

웨이블릿 변환을 이용한 적응적 뇌영상 검색 방안

구혜영, 엄기현

동국대학교 대학원 컴퓨터공학과

Adaptative Retrieval Method for Brain Image using Wavelet

Heayoung Koo, Kyhyun Um

Dept. of Computer Engineering, Graduate School, Dongguk University

{pooh, khum}@dgu.ac.kr

요약

내용 기반 이미지 검색에서 질감정보는 이미지의 검색 속성으로 사용할 수 있는 중요한 정보를 가지고 있다. 본 논문에서는 검색의 이미지 속성으로서 질감 특징을 사용한다. 의료영상 MRI 중 특히 뇌영상의 검색에서 질감의 특징은 전체 이미지를 대상으로 한 전역 질감 특징 값과 종양이나 뇌출혈 부분 등 정상이 아닌 이상객체 부분의 지역 질감 특징 값을 3단계 웨이블릿 변환을 통해 추출하고 추출된 여러 개의 특징 중 검색 효율성을 높일 수 있는 특징만을 선별하여 검색에 이용하는 방안을 제안한다.

1. 서론

대용량의 멀티미디어 데이터베이스에서 사용자의 다양한 요구를 효율적으로 지원하기 위해 적절한 내용 기반 이미지 검색과 그에 따른 유사성 검색이 요구된다. 내용 기반 이미지 검색은 이미지의 색상, 모양, 질감 등의 기본 특징(features)을 이용하여 대개 인덱스를 구성함으로써 이미지에 대한 질의를 처리하는 방법이다.

이미지의 여러 가지 특징 중 질감정보는 이미지 검색의 수단으로 사용될 수 있는 중요한 속성을 가지고 있는 정보이다. 또한, 칼라 이미지뿐만 아니라 그레이 레벨(Gray Level) 이미지에서도 추출할 수 있기 때문에, 위성 사진이나 항공 사진에 의한 지형이나 산림의 분석, 생체 조직과 세포의 현미경 사진 분석 등의 응용에도 이용이 가능하다. 최근에는 그레이 레벨이미지인 MRI나 CT 스캔 같은 의료영상에 적용하는 연구가 활발히 진행 중이다.

이미지 질감 특징은 MRI의 티슈 세그멘테이션과 특성화에 주로 이용되고 있으며, 지역 조직 구조의 중요한 특징이나 병의 증상을 표현한다. 일반적으로 방사선과 의사들은 병을 찾거나 진단할 때 집중도

(intensity), 균일성(uniformity), 거침(roughness), 규칙성(regularity), 방향성(directionality), 조악함(coarseness), 부드러움(smoothness), 과립성(granulation) 등과 같은 질감특징을 사용하여 진단한다[1]. 그러나 이러한 방법은 이미지 전체의 질감 특징만을 가지고 검색을 하고 있으므로 뇌 영상과 같은 이미지에서 종양이나 이상객체 부분을 고려한 검색에 관한 연구가 필요하다.

본 논문에서는 일반 이미지가 아닌 의료영상 중 특히 뇌의 MRI 내용기반 질의·검색을 하기 위해 웨이블릿 변환을 이용한 효과적인 질감특징을 추출하고, 추출된 질감 특징 모두를 사용하지 않고, 이미지의 검색 범위를 줄이고 검색 성능을 향상시켜 좀더 정확한 검색을 할 수 있는 적응적 특징들만을 선별하여 검색에 이용하는 방안을 설명한다.

논문의 전체적인 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 질감정보를 이용한 이미지 검색에 관한 기존의 관련연구를 정리한다. 3장에서는 웨이블릿 변환을 통해 질감 특징을 추출하고 분별력 있는 특징 정보를 선택하는 기법을 제안한다. 4장에서는 추출된 질감특징을 이용한 이미지 검색기법에 대해서 제안한다. 5장에서는 실험을 위한 구현 환경과 제안한 특징 정보들이 이용한 검색 성능 효율을 비교·분석한다. 마지막으로 6장에서는 결론을 맺는다.

