

우세점을 이용한 유사한 모양 매칭 기법

김선규, 엄기현
동국대학교 컴퓨터공학과

Similar Shape Matching Technique Using Interest Points

Sun-gyu Kim, Kyhyun Um
Dept. of Computer Engineering, Graduate School, Dongguk University
{sungyu, khum}@dgu.edu

요약

이미지 데이터베이스에서 특정 객체를 가지고 있는 이미지를 효율적으로 검색하는 각 객체의 모양 특징을 질의 이미지의 질의 객체의 특징과 비교해야 한다. 올바른 모양 비교 기준은 사람이 보기에 같거나 유사하다고 판단하는 방법을 기준으로 삼는다. 본 논문에서는 질의 객체를 가진 이미지의 유사 검색에서 모양 비교의 정확도를 높이기 위한 매칭 기법을 제안한다. 이를 위해 질의 객체와 대상 객체에 비교를 시작할 근사한 우세점을 찾고 올바른 모양 비교를 위한 매칭 알고리즘을 제안한다. 또한 질의 중심의 유사도를 비교하기 위해 유사함수를 선정한다. 유사성 검색을 위해 사용되는 객체의 모양 특징은 객체의 윤곽선상의 점들 중 결정된 지역 특징을 지닌 (거리 r , 각도 θ)의 우세점 집합으로 표현한다.

1. 서론

이미지 객체 내용에 기반한 검색에는 이미지에 포함되어 있는 객체의 색상 정보, 모양 정보, 질감 정보, 객체간의 공간 정보를 이용한 검색이 있다. 이미지 객체의 모양을 이용한 검색 시스템에는 QVE System[10], Photobook System[6], Del Bimbo and Pala System[5] 등이 있다.

이미지 객체의 모양을 이용한 검색에는 전역 특징을 이용한 방법과 지역 특징을 이용한 방법이 있다 [2,3,11]. 전역 특징을 이용하는 방법[3]은 접촉점, 각도 시퀀스를 이용하는 방법이 있고, 지역 특징을 이용하는 방법[2,11]은 곡률과 각도[2], 우세점(interest point)간의 각도와 거리를 이용[6,11]하는 방법이 있다.

전역 특징을 이용하는 방법은 유사성 검색에서 크기가 다르거나 회전된 객체들간에 모양이 유사한지를 윤곽선 정보만을 이용하여 비교하므로 시간이 많이 걸린다. 이 경우 두 객체의 모양을 비교할 경우에 비교 시작점이 달라짐으로써 질의 객체와 대상 객체의 모양이 다르게 비교될 수 있기 때문에 윤곽선상의 특정 시작점을 찾아야 객체 모양과 유사 비교가 가능해

진다[3,4].

지역 특징을 이용하는 방법은 객체 자체의 시작점을 가지고 질의 객체와 대상 객체를 비교하는 방법 [2,11]이다. 객체 자체의 시작점은 객체를 표현하는 윤곽선상의 점들 중 처음으로 사용되는 점인데, 객체 각각의 시작점을 가지고 질의 객체와 대상 객체를 비교할 경우에 질의 객체와 대상 객체가 사람이 보기에 같거나 유사한 객체인데도 불구하고 질의 객체와 대상 객체의 시작점이 달라지면 질의 객체와 대상 객체간의 전혀 다른 모양 비교를 하게된다. 따라서 질의 객체에 대한 정확도를 높이기 위해서 질의 이미지의 특정 객체와 대상 객체간의 특징을 비교할 가장 유사한 우세점을 찾는 방법이 필요하다.

또한 질의 객체와 대상 객체간의 동일한 시작점으로 유사도를 비교할 때 각 특징들의 거리함수를 이용해서 모든 점들을 비교하는 방법은 객체의 모양을 제대로 반영하지 못하며, 시간 측면에서도 효율적이지 못하다[11]. 그러므로 객체의 모양을 제대로 반영하면서 질의 이미지의 특정 객체와 데이터베이스 이미지 객체간의 효율적인 모양 비교를 위한 매칭 기법이 필요하다.

본 논문에서는 객체의 모양 특징을 비교하기 위한 질의 객체와 대상 객체의 특징을 비교할 가장 유사한 우세점 찾기를 제안하고 질의 객체와 대상 객체를 효

율적으로 비교할 수 있는 매칭 기법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 객체의 모양 특징을 표현하는 방법과 객체의 모양 특징을 이용한 유사성 검색 방법에 대한 관련 연구를 언급한다. 3장에서는 객체 모양 특징의 우세점 표현에 대해 살펴본다. 4장에서는 객체 모양의 특징을 비교할 재 정렬을 설명하고, 5장에서는 매칭 기법을 설명한다. 그리고 6장에서는 실험과 분석을 하고 7장에서 결론 및 향후 연구 방향에 대하여 기술한다.

