

## 축구 로봇의 본능 · 직관 · 이성 알고리즘 분석

최환도(동아대 대학원 기계공학과)\*, 김재현(동아대 대학원 기계공학과),  
김중완(동아대 기계공학과)

### Analysis of Instinct · Intuition · Reason Algorithm for Soccer Robot

H. D. Choi(Mech. Eng. Dept, DAU)\*, J. H. Kim(Mech. Eng. Dept, DAU),  
J. W. Kim(Mech. Eng. Dept, DAU)

#### ABSTRACT

This paper presents an artificial intelligent model for a soccer robot. We classified soccer robot as artificial intelligent model into three elemental groups including instinct, intuition and reason. Instinct is responsible for keeping the ball, walking or rushing toward the ball. This is very simple fundamental action without regard to associates and enemies. Intuition contributes to the faster/slower moving and simple basic turning to get near to the ball and to make a goal noticing associates and enemies. Reason is the most intelligent part, the law of reason is not simple relatively with instinct and intuition. We shall expect to design the best law of reason for a soccer robot some time. We also compared nerve system and muscles of human being model with controller and motors of a physical soccer robot model individually. We had designed several algorithms and made programs to investigate effects and control soccer robot

**Key Words** : Artificial Intelligent Model(인공지능모델), Instinct(본능), Intuition(직관), Reason(이성), Soccer Robot(축구로봇), Controller(제어기)

#### 1. 서론

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 로봇공학, 인공지능, 지능제어, 컴퓨터 기술, 센서 기술 등의 분야에서 종사하고 있는 세계 각국의 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. 그 중 MiroSot은 잘 정의된 게임규칙을 바탕으로 경기장 규격 170cm×130cm이고, 축구로봇의 크기는 7.5cm×7.5cm×7.5cm으로 제한한다. 축구로봇 시스템은 자율의지를 가진 각각의 로봇들과 이들의 원활한 의사소통을 연결해 주는 Host Computer의 다 개체 시스템으

로 구성되며, Host Computer와 로봇간의 통신은 Real-Time으로 진행된다.

축구 로봇 시스템은 다 개체 지능 제어 시스템이며, 지능제어 시스템이란 불확실성을 다룰 수 있고 학습 능력과 자율성을 가진 시스템을 말한다. 또한 많은 수의 개체로 이루어진 지능 시스템의 구현원리를 정하고 그 시스템 내에서 개체들이 독자적인 행동을 하고 동시에 서로 협력할 수 있도록 하는 동작 메커니즘을 제공해 줄 수 있어야 하는데 이를 다 개체 시스템이라 한다. 축구 로봇은 이러한 특징을 모두 가지고 있으므로 연구 가치가 매우 높은 시스템이라 할 수 있다.

우리는 여기서 축구로봇의 본능·직관·이성 알고리즘에 대하여 알아본다. 이는 비 산업용 로봇들이 협동작업이 가능한 로봇 시스템을 만들기 위한 행동관리 연구에 많은 도움이 될 것이다.

#### 2. 축구로봇 시스템의 구조

본 연구실에서 사용된 로봇들의 자율개체의 기본 구조는 다음과 같다.

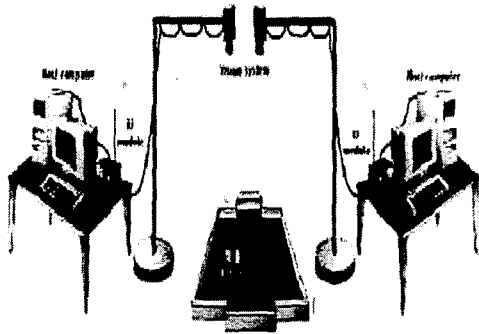


Fig 1. Soccer Robot system

로봇축구 시스템은 상단부의 CCD 카메라로부터 공과 로봇에 대한 위치를 호스트로 보내는 영상 처리 시스템부분과 데이터 처리를 위한 Host Computer 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 쉬운 반면 호스트 컴퓨터와 비전시스템의 연산 시간이 빨라야 한다.

지능 내재형 축구로봇 시스템은 호스트 컴퓨터와 로봇에 지능이 나뉘어서 구현된다. 로봇은 간단한 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 개체수의 증가에 유연하게 대처할 수 있는 반면 제작의 복잡성과 로봇간의 통신 구현이 어렵다는 단점이 있다.

위의 세 가지 시스템은 관심 있는 분야를 연구하기 위한 선택사항일 것이다.