본 연구는 1999년도 한국과학재단 특정기초연구(과제 번호: 1999-1-303-002-3) 내용의 일부임

2. 관련 연구

2.1 질감 특징을 이용한 이미지 분석 방법 연구

질감은 농도나 색의 이차원적인 변화 패턴이라고 할 수 있으며, 영역이 가진 중요한 특징의 하나이다. 예를 들면, 흰 종이라도 훨씬 확대해서 보면 반드시 질감(종이의 섬유무늬)이 나타난다. 또 농도가 일정한 영역도 농도 변화가 없는 질감을 갖는다고 할 수 있다.

이러한 질감을 이용한 방법에는 크게 벽지나 옷감, 곡물, 대리석 이미지 등과 같이 특정한 질감 특성을 갖는 이미지를 대상으로 하는 검색에서 이미지 내의 수평선의 반복과 같은 규칙적인 배열을 분석하는 구조적인 방법(Model based Method)과 거친 정도, 부드러운 정도를 나타내는 통계적인 방법(Statistical Method)으로 나눌 수 있다 [2].

구조적인 방법은 주로 질감의 구조가 옷감의 프린트 패턴이나 벽돌 무늬처럼 규칙적으로 반복되는 기하학적인 도형의 배열을 분석하는 데 이용한다.

통계적인 방법은 질감 특징을 묘사하기 위한 가장 단순하고 효과적인 접근법의 하나로, 한 이미지를 대표하는 통계 값을 얻기 위하여 일반적으로 화소들 간의 공간적인 상호 의존성을 분석한다. 대표적인 기법으로는 방향벡터에 따른 픽셀의 동일한 그레이레벨 쌍의 빈도 수를 이용한 GLCM(Gray Level Co-occurrence Matrix)[2,3,4]를 들 수 있으며, 자체상관(Auto-correlation) 함수, 푸리에 스펙트럼, 웨이블릿, 그리고 질감 히스토그램 기법 등이 있다.

이러한 통계적인 방법은 한 이미지에 대하여 특정 값을 가지는 픽셀들의 분포를 표현할 수 있어 이미지 내의 개체들이 복잡하게 구성된 자연 이미지나 의료 이미지의 질감 특징을 구조적인 기법보다 더 효과적으로 표현할 수 있다.

2.2 웨이블릿을 이용한 내용 기반 검색 연구

현재까지 많은 연구에서 데이터베이스 이미지들 간의 유사성을 찾는데 질감을 사용하였다.

내용 기반 검색 시스템 중에 질감 정보에 기반한 것으로는, 1976년 Tamura 등이 제안한 명암 동시 발생 행렬(Gray Level Co-occurrence Matrix, GLCM)을 이용한 영상의 통계적 질감 분석 방법이 있으며 [3], GLCM에서 구할 수 있는 특징 값들을 조합하여 세로 영상의 검색에 적용하는 방법 등이 제안되었다 [11].

질감 특징을 표현하는데 있어 웨이블릿 변환을 이용한 것으로는 웨이블릿 변환 후의 계수들을 비교하는 방법이 일반적이며, 통계학적인 계수 비교 방법이나 계수들 중에서 절대값이 큰 계수들을 사용하여 검색하는 방법 등 다양한 방법들이 제안되고 있다 [12][13]. 또한, GLCM과 웨이블릿을 병합하여, 웨이블릿 변환 후의 저대역 부밴드에서는 GLCM을 적용하

고 고대역 부밴드에서는 Energy를 구하여 유사도를 측정하여 검색하는 방식도 제안되었다[14].

Jacobs[6] 등이 제안한 내용 기반 이미지 검색 시스템은 특징 데이터의 추출 과정에서 처음으로 웨이블릿 변환을 사용하였다. 그들의 연구에서는 칼라 이미지에 대하여 직접 웨이블릿 변환을 적용하여 얻은 계수들을 특징 벡터로 사용하는데, 칼라 이미지의 각 채널("R"ed, "G"reen, "B"lue)마다 따로 특징 벡터를 구성하며, 각 특징 벡터의 차원이 너무 커서 기존의 색인 기술을 이용하는데 적합하지 않다. 실제로, 그들의 연구에서는 특징 벡터의 추출 및 유사성 측정과 관련된 컴퓨터 비전 및 그래픽 기술에 초점을 두고 있으며, 효율적이고 신속한 검색을 중요시하는 데이터베이스 측면의 기술은 고려하지 않고 있다.

