

Bag-of-Feature 특징과 랜덤 포리스트를 이용한 의료영상 검색 기법

손정은, 콧준영, 곁병철, 남재열
계명대학교 컴퓨터 공학과

e-mail : wjddms7392@naver.com, {cvpr1311,niceko, jynam}@kmu.ac.kr

Medical Image Retrieval using Bag-of-Feature and Random Forest Classifier

JungEun Son, JunYoung Kwak, ByoungChul Ko, JaeYeal Nam
Dept. of Computer Engineering, Keimyung University

요 약

본 논문에서는 의료영상의 특성을 반영하여 영상의 그라디언트 방향 값을 특징으로 하는 Oriented Center Symmetric Local Binary Patterns (OCS-LBP) 특징을 개발하고 추출된 특징 값에 대해 차원을 줄이고 의미 있는 특징 단위로 재 생성하기 위해 Bag-of-Feature (BoF)를 적용하였다. 검색을 위해서는 기존의 영상 검색 방법과는 다르게, 학습 영상을 이용하여 랜덤 포리스트 (Random Forest)를 사전에 학습시켜 데이터베이스 영상을 N 개의 클래스로 자동 분류 시키고, 질의로 입력된 영상을 같은 방법으로 랜덤 포리스트에 적용하여 상위 확률 값을 갖는 2 개의 클래스에서만 K-nearest neighbor 방법으로 유사 영상을 검색결과로 제시하는 새로운 영상검색 방법을 제시하였다. 실험결과에서 본 논문의 우수성을 증명하기 위해 일반적인 유사성 측정 방법과 랜덤 포리스트를 이용한 방법의 검색 성능 및 시간을 비교하였고, 검색 성능과 시간 면에서 상대적으로 매우 우수한 성능을 보여줌을 증명하였다.

1. 서론

최근 IT 산업의 발전과 융복합 연구에 대한 필요성이 증대 되면서, 통합 의료 정보 시스템(Integrated Medical Information System)에 대한 연구 및 개발이 활발하게 이루어지고 있다.

현재 상용화되어 있는 일반적인 의료 영상검색기술은 텍스트 기반의 검색을 토대로 관리자가 일일이 의료 영상에 대해 텍스트를 부여하고 그 종류에 따라 분류하는 작업을 거치는 기술이다. 이러한 방법은 검색의 정확성이 뛰어난에도 불구하고 비용적 측면이나 시간적 측면에서 매우 비효율적인 방법이다. 따라서 이러한 한계를 극복하기 위해 영상에 포함되어 있는 특징 값들을 추출하여 검색에 사용하는 내용기반 영상 검색 방법과 영상을 종류에 따라 분류하는 영상 분류 방법이 지난 10 여 년간 꾸준히 연구되어 오고 있다.

본 논문에서는 영상의 질감 및 질감 그라디언트의 방향 값을 특징으로 하는 Oriented Center Symmetric Local Binary Patterns (OCS-LBP) 특징을 개발하였다. 이렇게 추출된 특징 값은 Bag-of-Feature (BoF)에 의해 의미 있는 새로운 특징 차원으로 변화하여 랜덤 포리스트 분류기에 적용되고 영상 분류를 통해 보다 정확하고 검색 시간이 빠른 새로운 검색 방법을 제시한다.

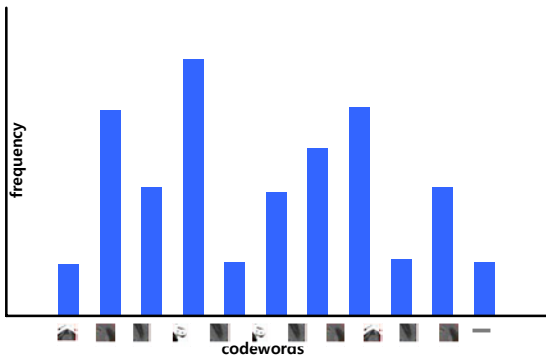
2. OCS-LBP 특징 추출과 BoF 히스토그램

영상검색, 물체인식 등에서 가장 많이 사용되는 Scale invariant feature transform (SIFT) 특징은 영상의 중요한 특징 점을 중심으로 그라디언트의 방향정보를 특징 정보로 사용한다. 하지만 자연영상과 달리 의료 영상에는 의학적으로 중요한 영역에 중요 특징 점이 존재하지 않는 경우가 많으므로 SIFT 특징만으로는 유사한 영상을 검색하기에는 한계가 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 Center Symmetric Local Binary Pattern (CS-LBP) [4]를 개선한 Oriented CS-LBP 를 제안하고 이를 이용하여 특징 차원을 줄이고 효과적으로 영상의 그라디언트 방향정보를 추출하도록 한다. CS-LBP 의 알고리즘을 개선하여 각 대칭이 되는 영역들의 픽셀 값을 비교하고 값의 차이가 임계값 T 이상일 경우 큰 값을 갖는 방향으로 차이 값을 누적시키도록 하였다