2. 관련연구

이미지 객체의 모양 검색 분야는 크게 영역 기반 방법과 경계 기반 방법이 있다. 경계 기반 방법은 오직 객체 모양의 윤곽선만을 이용하고 객체 내부에 대해서는 전혀 고려하지 않는다. 영역 기반 방법은 객체 내부 정보와 윤곽선을 함께 고려한다. 영역 기반 방법은 보다 자세한 정보를 표현할 수는 있지만 경계 기반 방법에 비해 시간이 많이 소모된다. 따라서, 본 논문에서는 빠른 시간에 객체 모양의 특징을 추출하기 위해 경계 기반 방법을 이용한다.

경계 기반 방법에는 전역 특징을 이용한 방법과 지역 특징을 이용한 방법이 있다. 전역 특징을 이용한 방법은 삼각형을 이용한 방법으로 삼각 분할을 이용하여 객체의 모양을 미리 정의된 모양으로 변형함으로써 생성된 객체의 모양 시그니처를 이용하여 두 다각형의 모양에 대한 유사성 검색을 하는 방법[3,4]이다. 지역 특징을 이용한 방법은 객체 모양의 유사성 비교시 재귀적 다각형 근사 알고리즘을 이용하여 객체의 윤곽선상의 점들을 줄임으로써 얻은 소수의 우세점들을 사용하여 객체의 모양을 표현하는 방법 [6,11]이다.

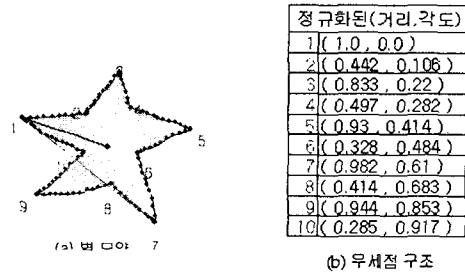
다각형 근사 알고리즘을 이용하는 방법은 객체 모양의 지역 특징인 고정된 차수의 우세점들을 추출하여 인접한 우세점간의 각도, 인접한 우세점간의 거리, 우세점들의 좌표를 산출하는 방법이다. 이 방법[8]에서 두 객체간의 유사성은 editing distance에 의해 계산되며, 모양 특징의 작은 변화에 매우 민감하다. 또한 무게 중심을 이용해서 각 우세점들의 정규화된 거리와 각도를 이용하는 방법이 있다. 이 방법[11]은 무게 중심에서 가장 먼 거리의 우세점을 객체의 시작점으로 결정하고, 이 시작점을 가지고 중심에서 각 우세점까지의 거리를 나누어서 0~1사이의 값으로 정규화시키고, 무게 중심에서 가장 먼 거리의 우세점인 객체의 시작점과 중심점, 각 우세점과의 이루는 각도를 360도로 나누어서 정규화된 값을 가지고 질의 객체와 대상 객체의 각 우세점의 유사도 거리를 측정한다. 정규화된 (r, θ) 를 이용해서 객체 모양을 비교하게 되면, 객체의 이동, 회전, 확대, 축소에 대해 동일한 결과를 가져오지만, 사람이 보면 같거나 유사한 모양임에도 불구하고 약간 변형된 경우 시작점이 달라질 수 있기 때문에 전혀 다른 모양으로 비교될 경우가 생긴다.

따라서 본 논문에서는 기존의 연구에서 사용하는 각 객체의 시작점을 가지고 질의 객체와 대상 객체를

비교하지 않고 질의 객체와 대상 객체의 특징을 비교할 가장 유사한 우세점을 찾아서 그 우세점을 시작점으로 질의 객체와 대상 객체의 모양 비교를 함으로써 정확도를 높인다. 또한 질의 객체와 대상 객체를 비교할 때 질의 객체의 우세점에 대해 대상 객체의 모든 우세점을 비교해서 가장 유사한 우세점을 찾는 방법은 질의 객체와 대상 객체의 모든 우세점을 비교하기 때문에 시간적으로 비효율적이다. 따라서 본 논문에서는 보다 빠른 모양 비교를 위해서 질의 객체에 모든 우세점에 대해 대상 객체의 모든 우세점을 비교하지 않고 질의 객체의 모든 우세점에 대해 선택된 대상 객체의 우세점만을 비교하는 매칭 기법을 제안한다.

