퍼지 집합을 이용한 축구 선수의 기본 동작 인식

김광용*, 양영규
한국전자통신연구원 컴퓨터소프트웨어연구소 영상처리연구부

The Basic Motion Recognition of A Soccer Player Using Fuzzy Sets

Kwang-Yong Kim, Young-Kyu Yang
Image Processing Department, ETRI - Computer S/W Technology Lab.

요 약

축구경기는 세계적으로 널리 알려진 스포츠이다. 특히, 한국과 일본은 2002년 월드컵을 개최하는 나라이다. 이와 같은 배경에서, 우리는 퍼지 논리를 이용하여 축구 선수들의 기본적인 동작(Motion)을 인식하는 알고리즘을 제안한다. 여기서 기본 동작이란, 걷기, 뛰기, 드리블하기, 서있기 등으로 정의한다. 만약 우리가 축구경기 장면 비디오를 통해 동작 인식을 필요로 한다면, 특징 패턴은 축구선수들의 양다리 각과 한 축구 선수와 공과의 거리가 중요 요소가 될 것이다. 이 논문은 축구 선수 및 공의 추적(Tracking)을 통해 전처리된 데이터를 얻을 수 있다고 가정한다. 실험결과를 통해 축구선수 뿐만 아니라 스포츠 경기에서 선수들의 기본 동작 인식에 퍼지 논리를 적용할 수 있음을 알 수 있었다.

1. 서론

오늘날, 데이타 압축, 코딩 및 디코딩 기술이 발전함에 따라 비디오 데이터를 이용한 인식 방법이 연구되어 오고 있다.

Intile[1-3]는 복잡하고 동적인 장면에서의 물체의 추적 문제를 제시하였고, 미식축구 선수 추적에 사용하였다.

Kakusho[4]는 스포츠 분야에서 움직이는 물체를 연구하였는데, 실제 이미지 시퀀스(Image sequence)와 음악 소리 신호를 이용하여 댄싱 동작 인식을 하였다. 또한, Kawashima[5]는 축구 선수들의 단체 행위에 대한 정성적인 분석을 위해 통해 팀워크(Teamwork)을 정량적으로 분석하였다. 이 밖에 Goddard[6]는 인간의 2차원 골격 모형을 기본으로 동작 인식을 제안하였다.

국내 연구를 살펴보면, 비디오 영상 분석에 대한 연구가 활발하지 못하다. 포항공대팀[7]은 축구 게임 분석을 위해 선수와 공의 추적방법을 개발하였고 한국전자통신연구원의 컴퓨터소프트웨어기술연구소에서는 일본과 공동으로 선수 및 공의추적과 파노라마 생성 연구를 하고 있다.

이 논문의 전체적인 구성은 다음과 같다.

2장에서는 연구 배경을 설명하고 축구 선수들을 인식하는데 필요한 대표 특징을 살펴본다. 3장에서는 축구 선수의 기본 동작 - 걷기(Walking), 달리기(Running), 드리블링(Dribbling), 서있기(Standing) - 을 인식하기 위해 필요한 퍼지 지식베이스 및 데이터베이스 등에 관에 살펴보고 4장에서는 인식 실험 결과를 알아본 후 결론을 내린다.

2. 연구배경

움직이는 물체의 인식은 동작 인식 연구가들로부터 관심을 끌어왔던 주제였다. 그러나 지금까지 연구되어 왔던 수준은 제한된 환경 하에서 정형화되어 있는 움직임을 인식하는 수준이다. 특히, 자유로이 움직이는 스포츠 영역에서의 선수들의 동작 인식은 연구 사례가 극히 드물다.

오늘날, 스포츠와 관련하여 비디오 스트림(stream)을 통해 선수들의 동작을 분석하여 게임 및 방송을 통해 부가가치를 얻으려는 노력이 관심 대상이 되어 왔다.

인간의 동작 인식에는 크게 템플레이트 매칭(Template matching)과 상태-공간 접근방법으로 분류할 수 있다[8].

템플레이트 매칭은 잡음에 민감하며, 상태-공간 접근법은 일반적으로 복잡하고 반복적인 계산량이 많이 요구된다. 특

히, 물체의 움직임 예측이 어려운 동작의 비디오 장면에서 물체의 동작 인식을 위해 각 프레임마다 객체 상태를 분석하고 프레임과 프레임간의 관계를 연관지어 움직이는 객체의 동작을 예측한다는 것은 계산량이 많고 복잡하다.

본 논문은 움직임이 많은 스포츠 경기 중에서 축구 선수의 동작을 인식하는 방법론을 제시하려고 한다.

