

축구 로봇의 전략 알고리즘 개선

김재현* · 이대훈* · 이성민** · 최환도** · 김종완***

Improvement of Strategy Algorithm for Soccer Robot

Jaehoon Kim, Dahun Lee, Seongmin Lee, Hwando Choi, Joongwan Kim

Key Words: Strategy(전략), Fuzzy logic(퍼지이론),
RF module(무선통신),
Controller(제어기),
Path planning(경로설정),

Abstract

This paper presents an strategy algorithm of a soccer robot. We simply classified strategy of soccer robot as attack and defense. We use DC-motor in our Soccer Robot. We use the vision system made by MIRO team of Kaist and Soty team for image processing. Host computer is made by Pentium III. The RF module is used for the communication between each robot and the host computer. Fuzzy logic is applied to the path planning of our robot. We improve strategy algorithm of soccer robot. Here we explain improvement of strategy algorithm and fault of the our soccer robot system.

1. 서 론

20세기에 들면서 과학기술과 컴퓨터 기술이 급속도로 발달함에 따라 산업 성장에 따른 대량 생산 및 자동화 기술의 필요성을 느끼게 되었다. 특히 20세기 후반에 들어서 인공지능 기술이 구

현 가능해 졌고, 지능화된 로봇이 등장하게 되었다. 이러한 로봇은 산업용과 서비스용 로봇으로 크게 분류되는데 축구로봇의 등장으로 엔터테인먼트 로봇이라는 새로운 분야가 시작되었다. 이러한 비 산업용 로봇을 협동 작업이 가능하게 하기 위해 행동관리 연구가 필수적이다. 이러한 로봇 개체들간의 행동이론을 다루는 연구분야를 다개체 시스템이라 부른다.

이런 다개체 시스템의 대표적인 예가 축구 로봇이다. 축구 로봇은 1996년에 시작된 Micro-Robot World Cup Soccer Tournament (MiroSot)는 1997년부터 세계 로봇 축구 연맹 (Federation of International Robot-Soccer Association ; FIRA)의 로봇 축구 경기의 한 종목이 되었다. FIRA는 로보틱스, 인공지능, 지능 제어, 컴퓨터 기술, 센서 기술 등의 분야에서 종사하고 있는 세계 각 국의 연구원들과 과학자들 사이에 과학 기술 교류 및 발전을 위하여 1997년에 창립되었다. FIRA는 각각 로봇 크기의 차이가 있는 MiroSot, NanoSot, RoboSot, KheperaSot, HuroSot의 각기 다른 종목이 있다. MiroSot는 잘 정의된 게임규칙을 바탕으로 경기장 규격은 170cm × 130cm이고, 축구로봇의 크기는 7.5cm × 7.5cm × 7.5cm이다. 축구로봇 시스템은 자율의지를 가진 각각의 로봇들과 이들의 원활한 의사소통을 연결해 주는 Host Computer간의 다개체 시스템으로 구성되며, Host Computer와 로봇간의 의사소통은 Real-Time으로 진행된다.

다 개체 시스템이란 많은 수의 개체로 이루어진 지능 시스템의 구현원리를 정하고 그 시스템 내에서 개체들이 독자적인 행동을 하고 동시에

* 동아대학교 기계공학과 대학원
** 동아대학교 기계공학과
*** 동아대학교 기계·산업시스템 공학부

서로 협력할 수 있도록 하는 동작 메커니즘을 제공해 줄 수 있는 시스템을 말한다. 축구 로봇은 이러한 특징을 모두 가지고 있으므로 연구 가치가 매우 높은 시스템이라 할 수 있다.

축구 로봇의 경기 시에는 많은 행동양식을 호스트 컴퓨터로부터 전달해 주어야 한다. 예를 들면 로봇이 공을 찾아가는 경로 설정이라든지 공격과 수비시의 위치 결정 등을 들 수 있다.

여기서 우리는 본 실험실에서 사용한 전략 알고리즘을 소개하고자 한다.

2. 축구로봇 시스템의 구조

본 연구실에서 사용된 로봇들의 자율개체의 기본구조는 다음과 같다.