3. 객체 모양 특징의 우세점 표현

본 논문에서 사용하는 우세점들은 본 연구실에서 개발한 재귀적 윤곽선 근사 알고리즘[9]을 이용하여 추출된 점들을 사용한다. 우세점들은 객체의 윤곽점들 중에서 객체의 모양을 가장 잘 표현할 수 있는 점들이다. 우세점의 구조는 무게 중심에서 가장 먼 거리를 가지고 각 우세점을 나누어서 0-1사이의 값으로 정규화된 r 값과 무게 중심에서 가장 먼 우세점과 무게 중심점 그리고 각 우세점 사이의 각도를 360도로 나누어서 0-1사이의 값으로 정규화된 θ 로 표현된다. 다음 [그림 3-1]은 별 모양(a)의 객체를 재귀적 윤곽선 근사 알고리즘에 의해 추출한 우세점을 우세점 구조 (b)로 나타낸 예이다.



[그림 3-1] 우세점표현예

[그림 3-1]의 (b)는 우세점의 구조를 표로 나타낸 것으로 제일 왼쪽의 열은 우세점의 번호를 나타내고, 괄호 안의 오른쪽 값은 무게 중심에서 우세점까지의 거리를 표현하고, 왼쪽 값은 각도를 나타낸다.

4. 객체 모양 특징의 재정렬

질의 객체와 대상 객체가 사람이 보기에 비슷한 모양인데도 두 객체의 시작점이 달라지는 경우가 있다. 이런 경우 질의 객체와 대상 객체 각각의 시작점으로 모양 비교를 하게되면 두 객체간의 모양 비교가 잘못될 경우가 생긴다. 본 장에서는 객체 모양의 잘못된 비교를 없애고 질의 객체와 대상 객체간의 정확한 모양 비교를 위해서 특징을 비교할 우세점 찾기를 제안

하고, 재귀적 윤곽선 근사 알고리즘에 의해 추출된 우세점을 가지고 표현할 수 있는 특징정보 8가지와 시작점을 찾기 위해서 이용할 특징정보를 결정한다.

4.1 모양 특징의 정보들

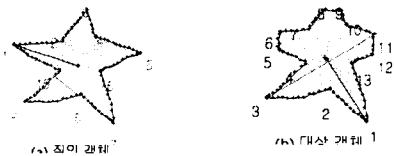
특징을 비교할 시작점을 찾기 위해서 재귀적 윤곽선 근사 알고리즘에 의해 추출된 우세점을 가지고 표현할 수 있는 모양 특징은 다음과 같이 8가지로 표현할 수 있다.

- ① 정규화된 r 값, ② 정규화된 θ 값, ③ 우세점간의 거리, ④ 우세점의 수, ⑤ 인접한 두 개의 우세점과 중심점 사이의 각, ⑥ 우세점 사이의 기울기, ⑦ 우세점의 좌표, ⑧ 우세점을 이용한 내부각

모양 특징의 8가지 정보들 중 객체의 모양을 결정할 수 있는 특징은 정규화된 r 과 정규화된 θ , 우세점의 수, 내부각이 될 수 있다. 이 4가지 정보에서 특징을 비교할 가장 유사한 우세점을 찾기 위해서는 내부각과 정규화된 r 값을 사용한다. 정규화된 θ 값은 질의 객체의 시작점과 데이터베이스의 시작점이 같을 경우에만 유용한 정보가 될 뿐 시작점이 다를 경우는 전혀 다른 각도를 가지므로 시작점 찾기에서는 제외한다. 또한 우세점의 개수도 시작점을 찾는 정보로는 필요하지 않으므로 제외한다. 따라서 객체 모양의 고유한 특징인 내부각과 r 값을 이용해서 특징을 비교할 시작점을 찾는다.

4.2 특징을 비교할 우세점 찾기 개념

[그림 4-1]에서 질의 객체(a)와 대상 객체(b)에 가장 유사한 우세점을 찾지 않고 각각의 특징을 비교하게 되면 질의 객체에서의 시작점 1번과 대상 객체에서의 시작점 1번이 비교 결과 0이 되어서 가장 가까운 점으로 결정되므로 질의 객체(a)와 대상 객체(b)의 서로 다른 시작점에 의해 모양 비교가 잘못될 경우가 생기게 된다. 따라서 본 논문에서는 질의 객체와 대상 객체 각각의 시작점을 기준으로 비교할 하지 않고 두 객체의 가장 유사한 우세점을 시작점으로 삼아 모양 특징 비교를 한다.



