Proceedings of KFIS Autumn Conference 2005 Volume 15, Number 2

휴리스틱 탐색기법을 이용한 로봇축구 에이전트

Robot soccer control that use Heuristic

장형순*, 이승관**, 정태충*
*경희대학교 컴퓨터공학과
**가톨릭대학교 컴퓨터정보공학부
*Hyung-Soon Jang, *Seung-Kwan Lee, *Tae-Choong Jung
*Dept. of Computer Engineering, KyungHee University
**School of computer science & Information Engineering, Catholic University
E-mail : casio196@hotmail.com

요 약

로봇축구는 과거의 단순한 수비시스템을 벗어나 지능적 공격시스템으로 점차 변하기 시작했다. 본 논문에서는 휴리스틱 탐색기법인 최고우선탐색기법을 사용하여 공격로봇의 경험을 통해 로봇 움직임의 최적해를 찾아내고, 각 로봇간의 동기화로 인한 전술변화에 대해 설명하고 있다. 로봇이 공격과정에서 수비하는 로봇을 피해 다른 로봇에게 공을 전달하고 그 로봇이 상황에 따라 공격과 수비의 변화를 주는 방식이다. 이 알고리즘을 적용하여 최적의 로봇축구에이전트 시스템의 행동상황을 추출하고, 시뮬레이션을 통해 그 전략의 유용성을 확인한다.

1. 서론

로봇 축구 경기는 다수의 로봇으로 구성된 한 팀이 경기장 위에 설치되어 전체가 관찰 가능한 카메라로부터 상시로 변하는 환경을 관찰하여, 협동하면서 상대팀과 경쟁한다는 시스템이므로, 그 특성상, 하드웨어의 성능을 높이는 연구에서부터 소프트웨어, 즉 전략 및 전술에 이르기 까지 많은 분야의 연구가 이루어지고 있으며, 특히 멀티 에이전트 시스템의 다양한 연구 분야에 훌륭한 실험 환경을 제공하고 있다.[1]

로봇축구란 사람이 아닌 로봇이 미리 정해진 경기규칙에 따라 축구를 하는 것이다. 사람처럼 로봇이 스스로 경기장을 누비며, 공을 찾고 상대방을 피하며 드리블과 패스를 하며, 상대방의 골대에 슛을 넣을수 있도록 하는 것이 궁극의 목표이다. 각 로봇의 역할이나 로봇이 가야할 곳 등의 모든 계산이 주 컴퓨터에서 처리되고, 이 결과가 무선 송신기를 통해 로봇에 전달되어 로봇이 움직이게 된다. 즉, 주 컴퓨터가 계산된 로봇들의 왼쪽과 오른쪽 바퀴 속도정보를 연속적으로 로봇에 보내어 제어하게 된다. 이와 같은 시스템의 경우, 로봇의 구조는 간단하지만 로봇 자체에는 센서 등이 내장되지 않아 정확한 제어를 위해 고속 영상처리시스템 및 주 컴퓨터의 뛰어난 계산능력, 고속통신 등이 요구된다. 로봇축구 시스템에서는 실시간으로 상대 로봇의 위치와 공의 위치를 비전시스템으로부터 파악하여 이에 따른 전술 명령을 각 로봇으로 보내는 것이 가장 중요하다.

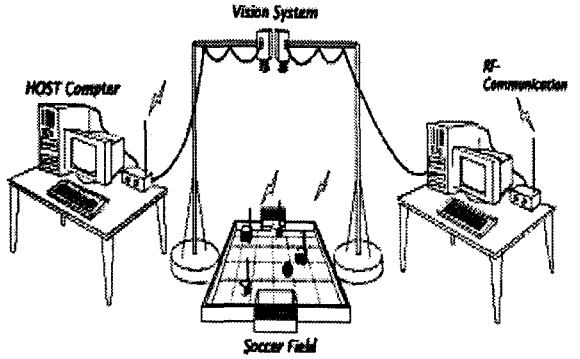
본 연구에서는 로봇축구 시스템에서의 상호협동을 통한 전략 및 전술의 호용성과 실제 경기에서의 여러 가지 방법에 의한 효율성을 찾을 수