본 논문에서는 영상의 국부적인 변형에 강인한 검색 알고리즘을 개발하기 위해 영상을 8x8 영역으로 분할하여 각 영역마다 8 개의 OCS-LBP 패턴을 추출한다. 하지만 특징벡터의 차원이 너무 클 경우 실시간 영상검색이 불가능하므로 추가적으로 Bag-of-Feature (BoF) 히스토그램 [5]알고리즘을 적용하여 특징 차원

을 의미 있는 축소된 차원으로 변형하는 작업을 추가한다.

우선 각 학습 영상으로부터 추출된 특징들을 K-mean clustering 을 적용하여 K 개만큼의 클러스터를 생성하고 각 클러스터의 중심 벡터들을 코드북 (codebook)으로 결정한다. 이후 입력영상에서 동일한 OCS-LBP 특징을 추출하고 코드북에 투영시켜 유사한 코드워드에 누적시키는 방법으로 그림 1 와 같이 BoF 히스토그램을 생성한다.



(그림 1) BoF 히스토그램 생성

3. 랜덤 포리스트를 이용한 영상 분류

랜덤 포리스트(Random Forests: RF) 분류기는 결정 트리 앙상블을 이용한 분류기로, 이진 결정 트리들의 결합을 기본으로 하고 있기 때문에 정확하고 빠른 훈련 속도를 가지며 많은 양의 데이터를 실행시키는데 탁월한 분류기로 알려져 있다 [6].

본 논문에서는 학습데이터에 대해 BoF 히스토그램을 추출하고 랜덤 포리스트 분류기를 학습시켜 학습 영상을 N(14)개의 클래스로 분류하도록 구성 하였다. 이후에 나머지 모든 영상 데이터베이스를 학습된 랜덤 포리스트에 적용시켜 클래스 인덱스를 부여하는 작업을 off-line 으로 실시하였다.

새로운 질의 영상이 입력될 경우 동일한 방법으로 512 차원의 OCS-LBP 특징이 추출되고, 코드북 투영을 통해 200 차원의 BoF 히스토그램을 생성한다. 이 후 질의 영상의 BoF 히스토그램은 랜덤 포리스트 분류기에 입력되고 분류기에 의해 40 개의 클래스 중에서 가장 유사한 2 개의 클래스를 선택한다.

가장 유사한 2 개의 클래스에 속한 모든 데이터베이스 영상들에 대해 수식 바타차리야 (Bhattacharyya) 계수를 이용하여 거리를 측정하고 값이 작은 순서대로 검색결과로 보여주게 된다.

4. 실험 및 성능평가

본 논문에서 사용된 데이터베이스는 CT 영상으로 신체 부위별로 14 개의 클래스로 구성되며 총 1080 장의 영상을 포함하고 있다. 성능평가를 위해서는 8 개의 클래스에서 10 장의 영상을 무작위로 선택하여 총 80 장을 질의 영상을 사용하였다.

첫 번째 실험에서는 먼저 영상검색에서 일반적으로 사용되는 K-nearest neighbor 를 위한 거리측정

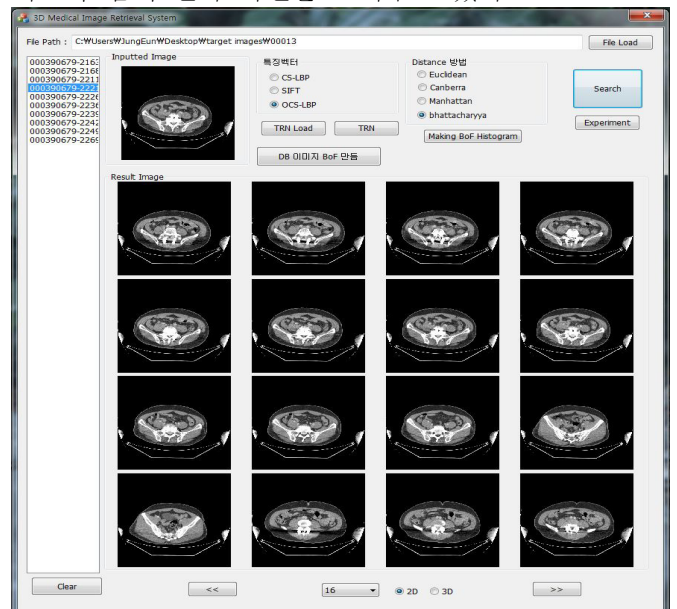
방법 4 가지의 성능을 측정하였다. 4 가지 유사성 거리측정 방법은 Euclidean 거리, Canberra 거리, Manhattan 거리, Bhattacharyya 거리이다. 실험을 위한 검색 방법은 각 영상의 특징벡터를 BoF 에 투영시킨 히스토그램을 모든 데이터베이스 영상에 대해 순차적 방법으로 거리 측정하고 그 결과를 상위 K 개만큼 보여주는 방식으로 precision 을 측정하였다.