[그림 4-1] 특징을 비교할 우세점 찾기 예

[그림 4-1]에서 특징을 비교할 시작점을 찾기 위해서 정규화된 r 값과 내부각을 가지고 질의 객체 특징 하나에 대해 대상 객체의 각 특징을 비교해서 가장 유사한 대상 객체의 우세점을 찾고 이 우세점을 중심으로 질의 객체 우세점의 전·후의 대상 객체와 비교된 우세점의 값도 함께 더한 값을 가지고 특징을 비

교할 가장 유사한 우세점을 결정한다.

[표 4-1]은 질의 객체와 대상 객체의 특징값인 r 과 내부각을 질의 객체 우세점에 대해 대상 객체의 각 우세점과의 Euclidean distance를 사용해서 얻은 결과 표이다. [표 4-1]에서 제1열은 질의 객체의 우세점 번호를 나타내고 제 1행은 대상 객체의 우세점 번호를 나타낸다. 질의 객체 우세점 8번에 대해 대상 객체 우세점 2번이 비교 결과 [그림 4-1]에서 특징을 비교할 가장 유사한 우세점으로 결정됐다.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0	1.147	0.03	1.416	0.67	0.436	1.043	0.587	0.517	0.976	0.461	0.626	1.231
2	1.097	0.06	1.038	0.318	0.531	0.661	0.054	0.511	0.561	0.122	0.636	0.472	0.193
3	0.232	0.913	0.2	1.183	0.333	0.204	0.809	0.363	0.294	0.742	0.228	0.393	1.059
4	1.053	0.102	1.024	0.362	0.487	0.618	0.02	0.467	0.536	0.078	0.592	0.428	0.237
5	0.037	1.048	0.07	1.317	0.468	0.337	0.944	0.488	0.418	0.877	0.363	0.527	1.193
6	1.233	0.152	1.27	0.116	0.733	0.663	0.256	0.713	0.782	0.324	0.838	0.673	0.01
7	0.02	1.126	0.01	1.397	0.547	0.417	1.024	0.588	0.493	0.557	0.442	0.607	1.273
8	1.131	0.01	1.102	0.284	0.555	0.596	0.039	0.545	0.615	0.156	0.67	0.506	0.158
9	0.06	1.065	0.03	1.365	0.505	0.375	0.982	0.525	0.455	0.914	0.4	0.565	1.23
10	1.419	0.273	1.39	0.02	0.853	0.934	0.377	0.833	0.933	0.444	0.938	0.794	0.128

[표 4-1] 특징을 비교할 우세점 찾기 결과 표

4.3 거리합수

본 논문에서 특징을 비교할 우세점 찾기에 이용된 거리합수는 질의 객체 모양 특징과 대상 객체 모양 특징을 비교하기 때문에 모양의 유사 측정에서 많이 사용되고 있는 Euclidean distance를 사용한다[1].

- 두 특징간의 거리의 차

$$d_r = |r_i - r_j| \dots \dots \dots (식1)$$

- 두 특징간의 내부 각도의 차

$$d_\theta = |\theta_i - \theta_j| \dots \dots \dots (식2)$$

- 거리와 내부각을 이용한 두 객체 특징간의 차

$$\text{거리합수: } d_{ij} = d_r + d_\theta \dots \dots \dots (식3)$$

여기서 i 는 질의 객체의 우세점 번호를 나타내고 j 는 대상 객체의 우세점 번호를 나타낸다. r_i 와 θ_i 는 각각 질의 객체를 정규화 시킨 r 값과 내부각의 값이다. 그리고 r_j 와 θ_j 는 각각 대상 객체에서 정규화 시킨 r 값과 내부각의 값이다.

4.4 시작점 재 정렬

객체의 모양비교는 시작점을 중심으로 질의 객체와 대상 객체의 모양을 비교하기 때문에 새롭게 찾은 시작점을 중심으로 재 정렬할 필요가 있다. 특히 객체의 각도는 시작점을 0도로 시작하기 때문에 새롭게 찾은 시작점을 중심으로 한 재 정렬이 필요하다. 따라서 특징을 비교할 가장 유사한 우세점을 찾은 후에 질의 객체와 대상 객체의 새로운 시작점으로 삼아 각 우세점들을 재 정렬한다.