있도록 구현하도록 하였다

2. 관련연구

2.1.로봇축구 시스템의 구조

로봇 축구 시스템은 상단부의 CCD 카메라를 통해 공과 로봇에 대한 위치정보를 호스트컴퓨터로 보내는 영상처리 시스템 부분과 데이터 처리를 위한 Host Computer 그리고 데이터를 로봇에 전달하는 무선 송신장치가 있다.



Pic 1. Soccer Robot System

이 논문에서 사용된 시스템은 위의 실제 로봇축구에서 사용되는 기계적인 유틸리티가 아닌 실제 경기종목에도 포함된 "SimuroSot"으로 시뮬레이션 및 실제 경기에서 적용해 보았다.

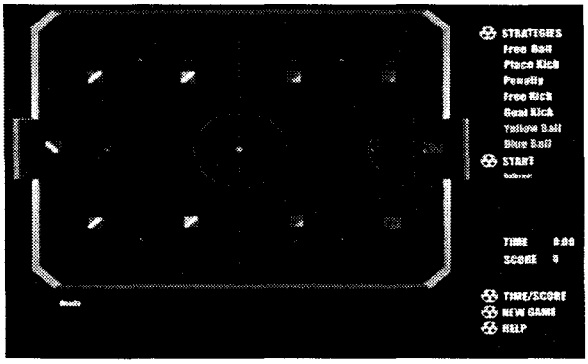
2.2 휴리스틱 탐색기법

휴리스틱이란 새로이 생성된 후계 노드들을 Heuristic Information에 따라 정해지는 기준에 의해 순서를 정하거나, 재조정 하는 것으로서 이렇게 함으로써 탐색은 바람직한 부분을 확장시켜 나간다. 휴리스틱 탐색기법을 기본적으로 두가지 경우에 더욱 유용하다.

1. 모호성 때문에 문제의 해가 정확히 존재하지 않을 경우
2. 주어진 시간 내에 모든 탐색공간을 다 방문할 수 없을 때

2.1 SimuroSot

SimuroSot은 실제 로봇축구와 방식과 룰은 동일하며 실제 로봇이 아닌 소프트웨어로서 전략 및 전술을 시험할 수 있고 Fira Cup에서 정식종목으로서 대회에서 실시되고 있고 실제 로봇축구 유닛을 가지고 실험을 할 경우 주위환경과 셋팅의 차이점에 따라 시뮬레이션의 변화가 있을 수 있으나 SimuroSot은 그 변화에 관계없이 프로그램에 의해 시뮬레이션을 할 수 있으므로 로봇축구에 대입하기 전에 전략 및 전술의 효용성을 테스트 할 수 있다.



Pic 2. SimuroSot

3. 로봇축구유닛의 행동전략

3.1 문제정의

로봇 축구의 궁극적인 목표는 골대에 공을 넣는 것이다. 실제 축구에서는 사람이 즉각적인 판단에 의해 골을 넣는 것에 반해 로봇 축구는 사람이 전략전술을 미리 만들어 그 전략 및 전술을 로봇축구에 적용시켜 골을 넣는다. 그러므로 실제 로봇축구에서는 여러 가지 전략 및 전술이 존재한다. 본 논문에서는 일반적인 로봇축구의 전술과 진화된 전술을 비교함으로서 효율성과 유용성을 알아보고 그에 따란 행동전략에 대해 연구하려한다.