### 3. 축구로봇 제어 시스템

#### 3.1 Hardware

일반적으로 축구로봇은 크기에 비하여 비교적 고

속으로 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 화상 신호의 한 프레임을 메모리에 저장하는 장치인 화상캡처보드(Frame grabber)는 TV 수신카드를 사용하였고 이를 이용하여 CCD 카메라와 연결, PCI 방식으로 VGA카드에 정보를 전달하여 Vision System을 구축하였다. 데이터 송수신장치로 418MHz와 433MHz의 주파수 대역을 가지는 RF module을 이용하였으며 호스트 컴퓨터는 실시간성과 다 개체 처리를 고려하여 메인보드의 처리속도를 절대적으로 우선시하여 RAM 256MByte 와 CPU Intel Pentium III 1GHz의 고사양의 메인을 구축하였다. 또한 로봇과 호스트간의 지능정도는 대다수 팀들이 쓰는 지능의 적절한 분배에 따르지 않고 극소수의 지능만을 로봇에 심고 거의 모든 지능을 호스트에 주어 실시간성을 극도로 높였다.

#### 3.2 Software

본 연구실의 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.

또한 축구로봇의 경로 설정에 있어서 퍼지논리를 이용하였다. 퍼지논리를 이용하여 지금까지 생성된 로봇의 개인 객체행동들을 이용하여 경로설정 계획에 따라 만들어진 경로계획에 수렴하게끔 하는데 얼마나 정확한 값을 전달하는가가 바로 퍼지를 시스템에 접목시킨 이유이다. 하지만 퍼지논리가 학문적 정설이 아니며 또한 너무 많은 변수가 존재하므로 본 실험실에서는 퍼지 매트릭스를 생성하여 각각의 케이스에 맞게 만들어 주었다.

### 4. 본능·직관·이성 알고리즘

본 연구에서는 인간의 행태를 모방하여 축구로봇에 적용하고자 한다. 이를 위해서 인간모델과 물리적 축구로봇 모델을 [Fig. 2]에 나타내었다.

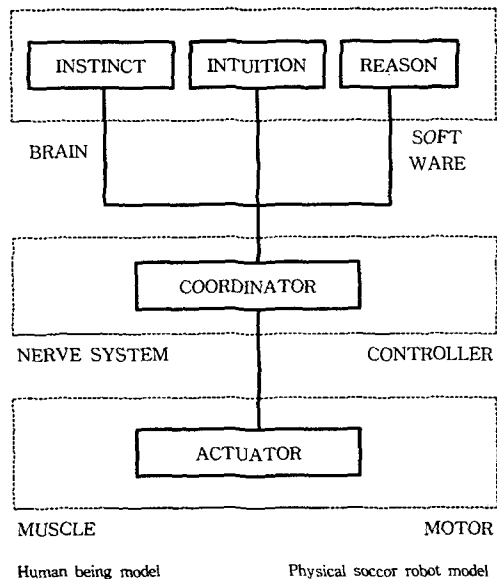


Fig 2. Comparison between human being model and Physical soccer robot model

#### 4.1 본능(Instinct)

본능이란 사전적 의미로서 학습이나 경험에 의하지 않고 선천적으로 가지고 있는 동물의 행동 습성이나 능력, 개체의 생존과 종족 유지의 기본적인 욕구와 밀접한 관련을 가지는 것이다. 즉 판단이 개입할 여지가 없이 행동양식에 의해 곧바로 실천으로 옮기는 행위를 말한다.

축구로봇에 있어서도 이와 같은 행동을 나타낼 수 있다. 동물이 먹이를 향해 움직이듯이 축구로봇 또한 공을 잡거나 공을 향하여 움직이는 것을 말한다. 이는 상태편이나 같은 편과의 연관 없이 기초적이며 간단한 움직임이다.

#### 4.2 직관(Intuition)

직관의 사전적 의미는 판단·추리 등의 사유 작용을 거치지 않고, 대상을 직접적으로 파악하는 작용을 말한다. 직관과 본능의 차이는 직관에서는 약간의 경험이 바탕이 된다는 것이다. 때문에 직관은 본능보다 약간 복잡한 과정을 거치게 된다.

축구로봇에 있어서의 직관은 축구로봇의 빠른 또는 느린 움직임과 공 근처에서의 기본적인 회전 또는 골과 상대편에 대한 주의 등이다. 기본적인 회전시의 공에 대한 근접 정도는 정량적이 아닌 정성적인 것이다. 여기서에서 본능과 마찬가지로 행동이 우선 시 된다.