[그림 4-1]에서 재 정렬된 우세점의 순서는 질의 객

체에서 8번 점이 1번이 되고, 9번 점은 2번, 10번 점은 1번 순으로 재 정렬되고, 대상 객체에서 2번 점이 1번이 되고, 3번 점이 2번, 4번 점이 3번 순으로 재 정렬된다

5. 매칭 기법

이렇게 재 정렬된 특징들은 우세점의 순서에 의해 모양의 특징을 나타내므로 질의 객체와 대상 객체간의 비교를 할 때 단순히 거리 함수를 사용해서 질의 객체 우세점과 대상 객체 우세점 사이의 가장 유사한 우세점을 찾는다면 질의 객체의 모든 우세점에 대해 대상 객체의 모든 우세점을 비교하게 되므로 효율적으로 질의 객체와 대상 객체간의 가장 유사한 우세점을 찾을 수 없다. 따라서 본 논문에서는 질의 객체의 모든 우세점에 대해 대상 객체의 모든 우세점을 다 비교하지 않고, 질의 객체와 대상 객체간의 가장 유사한 우세점으로 이미 비교된 정보를 기반으로 앞으로 비교할 가장 유사한 우세점의 비교 범위를 한정지어서 비교 시간도 감소시키고 효율적으로 정확한 모양 비교를 하기 위해서 유사 객체간의 매칭 알고리즘을 본 장에서 설명한다.

5.1 거리함수

본 논문에서 이용하는 거리함수는 질의 객체 모양 특징과 대상 객체 모양 특징을 비교하기 때문에 모양의 유사 측정에서 많이 사용되고 있는 Euclidean distance를 사용한다[1].

- 두 특징간의 거리의 차

$$d_r = |r_i - r_j| \dots \dots \dots (식1)$$
- 두 특징간의 각도의 차

$$d_\theta = |\theta_i - \theta_j| \dots \dots \dots (식2)$$
- 두 특징간의 유사도 거리
 거리함수: $d_{ij} = (d_r + d_\theta) / 2 \dots \dots \dots (식3)$

여기서 i는 질의 객체의 우세점 번호를 나타내고 j는 대상 객체의 우세점 번호를 나타낸다. r_i 와 θ_i 는 각각 질의 객체가 정규화된 r값과 θ 값이다. 그리고 r_j 와 θ_j 는 각각 대상 객체가 정규화된 r값과 θ 값이다.

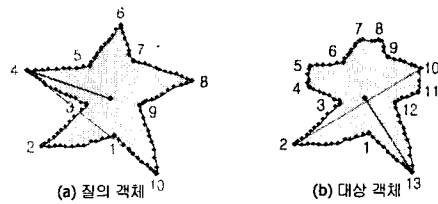
유사도 거리함수는 질의 객체와 대상 객체 특징간의 차를 더하고 그 값을 2로 나눈 값이다. 거리의 차와 각도의 차는 Euclidean distance를 사용하고 있기 때문에 유사도 거리함수도 결국 Euclidean distance를 사용해서 만들었다고 할 수 있다. 유사도 거리함수를 2로 나눈 이유는 유사도를 0~1 사이의 값으로 만들기 위해 나누었다. 거리함수의 값은 0에 가까울수록 더 유사하다는 것을 의미한다.

5.2 매칭 알고리즘의 기본 개념

[그림 4-1]에서 질의 객체(a)와 대상 객체(b)의 가

장 유사한 우세점을 찾아 이 우세점으로 우세점의 순서를 재 정렬한 그림은 [그림 5-1]과 같다.

본 논문에서 제안한 매칭 알고리즘(Shape_Similarity_Matching 알고리즘)은 [그림 5-1]에서 질의 객체(a)와 대상 객체(b)의 모든 우세점간의 특징을 비교하지 않고, 질의 객체와 대상 객체간의 이미 가장 유사한 우세점으로 결정된 정보를 이용해서 다음 질의 객체의 우세점과 비교할 대상 객체의 우세점의 범위를 결정해서 결정된 범위내에서 질의 객체와 대상 객체간의 가장 유사한 우세점을 찾기 때문에 모든 우세점들을 비교하는 기존의 매칭 방법보다 비교 시간을 단축할 수 있다.