3.2 에이전트 상태 정의

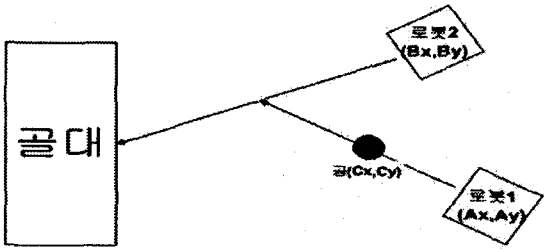
전략 및 전술에서의 중요한 요점은 로봇축구에 이전트의 위치이다. 각 에이전트의 위치에 따라 전술이 변화되고 연계플레이도 가능하게 된다.

현재 로봇축구에서 사용되고 있는 전술은 각 공격 로봇에이전트는 골을 향해 움직이고 수비 로봇에이전트는 그 볼을 막는 시스템으로 운영된다. 각 골키퍼는 공의 방향으로 이동하며 볼이 골대 안으로 들어가지 못하게 움직이게 된다. 이때 로봇에이전트는 예비동작이 없이 움직이기 때문에 각 로봇은 쉽게 의도를 알아낼 수 없다. 따라서, 이 경우 행동을 미리 파악하기 위해서는 로봇이 처한 상황을 분석할 줄 알아야 한다. H. K. Lam은 로봇 축구의 전략 연구의 여러 가지 행동을 블러킹(Blocking), 드리블(dribble), 가딩(Guarding), 패스(Pass), 슛(Shoot), 웨이팅(Wating)으로 나누었으며[2], Hai Wang은 Approach, Smooth Move, Kick, Block, Intercept, Dribble, Pass, Block To Kick,

Block To Dribble등으로 행동을 정하였다[3]. 실제 로봇축구에서는 패스라는 개념보다는 공격하는 에이전트가 공을 따라 움직이고 그 속도에 의해 공을 움직이고 다른 에이전트가 그 공을 향해 이동함에 따라 그 행동이 슛이 되어 골로 이동하거나 같은 방식으로 다른 에이전트로 이동하게 된다. 이 논문에서는 그 이동 전략을 실제 로봇축구에서 계산에 의해 사전 전술의 적용시 그 이동 전략에 유념하여 이동할 수 있도록 하였다.

3.3 에이전트의 상태

이 논문에서의 로봇 에이전트의 상태는 공격하는 경우에만 한정 되어 있다. 그러므로 공의 위치는 공격 로봇 에이전트의 앞쪽에 위치하여야만 한다. 기본적인 행동은 Pic 3과 같다.



Pic 3. 기본적 에이전트 이동

그림 3과 같이 로봇1이 로봇2의 이동방향을 향해 이동과 동시에 공을 밀어주면 로봇2는 공의 방향으로 이동 슛을 쏘게 된다. 여기서 고려해야 할 점이 3가지 있다.

1)로봇1의 속도 : 로봇1의 속도에 따라 공의 가속도가 결정

2)로봇2의 속도 : 로봇2의 속도와 공의 속도의 동조화

3)중심점 : 공의 중점이 정확하여야 원하는 방향으로 공이 이동한다.

3.4 로봇 행동정의

로봇이 취할 수 있는 행동을 정의한다

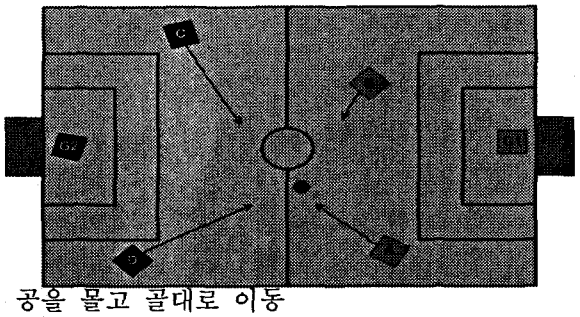
(1) 공을 향해 이동

공의 위치를 판단 공을 향해 이동한다.