Smith[7]는 이미지 검색에 색상, 질감 그리고 공간적 위치 정보를 이용한 시스템을 개발하였다. 질감으로는 서로 다른 해상도의 QMF 웨이블릿 필터 뱅크의 출력의 정량화된 에너지 값을 이용하였다. 그는 이 특징값이 그레이 레벨 변화와 크기 변화에 무관함을 보였으며, 실험을 통해 분류 테스트에서 DCT-기반 특징보다 우수함을 보였다. 그러나 필터 뱅크의 출력으로 나오는 에너지 값들의 패턴을 구하기 위하여 이진 특징 벡터를 생성하는 가운데 패턴 매칭 과정이 따라야 한다는 단점을 가진다.

Mal[8]는 질감 정보를 얻기 위해 Gabor 필터를 기반으로 한 다해상도 이미지 표현기법을 사용하였다. 그들은 특징 값으로 서로 다른 스케일과 방향으로 계산된 Gabor 변환 계수의 중간값과 표준 편차를 이용하였다.

웨이블릿을 이용한 질감 특징 추출은 대부분의 연구에서 부밴드의 에너지를 이용하거나, 원래의 이미지의 외곽선(countour) 정보를 이용한다. 그 밖에도 원래의 이미지의 색상 히스토그램과 웨이블릿 부밴드 변환 계수의 중간값과 표준편차를 이미지의 질감 특징으로 이용하기도 한다[9,10].

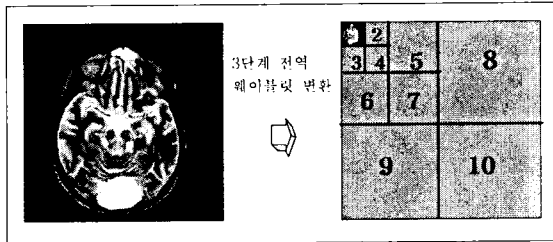
본 연구에서는 웨이블릿 변환을 통해 생성된 고대역 부밴드 부분과 저대역 부밴드의 에너지 값을 자동으로 추출하여 질감 특징으로 사용한다. 그러나 추출된 질감특징들을 모두 이미지를 검색하는데 사용하지 않고 분별력 있는 질감 특징만을 고려하여 이미지 검색에 이용함으로써 특징벡터의 차원과 검색 시간을 줄이고 검색성능을 높이고자 한다.

3. 의료이미지 질감특징 추출

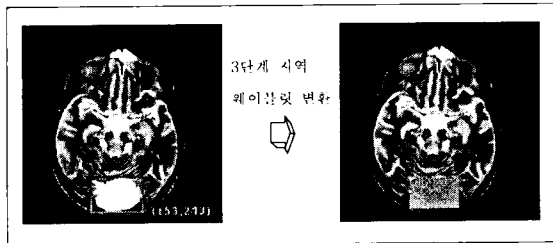
3.1 웨이블릿 변환을 이용한 의료이미지 질감특징 추출

본 논문에서는 질감 특징을 추출하는 방법으로 3단계 웨이블릿 변환을 이용하고 질감의 특징은 전체 이미지를 대상으로 한 전역 질감 특징 값과 종양이나 뇌출혈 부분 등 정상이 아닌 이상객체 부분을 이상 객체 영역이라 분류하여 지역 특징이라 하고 지역 질감 특징 값을 추출하여 검색에 이용한다. MRI 이미지

검색은 뇌 영역에서 종양이나 이상객체가 있는 이미지를 찾기 위함인데 전역 특징만을 사용했을 경우에는 실제 찾고자 하는 종양의 이미지를 검색하기 어려움이 있다. 실제 종양이나 이상객체가 있는 MRI 뇌 영상에서 전역 특징 정보는 뇌의 전체적인 특징을 나타내고, 지역 특징 정보는 실제 발견된 종양 및 이상객체부분의 질감특징으로 이상객체에 대한 검색에 사용된다. 이상 객체영역이 있는 MRI에서 이미지의 전역 특징과 지역 특징을 추출하는 웨이블릿 변환은 그림[1,2]와 같다.



[그림1] 3단계 전역 웨이블릿 변환



[그림2] 3단계 지역 웨이블릿 변환

3단계 웨이블릿 변환을 거치면 [그림1]처럼 10개의 이미지에 대한 질감이 추출된다. 본 논문에서는 웨이블릿 변환 후 생성된 이미지들의 질감을 T1 ~ T10 으로 정의한다.

