

동적인 생물체의 패턴 인식

*강동구^U *차의영 **전태수
*부산대학교 자연과학대학 전자계산학과
**부산대학교 자연과학대학 생물학과
dkkang1@hanmail.net
eycha@harmony.cs.pusan.ac.kr

A Study on Pattern Recognition of Dynamic Object

*Dong Koo Kang^U *Eui Young Cha **Tae Soo Chon
*Dept. of Computer Science, Pusan National University
**Dept. of Biology, Pusan National University

요약

본 논문은 연속형 생물체의 형태를 인식하는 방법을 제안한다. 고정된 카메라에 제약된 공간상에서 움직이는 생물체를 인식하기 위하여 다음과 같은 과정을 거친다. 먼저 배경 영상을 추출한 후 배경 영상과 현재 영상의 차영상을 통하여 물체의 이진화 영상을 생성하여 세션화 작업을 거친 후 마지막으로 변환된 이미지에서 대표점을 추출하여 패턴 생성기의 입력 데이터로 사용한다. 생물체의 형태 인식 방법은 문자 인식 방법과 몇 가지 차이점을 가지는데 문자의 경우 'q'와 'b'가 다르게 인식되지만 생물체의 경우 이 두 형태는 단지 하나의 형태가 회전한 결과이므로 두 형태를 동일하게 인식해야 한다. 그러므로 패턴 생성을 위한 입력 데이터도 다른 형태를 띄게 된다. 본 논문에서 제안한 방법은 지렁이, 뱀 등과 같은 물체의 행동 분석을 하기 위한 기초 데이터를 생성하는 좋은 방법이 될 수 있다.

1. 서론

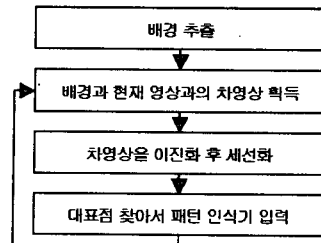
컴퓨터를 이용한 영상처리 기술은 의학, 공학, 군사, 생물학 등 여러 분야에서 사용되고 있다. 특히, 생물학 분야에서는 사람이 직접 관찰해야 하는 일을 컴퓨터가 대신함으로써 정확성과 인력 단축의 효과를 동시에 얻을 수 있다.

본 논문에서는 생물체의 움직임을 카메라가 관찰하여 그 생물체가 가질 수 있는 몸의 형태를 분류하는 방법에 대하여 서술하고자 한다. 이 패턴을 바탕으로 여러 가지 실험이 가능한데 그중 한가지의 예를 들면, 오염된 물과 오염되지 않은 물에서 자주 나타나는 패턴을 실험을 통하여 분류한 후 그 결과를 바탕으로 물의 오염 여부를 측정할 수 있는 시스템을 구축할 수도 있겠다. 실제로 현대 건설 기술 연구소에서는 물고기의 움직임에 따른 물의 오염 여부를 실시간으로 측정하는 바이오 모니터링 시스템을 개발한 사례도 있다.

본 논문에서의 생물체 패턴방법은 뱀, 지렁이 등의 여러 가지 다른 생물체에 대하여 응용이 가능할 것이라고 본다.

2. 동적 생물체의 패턴 인식 방법

2.1 전체적인 알고리즘



생물체의 형태를 인식하기 전에 선행되어야 할 초기 과정은 배경 영상을 추출하는 일이다. 본 논문에서 사용하는 배경 영상 추출 방법은 1마리의 물체일 경우만 적용 가능하다.

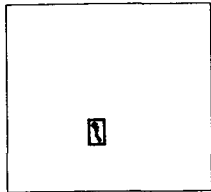
배경 영상 추출 후 배경 영상과 현재 영상의 차영상을 구한 후 이진화 및 세션화 과정을 거쳐 대표점 배열을 생성한다. 이 때, 대표점 배열은 물체의 회전에 상관없이 동일한 값을 가져야 한다. 즉, 'q'와 'b'는 동일한 패턴이다.

본 논문은 한국과학재단 특정기초연구(과제번호 98-0401-02-01-3)의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

2.2 배경 영상 추출

배경 영상 추출은 3 프레임을 이용한 차영상을 통해 물체의 위치를 추정하고[1] 그 영역이 겹쳐지지 않는 2개의 이미지를 통해 얻을 수 있다.

그림1은 그림2의 영상에 대한 차영상이다. 이 차영상을 통하여 그림2의 영상에서 물체의 위치를 추정할 수 있다.