[그림 5-1] 매칭 기법 예

[그림 5-1]에서 질의 객체 1번에 대해서 대상 객체의 모든 우세점을 비교해서 가장 유사한 우세점을 찾고, 질의 객체 2번에 대해서 대상 객체의 모든 우세점에 대해서 모든 우세점을 찾는다. 이렇게 2개의 가장 유사한 정보를 찾았으면 질의 객체의 3번째 우세점부터는 질의 객체의 현재 비교하려는 3번째 우세점보다 두 번째 앞인 우세점과 가장 유사한 점으로 결정된 대상 객체의 우세점부터 비교를 한다. 즉, [그림 5-1]에서 질의 객체 우세점 7번은 대상 객체의 모든 우세점을 비교해서 가장 유사한 우세점을 찾는 것이 아니라 질의 객체 7번의 두 번째 앞인 질의 객체 5번 우세점과 가장 유사한 우세점으로 결정된 대상 객체 우세점 6번부터 13번까지 비교를 해서 가장 유사한 점을 찾는다. [그림 5-1]의 매칭 결과로 나타난 거리 함수의 집합을 표로 나타내면 다음 [표 5-1]과 같다.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0.007	0.386	0.176	0.275	0.361	0.255	0.355	0.423	0.357	0.501	0.473	0.431	0.756
2	0.335	0.038	0.930	0.227	0.213	0.377	0.319	0.332	0.450	0.365	0.474	0.633	0.426
3	0.156	0.353	0.025	0.280	0.306	0.220	0.350	0.388	0.332	0.465	0.438	0.320	0.721
4	0.453	0.085	0.330	0.176	0.146	0.310	0.232	0.265	0.333	0.313	0.407	0.535	0.304
5	0.232	0.337	0.164	0.171	0.185	0.080	0.153	0.199	0.142	0.276	0.286	0.233	0.530
6	0.465	0.286	0.417	0.233	0.136	0.222	0.032	0.071	0.189	0.125	0.213	0.372	0.276
7	0.338	0.447	0.230	0.232	0.235	0.065	0.140	0.127	0.029	0.160	0.132	0.173	0.415
8	0.631	0.237	0.532	0.398	0.222	0.333	0.238	0.200	0.256	0.122	0.165	0.323	0.132
9	0.435	0.633	0.235	0.417	0.432	0.233	0.325	0.312	0.215	0.253	0.171	0.012	0.333
10	0.755	0.331	0.635	0.412	0.415	0.432	0.332	0.331	0.330	0.235	0.274	0.332	0.009

[표 5-1] 매칭 알고리즘을 적용한 거리함수 결과 표

[표 5-1]의 제 1열은 질의 객체 우세점의 번호를 나타내며, 제 1행은 대상 객체의 우세점 번호를 나타낸다. 그리고 기존 매칭 알고리즘에 의한 방법은 [표

5-1]의 모든 값들을 비교하지만 제안 알고리즘은 쿼리 객체 표시된 값들만을 비교하게 된다.

5.3 유사도 함수 설정

유사도 함수는 질의 객체 중심의 유사도를 비교하기 위해서 질의 객체와 비교되지 않은 모양 특징에 대한 정보를 반영하는 것이 필요하다. 따라서 대상 객체와 질의 객체의 가장 유사한 점으로 결정된 모든 값들 d_{ij} 와 대상 객체와 가장 유사한 점으로 매칭되지 않은 질의 객체 우세점의 수를 더해져 질의 객체의 우세점의 수로 나누면 각 우세점간의 유사도의 값이 0-1사이의 값을 갖게 된다. 질의 객체와 가장 유사한 점으로 매칭되지 않은 점을 1로 반영하는 이유는 가장 유사도가 낮은 값이 1을 가지기 때문이다.

$$\text{유사도} = \left(1 - \frac{NM_{FQ} + \sum_{n=0}^m d_{ij}}{FQ} \right) \dots\dots\dots(식1)$$

여기서 NM_{FQ} 는 대상 객체와 가장 유사한 점으로 매칭되지 않은 질의 객체의 우세점의 수를 나타내고, FQ 는 질의 객체의 우세점의 수를 나타낸다. 유사도가 1이면 같은 객체를 나타내며 0에 가까울수록 유사도가 떨어지는 것을 의미한다.

5.5 Shape_Similarity_Search 알고리즘

이 절은 본 논문에서 제안한 특징을 비교할 우세점 찾기와 유사 객체간의 매칭 알고리즘을 이용한 Shape_Similarity_Search 알고리즘을 소개한다. 사용된 용어는 앞에서 모두 설명이 되었기 때문에 유사성 검색의 흐름만을 설명한다. Shape_Similarity_Search 알고리즘의 주요단계는 질의 객체와 대상 객체간의 특징을 비교할 우세점을 찾는 단계와 특징을 비교할 우세점으로 우세점을 재 정렬하는 단계, 그리고 매칭 알고리즘을 실행하는 단계로 나눌 수 있다.

Shape_Similarity_Search 알고리즘

/* d_i : 질의 객체와 대상 객체에 가장 유사한 우세점으로 매칭된 정보의 집합

m_1 : 질의 객체와 대상 객체에 매칭된 가장 유사한 우세점 */

단계1. 질의 객체와 대상 객체의 내부각과 정규화 시킨 r 값의 모든 유사도 거리 d_{ij} 를 구한다.