조건 : ① 공과의 거리가 더 가까운 로봇이 먼저 이동후 다른 로봇은 나중에 이동 (그림의 경우 A)

② 상대로봇도 공을 향해 이동(C,D)

③ 골키퍼는 골대에서 대기한다(G1,G2)



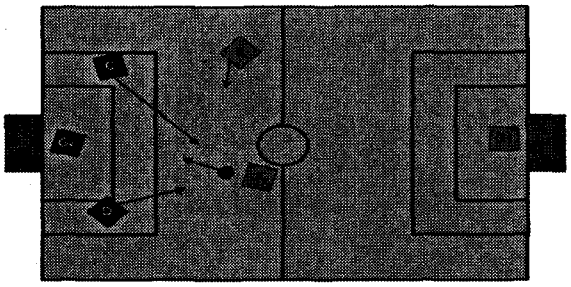
(2) 공을 몰고 골대로 이동

공을 직접 골대로 이동시킨다.

조건 : ① A가 가장 가까우므로 A는 공을 상대편 골대로 이동시킨다.

② B는 상대편 진형으로 이동한 후 대기 한다.

③ C, D는 수비모드로 전향한다.



(3) 회전을 이용한 패스

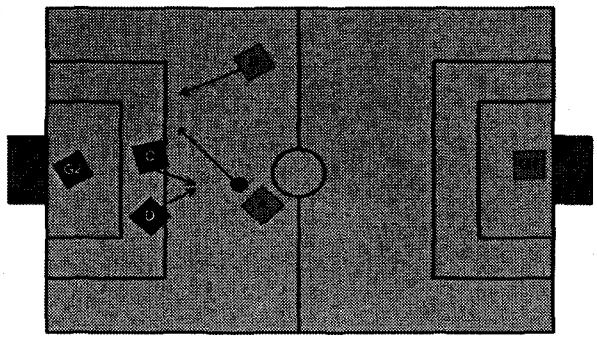
A는 바디를 회전하여 보내려는 방향으로 공을 이동. 아래와 같이 양쪽의 바퀴값을 다르게 하여 변화시킨다.

velocityLeft=-100, velocityRight=120 or velocityLeft=120, velocityRight=-100

조건 : ① A는 B의 위치를 파악한다.

② B는 빈 공간을 향해 이동한다.

③ C, D는 공을 향해 이동한다.

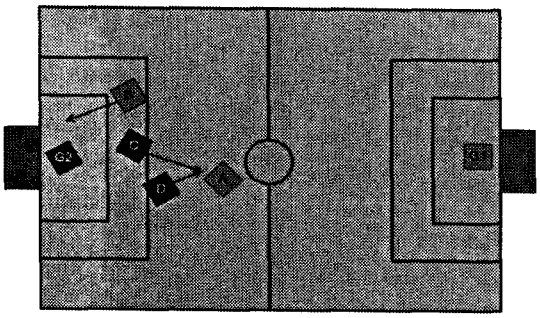


(4) 공을 골대로 이동

B는 공을 골대로 이동(슛)시킨다.

조건 : ① A는 B로 공을 이동시킨다

② B는 공을 골대로 이동시킨다



3.5 휴리스틱에 의한 학습방법

이 기법은 다음 로봇의 이동 값을 예측하여 그 값에 현 로봇의 이동속도와 공의 이동속도의 예측값을 이용한다. 본 연구에서는 거리오차와 각도 오차에 있어 휴리스틱 탐색기법을 이용하여 오차에 대한 값을 최소한으로 만들고자 하였다.

그 값을 구하는 함수는 다음과 같다.

$$d_e = \sqrt{d_x^2 + d_y^2}$$
$$f(n) = g(n) + h(n)$$
$$d_e + f^*(n) = Ra(range)$$

위에서 $d_e = \sqrt{d_x^2 + d_y^2}$ 는 거리 오차, $g(n)$은 시작노드에서 현재노드까지 온 실제의 최단거리, $h(n)$은 현재노드에서 목적노드까지의 실제의 최단거리를 말한다. 여기서 $f^*(n)$은 목적노드까지의 추정치를 의미하며 $R_a(range)$는 로봇이 공을 몰고 목적지까지 이동하는 실제값을 의미한다. 이 때, 로봇과 공의 간격은 일정한 값을 유지하여야 한다.이 이루어지도록 하였다.