3.2 질감 에너지 특징 분포와 분석

전역-지역 웨이블릿 변환을 통해 생성된 웨이블릿 계수를 이용해서 질감 특징값을 추출하고 검색성능의 저하를 주는 데이터는 삭제하고 분별력있는 데이터를 가려내기 위해 추출된 데이터를 분석한다.

데이터를 분석하기 위해 데이터들의 평균, 표준편차와 분산을 계산한다. 데이터의 분포에서 분산 값이 0에 가까울 때는 평균값이 집중되어 있어 흩어짐이 없는 데이터이며, 표준 편차가 0에 가까울 때는 데이터의 값들이 모두 비슷한 크기임을 나타낸다. 표준편차가 클수록 평균에서 떨어진 다양한 값이 많이 존재하게 된다. 3단계 웨이블 변환을 통해 추출된 10개의 전역 질감 특징과 10개의 지역 질감 특징 값들 중에서 데이터의 분산과 표준편차를 계산하고 데이터의 흩어짐 정도에 따라 분별력 있는 특징 데이터를 다시 선

별한다. 분별력 있는 데이터를 선별하기 위해 63명의 이상 영역을 가진 환자의 MRI 중 이상 영역 부분이 가장 크게 나타나는 이미지를 그 환자의 대표 이미지로 정하고 63개의 이미지에 대해 전역 질감 특징과 지역 질감 특징 분포를 구하였다. 전역과 지역에 대한 질감특징 분포 표는 다음 [표1]과 [표2]와 같다.

구간	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
0.9~1	0	60	20	0	0	0	0	0	0	0
0.8~0.9	0	2	9	0	0	0	0	0	0	0
0.7~0.8	0	1	17	0	0	0	0	0	0	0
0.6~0.7	0	0	13	0	15	0	0	0	0	0
0.5~0.6	0	0	3	1	17	2	0	0	0	0
0.4~0.5	0	0	1	8	20	18	0	0	0	0
0.3~0.4	0	0	0	35	11	28	0	0	0	0
0.2~0.3	40	0	0	19	0	13	12	3	0	0
0.1~0.2	23	0	0	0	0	2	47	40	41	0
0~0.1	0	0	0	0	0	0	4	20	22	63

[표1] 3단계 웨이블릿 변환 후 추출된 전역 특징 값들의 분포

구간	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
0.9~1	0	5	30	0	1	1	0	34	26	6
0.8~0.9	0	3	0	0	0	1	0	21	2	1
0.7~0.8	0	2	1	0	0	8	0	2	0	0
0.6~0.7	0	1	2	0	7	2	0	3	1	20
0.5~0.6	0	0	1	0	1	4	0	0	2	3
0.4~0.5	0	4	5	0	23	7	0	5	2	2
0.3~0.4	0	1	5	0	3	30	1	0	3	3
0.2~0.3	0	24	3	1	6	2	0	1	2	3
0.1~0.2	7	14	4	0	13	5	18	1	19	14
0~0.1	61	14	17	67	14	8	49	1	11	16

[표2] 3단계 웨이블릿 변환 후 추출된 지역 특징 값들의 분포

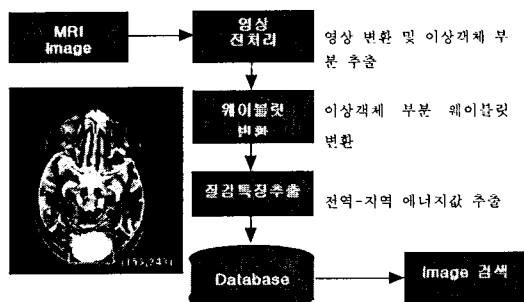
위의 특징 분포표에 의해 데이터가 한 곳에 집중되어 분별력이 없는 변수는 데이터를 검색할 때 검색 유사도 값만 높이는 결과가 나타난다. 그러므로 분별력이 없는 데이터들은 삭제하고 데이터가 고르게 분산되어 있는 특징 값을 선별한다. 선별 방법은 0~1까지 0.1 씩 구간을 지정한 후 추출된 각각의 전역, 지역 10개의 특징 값 중 한 구간 내에 속해 있는 특징 값들의 개수가 전체의 1/3을 넘는 이미지는 제외한다. 그 결과 전역 특징에서는 T3, T5 값이 지역 특징에서는 T3, T10 값을 선택하고 이들 4개의 값을 질감 특징 값으로 검색에 이용한다.

