Middle League MiroSot을 위한 전략 알고리즘

Strategy for Middle League MiroSot

한국현 이강희 문춘경 이훈봉 김종환
대전광역시 유성구 구성동 373-1 한국과학기술원 전자전산학과
{khhan, khlee, ckmoon, hblee, johkim}@vivaldi.kaist.ac.kr

Abstract : 본 논문에서는 새로 시작된 Middle League MiroSot 경기를 위한 소티V 팀의 로봇 축구 전략 알고리즘에 대해 설명한다. Middle League MiroSot 경기는 각 팀이 5대의 로봇으로 구성되며, 경기장의 크기도 3대 3(Small League MiroSot) 경기장에 비해 상당히 커졌다. Middle League MiroSot 경기를 위한 알고리즘에서 로봇의 하위 레벨 전략은 Small League MiroSot에서 사용했던 코드를 그대로 사용하는 것이 가능하다. 하지만 상위 레벨 전략, 즉 로봇 간의 역할 분담을 위한 전략은 새롭게 구현해야만 한다. 구현한 소티V 팀의 상위 레벨 전략 알고리즘의 성능은 시뮬레이터 및 실전 경기를 통해 확인하였다.

Key Words : Middle League MiroSot, 5 vs. 5 match, robot soccer, strategy.

1. 서론

현재 사용되고 있는 로봇 축구 경기장은 크기가 150cm x 130cm이고, 벽의 높이 및 두께는 각각 5cm, 2.5cm의 규격을 갖고 있다[1,2,3]. 2001년 8월 중국에서 열린 로봇 축구 대회에서 처음으로 시작된 Middle League MiroSot 경기는 경기장의 규격이 상당히 커졌으며, 각 팀의 로봇 수도 5대로 늘어났다. 경기장의 구성은 실제 축구장과 유사하게 바뀌었다. 따라서 기존의 MiroSot(Small League MiroSot) 시스템을 가지고 있는 팀이 Middle League MiroSot 경기를 준비하기 위해서는 다음의 사항들을 고려해야 한다: 한 팀의 로봇 구성이 3대에서 5대로 늘었으므로 2대의 로봇을 추가 제작해야 하고, 비전 시스템에서 5대의 로봇을 찾을 수 있도록 수정해야 하며, 커진 경기장의 영상을 얻기 위해 CCD 카메라의 렌즈를 교체하고, 5대의 로봇에게 명령을 내릴 수 있도록 통신 프로토콜을 수정해야 한다. 마지막으로 가장 중요한 상위 레벨 전략 알고리즘을 추가 구현해야 한다. 필요에 따라 로봇의 하위 레벨 전략 알고리즘의 수정 작업도 수행할 수 있다.

본 논문에서는 Middle League MiroSot 경기에 대해 간단히 언급하고, 5대 5 경기를 위한 소티V 팀의 로봇 축구 전략 알고리즘에 대해 설명하고자 한다. Middle League MiroSot 경기를 위한 알고리즘에서 로봇의 하위 레벨 전략은 Small League MiroSot에서 사용했던 코드를 그대로 사용하는 것이 가능하

지만, 상위 레벨 전략, 즉 로봇 간의 역할 분담을 위한 전략은 새롭게 구현해야만 한다. 소티V 팀의 상위 레벨 전략 알고리즘을 중심으로 설명하고, 시뮬레이터 및 실전 경기를 통해 알고리즘의 성능을 확인해 본 결과에 대해 간단히 언급하고자 한다.

2. Middle League MiroSot을 위한 전략 알고리즘

2.1 Middle League MiroSot

Middle League MiroSot은 각 팀이 5대의 로봇으로 구성되며, 그림 1과 같은 경기장 규격을 갖는다. 경기장의 크기는 220cm x 180cm 이고, 벽의 높이 및 두께 등은 Small League MiroSot 경기장과 모두 동일하다. 경기장의 크기 이외에 가장 큰 차이점은 페널티 영역(penalty area)이 추가되었다는 점이다. Small League MiroSot의 경우에는 골 영역(goal area)만 존재했지만, Middle League MiroSot의 경우에는 골 영역(goal area)을 감싸는 페널티 영역(penalty area)이 추가되어 수비수에 대한 제한 조건이 추가되었다. 골 영역에는 골키퍼 로봇 한 대만 들어갈 수 있으며, 페널티 영역 안에는 골키퍼 로봇을 제외한 수비수 로봇 한 대만 들어갈 수 있도록 되어있다. 나머지 규칙은 대부분 Small League MiroSot과 유사하므로 www.fira.net 홈페이지의 규칙을 살펴보면 된다.