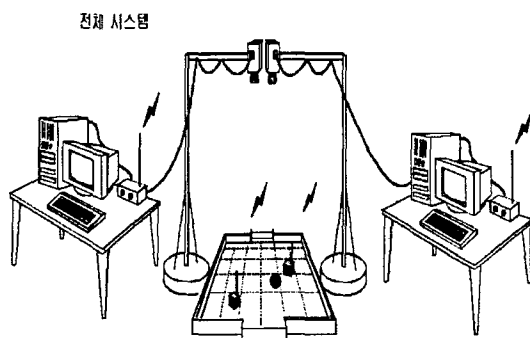


Fig 1. Soccer Robot system

로봇축구 시스템은 상단부의 CCD 카메라로부터 공과 로봇에 대한 위치를 호스트로 보내는 영상 처리 시스템부분과 데이터 처리를 위한 호스트 컴퓨터, 그리고 데이터를 로봇에 전달하는 무선 송신장치 등이 있다.

여기서 각 시스템 역할의 비중에 따라 Remote-brainless, Vision-based, Robot-based 시스템으로 나눌 수 있다.

Remote-brainless 시스템은 축구로봇수행에 필요한 대부분의 지능이 호스트 컴퓨터에서 구현되는 방식이다. 이는 로봇구조가 간단하여 구현이 쉽고 프로그램에 개선이나 추가가 용이한 반면에 호스트 컴퓨터와 비전시스템의 연산 시간이 빨라야 하며 적외선 또는 접촉 센서 등의 국부적인 정보를 이용할 수 없는 단점을 가지고 있다.

지능 내재형 축구로봇 시스템은 호스트 컴퓨터와 로봇에 지능이 나뉘어서 구현된다. 로봇은 간

단한 지능만을 가지게 되고 호스트 컴퓨터에서는 영상처리 데이터에 의해 로봇에서 지령을 내리게 된다. 이는 시스템의 확장성과 영상 시스템의 효율이 떨어져도 괜찮은 반면 로봇 프로그램과 호스트 컴퓨터간의 일관성을 잃을 위험이 있다.

로봇 기반 축구 시스템은 축구 로봇 수행에 필요한 대부분의 지능이 로봇에서 구현되는 것을 말한다. 이는 축구로봇의 수의 증가에 유연하게 대처할 수 있으며 호스트 컴퓨터 및 영상 시스템에 연산량이 집중되지 않기 때문에 고사양의 호스트 컴퓨터를 요구하지 않는다. 반면 제작의 복잡성과 로봇간의 통신이 구현되어야 한다는 단점을 가지고 있다.

이러한 축구로봇의 세 가지 시스템은 각각의 관심있는 분야를 연구하기 위한 선택사항일 것이다.

3. 축구로봇 제어 시스템

3.1 하드웨어

일반적으로 축구로봇은 크기에 비하여 비교적 고속으로 움직여야 한다. 그러므로 축구로봇의 구동부는 DC 모터 또는 스텝 모터가 사용되어진다. 그리고 이 모터를 제어하기 위한 모터 컨트롤러(motor controller)와 모터 엔코더(motor encoder)가 사용되어진다. 우리는 보다 빠른 로봇의 구동을 위해 비교적 간단한 제어로 위치 및 속도 제어가 가능한 스텝모터 보다 DC 모터를 사용하였다. 또한 아날로그 신호를 디지털 신호로 바꾸어 화상신호의 한 프레임을 메모리에 저장하는 장치인 화상캡처보드(Frame grabber)는 TV 수신카드를 사용하였고 이를 이용하여 CCD 카메라와 연결, PCI 방식으로 VGA카드에 정보를 전달하여 비전 시스템을 구축하였다. 데이터 송수신장치로 RF module 418과 433을 이용하였으며 호스트 컴퓨터는 실 시간성과 다 개체 처리를 고려하여 메인보드의 처리속도를 우선시하여 고사양의 메인을 구축하였다. 본 팀은 전체 시스템을 하나의 피드백 구조로 생각하여 제어 구조를 구현하였는데 로봇에 인가된 최소한의 지능이 이 부분에 해당된다. 즉 모터 내에서 인코더 신호를 바탕으로 모터 제어를 하게 되면 연산량이 너무 많아지기 때문에 비전으로부터 오는 자신의 좌표정보를 피드백 값으로 받아들여 제어하는 구조를 사용하였다.

3.2 소프트웨어

본 연구실은 비전처리 시스템을 구축은 Window O/S 체제 하에서 작업되었으며 Visual C++에서 MFC로 생성되었다. 축구 로봇 시스템의 비전 처리 알고리즘에서는 비전정보를 기존의 RGB범위에 맞추어 찾는 것이 아니라 이미 나와있는 RGB Table을 정보로 인식시켜 한번 찾은 위치를 전술의 수행에 따른 예측 비전 시스템을 구사하여 한다. 기타 여러 부분에서는 Matlab의 제어적인 특징들을 포함시켰다.