4. 질감특징을 이용한 이미지 검색기법

본 장에서는 3단계 웨이블릿 변환을 통해 추출된 질감 에너지 특징값 중에서 3장에서 선별한 질감 에너지 특징 값을 이용한 검색 방법과 검색 유사도 함수 대해서 설명한다.

4.1 질감 검색 방법

실험은 주어진 질의 객체와 이미지 데이터베이스에 미리 저장된 객체간의 유사성을 비교한다. 유사성 비교는 질의 객체와 이미지 데이터베이스에 저장된 객체의 질감 특징 값들 사이의 거리를 구하여 검색한다. 각 특징 값들은 유클리디안 거리함수를 이용하여 검색하며 유사도는 지역 질감 특징 정보와 전역 질감 특징 정보 유사 값의 MIN 값을 이용한다. [그림3]은 질감특징을 이용한 이미지 검색 기법의 구성도를 간략히 나타낸 것이다.



[그림3] 질감특징을 이용한 이미지 검색구성도

주어진 질의 MRI는 영상 전처리 과정을 통하여 이상객체가 있는 이미지인지 아닌지 이상한 객체 부분이 있다면 이상한 객체 영역의 MBR(Minimum Boundary Rectangle) 정보를 영상 전처리 과정에서 추출한다. 웨이블릿 변환 과정에서는 이미지 전체와 전처리 과정에서 추출한 이상 영역 부분의 MBR정보를 이용하여 이상 객체 부분에 3단계 웨이블릿 변환을 적용시키고, 질감 특징 추출 과정에서 전역 질감과 지역 질감 특징을 추출한다. 의료 영상 이미지 검색에 이용되는 질감 특징 값은 웨이블릿 변환 후 생성된 20개의 특징 값들 중 분별력 있는 전역 특징 값 T3, T5 값과 지역 질감 특징 값의 T3, T10 값을 이용한다. 이 4개의 특징값에 대하여 질의 이미지와 이미지 데이터베이스 안의 이미지들과 비교하여 검색한다.

이미지들 간의 유사도는 질의 이미지와 이미지 데이터베이스 안의 이미지들간의 질감 특징 값들 사이의 거리를 계산함으로써 얻는다. 질의 결과는 계산된 유사도에 따라 질의 이미지와 유사한 이미지들을 유사도가 높은 순서대로 이미지 데이터베이스에서 검색하여 보여준다. 유사도 검색 식은 유클리디안 거리 함수를 이용한다.

4.2 유사도 함수

대용량 이미지 데이터베이스를 검색하기 위해서는 간단하면서도 효율적인 유사성 척도가 정의되어야 한다. 일반적으로 이미지간의 유사도를 얻기 위한 척도로는 각 이미지의 특징값들 사이의 거리를 구하여 비교한다. 유클리디안 거리 함수(Euclidean distance function)의 특징은 정규 직교 변환(orthonormal

transform)하에서 그 거리가 항상 보존된다는 것이다. 웨이블릿 변환은 정규 직교 변환이며, 따라서 이러한 변환을 적용하여 생성된 특징 벡터는 항상 유클리드 공간상에서 그 거리가 보존되므로 이미지들 간의 유사성을 측정하기 위하여 본 논문에서는 유클리디안 거리 함수를 이용한다.

영상 검색을 위한 유사성 척도로 정의된 유클리디안 거리 함수는 식(1)과 같다.

$$D(Q, I)_{Euclidean} = \sum_{i=1}^k \sqrt{(Q_i - I_i)^2} \quad \dots \text{식(1)}$$

Q : 질의 영상

I : 이미지 데이터베이스 안의 영상

Q_i : i 번째 질의 영상 특징값

I_i : i 번째 이미지 데이터베이스 안의 영상의 특징값

본 논문에서 추출된 질감특징에 대한 유사도 측정은 웨이블릿 변환 후 생성된 전역, 지역 4개의 특징값에 대해 질의 이미지와 이미지 데이터베이스 안의 영상을 비교한다.

