



MAMMOVIEWER - NARZĘDZIE DO WIELOROZDZIELCZEJ ANALIZY OBRAZÓW MEDYCZNYCH*

Streszczenie: Przedstawiono możliwości wykorzystania pakietu oprogramowania do analizy obrazów medycznych. MammoViewer tworzony na potrzeby wspomaganie diagnostyki mammograficznej, znalazł także zastosowanie w obróbce obrazów innych modalności. Istotnym elementem pakietu są algorytmy analizy wielorozdzielczej z doбором filtrów falkowych, rodzajów dekompozycji (falki bez decymacji, falki 2W w siatce heksagonalnej), wizualizacją i korekcją rozkładu współczynników w celu poprawy percepcji i efektywności detekcji potencjalnych patologii.

1. WPROWADZENIE

MammoViewer jest narzędziem służącym wspomaganie diagnostyki obrazowej poprzez wykorzystanie efektywnych metod prezentacji, przetwarzania, analizy i interpretacji (rozumienia) obrazów. Początkowo przeznaczony do zastosowań mammografii rentgenowskiej, MammoViewer okazał się użyteczny także w obróbce obrazów medycznych innych modalności. Był implementowany w warunkach klinicznych, w Szpitalu Wolskim w W-wie, testowany przez kilkunastu radiologów z 4 ośrodków medycznych, a kolejne jego wersje są dostępne w Internecie: <http://www.ire.pw.edu.pl/~pbargiel/cad/>.

Obok wielu opcji usprawniających przetwarzanie i analizę obrazów zaimplementowano rodzinę transformacji falkowych z szerokim doбором filtrów ortogonalnych i biortogonalnych, przekształcenia z falkami bez decymacji, falkami 2W w siatce heksagonalnej. Zoptymalizowano sposób wizualizacji rozkładu współczynników falkowych z możliwością korekcji histogramu, progowaniem i odszumianiem w dziedzinie falkowej.

Procedury te wykorzystano do poprawy percepcji zmian patologicznych w mammografii, radiografii cyfrowej, obrazach CT i US [1]. Algorytmy wstępnego przetwarzania danych w wielu skalach pozwoliły zwiększyć efektywność automatycznej detekcji potencjalnych patologii (metody CAD) [2]. Testy kliniczne wykonano w celu detekcji mikrozwęznięć oraz poprawy percepcji guzków i mikrozwęznięć w mammogramach. Obecnie prowadzone są badania nad poprawą efektywności detekcji wczesnego zawału mózgu w badaniach CT.

2. PROSTE OPERACJE NA OBRAZACH

2.1. Interfejs wejścia/wyjścia

Program umożliwia otwieranie i zapis obrazów ze skalą szarości, obsługuje standardowe formaty graficzne z 1-, 4-, 8-bitową głębią kolorów (BMP, GIF, TIFF, JPG, PNG, PGM) oraz formaty 2-bajtowe (obrazy z 10-, 12-, 14- i 16-bitową głębią kolorów) PGX, DCM oraz RAW. Sukcesywnie dołączane są inne formaty danych użyteczne w różnych systemach obrazowania medycznego.

2.2. Prezentacja obrazów

Przy otwieraniu pliku danych obrazowych dostępny jest podgląd, zmniejszanie, zwiększanie i dopasowanie do wymiarów okna wyświetlanego obrazu oraz jego parametry. Pracę z obrazami o dużych wymiarach (np. mammogramami o 20 Mpikselach) znacznie ułatwia okienko (*thumbnail*), w którym można określić część obrazu aktualnie widoczną w dużym oknie. Zaimplementowano standardowe opcje doboru kontrastu, jasności, prezentacji i wyrównywania histogramu, obrotów, zamiany bajtów, przeskalowania rozdzielczości, etc. W przypadku danych 2 bajtowych możliwe jest definiowanie parametrów okna przesuwającego określającego zakres wyświetlanych wartości pikseli (z maksymalną szerokością okna 8 bitów).