[그림 1] $D(n) = |F(n-1) - F(n)| \times |F(n) - F(n+1)|$

배경 추출과정을 쉽게 이해하기 위해 다음과 같은 정의를 하겠다.

$F(n)$: n 번째 프레임

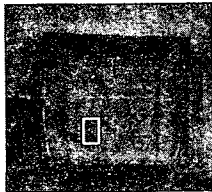
$O(n)$: n 번째 프레임의 물체 사각형 영역

$S(n)$: n 번째 프레임의 물체 사각형 영역 면적

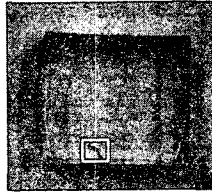
배경 추출을 하기 위해서는 $F(n1)$ 과 $F(n2)$ 를 얻어야 하는데 이 두 프레임의 조건은 다음과 같다.

조건 1 : $S(n1) > \text{최소면적}$ & $S(n2) > \text{최소면적}$

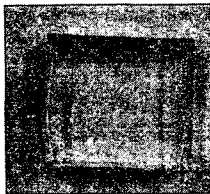
조건 2 : $O(n1)$ 과 $O(n2)$ 가 겹쳐지지 않아야 한다.



[그림 2] $F(n1)$ 번째 프레임



[그림 3] $F(n2)$ 번째 프레임



[그림 4] $F(n1)$ 과 $F(n2)$ 에 의한 배경 이미지

$S(n)$ 이 최소 면적보다 작으면 물체의 일부분의 영역만을 가리킨 것이므로 오류를 발생한다. 그리고 $O(n1)$ 과 $O(n2)$ 가 겹쳐지지 않을 경우 $F(n1)$ 의 $O(n1)$ 영역을 $F(n2)$ 의 $O(n1)$ 영역의 이미지로 대체함으로써 배경 영상을 얻을 수 있다.

그림5는 배경 영상을 이용한 차영상과 3프레임을 이용한 차영상의 차이를 보여주고 있다.

배경 영상을 추출하는 가장 큰 이유는 배경 영상을 통한 차영상이 더 명확하게 물체의 이진화 형태를 얻을 수 있기 때문이다.



(a)



(b)

그림 5 (a) 배경 영상을 이용한 차영상

(b) 3 프레임을 이용한 차영상

2.3. 세션화

세션화는 1픽셀의 연결된 형태를 띤다. 가장 흔히 사용하는 3×3 의 이웃 윈도우 안에서 조사하여 각 영역이 세션화 될 때까지 각 영역의 경계선을 한번에 한 픽셀 두께씩 벗겨내는 방법이다. 가장 기본 되는 조건은 다음과 같다[2].

[단계1]

2개 이상, 6개 이하 이웃 픽셀이 있어야 한다. 이 조건은 끝점이나 영역 내부의 점은 지워져서는 안 된다는 것을 의미한다.

[단계2]

두 개의 영역을 연결하는 픽셀은 지워서는 안 된다.

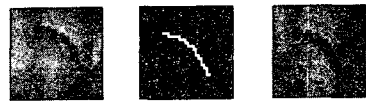


그림 6 원영상이 세션화를 거쳐 대표점을 추출하는 과정

2.4 대표점 추출

세션화한 결과의 픽셀 점을 모두 패턴의 입력 값으로 사용하기는 그 픽셀의 수가 너무 많고 그리고 각각의 픽셀의 합도 다르기 때문에 그 중에서 몇 개의 점만을 뽑아서 사용할 필요성이 있다.

대표점은 다음과 같은 과정으로 구한다.

첫 번째, 세션화 이미지의 시작점을 찾아낸다.

두 번째, 시작점에서 끝점까지 이동해가면서 그 픽셀의 위치를 배열에 저장하고 끝점에 도착했을 때 그 픽셀들의 총합을 계산한다.

픽셀의 위치배열을 $P[0, \dots, N]$ 이라고 하고 픽셀의 총합을 S 라고 하고 대표점의 개수를 K 이라고 하면 대표점 배열은 다음과 같다.

$$P[0], P\left[\frac{S}{K-1}\right], P\left[\frac{S \times 2}{K-1}\right], \dots, P[M]$$

그림5에서 대표점에 해당하는 부분을 검은색으로 표시하였다.