질의영상에 대한 질감 특징 Q_i=(W₁, W₂, L₁, L₂)와 이미지 데이터베이스 안의 영상 I_i=(w₁, w₂, l₁, l₂)가 있을 때, 유사도 함수는 식(2)와 같다.

$$D(Q, I) = \sqrt{\sum_{i=1}^2 (W_i - w_i)^2 + (L_i - l_i)^2} \quad \dots \text{식(2)}$$

W_i : 질의 이미지의 전역특징

w_i : 이미지 데이터베이스 안 영상의 전역특징

L_i : 질의 이미지의 지역특징

l_i : 이미지 데이터베이스 안 영상의 지역특징

5. 실험과 분석

의료영상 데이터베이스 안에서 실제 종양이나 이상 영역 부분이 있는 객체를 검색하기 위해 제안된 스키마를 기반으로 검색 성능을 분석한다. 성능 평가의 요소로는 주어진 질의 이미지와 이미지 데이터베이스 안의 이미지들을 검색했을 때 검출되는 자료의 정확도를 사용한다.

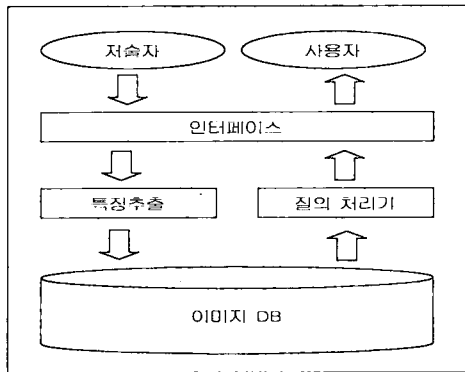
5.1 실험 환경 및 내용

실험에 사용된 이미지 데이터는 백병원에서 제공받은 실제 종양 및 뇌 질환 환자들의 MRI를 사용하였다. MRI는 [표4]와 같은 질병 명을 갖는 63명의 환자들의 MRI로서 총 1436 개이며 모두 사람의 뇌 영역 부분 수평 단면으로 이루어져 있다. 1436개의 실험 이미지와 사용자 질의 이미지는 그레이레벨 이미지로써 256×256 크기로 정규화 된 256 색상을 가지고 있다. 실험은 1436개의 MRI 데이터베이스 중에서 임의의 이미지 50개를 선택하여 질의 이미지로 사용하였다.

질병명	수	질병명	수
교 종	13 명	전이암	5 명
수막종	6 명	뇌경색	33 명
경 상	10 명	기 타	6 명

[표 4] MRI 이미지의 종류

검색을 위한 질의로는 여러 이미지 검색 시스템에서 많이 사용하는 QBE(Query by Example)를 통한 질의로 실험하였다. 본 논문에서 구현한 의료영상 검색 시스템 구조는 [그림4]와 같다.



[그림4] 의료영상 검색 시스템 구조도

의료영상은 이미지의 의미정보를 추출하는 특징추출 과정을 거친다. 추출된 정보는 이미지의 고유번호와 함께 이미지 데이터베이스 안에 저장된다. 질의에 사용된 질의 이미지는 이미지 특징 추출에 사용된 1436 개의 이미지 중 하나를 사용자가 선택 할 수 있도록 처리하였다. 사용자는 먼저 질의 인터페이스를 통해 원하는 질의 이미지를 불러온 다음 질의 처리기에서 수행된 후 질의 결과는 유사도 K 이상인 이미지로 이루어진 집합을 반환하며, 유사도 점수가 높은 순서대로 정렬된다.

5.2 실험 결과 및 분석

본 논문에서 제시한 웨이블릿 변환을 통해 추출된 10개의 전역 질감 특징 중 (3), (5)번 이미지의 질감 특징과 지역 질감 특징 10 개중 (3), (10)번 이미지의 특징만을 가지고서 질감 검색을 하고 전역 질감 특징 10개만을 가지고 검색한 결과, 전역 질감 특징 10개 중 (3), (5)만을 가지고 검색한 결과, 지역 질감 특징 10개를 가지고 검색한 결과, 지역 질감 특징 10개 중 (3), (10)번을 가지고 검색한 결과, 전역 10개, 지역 10개 20개의 질감특징을 가지고 모두 검색한 결과를 비교 분석한다. 그리고, 성능 평가 척도는 검색된 영상

중에서 질의와 관련된 영상의 비율을 나타내는 Precision 을 이용하여 검색의 효율성을 평가하였다. 질감특징을 이용한 의료이미지 검색의 목적은 의사가 종양이나 이상한 객체가 있는 이미지를 질의 이미지로 선택한 후 이 질의 이미지와 비슷한 이미지들을 검색하는데 목적이 있다.

