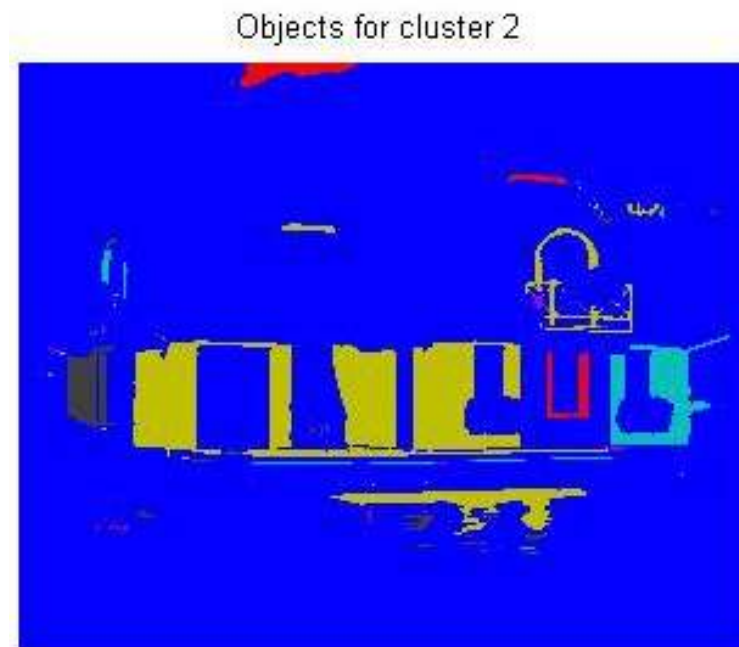


Rys. 3. Wynik segmentacji na 5 skupień

Cluster 2



Rys. 4. Jedno ze skupień wydzielone na podstawie podziału widocznego na rys. 3



Rys. 5. Obiekty wydzielone z drugiego skupienia (patrz rys. 4)

Na podstawie uzyskanych zamkniętych konturów jesteśmy w stanie wyszczególnić pojedyncze obiekty. Po takiej segmentacji dostajemy zbiór oddzielnych ponumerowanych obiektów dla każdego skupienia (przykład na rys.5).

Następnie wyznaczane są cechy obiektów, takie jak: kolor, obwód, powierzchnia, środek ciężkości, momenty główne bezwładności, osie bezwładności, mimośród, kod granic oraz położenie w obrazie. Po ich policzeniu każdy obiekt jest charakteryzowany przez wektor cech.

4. WYDZIELENIE ROŚLINNOŚCI

Jak można zobaczyć na rys. 3 roślinność w otoczeniu domu nie jest prawidłowo wydzielona, bo jedno drzewo wchodzi przykładowo w skład trzech skupień. Do wydzielenia domu z roślinności również podchodzimy dwuetapowo [9]. Najpierw w sposób najbardziej naturalny oznaczamy obszary, które są zielone w paletce RGB. Czyli większość drzew liściastych i trawa mieści się w zakresie „green” (10-170), a dwie pozostałe składowe, czyli R i B są mniejsze od wartości „green” dla każdego piksela. Tak wydzielone obszary są pokazana na rys. 6. Jak widać istnieje jeszcze wiele roślin nie wydzielonych w ten sposób, np. kwiatki, czy gałązki, które mają inne kolory. Do tych elementów stosujemy transformację falkową [2], [6].

wycięty zielony w zakresie 10-170



Rys. 6 Zielonym kolorem pokazane są obszary, dla których składowa zielona w paletcie RGB należy do zakresu [10,170]

podział cD1 wg wartości współczynników dla falki haar



Rys. 7 Wartości detali diagonalnych przekraczające próg 22% wartości maksymalnej

W efekcie różne drobne elementy roślinne, które nie są zielone (jak gałązki, kwiatki, itd.), dają duże wartości współczynników diagonalnych transformacji falkowej na pierwszym poziomie analizy wielorozdzielczej, oznaczanej w naszym programie cD1. Aby je wyróżnić wybieramy z transformaty całego obrazu tylko wartości współ-czynników przekraczających określony próg. Na razie ten próg jest ustawiany arbitralnie dla poszczególnych obrazów (mieści się w przedziale 20%-25% maksimum dla całego obrazu). Ale już trwają prace nad automatycznym dobieraniem tego progu. Rys. 7 pokazuje wartości detali diagonalnych przekraczających próg 22% maksimum dla całego obrazu. Jak widać na następnym rysunku pokrywają się one z takimi elementami roślinnymi jak kwiaty w doniczkach, czy krzewy przy ścieżce. Niestety z racji natury transformacji falkowej detale diagonalne ekstrahują wszystkie elementy skośne, dlatego pojawiają się też zielone plamki na wodzie przed domem, ale to zostanie usunięte w chwili, gdy wydzielimy wodę przed domem.