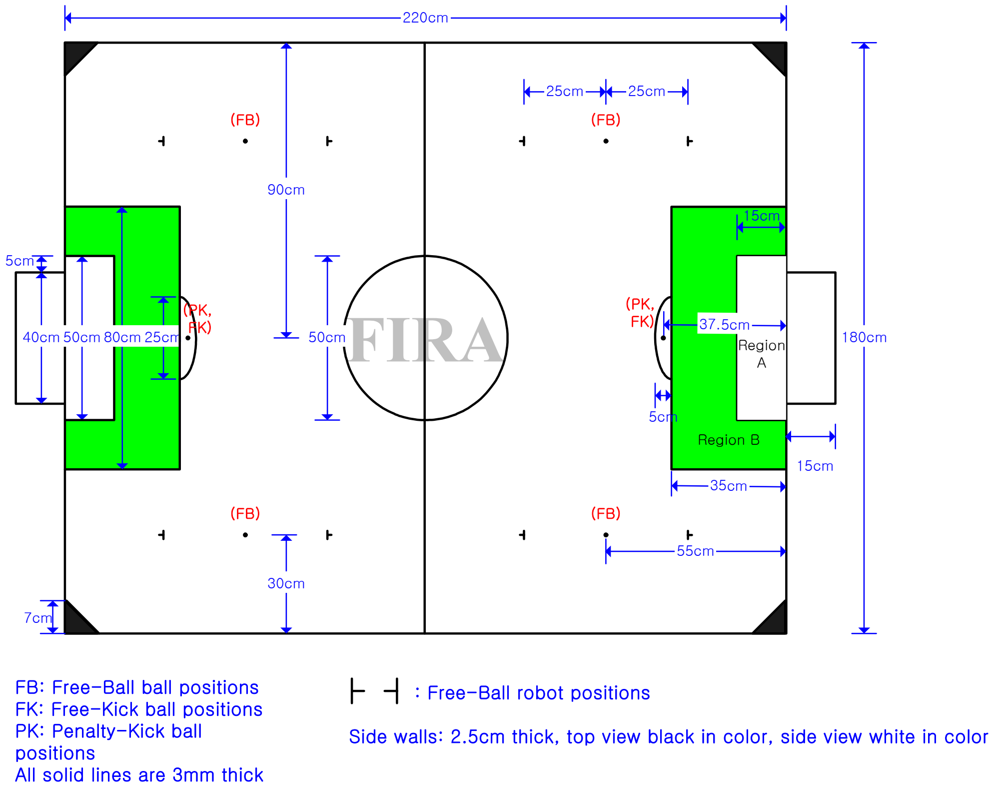


그림 1. Middle League MiroSot 경기장 규격

2.2 전략 알고리즘

2.2.1 Small League MiroSot 알고리즘 구조

Middle League MiroSot 알고리즘을 설명하기에 앞서, 3대 3 경기 알고리즘에 대해 생각해 보자. 3대 3 경기 알고리즘의 경우에는 로봇 3대에 할당할 수 있는 역할이 명확하다. 로봇 1은 공격수, 로봇 2는 수비수, 마지막 로봇 3은 골키퍼로 설정할 수 있다. 때에 따라 공격수와 수비수의 역할을 바꾸는 작업이 요구되는 경우가 발생한다. 일단 역할이 할당되면 각 로봇들은 역할에 맞는 행동을 취하기만 하면 된다.

그림 2는 3대 3 알고리즘의 구조를 나타낸다.