검색 방법	검색 정확도 (Precision)
T3&T5 전역 질감검색	0.61
전역 질감검색	0.61
T3&T10 지역 질감검색	0.63
지역 질감검색	0.59
전역 지역 질감검색	0.65
T3&T5 T3&T10 전역 지역 질감검색	0.71

[표 5] 질의 이미지에 대한 검색 결과

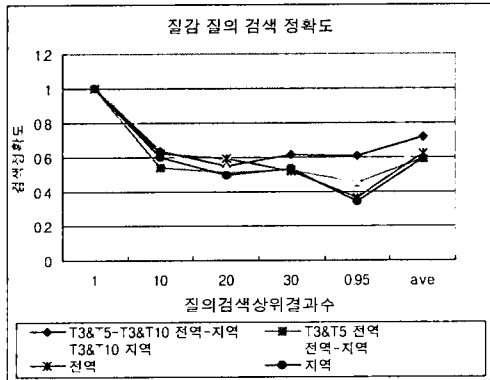
검색 결과 [표 5]에 의하면 전역 질감특징을 이용하는 것은 전체 10개의 특징을 모두 사용한 것과 10개 중 2개를 사용한 것 모두 0.61의 검색 정확도를 보여 주고 있다. 이는 의료 영상의 MRI 특성상 전체 영역으로 특징을 추출했을 경우 검은 바탕에 회색과 흰색의 뇌 영상이 모두 비슷하게 보이기 때문인 것으로 보인다. 전체의 MRI 에서 작은 부분을 차지하는 종양이나 이상한 부분은 전역 질감특징에서 커다란 영향을 미치지 못하기 때문이다.

두 번째, 지역 질감특징을 이용하여 검색한 결과는 10개의 지역특징을 모두 사용한 결과의 검색 정확도는 0.59 이고 분별력 있는 2개의 질감 지역 특징을 이용하여 검색한 결과는 0.63의 정확도를 보였다. 이러한 결과는 전체가 아닌 종양이나 이상한 영역만을 세그멘테이션 하여 질감특징을 추출했을 때 10개의 질감 특징 중 상당수가 영역이 작은 하얀 종양 부분이나 이상한 영역에서 질감정보를 찾아내지 못해 비슷한 값을 추출해 냈기 때문에 10개의 질감 특징정보로는 분별력이 크게 떨어져 0.59의 정확도나 나타났으며, 10개중 분별력 있는 2개의 지역질감특징만을 이용했을 때는 작은 종양이나 이상한 영역의 질감특징이 잘 표현된 정보만을 가지고 검색을 하였으므로 0.63의 검색 정확도가 나타났다.

세 번째, 질감의 전역-지역 정보 20개를 모두 사용하여 검색한 결과는 0.65의 검색정확도가 나왔고, 전역 정보의 2개, 지역 정보의 2개 모두 4개의 전역-지역 정보를 이용하여 검색한 결과는 0.71로 가장 높은 검색정확도 결과가 나타났다. 이러한 검색 결과는 이전의 지역과 전역정보만을 가지고 검색했을 때의 결과를 보고 충분한 예상이 되었던 결과였다. 전역-지역 정보의 20개 특징을 모두 가지고 검색을 했을 경우는 지역정보의 10개의 이미지 중 분별력이 떨어지는 특징들로 인하여 검색 성능이 약간 떨어졌으며, 20개의 전역-지역 정보 중 2개씩 4개의 특징만을 가지고 검색을 한 것은 각 특징들 중 분별력 있는 정보만

을 사용하여 검색을 하였기 때문에 0.71이라는 검색 성능이 나타난 것이다.

이 성능은 이미지의 특징으로 모멘트(moment)[5]를 이용하여 7가지 계수로 나타내어 저장하고 그 특징을 이용하여 검색하는 시스템의 정확도 0.35와 모멘트 계수와 모자익을 결합하여 검색하는 시스템의 정확도 0.56 [15]에 비해 우수함을 보이고 있다.