4. 실험 및 실험결과

기본적인 전술을 실험하기 위해서 상대에이전트는 골키퍼 하나만 두고 실험하였다. 학습률(α)과 절감계수(ɣ)는 각각 로봇축구에서 잘 알려진 값 0.8, 0.5을 이용하였다 [4].

시작지점에서 목표지점, 즉 골이 들어가기 전까지 성공 횟수를 통해 학습의 성능을 알아보았다.

횟수	성 공(m)	횟수	성공(m)
1	1.3m	5	3.2m
2	1.6m	6	3.3m
3	3.5m	7	2.7m
4	5.5m	8	8.5m
9	6.2m	10	3.2m

표 1. 골이 들어간 시간 (m=분)

단순히 A에서 B로 공을 이동시켜 공이 골로 이루어진 결과는 표1과 같다. 이 결과가 최적화된 로봇의 이동이라고 볼 수 있다. 하지만 실제 경기에서는 상대로봇도 공을 쫓아서 움직일 것이고 그에 따라 장애물이 생기게 된다. 이에 따라 장애물을 피해 가장 최적화된 움직임을 피해 가장 최적화된 상태의 움직임을 위한 각도의 오차와 거리의 오차, 공의 속도를 찾아 내는 것이 이번 논문의 주라고 할수 있다.

실제로 목적 상태에 도달하기 위해서는 제 위치에 있지 않는 노드들이 제자리를 찾아가야 하는데 그 거리 정보 까지를 이용하면 더 효율적인 탐색이 가능하다. 따라서 타일이 제자리를 찾는데 필요한 거리의 합을 값으로 하는 평가함수가 더 좋은 평가함수 일 수 있다. 이처럼 어떤 하나의 문제 해결을 위해서 사용할 수 있는 휴리스틱은 여러 가지가 있을 수 있고 좋은 휴리스틱을 사용하여 평가함수를 구현하면 그 만큼 효율이 높아진다.

5.결론 및 향후 연구방향

축구 로봇의 이동경로 최적화는 로봇축구 시스템에서 가장 중요한 알고리즘임에 틀림없다. 로봇이 얼마나 빨리 이동하여 장애물을 피해서 움직이는 가에 따라서 로봇축구 시합에 아주 큰 영향을 준다. 휴리스틱은 여러 가지 최적화 방법을 가지고 있다. 그중에 최고우선 탐색을 선택한 이유는 위에서도 거론하였듯이 우선순위큐에서 우선순위가 가장 높은 경우의 수를 통해 최적해를 찾아내기 때문이다. 본 논문에서는 거리의 차, 각도의 차에 따른 이동경로를 최고우선 탐색을 이용, 거리의 차를 줄이고 그 차에 따라 각도의 최소화를 통하여 더욱 빠른 시간에 목표점에 수렴함을 찾아 최적화된 해를 탐색하는 것에 그 결과를 실제 로봇축구 시스템에 적용시키는데 성공하였다. 향후 연구방향으로는 이 논문의 실험결과를 실제 로봇축구 시스템에 적용시켜 두 대 이상의 로봇의 장애물시에도 최적해를 찾아 새로운 시스템을 구현하는 것이다.

참고문헌

[1] 박해리, 정진우, 변증남 "축구 로봇의 공격의도 추출기 설계" 전자공학회 제40권 4호 2003

[2] H.k.Lam, T.H.Lee "Decision Maker for Robot Soccer", in Proceedings of the 27th Annuak Conference of IEEE Industrial Electronic Society. 2001

[3] Hui Wang, Han Wang, Chunmiao Wang, William Y.C Soh "Embedding Cooperation in Robots To Play Soccer Game". 2001 IEEE/RSJ, Intelligent Robots and System. 2001

[4] 김종환 外 8인, "로봇축구공학", 브레인코리아, 2002. 11, pp.393-431.