또한 축구로봇의 경로 설정에 일반적으로 사용되고 있는 동심원 도법을 사용하지 않았고 퍼지 논리를 일부 접목 시켰다. 퍼지논리를 이용하여 지금까지 생성된 로봇의 개인 객체행동들을 이용하여 경로설정 계획에 따라 만들어진 경로계획에 수렴하게끔 하는데 얼마나 정확한 값을 전달하느냐가 바로 퍼지를 시스템에 접목시킨 이유이다. 하지만 퍼지논리가 학문적 정설이 아니며 또한 너무 많은 변수가 존재하므로 본 실험실에서는 퍼지 매트릭스를 생성하여 케이스에 어울리게 하였고, 제어를 통한 실험 값을 입력시켜 놓았다.

4. 전략 알고리즘

본 논문에서는 전략 알고리즘을 본능행위, 직관행위, 이성행위 등 세 단계로 분류한다. 본능행위는 공이 있는 위치로 무조건 이동하는 본능적 알고리즘들로 구성되며, 직관행위란 공이 있는 위치로 이동하는 도중에 치밀한 계산을 통하지 않고 짧은 시간 동안 멈칫거리거나 이동경로를 일부 수정하는 직관적 알고리즘들로 구성되며, 이성행위는 공과 HOME 및 OPP의 위치와 이동 경로에 대한 정보를 바탕으로 최적의 명령을 이끌어내기 위하여 정밀한 해석과 계산 및 동작을 하는 알고리즘들로 구성된다.

경로설정과 슈팅 알고리즘 개선을 위해 일반적으로 사용하고 있는 동심원 법을 기초로 하여 경로 설정 알고리즘을 개선하였다.

일반적으로 사용되는 Fig 2의 동심원도법과 달리 보다 공에 빠르게 접근하기 위하여 Fig 3과 같이 축구 로봇 자체가 회전하지 않고 곧바로 공을 향하게 하였다. 예를 들어 “공에 가까워지면 원을 그리며 접근한다.”라는 식의 제어 알고리즘을 퍼지에서 이용하는 것이다.

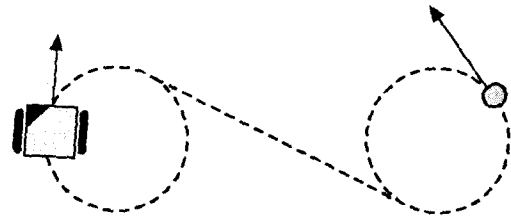


Fig 2. General Algorithm

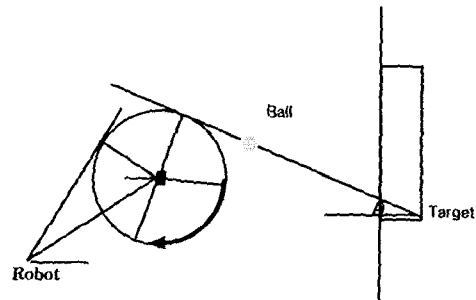


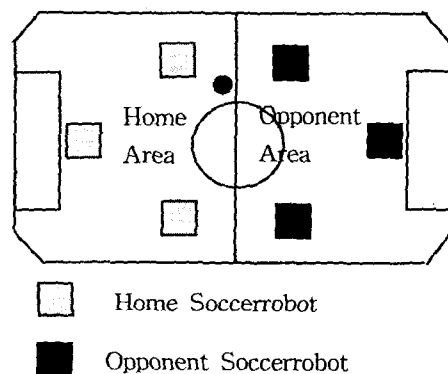
Fig 3. Developed Algorithm

또한 목표지점으로 보다 강하게 공을 보내기 위하여 동심원의 접선부분이 아닌 접선 부분에서 어느 정도 거리를 둔 지점부터 공까지 직선으로 향하도록 하였다. 위 상황은 오른쪽 아래 부분이 목표이고 로봇 또한 공의 왼쪽 아래에 위치하고 있을 경우에 한하여 설계된 알고리즘이다.

