

관심 영역에 기반한 의료 영상 압축

김희숙, 임숙자
전남대학교 전산학과, 전북기능대학 멀티미디어과

Medical Image Compression based on Region of Interest

Hye-Suk Kim, Suk-Ja Lim
Dept. of Computer Science, Chonnam National University
Dept of Multimedia, Jeonbuk Polytechnic College

요 약

의학 분야에서 의료 영상 데이터에 해당하는 컴퓨터 단층 촬영(CT : Computer Tomography), 자기 공명 영상법(MRI : Magnetic Resonance Imaging)등의 데이터 등이 정확하고 신속한 진단과 치료를 위하여 사용되고 있으나 방대한 데이터의 양으로 인해 보관이나 통신상에 있어서 문제점이 제시되고 있다. 본 논문은 방대한 의료 영상 데이터의 효율적인 관리를 위하여 의료 영상 데이터 중에서 관심의 대상이 되는 영역은 무손실 압축 기법을 수행하고, 그 외의 지역은 움직임 보상 방식을 사용하여 압축하는 방식을 제안하고 실험하였다. 그 결과 기존의 손실 압축 기법에 비하여 더 낮은 비트율로 효율적인 압축을 수행하였다.

1. 서론

현재 의학 진단과 치료 분야에서 컴퓨터 단층 촬영(CT : Computer Tomography), 자기 공명 영상법(MRI : Magnetic Resonance Imaging)등의 의료 영상 데이터를 활용하고 있다. 그러나 의료 영상 데이터는 보관이나 통신상에 있어서는 방대한 데이터 양으로 인해 문제점이 제시되고 있다.

본 논문은 의료 영상 데이터의 효율적인 관리를 위하여 압축 기법을 활용하여 의료 영상 데이터를 처리하는 방식을 제안한다. 본 논문에서 제안된 방식은 의료 영상 전체 이미지 중에서 관심의 대상이 되는 영역(ROI : Region of Interest)은 무손실 압축을 수행하고, 그 외의 영역에 대해서는 움직임 보상 기법을 수행하여 의료 영상 데이터의 방대한 데이터 양을 축소시키고자 한다.

먼저 관심 영역을 추출하기 위하여 영상 분할(Image segmentation) 기법을 수행하여 관심 영역을 획득한다. 영상 분할 기법을 이용하여 획득된 관심의 대상이 되는 영역은 압축뿐만 아니라, 실제로 신속한 의학 진단 및 치료에 도움을 줄 수 있어 의료 영상 분야에서 이미지 분석과 시각화 시스템의 중요한 부

분으로 인식되고 있다. 본 논문은 해부학적 기관 중에서 폐 부분을 관심의 대상 영역으로 분할하고자 한다.

영상 분할이란 영상을 밝기, 색상, 텍스처, 움직임 등의 특징 값을 이용하여 유사한 영역으로 나누는 것을 의미한다 [1]. 본 논문에서는 폐 이미지를 분할하기 위하여 영상 분할 기법 중에서 워터셰드 방식을 사용하고, 이 때 과다 분할되는 단점을 해결하기 위하여 마커(marker) 정보를 이용하여 제거(Opening) 연산과 채움(Closing) 연산을 사용하여 해결하는 방식을 사용한다.

본 논문의 구성은 2 절에서는 관심 영역을 분할하기 위하여 사용된 워터셰드 알고리즘에 대하여 소개하고, 3 절에서는 분할된 관심 영역에 기반한 압축 기법을 소개하고, 4 절에서는 여러 가지 압축 기법과 비교 실험한 결과 및 결론을 제시한다.