단계2. d_{ij} 에서 특징을 비교할 시작점 찾기

단계3. q_i 을 시작으로 질의 객체를 재 정렬하고, a_i 을 시작으로 대상 객체를 재 정렬한다.

단계4. 질의 객체와 대상 객체에서 정규화 시킨 r 값과 θ 값의 유사도 거리를 구한다. 즉 Shape_Similarity_Matching 알고리즘 호출

단계5. 질의 객체와 대상 객체간의 유사도를 측정한다.

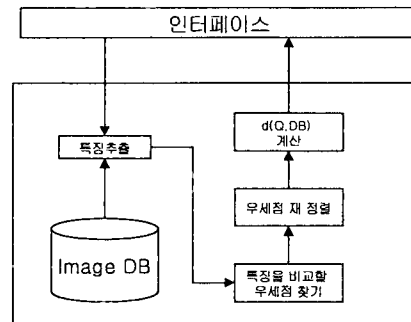
본 논문에서 제안한 유사성 검색 알고리즘은 단계1에서 특징을 비교할 시작점을 찾기 위해서 질의 객체와 대상 객체의 r 값과 내부각을 모두 비교해서 값을 저장한다. 단계 2에서는 이렇게 저장된 값을 가지고 특징을 비교할 시작점을 찾는다. 단계 3에서는 새롭게 찾아진 시작점으로 질의 객체와 대상 객체의 우세점을 다시 정렬한다. 단계 4에서는 이렇게 재 정렬된 우세점을 가지고 유사 객체간의 매칭 기법을 이용해서 유사도 거리의 집합을 구한다. 즉, 매칭 알고리즘을 호출하는 부분이다. 단계 5에서는 질의 이미지 중심의 유사도 함수를 이용해서 질의 객체와 대상 객체간의 유사도를 구한다.

6. 실험과 분석

본 논문에서는 사람이 보기에 유사한 객체 모양을 기준으로 유사한 객체 모양을 검색할 때 객체 각각의 시작점을 기준으로 유사성을 측정하는 기존의 방법을 개선하여 질의 객체와 대상 객체의 특징을 비교할 가장 유사한 우세점을 찾아 유사도를 비교하는 방법이 얼마나 효율적인지를 기존의 방법과 비교해서 실험 분석하였다. 또한 이렇게 찾은 특징을 비교할 우세점을 기준으로 앞에서 설명한 유사 객체간의 매칭 기법이 얼마나 효율적으로 대상 객체의 유사도를 측정하는지를 기존방법인 모든 우세점을 비교하는 방법과 비교해서 실험 분석하였다.

객체의 모양은 원, 타원, 대칭성을 가진 도형, 복잡한 도형 등의 닫힌 곡선, 다각형, 외로 이미지들에서 세그멘테이션(전처리)을 통해 얻은 CSF(뇌 척수액)들의 윤곽선 점들 등 200개의 다양한 모양을 가진 객체에 대하여 추출한 윤곽선으로 이루어진 좌표들로 하였다.

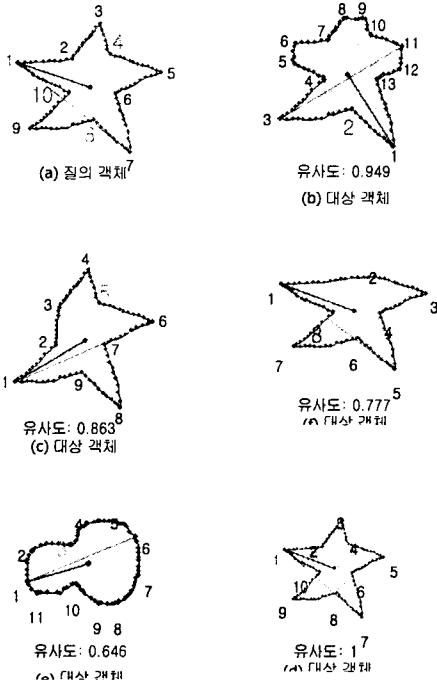
이미지 객체의 모양을 매칭하는 실험 및 분석을 하기 위한 시스템을 펜티엄 III(733MHz) 원도우 2000 server PC에서 JDK 1.3을 사용하여 구현하였다. [그림 6-1]은 본 논문에서 구현한 시스템 구조도이다.



