

환자 식별 알고리즘 보안을 위한 의료 영상 유사도 측정 방법

정병희*, 양준용*¹⁾

*비알씨(주)

e-mail:buxbany@gmail.com

Medical Image Similarity Measurement Method for Patient Identification Algorithms

Jeong, Byung-Hui*, Yang, JunYong*

*Bio Research Complex

요 약

최근 병원정보시스템의 도입으로 병원 내 의료서비스 효율성 향상이 두드러지고 있다. 이러한 병원정보시스템의 개선으로 의료정보 통합이라는 문제가 대두되고 있으며, 이를 시도하고자 하는 움직임이 나타나고 있다. 그러나 의료정보 통합을 위한 선행 단계로 동일 환자를 찾는 문제해결이 우선시 되며, 이를 위한 환자 식별 알고리즘의 연구가 필요시 되고 있다. 대표적인 사례로 MPI(Master Patient Index) 모듈을 통해 환자의 기본 정보 및 진료 정보 등의 여러 필드를 비교하여 유사도를 산출할 수 있으나, 국내에 적합하지 않는 언어체계, 필드별 최적 가중치의 산정 등 여러 가지 문제점들을 가지고 있다. 본 논문은 이러한 MPI 등과 같은 매칭 알고리즘의 정확도를 높일 수 있는 보완적인 방법으로, 환자 필드 정보 외에 촬영한 의료 영상(MRI) 정보를 활용하여 동일 환자를 찾는 방법을 제안한다. 기존의 영상 정보만을 활용한 방법과는 달리, 의료영상의 물리적인 정보를 환자 식별 시 가장 높은 가중치를 부여하여 변하지 않는 불변의 특징 값으로 하여 높은 정확도를 검출하였다. 이러한 영상 정보를 활용한 유사도 측정 결과는 향후 환자 식별에 있어 보조적인 수단으로 활용하고자 한다.

1. 서론

최근 병원정보시스템의 도입으로 병원 내 의료서비스 효율성 향상이 두드러지고 있다. 그러나 각 병원에서 사용되고 있는 병원정보시스템은 서로 다른 시스템과 수집되는 정보의 타입이 다르기 때문에 병원 간 의료정보 교류가 어려워 환자입장에서 같은 질병을 다른 병원에서 진료를 받을 경우 처음부터 검사 및 진단을 다시 받게 되는 등의 비효율적인 문제점이 있다. 이로 인해 여러 가지 시간적, 금전적 소모가 발생하며, 이러한 이유로 미국에선 MPI(Master Patient Index) 알고리즘을 통해 서로 다른 병원 간 환자정보를 비교 분석하여 병원 간 환자 정보를 사용할 때 환자 개인을 식별할 수 있도록 사용되고 있고, 이를 통해 병원진료 서비스의 질을 높이는 동시에 시간적, 금전적 낭비를 줄이고 있다. 이와 같이 의료서비스 개선을 위해선 병원간의 의료정보 통합이라는 중요하고 큰 문제를 해결해야 하며, 이를 위한 선행 단계로 서로 다른 병원간의 동일 환자를 찾기 위한 환자 식별 알고리즘의 연구가 수행되어야 한다. 이러한 환자 정보 식별은 환자의 성명, 주소 등의 개인 기본 정보와 질환 이력 등의 진료 정보의 여러 가지 필드를 비교하여 유사도를 측정할 수 있

다. 본 논문은 MPI등의 해당 환자 정보 식별 알고리즘의 정확도를 높이기 위해, 보조적인 수단으로 환자의 의료 영상 유사도 측정을 고려하여 전체적인 유사도 측정 알고리즘에 본 방법을 보완적인 방법으로 사용하고자 한다.

2. 관련 연구

의료영상 유사도 측정에 있어 일반적으로 영상 검색 시스템에 지원되는 질의 방법이 활용된다[1]. 지원되는 질의의 종류는 텍스트 키워드 질의와 사용자가 미리 정의된 질병 아이콘과 템플릿 영상을 이용하여 질의를 작성할 수 있도록 하는 스케치 질의가 있다. 텍스트 키워드 질의는 일반적인 검색 시스템에서 사용하는 키워드 중심의 질의 방법이며, 환자의 뇌 MRI와 환자 정보를 데이터베이스로 구축한 상태에서 이용한다. 스케치 질의는 사용자가 질의하고자 하는 질의 영상의 객체 모양, 색, 화면 레이아웃 등을 직접 조작 방식으로 그려서 질의하는 방법이다. 하지만 뇌 MRI는 이미지를 구성하는 객체들의 속성 값이 미세하고 객체들 사이의 관계가 복잡하기 때문에 이미지 편집 도구들을 사용하여 질의 이미지를 작성하기가 매우 어려운 단점이 있다. 이외에 영상 정보만을 대상으로 비교하는 방법이 있다. 일반적으로 영상처리 방법을 사용하는 것으로 전역적 혹은 지역적인 영역 유사도를 비교하는 방법이 있다. 이러한 영역 간 유사도를 비교하는 방법은 텍스