wycięty zielony + cD1



Rys. 8 Elementy roślinne wyznaczone przez połączenie koloru zielonego i maksymalnych współczynników diagonalnych

5. WYDZIELENIE FAKTUR

Jak już wspomniano w poprzednim rozdziale oddzielnie rozpoznawane muszą być obiekty teksturowane, gdyż w powyższym algorytmie byłyby one uznawane błędnie za zbiór obiektów składających się z elementów tekstury. W tym celu obraz poddawany będzie dwuwymiarowej transformacji falkowej. Do dalszej analizy wykorzystywane są detale wertykalne lub detale horyzontalne zależnie od orientacji faktury. Dlatego do wyżej wymienionych cech obiektów trzeba jeszcze dodać cechy opisujące teksturę niektórych obiektów. Niestety to zagadnienie będzie przedstawione już w następnych pracach.

6. WNIOSKI I KIERUNKI DALSZYCH PRAC

Jak widać przygotowanie wstępne obrazu z wydzieleniem znajdujących się na nim elementów jest zadaniem trudnym i musi składać się z wielu etapów. Zadanie jest tym trudniejsze, że staramy się stworzyć system pracujący automatycznie, bez pomocy człowieka nawet w trudniejszych przypadkach. W wyniku naszych prac część elementów architektonicznych jest już możliwa do rozpoznania i wydzielenia z roślinnego tła. Natomiast nad elementami teksturowanymi są już poważnie zaawansowane prace.

Poza cechami pojedynczych obiektów opisuje się również cechy logiczne takie jak położenie obiektów w całym obrazie, położenie obiektów względem siebie, itp.

Na podstawie powyżej wyznaczonych cech obraz jest dołączany do bazy danych i odpowiednio indeksowany - też w sposób obrazowy.

Dotychczas wykonana segmentacja nie jest to jeszcze klasyfikacja w rozumieniu ludzkiego mózgu, który przypisuje od razu desygnaty widzianym obiektom, ale obiekt trójkątny zostanie częściej sklasyfikowany jako dach, a okrągły i ciemny jako okno.

Głębsza analiza semantyczna jest oczywiście planowana w przyszłości. Będzie wtedy użyte rozumowanie oparte na przypadkach i wnioskowanie rozmyte. Zapewni ona łatwiejszą komunikację z użytkownikiem dzięki stworzeniu możliwości zadawanie rozmytych zapytań do bazy.

LITERATURA

- [1] Canny J., *A Computational Approach to Edge Detection*, W: IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. PAMI-8, Nr. 6, 1986, 679-698.
- [2] Daubechies I., *Ten lectures on wavelets*, Society for Industrial and Applied Math., Filadelfia, 1992

- [3] Davis L. S., *A Survey of Edge Detection Techniques*, CGIP Vol. 4, 1975, 248-270
- [4] Flickner M., Sawhney H., et al., *Query by Image and Video Content: The QBIC System*, W: IEEE Computer, Vol. 28, Nr. 9, sierpień, 1995, 23-32.
- [5] Jaworska T., Partyka A., *Obrazowe bazy danych*, Raport Badawczy RB/37/2005, IBS PAN, 2005.
- [6] Mallat S., *A wavelet tour of signal processing*, Academic Press, Londyn, 1998
- [7] Melin P., Castillo O., *Hybrid Intelligent Systems for pattern Recognition Using Soft Computing*, Springer, Berlin, 2005, 169-184.
- [8] Ogle V., Stonebraker M., *CHABOT: Retrieval from a Relational Database of Images*, W: IEEE Computer, Vol. 28, No. 9, sierpień, 1995, 40-48.
- [9] Russ J. C., *The image processing. Handbook*, CRC, Londyn, 1995

IMAGE PREPROCESSING FOR CONTENT-BASED IMAGE RETRIEVAL SYSTEM

This article describes the way in which image is preprocessed for content-based image retrieval system. All efforts have been put into extracting elements from an image in the unsupervised way. Automated image extraction is crucial; especially, if we take into consideration the fact that the feature selection is still a task performed by human domain experts and represents a major stumbling block on the creation process of fully autonomous CBIR systems. Hence, the paper presents the results of edge detection and the two-step algorithm of object extraction to obtain separate objects prepared to the process of their recognition and introducing into database.

In general, the plants are recognised with the use of different shades green colour separated from the RGB palette. To spot non-green elements of the plants the maximum values of diagonal wavelet details are applied.