실험 결과 OCS-LBP 의 경우 Bhattacharyya 거리 측정법의 검색율이 50%로 다른 세 알고리즘(47%, 46%, 43%)을 이용한 방법보다 가장 좋은 성능을 보여주었다.

두 번째 실험에서는 각 특징 별로 랜덤 포리스트를 적용하여 영상 검색의 성능을 측정하였다. 랜덤 포리스트는 상위 2 개의 클래스에 대해 가장 값이 작은 영상을 K 개 만큼 순서대로 보여주도록 하였다. 실험 결과 OCS-LBP 특징이 81%로 가장 좋은 성능을 보여 주었고, CS-LBP 는 72%, SIFT 는 41%의 성능을 보여주었다.

의료 영상검색에서 랜덤 포리스트 분류기를 적용한 것은 검색 성능의 향상 뿐만 아니라 검색 시간의 단축을 위한 방편임으로, 세 번째로 각 랜덤 포리스트를 적용하기 전과, 적용한 후의 평균 검색 시간을 측정해 보았다. 랜덤 포리스트 분류기를 사용했을 경우가 사용하지 않은 경우보다 검색시간이 평균 1.7 초 향상 되는 것을 알 수 있었다.

그림 2 는 본 연구에서 제안하는 시스템의 인터페이스와 검색 결과 화면을 보여주고 있다.



(그림 2) 논문에서 제안하는 의료 영상 검색 시스템의 인터페이스

5. 결론

본 논문에서는 의료 영상을 효과적으로 검색하기 위해 의료 영상에 적합한 새로운 특징을 개발하고, 검색을 위해 전체 영상을 사용하는 대신 랜덤 포리스트 분류기를 통해 분류된 유사 클래스에서만 K-nearest neighbor 알고리즘에 의해 상위 K 개의 검색결

과를 보여주는 검색 방법을 제시하였다.

실험 결과에서 보듯이 제안하는 특징은 기존의 특징에 비해 향상된 검색 결과를 보여 주었으며, 랜덤 포리스트 분류기를 적용 하였을 경우 검색 성능 뿐만 아니라 검색 시간도 효과적으로 향상시킬 수 있었다.

향후 연구에서는 CT, X-ray 영상 이외에 MRI, PET 영상들과 같이 다양한 의료영상을 검색할 수 있는 시스템을 설계할 것이다.

감사의 글

본 논문은 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 산학협력 선도대학 육성사업(LINC)의 연구결과입니다.

참고문헌

- [1] 박기희, 고병철, 남재열, "다중클래스 SVM 과 주석 코드배열을 이용한 의료영상 자동 주석 생성", 한국정보처리학회 논문지 B, 16 권, 4 호, pp. 281-288, 2009.
- [2] 서미숙, 고병철, 손유익, 박희준, 남재열, "인간시각과 MPEG-7 시각기술자를 이용한 관심영역 기반의 의료영상검색", 13 권 2 호 p 120~130, 2007.
- [3] B.C. Ko, J.-H. Lee, J.-Y. Nam, "Automatic medical image annotation and keyword-based image retrieval using relevance feedback," Journal of Digital Imaging, Vol. 25. No. 4, pp. 454-465, 2012.
- [4] M. Heikkilä, M. Pietikäinen, C. Schmid, "Description of Interest Regions with Local Binary Patterns. Pattern Recognition," Vo.42, pp. 425-436, 2009.
- [5] L. Fei-Fei and P. Perona "A Bayesian Hierarchical Model for Learning Natural Scene Categories," IEEE Conf. of Computer Vision and Pattern Recognition. pp. 524- 531, 2005.
- [6] 김덕연, 고병철, 남재열, "열 영상에서 핫 스팟 영역을 이용한 휴먼 보행자 검출 기법", 한국정보과학회 춘계학술대회, pp.1-3, 2012