[그림 6-1] 시스템 구조도

본 논문에서 제안한 특징을 비교할 가장 유사한 우

새점 찾기와 유사 객체간의 매칭 기법 그리고 유사도 함수 설정을 이용한 유사도 측정 결과를 [그림 6-2]에서 질의 객체a에 대한 유사 객체 b, c, f와 축소된 객체 d, 전혀 다른 도형 e, 이렇게 5가지의 도형에서 질의 객체에 대한 유사성을 보여준다.



[그림 6-2] 유사도 측정 결과 예

[그림 6-2]에서 질의 객체와 (a)와 대상 객체의 유사도 순위는 축소된 객체이지만 같은 모양인 (d)가 유사도 1로 가장 순위가 높고 그 다음은 대상 객체 (b), (c), (f), (e)의 순위를 갖는다.

실험 결과 회전되거나 이동해도 같은 객체에 대해서는 동일한 유사도를 측정할 수 있고, 유사한 객체에 대해서도 질의 객체에 가까운 유사 객체 순으로 유사도를 측정할 수 있다.

7. 결론

본 논문에서는 이미지 데이터베이스 인덱싱을 위한 객체의 모양 특징에 기반한 효율적인 검색 방법을 제안하기 위해서 특징을 비교할 가장 유사한 우세점을 찾는 방법과 매칭 기법을 제안하고 유사함수를 설정하였다.

객체의 모양 특징을 비교할 시작점을 찾는 방법은 기존의 각 객체의 시작점을 찾아서 매칭하는 방법과 다르게 질의 객체와 대상 객체의 가장 유사한 우세점을 찾아 매칭을 하기 때문에 기존의 방법보다 정확도를 획기적으로 높일 수 있었다. 또한 유사 객체간의 매칭 알고리즘을 제안해서 객체 모양 특징에 알맞은

비교를 할 수 있게 되었고, 매칭 과정에서도 각각에 대한 질의 객체와 대상 객체의 모든 특징을 계산하는 방법보다 수행 시간을 단축할 수 있었다.

향후 연구 과제로 특징을 비교할 가장 유사한 우세점을 찾는 과정에서 걸리는 시간을 단축하는 방법과 대량의 이미지 데이터베이스에서 검색을 빠르게 수행할 수 있는 인덱싱 구조의 구축이 필요하다.

참고논문

- [1] Veltkamp, R.C. "Shape Matching : Similarity Measures and Algorithms.", IEEE Shape Modeling and Applications, SMI 2001 International Conference on. , 188 - 197, 7-11 May 2001.
- [2] Berretti, S. Del Bimbo, A. Pala, P, "Retrieval by Shape Similarity with Perceptual Distance and Effective Indexing.", IEEE Transactions on Multimedia, Vol. 2, No. 4, pp225-239, DEC 2000.
- [3] M. Safar, C. Shahabi, X. Sun, "Image Retrieval by Shape: A Comparative Study", IEEE Multimedia and Expo, Vol.1, pp.141-144, 2000.
- [4] Wang, W. Chang, and R. Acharya, "Efficient and Effective Similar Shape Retrieval", Multimedia Computing and Systems, IEEE International Conference on , Volume: 1 , pp.875-879, 1999.
- [5] A. Del Bimbo and P. Pala, "Visual image retrieval by elastic matching of user sketches", IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell., vol. 19, pp.121-132, Feb. 1997.
- [6] A. Pentland, R. W. Picard, and S. Sclaroff, "Photobook: Tools for content-based manipulation of image databases", presented at the SPIE Storage and Retrieval for Image and Video Database, Feb. 1994.
- [7] K. Hirata and T. Kato, Query by visual example: Content-based image retrieval, Advances in Database Technology EDBT 92, vol. 580, 1992.
- [8] W.I. Grosky, P. Neo, R. Mehrotra, "A pictorial index mechanism for model-based matching", Data Engineering, Fifth International Conference, pp.180-187, 1989.
- [9] 김영태, 엄기현, "객체 모양의 특징을 표현하는 재귀적 윤곽 우세 점 추출 방안", 한국정보과학회 봄 학술발표 논문집, 제 28권 제 1호, pp 19~21, 2001.
- [10] 김영태, 엄기현, "이미지 DB의 인덱싱을 위한 객체의 모양 특징 표현 방안", Korean DataBase Conference, 제 17권 제 1호, pp.138~145, 2001.
- [11] 김영태, 엄기현, "이미지 객체의 모양 특징에 기반한 검색 방안", 한국멀티미디어학회 춘계 학술발표 논문집, 제 4권 제 1호, pp.53~56, 2001.