축구 선수의 동작으로부터 주요 특징을 찾아내어 인식을 위한 대표 특징으로 이용한다.

축구에서의 동작들은 대표적으로 걷기, 뛰기, 서있기, 드리블 등이 있다. 이러한 동작들은 허리 이하 다리의 변화를 보면 분류할 수 있는 특징이 있다.

대표 특징으로 한 선수의 양 다리각과 양 다리각의 변화량, 그리고 축구공과 선수와의 거리를 이용할 수 있다.

이와 같은 지식베이스를 퍼지 논리에 적용하여 동작 인식기로 설계하였다.

3. 퍼지 논리를 이용한 동작 인식기 설계

퍼지 인식기를 설계하기에 앞서, 우리는 전처리로 선수 및 공을 추적(tracking)하여 인식하려는 한 대상 선수의 양다리 각을 잴 수 있다는 가정을 한다.

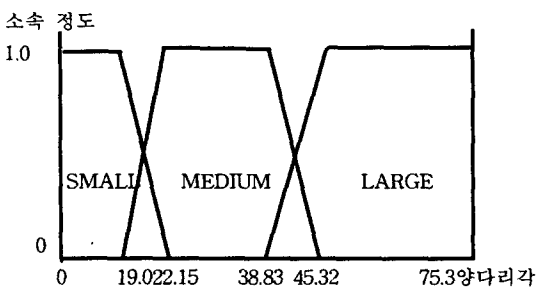
또한 축구선수의 여러 동작중에 기본적인 동작, 즉 드리블링, 뛰기, 걷기, 서있기만을 인식 대상으로 한다.

먼저, 퍼지 논리에 이용되는 조건부의 퍼지 집합을 다음과 같이 설계한다. 조건부에 사용할 입력 대상은 2가지이다.

하나는 축구 선수들의 평균 양다리 각이고 또 하나는 양다리각의 평균 변화량이다.

그리고 또 하나 추가될 조건은 축구선수와 공이 있으면, 드리블링으로 판단한다.

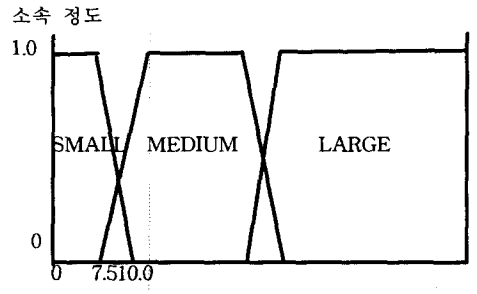
조건부의 퍼지 집합은 다음 그림과 같이 설계할 수 있다.



<그림 1> 양 다리각의 평균에 대한 퍼지 집합

<그림 1>은 동작 패턴의 비디오 프레임에 대한 선수들의 양 다리각 평균을 통계화하여 설계한 것이다.

다음 <그림 2>는 인식하려는 동작 패턴의 비디오 프레임에 대해 양 다리각의 변화량을 평균한 통계에 기초하여 설계한 퍼지 집합이다.



<그림 2> 양 다리각 변화량 평균에 대한 퍼지 집합

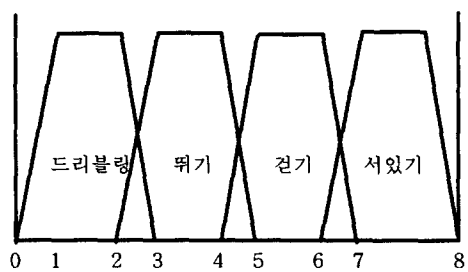
표 1. 은 퍼지 규칙 베이스를 보인 것이다. 총 11개의 퍼지 규칙으로 구성된다.

표 1. 퍼지 규칙 베이스

양다리각 \ 변화량	LARGE	MEDIUM	SMALL
LARGE	거리 >0 드리블링 / 뛰기	거리 >0 드리블링 / 뛰기	없음
MEDIUM	거리 >0 드리블링 / 뛰기	거리 >0 드리블링 / 걷기	서있기
SMALL	없음	걷기	서있기

여기서 '거리"는 선수와 공이 만났을 때 해당 거리의 정도를 표현한다.

이제, 인식 판단을 위한 결론부 퍼지 집합이 필요하다. 그림 3은 동작 인식을 위한 결론부 퍼지 집합이다.



<그림 3> 동작 인식을 위한 결론부 퍼지 집합

<그림 3>에서 추론방법은 "The Sum of Product" 추론법을 이용하였고, 결론부의 일점화(defuzzification)방법은 널리 알려진 무게중심법(The Center of Gravity)를 이용하였다.[9]

일점화를 통해 얻어진 값이 0.5 미만이면 "불인식"으로 보고 0.5 이상 2.5 미만인 경우에는 "드리블링", 2.5이상 4.5 미

만인 경우는 "뛰기", 4.5 이상 6.5미만인 경우에는 "걷기", 그리고 마지막으로 6.5 이상인 경우에는 "서있기"로 인식한다.