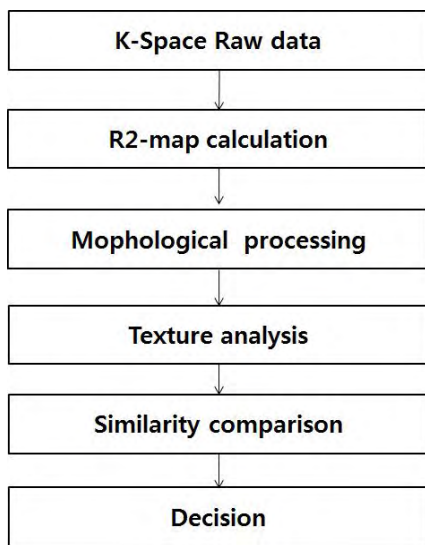
1) 교신 저자 : junyong0125@gmail.com

* "본 연구는 보건복지부 보건의료연구개발사업의 지원에 의하여 이루어진 것임(A112020)."

처를 분석하는 방법[2], Wavelet을 이용하여 분석하는 방법[3], 에지 등의 형태 정보를 추출하여 분석하는 방법[4] 등 다양한 비교 방법들이 있다. 그러나 이러한 방법들은 일반적인 그레이 스케일 영상정보만 가지고 처리하는 방법으로 픽셀 밝기값의 분포나 연결 형태가 유사할 경우 부정확한 결과가 도출될 수 있는 문제점을 가지고 있다.

3. 제안 방법

본 논문은 앞서 언급한 일반적인 영상처리를 통한 영상 유사도 측정시 제한된 영상 정보로 인해 부정확한 결과가 도출되는 문제점을 해결하기 위해, MR의 물리적인 접근 방법으로 R2-map 정보를 추가적으로 활용한다. 제안 방법은 다음과 같은 과정으로 처리되어 진다.



(그림 1) 제안 방법의 흐름도

(그림 1)과 같이 본 논문의 전체 과정은 K-Space 데이터로부터 시작한다. 측정된 K-space데이터에서 R2-map을 계산하여 특정 부위인 영역에서 환자 개인만이 가지고 있는 특징정보인 철(Fe) 성분의 분포를 계산한다. 이후 이진으로 만들기 위한 간단한 모폴로지 연산을 수행한다. 그리고 Magnitude영상의 텍스처 정보를 전역적, 지역적으로 분석한다. 최종적으로 앞서 분석한 R2-map과 텍스처 정보를 비교하는 단계를 거쳐 최종 유사도 정도를 산출한다.

3.1 R2map의 계산

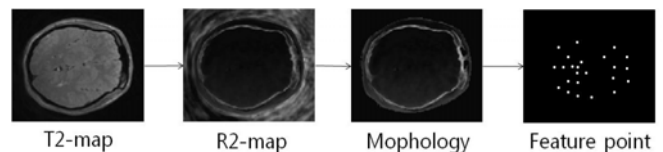
MR 영상에서는 spinlattice, T1, spin-spin, T2, relaxation times 등과 같은 요인들을 통해 정상 조직과의 차이점을 구별하고자 해당 방법들을 사용하고 있다. 본 논문에서는 T2기반의 시퀀스를 사용하며, 실험데이터는 Rat의 MR 영상으로 T2-map을 계산하여 이를 통해 R2-map 값을 얻고자 하였다. 영상 획득은 FSE(Fast Spin Echo) 시퀀스로 획득하였고, T2-map의 계산을 위해서 식 (1)과 같이 Signal Intensity(SI)를 계산한다[5].

$$I = SI \exp(-T / T_2) \quad (1)$$

T2-map 계산 시 활용된 스캔 파라미터는 TR / TE : 3 000 / 10 ms, NE(number of echo) : 5, slices : 8 (total 40)로 하였고, 해상도는 192 x 192로 하였다. 해당 파라미터를 이용하여 다음 식 (2)에 의해 T2-map을 계산하였다[6-7].

$$T_2 = - \frac{T_E}{\ln \left(\frac{SI(T_2W)}{SI(PD)} \right)} \quad (2)$$

이에 계산된 T2-map의 역수(1/T2)를 취해줌으로써 R2-map을 계산할 수 있다. 일반적으로 T2 value의 경우, 조직의 철(Fe) 함유량에 따라서 달리 나타난다. 물론 개별적인 차이는 다소 존재하겠지만, 일반적으로 철 성분이 다량으로 함유되어 있는 조직에선 해당 T2 value가 다른 신호나 잡음에 비해 상당히 낮게 산출되어 지기 때문에, R2 value는 반대로 의미 있는 높은 값들의 균등한 분포를 갖게 된다. 본 논문은 유사도 비교를 위한 가장 의미있는 특징정보로 R2-map정보 기반의 방법을 제안한다. 이후 특징점 추출을 위해 모폴로지 연산과 이진변환을 통해 특징기울기 크기 이상의 지점만 추출한다. 다음 그림은 R2-map 계산의 샘플 그림을 나타낸다.