2. 워터셰드를 이용한 관심 영역 분할

의료 영상 데이터 중에서 관심의 대상이 되는 영역을 분할하기 위하여 워터셰드 알고리즘을 사용한다. 워터셰드 알고리즘의 원리는 원 영상에서 기울기(gradient)를 구하면 그레이 레벨이 높은 값과 낮은

값을 갖게 되는데 이와 같은 기울기를 지형적인 의미로 보고 영상을 분석하는 방식이다. 또한 워터셰드 알고리즘은 기울기 영상의 최소값에 구멍이 있다고 가정하고 구멍을 통해서 조금씩 물이 올라 차기 시작하여 다른 웅덩이에 합쳐지려 할 때에 댐이 만들어져 합쳐지지 못하도록 만든다. 이런 댐들로 이루어진 선을 워터셰드 선이라고 표현하고, 워터셰드 선 안에 포함된 이미지를 분할하는 방식이다.

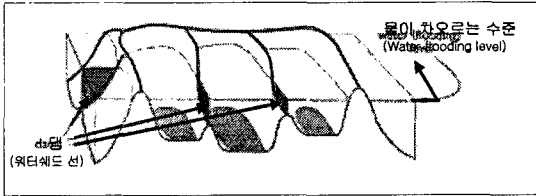


그림 1. 침식(immersion)을 이용한 워터셰드 형태본 논문에서 사용된 워터셰드 알고리즘은 Vincent와 Soille에 의해 제안된 Immersion 방식의 워터셰드 알고리즘을 기초로 한다.[4] 폐 영역을 분할하기 위하여 6 단계의 알고리즘을 수행하였다.

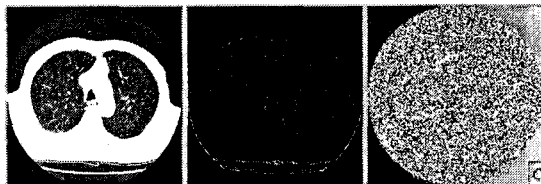
1) 1 단계

이미지를 읽어들이는 단계로서, CT 촬영으로부터 획득한 영상을 그레이 영상으로 변환한 후 이미지를 읽어 들인다.

2) 2 단계

초기 영상 분할 단계로서, 워터셰드 적용을 정확하게 하기 위하여 소벨 에지 마스크 (sobel edge mask)를 사용하여 폐 영역의 외곽선은 기울기 값이 높고, 폐 영역의 내부는 기울기 값이 낮게 나타나도록 유도하여 폐의 외곽선을 명확하게 한다.

위의 소벨 마스크를 적용한 후 워터셰드 알고리즘을 적용하여 초기 영역을 분할하였다. 이 때 과다 영상 분할(over segmentation)이 발생한다.



[A] 최초의 CT 영상
[B] 소벨 에지 마스크 적용 후 영상
[C] 워터셰드 적용 후 영상
그림 2. 1단계와 2단계 적용 후 영상

3) 3 단계

전경 객체 마커 추출 단계로서, 위의 과다 영상 분할의 문제점을 해결하기 위하여 제거(Opening)와 채움(Closing)연산을 이용하여 이미지의 객체들을 비교적 평탄하게 재구성하여 전경 객체의 마커를 추출한다.

본 단계에서는 폐 영역에 관한 해부학적인 지식을 전제로 컴퓨터와의 상호작용을 통하여 제거 연산과 채움 연산을 적절히 사용하여 전경 객체 마커를 추출하였다. 그러나 밝은 이미지를 객체로 인식하기 때문에 폐가 아닌 폐를 둘러싸고 있는 조직이 전경 객체의 마커로 획득된다. 그러므로 전경 객체에 해당하는 결과를 역(inverse)으로 바꾸어 폐가 전경 객체로 인식될 수 있도록 하고, 상호작용을 통하여 채움 연산과 침식 연산으로 잡음을 제거하고 폐 영역을 명확하게 추출한다. 이어서 배경 부분의 픽셀을 제거하고 임계치를 이용하여 기도를 제거한다.