다음은 슈팅 알고리즘 개선을 위한 전략으로서 각 case별에 대한 설명이다.

case I 공격

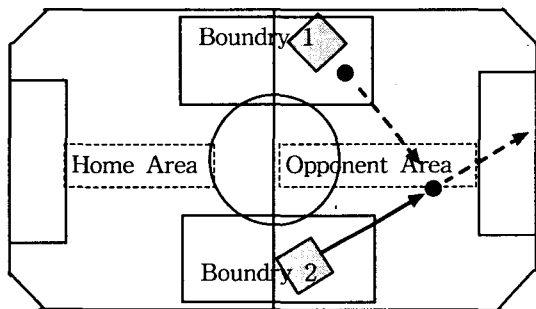
우선 로봇 축구에서의 공격 알고리즘은 vision 부에서 들어온 색 정보를 받아서 축구로봇은 공격을 한다. 공격 알고리즘의 개발은 공격을 위한 boundary를 정하고 공이 공격 boundary에 들어 가면 프로그램화된 공격패턴을 실행한다.



위의 그림은 로봇축구의 기본적인 개략도이며 실제 로봇축구에서 Opponent Area 내의 사각(死角)을 제외한 일정 boundary를 임의로 정하고 이것을 공격 boundary로 하여 알고리즘 작성을 해 나간다. 로봇축구 시스템에서의 공격 패턴 중 슈팅은 직선 슈팅과 회전 슈팅을 병행하여 실시하며 직선 슈팅은 대각선을 골대의 반대쪽을 겨냥하는 대각선 슈팅을 기본으로 한다.

본 논문에서는 기본적인 로봇축구시스템에 퍼지이론을 도입하여 전략알고리즘을 개선하려 한다. 실제 축구와는 달리 로봇의 움직임의 제한으로 인해 방향전환은 동심원도법을 도입, 보완하여 이동성을 향상시키고 실제 축구의 전술을 적극 도입하여 알고리즘을 개선한다.

다음의 예는 실제축구에서 쓰이는 전술중의 하나를 알고리즘으로 구현한 것이다.



위 그림은 실제 축구 경기에서 슛의 확률이 가장 높은 overlapping을 응용한 것으로 로봇축구 경기장의 임의의 boundary를 정하고 경기도중 위와 유사한 case 발생 시 프로그램이 작동하도록 알고리즘을 개발한다. 공을 잡은 로봇은 가장 가까운 지정된 boundary로 이동, 반대편 로봇은 지정된 다른 boundary로 이동한다. boundary1에 있는 로봇1은 반대쪽 boundary2에 위치한 채도 하는 로봇2에게 공을 밀어주고 로봇2는 대각선 방향으로 슈팅을 한다. 그러나 실제 로봇축구에서는 로봇의 속도와 공의 속도를 정확하게 맞추기 위한 타이밍을 알고리즘으로 옮기가 어렵다.

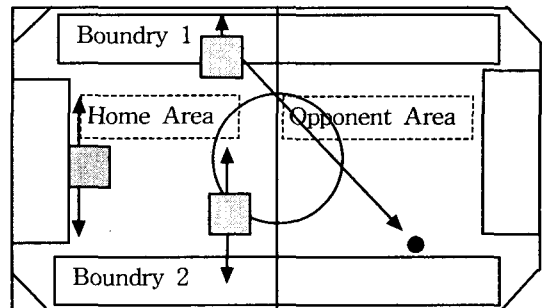
그래서 Matlab의 제어 특성을 이용하여 각 동작의 정확성을 simulation화하여 알아보고 실제 실험을 통하여 데이터를 습득하여 알고리즘에 접목한다. 모든 공격전략 알고리즘은 이론화를 거쳐 Matlab을 이용한 simulation화한 다음 실제 축구로봇을 구동하여 이론과 실제의 정확성을 판

별하여 알고리즘을 성립하고 프로그램으로 옮긴다. 그리고 경기 도중 다양한 case 발생을 예상하고 각 case에 맞는 알고리즘 개발과 각 case에 즉각 대응할 수 있는 알고리즘 상호간의 협조 체계를 강화해야한다.

case II 수비

수비의 알고리즘의 개발은 골키퍼 로봇 외에 남은 두 대의 로봇이 협력수비로 공격과 수비를 동시에 하는 알고리즘을 개발한다.

다음의 수비전술의 예이다.