[그림5] 질의 검색 정확도

6. 결론

본 논문에서는 내용기반 의료영상의 질감특징을 추출하여 효율적인 검색을 하기 위한 방안을 제안하였다.

의료 영상의 효율적인 질감 특징 추출을 위하여 웨이블릿 변환을 하였다. 먼저 웨이블릿 변환을 통해 추출된 웨이블릿 계수를 이용하여 여러 가지 질감특징을 추출하였고 그 중에서 에너지 특징을 이용하였다. 추출된 10개의 전역, 지역 에너지 질감 특징 값 중 실험을 통해 분별력이 가장 높은 전역 질감 특징 중 T3, T5번 특징과 지역 질감 특징 중 T3, T10번 특징을 선별하여 검색에 이용하였다.

그리고 선별된 질감 특징 값을 이용하여 6가지 검색방법으로 실험 성능을 비교 평가하였다.

본 논문에서 제시한 T3,T5-T3,T10 전역-지역 검색방법으로 1436점의 의료이미지에 대해 실험한 결과 추출된 모든 특징을 이용한 검색보다 처리시간과 검색 효율 면에서 보다 우수한 성능을 보여주었고 검색 정확도도 0.71의 결과를 보여준다. 이 결과는 각 질감 향후 연구과제로 이미지 데이터베이스 내에 저장되어 있는 대량의 의료영상에 대하여 빠르고 효율적인 검색을 위한 검색공간의 크기를 축소 할 수 있는 방법에 관한 연구가 필요하다.

참고논문

[1] Hamid Soltanian Zadeh, Reza Nezafat, and Joe P.Windham, "Is there Texture information in

standard brain MRI", SPIE Conference on Image Processing, Vol.3661, Feb. 1999

[2] Ramesh Jain, Rangachar Kasturi, Brian G, Schuncj, machine Vision, pp.234-248, 1995

[3] H. Tamura, S. Mori and T. Yamawaki, "Textures corresponding to visual perception", IEEE Transaction on System. Man And Cybernetics. Vol.8(6), pp.460-473, 1978

[4] Rafeal C. Gonzalez, Richard E. Woods, Digital Image Processing, Addison Wesley Publishing Company Inc., 1992

[5] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Digital Image Processing, Addison Wesley, 1993, pp.45-47, 514-518

[6] C. E. Jacobs, A. Finkelstein, and D. H. Salesin, "Fast Multiresolution Image Query," Proc. ACM SIGGRAPH, New York, 1995.

[7] John R. Smith, "Integrated Spatial and Feature Image Systems: Retrieval, Analysis and Compression", Ph.D. thesis, Graduate School of Art and Science, Columbia Univ. 2. 1997.

[8] B. S. Manjunath and W. Y. Ma. "Texture features for browsing and retrieval of image data", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 18(8):837--842, August: 1996.

[9] Changliang Wang, Kap Luk Chan, Stan Z Li, Spatial-Frequency Analysis for Color Image Indexing and Retrieval, 5th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision(ICARCV 98)

[10] J. You and H. Shen, "Fast Indexing and searching for Content-Based Image Retrieval", Visual Information Processing VII, SPIE Vol. 3387, 1998

[11] 최예찬, 김호영, 김선아, 김백섭 "세포영상에서의 텍스처 특징을 이용한 영역 분할", 한국정보과학회 춘계 학술발표논문집 Vol. 26. No. 1, pp.576-578, 1999

[12] 서상환, 이연숙, 김상균, 김홍식, "웨이블릿 변환에 기반한 색상과 질감 특징을 이용한 이미지 검색 시스템", 한국정보과학회 춘계 학술발표논문집 Vol. 26. No. 2, pp.30-32, 1999

[13] 안영아, 장주만, 김지균, 김태윤, "2차원 웨이블릿을 이용한 이미지 검색 시스템 설계", 한국정보과학회 춘계 학술발표논문집 Vol. 6. No. 1, pp.1390-1312, 1999

[14] 김진아, 정성환 "내용기반 병합 질감 특징 추출", 창원대학교 정보통신연구소 논문집 제2집 pp.35-43, 1998

[15] 윤성민, 엄기현, "이미지 검색의 적중률 향상을 위한 분석 기법", 동국대학교 석사학위 논문, 1997