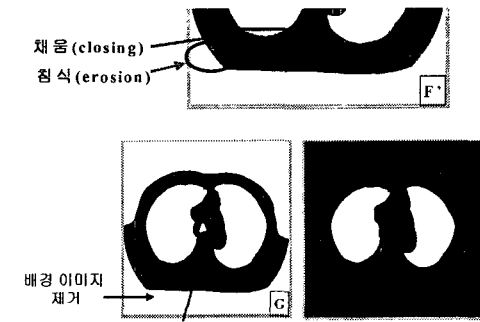
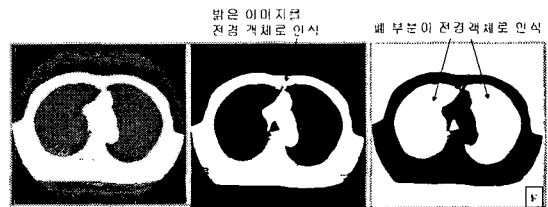


그림 3. 3 단계 적용 후 영상

[D] 영상을 평탄하게 재구성
[E] 폐 주변의 조직을 전경 객체로 추출
[F] 폐를 전경 객체로 전환
[F'] 잡음 제거의 과정
[G] 배경 이미지 및 기도 제거
[H] 폐 이미지 추출

4) 4 단계

배경 객체 마커 추출 단계로서, 전 단계에서 획득된 왼쪽 폐와 오른쪽 폐에 해당한 전경 객체의 마커에 워터셰드를 적용하였을 경우 최대 경계 영역인 댐(워

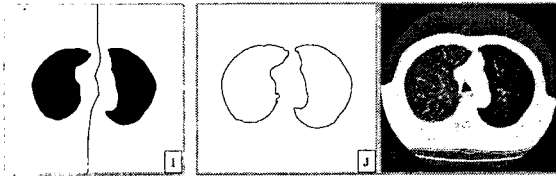
터쉐드 선)을 확정하기 위하여 배경 마커를 추출한다.

5) 5 단계

최종 워터 셰드 적용 단계로서, 전 단계에서 획득된 전경 마커와 배경 마커를 이용하여 워터셰드 알고리즘을 수행하여 폐 영역 이미지를 분할한다.

6) 6 단계

시각화 단계로서, 원래의 CT영상에 워터 셰드를 이용하여 분할된 폐 이미지를 시각화한다.



[I] 배경 마커 추출

[J] 워터셰드 재적용

[K] 분할된 폐 영역의 시각화

그림 4. 4단계, 5단계, 6단계 적용 후 영상

3. 관심 영역 기반의 압축

각 슬라이스는 정사각형의 블록들 안으로 분할된다. 그 중 첫 번째 CT 슬라이스는 무손실 코더로 압축된다. 그 다음 슬라이스부터는 이전 이미지를 참조로서 사용한 각 블록을 위해 움직임 벡터가 결정된다. 연속적인 슬라이스들 사이에는 높은 관련성이 있기 때문에 움직임 벡터를 이용하여 움직임 보상된 기법으로 코딩된다. 움직임 벡터들은 더 최소화된 비트를 할당하기 위하여 엔트로피 코딩을 사용한다. 움직임 보상된 코딩은 관심 영역을 위해 예측된 필터로 사용된다.

만약 블록이 관심 영역을 포함하고 있거나, 실제 이미지의 관심 영역 블록과 움직임 보상으로 예측된 이미지의 관심 영역 블록 사이의 차이값이 제시된 임계치 이상일 경우는 움직임 보상 기법을 사용하지 않고 블록의 실제 데이터에 대하여 허프만 코더를 사용하여 엔트로피 무손실 코딩에 의해 압축된다. 그 결과 실제 관심의 대상이 되는 영역과 이전 슬라이스와 차이가 있다고 예측되는 영역은 무손실 압축기법을 사용하여 데이터의 양은 축소시키면서 의료 영상의 화질에는 영향을 미치지 않게 된다.

아래의 그림 5 는 관심 영역에 기반한 압축 기법의 전체 구조를 도식화하여 보여준다.