2.3. Przetwarzanie i analiza obrazów

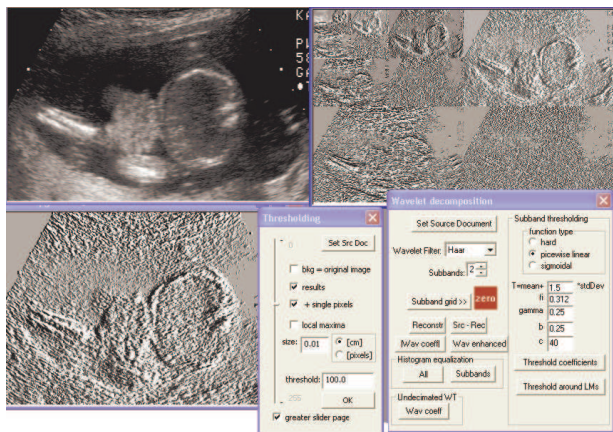
Dostępne są następujące funkcje: operacje geometryczne; progowanie (binyaryzacja) obrazu; filtracja przestrzenna (metodą splotu w przestrzeni obrazu, z bogatą możliwością doboru ustalonych postaci filtrów oraz definiowaniem własnych); filtracja operatorami morfologicznymi (z możliwością interakcyjnego definiowania elementu strukturującego i określania liczby iteracji dla filtracji, z całym zakresem typowych oraz przydatnych w analizie obrazów medycznych operatorów); wymiarowanie struktur; wizualizacja poziomów jasności wzdłuż linijki (profile); operacje na regionach zainteresowań, dodawanie i wyświetlanie opisu tekstowego obrazu (format PGX); operacje na dwóch obrazach (dodawanie, odejmowanie itp.); aproksymacja histogramu funkcjami różnych rozkładów; ekstrakcja regionów z obrazu z obliczaniem cech kształtu i tekstury każdego z regionów.

3. WIELOROZDZIELCZA ANALIZA OBRAZÓW

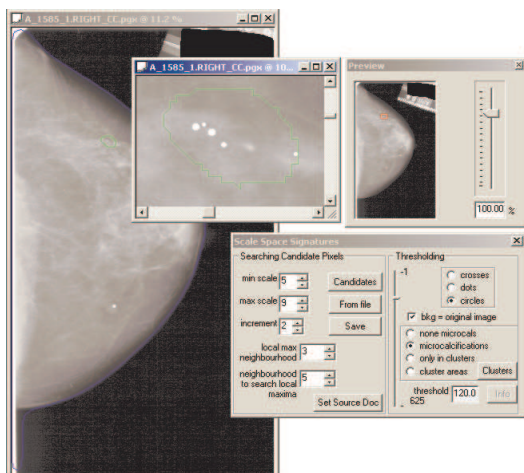
* Praca naukowa finansowana ze środków budżetowych na naukę w latach 2005-2006 jako projekt badawczy 3 T11E 014 28

Prezentacja, przetwarzanie i analiza informacji obrazowej w wielu skalach, z podziałem na podpasma częstotliwościowe zachowujące orientację przestrzenną oraz kierunkową pozwala znacznie efektywniej wspomagać diagnostykę obrazową [3].

MammoViewer umożliwia: transformację falkową z wyborem filtrów, liczby skal, zerowaniem wybranych podpasm; adaptacyjne progowanie w podpasmach z wyborem funkcji progowania, rekonstrukcją oraz wizualizacją obrazu różnicowego; wizualizację rozkładu współczynników falkowych z przeskalowaniem do pełnego zakresu wartości, wyrównywaniem rozkładu współczynników w podpasmach (rys. 1); transformację bez decymacji w wielu skalach (współczynniki falkowe dla każdego podpasma dają pełny obraz); transformację 2W na siatce heksagonalnej metodą liftingu z adaptacyjnym progowaniem; skalowalną filtrację Laplacian-of-Gaussian z tworzeniem ścieżek lokalnych maksimum dla obrazów po filtracji LoG w wielu skalach (rys.2 i p. 4.2).