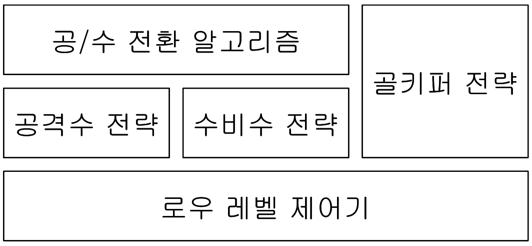


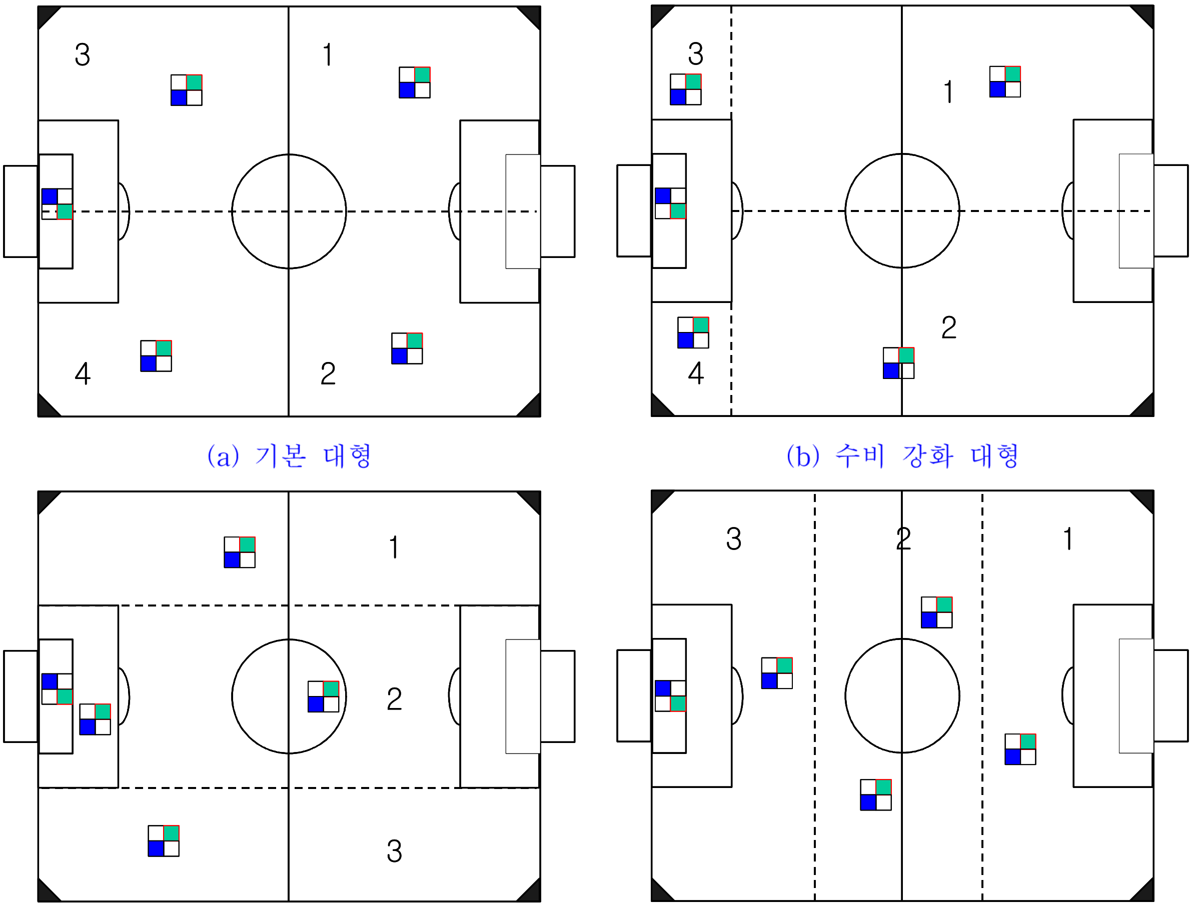
그림 2. Small League MiroSot 알고리즘 구조

2.2.2 Middle League MiroSot 알고리즘

Middle League MiroSot의 경우 Small League 경기에 비해 많은 사항들을 고려해 주어야 한다. 한 팀이 5대의 로봇으로 구성되기 때문에 효율적인 역할 분담이 이루어져야 한다. 만약 역할 분담이 제대로 이루어지지 않는다면 3대의 로봇으로 축구 경기를 진행하는 것 보다 더 비효율적인 경기를 보일 것이다. 역할 분담을 설정하기 위해서는 로봇들의 공격 또는 수비 대형을 먼저 확정해야 한다. 그림 3에서는 Middle League MiroSot 경기에서 사용 가능한 4가지 대형을 예를 들고 있다. 먼저 (a)의 기본 대형은 가장 쉽게 생각할 수 있는 대형으로 공격과 수비가 적절히 평형을 이루는 특징을 갖는다. 하지만 각 영역의 경계선 부분에서 로봇들의 혼란이 야기될 수 있는 단점을 갖는다. (b)의 수비 강화 대형은 3대 3 경기 알고리즘을 거의 그대로 사용할 수 있는 장점을 갖는다. 1, 2 영역에서 3대 3 알고리즘의 공격수, 수비수 전략을 그대로 적용하고, 3, 4 영역에서는 측면을 파고드는 공격수를 막아내는 역할을 추가하면 된다. 3대 3 경기 알고리즘이 완벽하게 구현되어 있는 팀이라면 (b)의 수비 강화 대형을 구현하는 것이 상당히 유리하다. (c)의 병렬 공격 대형은 3대 3 경기에서의 좌우측 윙으로 나누어 공격하는 대형에서 중앙 공격력을 강화시킨 형태이다. 각 로봇들의 이동 거리가 길다는 단점을 갖는다. 마지막으로 (d)의 계층 수비 대형은 수비력이 강하고, 로봇들의 이동 거리가 짧다는 장점을 갖는다. 하지만 일단 1, 2 영역의 수비층이 뚫렸을 경우 다른 대형에 비해 상대적으로 수비력이 약해진다는 단점을 갖는다.