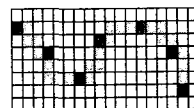


그림 7 세션화 이미지에서 대표점 추출 결과

2.5. 모양의 회전에 관계없는 값으로 대표점을 변환

대표점 자체만으로 패턴 생성의 입력 데이터로 사용할 수 없기 때문에 그 값을 변환시킬 필요가 있다. 아래 그림에서와 같이 먼저 2개의 이웃한 직선을 그은 다음 그 인접한 직선간의 각도의 변화량을 구한다. 그림8에서 보면 직선 p_1p_2 와 직선 p_2p_3 와의 각도 변화량이 θ_1 임을 알 수 있다. 이렇게 구한 θ 의 배열이 패턴 생성을 위한 입력 값이 되는 것이다.

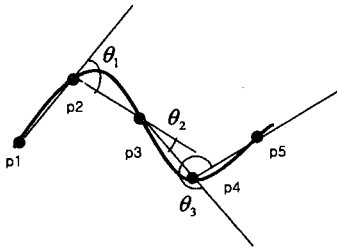


그림 8 대표점에서 각도 변화량 추출

2.6 ART2를 이용한 패턴 분류

최종적으로 변환된 입력 값은 $0 \sim 2\pi$ 사이의 라디안 값을 가진다. 이 값을 ART2를 이용하여 클러스터링한다 [3].

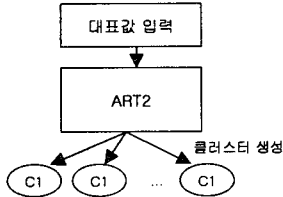


그림 9 ART2를 이용한 입력 패턴의 클러스터링

3. 실험 결과 및 분석

실험에 사용한 영상은 오스카3 캡처 보드를 이용하여 0.25초 간격으로 320x 240 크기 256 흑백 영상을 사용하였다. 실험 환경은 펜티엄 II-400, 64Mbyte RAM, WIN98에서 Visual C++ 6.0에 의해 작성되었다.

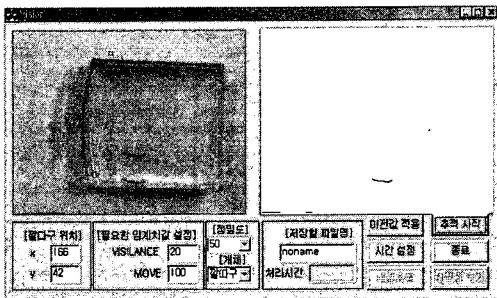


그림 10 패턴 분류를 위한 프로그램

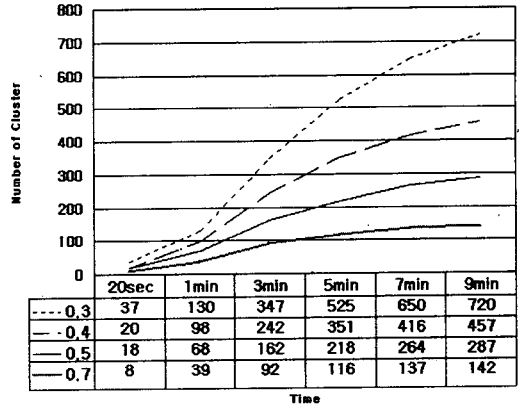


그림 11 추출된 입력 값들의 시간 및 임계치에 따른 클러스터 개수

위의 표는 개발한 프로그램을 이용하여 생물체의 패턴을 추출하여 그 값들을 클러스터링한 결과이다. threshold에 따라 생성되는 패턴의 개수가 현저히 차이가 남을 알 수 있다.

4. 결론 및 개선점

본 논문에서 제안한 방법의 패턴 생성은 방향에 관계없이 동일한 모양의 패턴 분류가 가능하므로 패턴의 개수를 줄일 수 있고, 더욱 합리적인 패턴의 분류가 가능하다.

개선점은 'α' 처럼 꼬인 모양에서의 정확한 패턴 인식 문제인데 이 문제는 경로 일관성의 법칙을 사용하여 어느정도 해결하였으나. 세선화한 픽셀의 개수가 적은 경우에는 제대로 적용되지 않는 문제점이 있었다.

5. 참고 문헌

- [1] 강명호, 오그니언 토파로프, 차의영, "자기조직화 신경망을 이용한 다중 표적 추적에 관한 연구", 한국 정보 과학회 '97 가을 학술 발표 논문집(II), pp. 525-528.
- [2] 장동혁, "Visual C++를 이용한 디지털 영상 처리의 구현", pp.265-272. pc어드밴스, 1999.
- [3] 김홍수, 차의영, 전태수, "배경 갱신과 반복 Clustering을 이용한 물고기 추적", '99 춘계 학술 발표 논문집 제 6권 제 1호(하) pp.1375-1378.
- [4] Michael Chester. Neural Networks a Tutorial