4. 실험 결과 및 고찰

제안한 퍼지 인식기를 평가 분석하기 위해 총 80개의 동작 데이터에 대해 실험을 하였다. 이용한 패턴 형태는 드리블링 동작, 뛰기 동작, 걷기 동작, 서있기 동작, 각각에 대해 20개씩 이용하였다. 실험결과는 표 2와 같다.

표 2. 인식 실험 결과

인식형태 / 동작형태	인식	오인식	불인식	인식률
드리블링	19개	0개	1개	95%
뛰기	19개	1개(걷기)	없음	95%
걷기	18개	2개(뛰기)	없음	90%
서있기	20개	0개	0개	100%

표 2에서 알 수 있듯이, 복잡한 선수의 동작 인식은 아니라 선수의 기본적인 동작을 인식하는데 이 알고리즘이 유효함을 알 수 있다.

오인식한 결과를 분석해보면, 양다리각 평균이 49도 이고 양다리각 변화량의 평균이 24.6도, 공과의 거리가 6.7인 경우에 드리블로 보는 가능성이 28%밖에 안되어 불인식 되었다.

또한 양다리각 평균 및 변화량 평균이 각각 38.8도, 29.2도인 경우에 달리기로 보아야 할 것을 양 다리각이 작으면서 변화량이 큰 것으로 오인하여 마치 빨리 걷기처럼 오인식했다.

걷기를 달리기로 오인식한 경우는 양다리각 평균과 변화량이 각각 43.1도, 20.7도, 그리고 31.1도 32.4도 인 경우에 발생하였는데, 이 경우는 걷기에 비해 양 다리각 크기, 또는 변화량이 너무 커서 걷기를 달리기로 오인식 했기 때문이다.

5. 결론

2002년 한국과 일본이 공동 개최하는 월드컵에 국내의 관심이 매우 크다.

이와 관련하여 축구 선수의 기본적인 동작, 즉 서있기, 걷기, 드리블, 달리기를 인식하는 퍼지 인식기를 설계하였다.

그 결과 복잡하지 않은 기본적인 동작인 경우에는 충분히 인식이 가능하다는 것을 알수 있었으며, 앞으로 좀 더 복잡한 동작, 즉 킥, 헤딩 등을 인식하는 연구가 더 필요하다.

특히 달리면서 킥하는 동작등과 같이 두 가지 동작이 혼합되어 있는 경우, 인식할 수 있는 연구도 필요하리라 본다.

앞으로 이 연구를 발전시켜 나가기 위해 퍼지 규칙 및 퍼지 집합을 자동으로 생성할 수 있는 자동 생성 퍼지 알고리즘이 필요하리라 본다.

6. 참고문헌

[1] Stephen S. Intille et al., Tracking Using a Local Closed-World Assumption: Tracking in the Football Domain, M.I.T. Media Lab. Perceptual Computing Group Technical Report No. 296, 1994.

[2] Stephen S. Intille et al., Visual Tracking Using Closed-World, M.I.T Media Lab. Perceptual Computing Group Technical Report No. 294, 1994.

[3] Stephen S. Intille et al., Real-Time Closed-World Tracking, M.I.T. Media Lab. Perceptual Computing Group Technical Report No. 403, Shorter Version in: CVPR97 on IEEE, 1997.

[4] Koh kakusho et al., Recognition of Social Dancing from Auditory and Visual Information, International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, IEEE, Oct 1996.

[5] Toshio kawashima et al.,"Qualitative Image Analysis System for Quantitative Evaluation of Teamwork in Soccer Games", Dept. of Information Engineering, Hokkaido University.

[6] N.H.Goddard, "Incremental Model-based Discrimination of Articulated Movement from Motion Features", Proc. of IEEE Computer Society Workshop on Motion of Non-rigid and Articulated Object, pp.89-95,1994.

[7] Sunghoon Choi, "Soccer Gane Analysis using Mosaicking and Color-based Tracking", Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Pohang University, The paper of MS Thesis, 1997.

[8] K. Aggarwal et al., "Humun Motion Analysis: A Review", Computer Vision and Image Understanding, Vol. 73, No. 3, pp. 428-440, March 1999.

[9] K.Nishimori et al., "Comparison of Several Fuzzy Reasoning Methods on Driving Control of a Model Car," Proc. of the 2nd International Conference on Fuzzy Logic and Neural networks, pp421-424,1992.