#### 4.3 이성(Reason)

이성에 대한 사전적 의미는 충동적인 감정에 좌우되지 않고 사리를 올바르게 분별하여 그에 따라 행동할 수 있는 마음의 능력을 말하는 것이다. 이성에서는 본능이나 직관과 달리 옳고 그름의 판단이 요구되며 그 판단이 행동에 우선하게 된다. 이러한 판단을 위해서 과거의 경험적 행태들이 필요하게 된다.

축구로봇에서의 이성은 가장 중요하다고 할 수 있다. 이성은 본능과 직관처럼 독립적이지 않다. 공의 이동경로를 예측해야 하며, 이에 따른 상대팀의 이동경로, 그리고 같은 팀의 로봇과의 연관 관계도 고려해야 하는 것이다. 이를 고려하여 로봇의 행동을 결정하게 된다. 이때 행동 결정을 위한 판단이 요구되어진다. 이러한 판단을 위한 이론으로 인공지능 이론 등이 사용되어 진다.

또한 이성에서는 결과 판단에 어느 정도 정량화가 가능하다. 옳고 그름을 0과 1 그리고 그사이의 각종 가중치를 이용하여 표현할 수 있는 것이다. 이 가중치의 크기에 따라 행동이 결정되는 것이다.

#### 4.4 알고리즘 설계(Algorithm Design)

복합적인 행동을 획득하기 위한 수단으로서 강화학습이 주목되고 있다. 강화학습을 이용하여, 다른 개체가 존재하는 환경에서, 복수의 과업을 달성하는 수단에 대해서 보고되고 있다. 본 실험실의 목표는 복수 개체가 존재하는 환경에서 각각의 개체가 서로 경쟁·협조하는 관계에서 과업을 받을 경우에 효율이 좋은 학습을 행하도록 제안하는 것이다. 그러나 복수개체가 동시에 학습하는 경우 단일 개체의 학습과 비교해서, 학습결과가 나쁘게 된다는 것이 지적되고 있다. 이러한 원인으로 동시에 학습을 행하는 경우, 다른 개체의 행동이 고정된 알고리즘에 기초하지 않는다. 본래의 학습해야 하는 환경과 다른 환경에서 학습을 행하고 있는 점이 부각된다. 이러한 문제를 회피하기 위해서 개체사이에서 학습에 의해 정보교환을 행하고 순서를 정해서 학습을 행하는 방법이 생각된다. 관찰에 의해 다른 개체의 행동을 이해하기 위한 방법을 제안한다. 다른 개체의 행동을 이해하는 것은 강화학습을 적용하는 판단이 된다. 더구나 학습시의 효과적인 행동전략에도 이용할 수 있다. 그래서 축구로봇은 서로 다른 성격의 자료들을 집합해야 한다. 이를 위해서는 서로 다른 형의 변수들을 요소로 가질 수 있는 새로운 자료구조가 필요한데 이를 C 언어에서

는 구조체라 하며 이를 사용하면 논리적으로 연관된 자료를 그 의미를 살려서 자료구조를 보다 효과적으로 표현할 수 있다. 다시 말하면 구조체란 새로운 자료구조로서 이를 구성하는 각 요소는 서로 다른 자료형을 갖는 변수들이 될 수 있으며 이들 요소 각각을 구조체 멤버(member)라고 부른다. 하나의 구조체를 구성하는 각 멤버들은 서로 구분될 수 있도록 서로 다른 이름을 가져야 하나 서로 다른 구조체의 멤버들간에는 동일한 이름을 가질 수 있다. 구조체 선언은 실제로 구조체에 기억장소를 할당하는 것이 아니며 단지 이후의 변수 선언을 위한 하나의 형틀을 정의하는 역할을 한다. 이러한 구조체를 이용하여 알고리즘을 설계한다.

또한 알고리즘 설계에 있어서 퍼지 이론을 도입하였다. 퍼지 이론은 인공지능과 연관이 점점 깊게 되어 가고 있는데 이러한 연관은 언어를 매개로 하고 있다. 이 언어는 수학기호와는 달리 애매함을 가진 것이고 이 애매함이 퍼지이론에서 퍼지니스라고 불리워지고 있는 것이다.

이러한 퍼지니스가 시스템 이론과 어떤 관계를 가지는가를 보면 퍼지 이론에 있어서는 시스템의 기술 언어로서 퍼지니스를 포함하는 것을 사용하고 이것에 의해 시스템의 복잡성과 데이터의 불완전성에 대처하는 인간의 인식, 판단, 사고 등의 기술을 표현하려고 하는 것이다. 예를 들면 축구로봇이 공에 접근할 때 "공에 가까워지면 원을 그리며 접근한다"라는 식의 제어 알고리즘을 퍼지에서 이용하는 것이다.