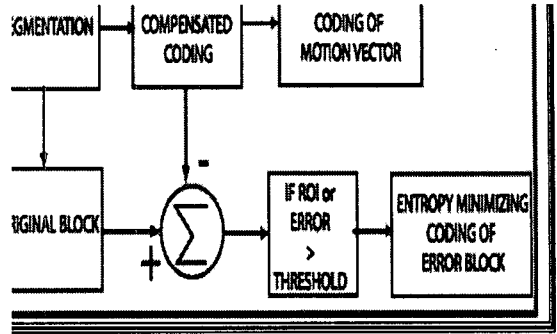


그림 5. 관심 영역에 기반한 압축 흐름도

4. 실험 결과 및 결론

20 개의 슬라이스를 가진 3개의 데이터 집합을 가지고 기존의 손실 압축 기법인 DCT (Discrete Cosine Transform), PCA(Principal Component Analysis), BVQ(Blockwise Vector Quantization)와 본 논문에서 제시한 방식과 비교 실험을 하였다.

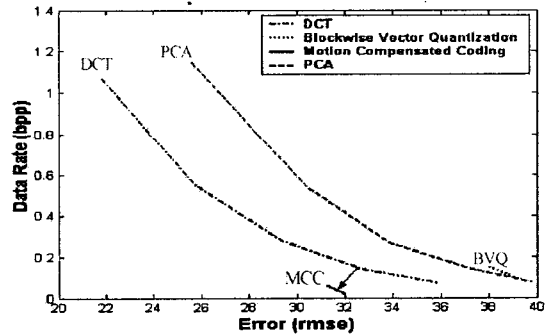


그림 6. 압축 방식의 비교

실험 결과, 본 논문에서 제시한 방식은 0.018 의 낮은 비트율을 산출하면서 오차의 평균을 의미하는 rmse (Root Mean Square Error)도 가장 낮다.

본 논문은 워터셰드 알고리즘을 적용하여 해부학적 기관 중 관심의 대상 영역으로 폐 영역을 기준으로 하였다. 특히, 워터셰드 알고리즘을 적용하였을 경우 과다 분할되는 단점을 해결하기 위하여 제거 연산과 채움 연산을 이용하여 마커를 추출하고, 워터셰드 알고리즘을 재적용하여 관심의 대상 영역인 폐 영역을 분할할 수 있었다.

또한 추출된 폐 영역을 기반으로 의료 영상 데이터에서 방대한 데이터의 문제점을 해결하기 위하여 관심 영역 기반의 무손실 압축 기법을 적용하여 데이터

의 양을 축소할 수 있었다.

향후 의료 영상 데이터에 압축 기법에 기반한 3 차원 시각화 기법을 추가하여 의료 영상을 이용한 진단 및 치료 뿐만 아니라 의료 영상 데이터의 관리에 도움을 줄 수 있도록 본 연구를 확장 할 것이다.

[참고문헌]

- [1] M. Sonka, V.Hlavac, and R.Boyle, Image processing, analysis, and machine vision, 2nd ed. PWS publishing, 1998.
- [2] Bin Zheng, Joseph K.Leader, Glenn S. Maitz, Brian E. Chapman, Carl R.Fuhrman, Robert M. Rogers, Frank C.Sciurba, Andrew Perez, Paul Thompson, Walter F.Good, David Gur , " A simple method for automated lung segmentation in X-ray CT image" Proceedings of SPIE Vol. 5032 , pp. 1455-1463, 2003
- [3] K. Haris, SN. Efstratiadis, N. Maglaveras, and AK. Katsaggelos, "Hybrid Image Segmentation Using Watersheds and Fast Region Merging", IEEE Trans Image Proc 7(12): 1684-1699, Dec 1998
- [4] L Vincent and P Soille, "Watersheds in Digital Spaces : An Efficient Algorithm Based on Immersion Simulations", IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell., vol. 13, no. 6, pp. 583-598, June 1991
- [5] Rafael C. Gonzalez , Richard E.Woods "Digital Image Processing", Pearson Education
- [6] Horst K. Hahn and Heinz-Otto Peitgen , "IWT-Interactive Watershed Transform : A hierarchical method for efficient interactive and automated segmentation of multidimensional grayscale images" Proceedings of SPIE Vol. 5032 , pp. 643-653, 2003
- [8] 한만청,진단방사선과학. 일조각 publishing, 2003. pp15-85