(그림 2) R2-map 계산 과정

3.2 텍스처 분석

텍스처 정보의 유사도 측정을 위해 크게 전역적인 비교 방법과 지역적인 비교 방법을 수행한다. 전역적인 비교는 Magnitude영상 전체를 대상으로 텍스처 정보[2]인 전역적, 지역적의 거친 정도를 나타내는 Roughness, 부드러운 정도를 나타내는 Smoothness, 불규칙적인 무작위성을 나타내는 기준척도인 Entropy 값을 측정한다. 지역적인 측정은 영상을 5x5 그리드 영역으로 분할하여 전역적인 방법과 똑같이 텍스처 분석을 측정한다.

3.3 유사도 비교

앞서 언급한 유사도 비교를 수행하는 단계로 R2맵은 상위 10%에 있는 값들만 추출하여 이를 이진 영상으로 변환하여 객체의 무게중심점을 추출한다. 추출된 픽셀들의 각각의 거리들과 분산값을 고려한 마할라노비스 거리를 통하여 두 영상 간의 유사도를 비교한다. 텍스처 분석 비교의 경우 역시 앞서 계산된 3개의 정보 차이를 측정한다. 두 측정된 값에 가중치를 R2맵의 경우 0.7, 텍스처 분석

비교는 0.3의 가중치를 주어 최종 결과값을 산정하여 이를 백분율로 산정하여 90%이상 나올 경우 동일한 영상이라고 판정한다.

4. 실험

제안 방법의 성능 평가를 위해 총 50명의 영상 정보를 가지고 실험하였다. 다음 <표1>은 샘플 결과 10개의 기준 영상과의 유사도 측정 결과를 표기하였고, <표2>는 기존 방법들인 텍스처 분석 방법과 wavelet 기반 방법을 선정하여 제안방법과의 비교결과를 전체 50명의 평균 정확도로 나타내었다. 다음 표를 통해서 유사도가 제일 높은 사람의 검출과 정확도에 대해서 확인할 수 있다.

<표 1> 평균 영역 차이 비교결과

Image	R2-map	Texture
Patient 01	35.5%	70.4%
Patient 02	10.2%	22.8%
Patient 03	95.5%	92.5%
Patient 04	70.5%	68.2%
Patient 05	34.8%	50.3%
Patient 06	37.0%	20.5%
Patient 07	14.6%	20.3%
Patient 08	27.3%	15.5%
Patient 09	35.5%	85.5%
Patient 10	40.2%	10.2%

<표 2> 평균 정확도 산출 결과

Method	Average accuracy ratio
Texture based	64.4%
Wavelet based	78.2%
Proposed method	92.5%

5. 결론

본 논문은 MPI등의 환자 정보 식별 알고리즘의 정확도를 높이기 위해, 보조적인 수단으로 환자의 의료 영상 유사도 측정을 고려하여 전체적인 유사도 측정 알고리즘을 제안하였다. 실험결과 R2-map을 이용한 부분이 기존의 영상정보만을 가지고 처리한 방법에 비해 비교적 높은 정확도를 산출하여 제안방법이 효율적임을 증명하였다. 하지만 철성분의 분포를 나타내는 R2-map은 영상 촬영의 시간 차이가 큰 경우 매칭이 되지 않는 문제점이 있기 때문에, 촬영 영상의 시간 차이가 본 제안 방법의 정확도를 결정짓는 중요한 요인이라고 할 수 있다. 본 문제점 해결을 위해 다른 신체 부위의 R2-map정보를 활용하거나 R2-map 정보 외에 다른 물리적인 비교 정보를 활용하고자 한다.

참고문헌

- [1] 문형석, 엄기현, 의료 영상 시스템의 설계 및 구현, 한국멀티미디어학회 추계학술대회, pp.315-318, 2002.
- [2] S. Hemachande, A. Verma, S. Arora, and Prasanta K. Panigrahi. 2007. Locally Adaptive Block Thresholding Method with Continuity Constraint. Pattern Recognition Letters, 28, pp. 119-124.
- [3] C. C. Kang and W. J. Wang. 2007. A Novel Edge Detection Method Based on Maximization of the Objective Function. Pattern Recognition, Vol. 40, No. 2, pp. 609-618.
- [4] Rafael C. Gonzalez and Paul Wintz. 1993. Digital Image Processing, 3rd Ed., Addison-Wesley. Roger S. Pressman "Software Engineering A Practitiners' Approach" 3rd Ed. McGraw Hill
- [5] P.B. Kingsley, Concepts in Magn. Reson., 11, pp.29 - 49, 1999.
- [6] E.M. Haacke, R.W. Brown, M.R. Thompson, R. Venkatesan, Magnetic Resonance Imaging:Physical Principles and Sequence Design, John Wiley & Sons Inc., USA., pp.129 - 133, 1999.
- [7] E.M. Haacke, R.W. Brown, M.R. Thompson, R. Venkatesan, Magnetic Resonance Imaging:Physical Principles and Sequence Design, John Wiley & Sons Inc., USA., pp.118 - 123, 1999.