위 그림은 수비 알고리즘의 로봇의 협력형태를 그림으로 나타내어 보았다. 위 수비 알고리즘은 로봇축구경기장 상·하단에 상대편 공격 시 슈팅을 할 수 없는 가상의 사각(死角) boundary를 만들어서 수비를 하면서 중앙선을 넘어 상대편 진영으로 가는 공은 언제라도 공격을 할 수 있는 알고리즘이다. 여러 가지 상황으로 공격을 가해올 때 공과 가장 가까운 로봇은 즉각적으로 사각으로 공을 보내고 어떻게든 공을 Home 진영에서 몰아 내도록 하는 수비의 형태이다. Home team 로봇은 사각(死角) boundary 내에 공이 들어와도 수비를 하지 않고 일단 사각을 벗어난 공을 다시 사각 boundary로 내보거나 상대편 진영으로 보내어서 수비와 동시에 공격을 가하는 방법이다. 수비 알고리즘도 공격 알고리즘과 마찬가지로 각각의 로봇들이 얼마만한 협력체계를 가지는가가 관건이라 하겠다.

5. 결론

이번 논문에서 제시된 전략개선 알고리즘은 일반적인 동심원 도법을 응용하여 보다 나은 알고리즘으로 개선시키고자 하는 것이었다. 동심원

도법에서의 축구로봇 부분 회전을 생략하여 보다 빠르게 공으로 접근시키고자 하는 것과 중심원의 접선에서 슛을 하는 것이 아닌 일정거리를 직선적으로 이동한 후 슛을 하여 슛 한 공의 직진성을 높이는 것이다. 이러한 방법으로 알고리즘을 설계하였을 때는 의도한 바와 같은 축구로봇의 움직임을 얻을 수 있었다. 그리고 본문에 제시한 바와 같이 다른 여러 가지 case에 응용할 수 있는 장점도 있었다. 하지만 위의 경로 설정에서 축구 로봇이 공과의 위치가 허용된 오차 범위 이내에 존재할 경우는 만족할만한 결과를 얻는 반면 그렇지 않을 경우 축구로봇의 자세 제어가 불안정함을 알 수 있었다. 그리고 위와 같은 공격과 수비 알고리즘은 보다 정확한 값을 얻기 위해 많은 시행착오를 거쳐야 하므로 알고리즘의 수정이 어렵다는 단점이 존재한다. 앞으로 이와 같은 알고리즘의 개발과 수정이 용이하도록 많은 데이터를 수집하여 보완해 나가야 할 것이다.

참고문헌

- (1) H. Unbehauen, U. Keuchel, 1992, "Model Reference Adaptive Control Applied to Electrical Machines" Adaptive Control and Signal Processing III
- (2) A.V.Timofeyev, R.M.Yussupov, 1992, "Evolution of Intelligence Control In Adaptive" Adaptive Control and Signal Processing III
- (3) A.L.Fradkov, A.A. Stotsky, 1992, "Speed Gradient Adaptive Control Algorithms for Mechanical Systems" Adaptive Control and Signal Processing III
- (4) D.M.Dawson, Z.Qu, F.L.Lewis, 1992, "Hybrid Adaptive-Robust Control for a Robot Manipulator" Adaptive Control and Signal Processing III
- (5) James H. Taylor, Philip G Stringer, 1991, "An Autosynthesizing Non-linear Control System using a Rule-based Expert System" adaptive control and Signal Processing II
- (6) Th.Kreis, H.Kreitlow, "W.J.ü ptner, Detection of Edge by videosystems", Robot Vision and Sensory Controls II
- (7) M.Unser, F.de Coulon, "Detection of Defects By Texture Monitoring in Automatic Visual Inspection", Robot Vision and Sensory Controls II
- (8) Toshio Asano, Shunji Maeda, Toshiaki Murai, "Vision System of an Automatic Inserter for Printed Circuit Board Assembly", Robot Vision and Sensory Controls II
- (9) Arkady G.Makhlin, "Vision Controlled Assembly Vision and Sensory Controls II
- (10) R.Dillman, "A sensor -Controlled Gripper with Tactile and Non-Tactile Sensor Environment", Robot Vision and Sensory Controls II
- (11) John T.wen, 1990, "Aunified perspective on Robot Control", Adaptive Control and Signal Processing vol 1
- (12) Suguru Arimoto, 1990, "Learning Control Theory for Robotic Motion" Adaptive Control and Signal Processing vol 1
- (13) B.C. Kuo, "Sensors and Encoders", Incremental motion control
- (14) James H. Taylor, Philip G, Stringer, 1991, "An autosynthesizing Non-linear control system using a Rule-based expert system" Adaptive control and signal processing II