Rys. 1. Analiza wielorozdzielcza w programie MammoViewer (GUI, rozkłady współczynników falkowych)



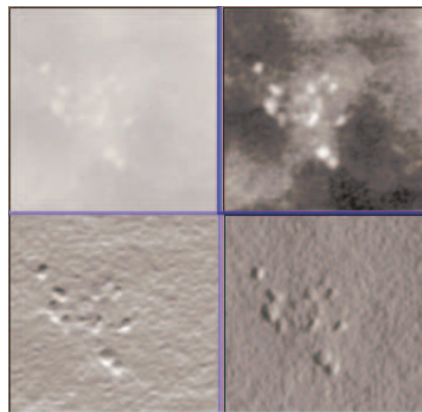
Rys. 2. Użycie skalowalnych filtrów LoG i hierarchii falkowej do wykrywania mikrozwapnień

Większość implementacji wielorozdzielczych ma charakter nowatorski, z możliwością dostosowania parametrów przekształceń do konkretnych zastosowań.

4. ZASTOSOWANIA

4.1. Poprawa percepcji

Poprawa percepcji (rys. 3) polega na zwiększeniu lokalnego kontrastu i uwydatnieniu wybranych cech w regionach występowania patologii najlepiej bez wzmocnienia (z jednoczesną redukcją) szumu. Wykorzystując selektywność reprezentacji w wielu skalach MammoViewer poprzez prezentację rozkładu wartości współczynników falkowych pozwala lepiej zlokalizować patologie, dobrać parametry algorytmu progowania bądź uwydatniania np. małych współczynników. Modyfikacja współczynników w dziedzinie transformacji skutkuje (po rekonstrukcji) poprawą percepcji uwydatnionego sygnału użytecznego (np. mikrozwapnień, obszarów hypodensyjnych w CT).



Rys. 3. Poprawa percepcji mikrozwapnień z wykorzystaniem falek bez decymacji (oryginał, uwydatnienie oraz dwa obrazy współczynników falkowych)

4.2. Detekcja patologii

Metoda lokalizacji, klasteryzacji i segmentacji nadmiarowego zbioru obiektów zainteresowania (potencjalnych mikrozwapnień) wykorzystuje 2 rodzaje dekompozycji: filtrację LoG z różną skalą na niskoczęstotliwościowej transformacji falkowej bez decymacji oraz przekształcenie falkowe. Ocena korelacji przestrzennych współczynników z różnych podpasm obu hierarchii wielorozdzielczych pozwala eliminować artefakty, przecięcia włókien efektywniej wyszukując mikrozwapnienia.

4.3. Kompresja i indeksowanie

Systemy indeksowania obrazów medycznych po zawartości są wykorzystywane do wspomagania diagnostyki poprzez stosowanie referencyjnych baz danych diagnostycznych. Wielorozdzielcza analiza obrazu ułatwia konstruowanie efektywnej reprezentacji kodowej obrazów oraz ekstrakcję cech porządkujących treść diagnostyczną w indeksach obrazowych. MammoViewer jest włączany obecnie w system kliniczny jako narzędzie efektywnej kompresji falkowej w badaniach nad optymalizacją falkowej przestrzeni cech w indeksowaniu i klasyfikacji mammogramów [4].

LITERATURA

- [1] P.Bargiel, A.Przelaskowski *et al.*, Perception improvement of chosen pathological changes in mammograms and US images, 14th Int. Conf. Medical Physics ICMP 2005, Nuremberg, Germany

- [2] A.Wróblewska, P.Boniński *et al.* Segmentation and feature extraction for reliable classification of microcalcifications in digital mammograms, *Optoelectronics Review*, Vol. 11, 2003, pp. 227-235
- [3] Special Issue on Wavelets in Medical Imaging, *IEEE Trans Medical Imaging*, Vol. 22, No. 3, 2003
- [4] P.Boniński, A.Przelaskowski *et al.*, Feature extraction and selection method for microcalcification clusters in mammographic images, 14th Int. Conf. Medical Physics ICMP 2005, Nuremberg, Germany