본 연구실에서 축구로봇의 경로설정은 다음의 그림과 같은 알고리즘으로 구현하였다.

일반적으로 사용되는 Fig 3의 동심원도법과 달리 공에 빠르게 접근하기 위하여 Fig 4와 같이 축구로봇 자체가 회전하지 않고 곧바로 공을 향하게 하였다.

그리고 목표지점으로 보다 강하게 공을 보내기 위하여 동심원의 접선부분이 아닌 접선 부분에서 어느 정도 거리를 둔 지점부터 공까지 직선으로 향하도록 하였다. 접선 지점과 볼까지의 거리는 여러 번의 실험 결과로 가장 최선의 값을 구하여 사용하여 좋은 결과를 볼 수 있었다.

위 상황은 오른쪽 아래 부분이 목표이고 로봇 또한 공의 왼쪽 아래에 위치하고 있을 경우에 한하여 설계된 알고리즘이다. 위와 같은 방법으로 로봇이 위에 위치할 때, 목표가 위쪽에 있으며 목표가 위쪽에 있으며 로봇이 그에 따라 위, 아래에 존재 할 경우, 그리고 로봇이 공의 오른쪽에 존재 할 경우도 마찬가지로 알고리즘을 구현할 수가 있다.

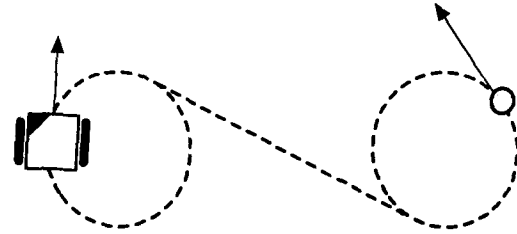


Fig 3. General Algorithm

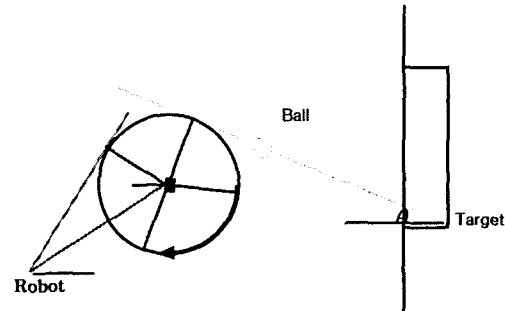


Fig 4. Developed Algorithm

## 5. 결론

본 연구실에서 구현한 경로 설정 알고리즘은 일반적으로 사용되는 동심원 도법을 보완하고자 연구한 것이다. 위와 같은 방법으로 경로 설정을 했을 경우 축구로봇의 이동거리가 짧아지며 또한 축구로봇이 공을 찰 때 어느 정도의 직선거리를 이동한 후 공을 보내기 때문에 공의 직진성이 어느 정도 보완되었음을 알 수 있었다. 하지만 이러한 경로 설정을 이용하여 축구로봇을 구동하면 로봇의 자세제어에 약간의 문제가 발생하게 되었다. 로봇과 공의 위치가 위 실험에서처럼 최소한의 오차 범위 내에 존재할 경우는 일반적 동심원 도법보다 향상된 성능을 보이는 반면, 오차 이상의 위치에 축구로봇과 공이 존재 할 경우 축구로봇 자체의 자세제어에 문제가 생겨 공을 찾아가는 경로 상에 문제가 발생함을 알 수 있었다. 앞으로 이러한 문제점을 수정, 보완하는 것이 과제로 남아 있다 하겠다.

## 참고문헌

- (1) 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
- (2) H. Unbehauen, U. Keuchel, 1992, "Model Reference Adaptive Control Applied to Electrical Machines" Adaptive Control and Signal Processing III
  - (3) A. V. Timofeyev, R. M. Yussupov, 1992, "Evolution of Intelligence Control In Adaptive" Adaptive Control and Signal Processing III
  - (4) A. L. Fradkov, A. A Stotsky, 1992, "Speed Gradient Adaptive Control Algorithms for Mechanical Systems" Adaptive Control and Signal Processing III
  - (5) D. M. Dawson, Z.Qu, F.L.Lewis, 1992, "Hybrid Adaptive-Robust Control for a Robot Manipulator" Adaptive Control and Signal Processing III
  - (6) Th.Kreis, H.Kreitlow, "W.J'uptner, Detection of Edge by video systems", 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 By a multiple Manipulator Robot", Robot 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-liner control system using a Rule-based expert system" Adaptive control and signal processing II
  - (15) Eiji. U, Minoru. A, Koh. H, 1995, "Understanding Behaviors of Other Agents." Program