공격, 수비 대형은 공격수의 공격력, 수비수의 수비력, 로봇들의 이동 특성 등을 모두 고려하여 가장 유리한 방향으로 설정해야할 것이다. 소티V 팀의 경우에는 수비수의 수비력이 다른 팀에 비해 상대적으로 약하기 때문에 수비를 강화시키고 로봇들의 이동 거리를 줄이기 위해 (d)의 계층 수비 대형을 선택하였다. 하지만 계층 수비 대형을 그대로 사용할 경우 로봇들간의 간섭 문제, 공격력의 약화 등이 발생할 수 있기 때문에 약간의 동적인 대형 변형 구조를 구현하였다. 먼저 1, 2, 3 영역을 분할하는 경계선은 현재의 경기 상황에 따라 동적으로 변할 수 있다. 또한 1, 2, 3 영역에 기본적으로 한 대씩의 로봇을 위치시키고, 남는 한 대의 로봇은 공이 존재하는 영역에 위치시킴으로써 공격력을 향상시킬 수 있다.

공수 대형이 설정되었을 경우, 각 로봇들을 어느 영역에 할당할 것인가를 결정해야 한다. 로봇의 영역 할당 문제는 크게 2가지로 나누어 생각할 수 있다. 로봇의 해당 영역을 고정시키는 방법과 해당 영역을 상황에 따라 동적으로 변화시키는 방법을 고려할 수 있다. 로봇의 영역을 고정시키는 경우에는 알고리즘의 구현이 쉽다는 장점이 있지만, 대형에 따라서는 치명적인 단점으로 작용할 수 있다. 예를 들어 병렬 공격 대형에서 영역 1의 로봇이 다른 로봇과 충돌하여 움직이지 못한다면 더 이상의 공격은 불가능하게 된다. 소티V 팀의 전략에서는 로봇의 해당 영역을 동적으로 할당하는 방법을 사용한다.



(a) 기본 대형

(b) 수비 강화 대형

(c) 병렬 공격 대형

(d) 계층 수비 대형

그림 3. Middle League MiroSot 경기를 위한 4가지 대형

본 논문에서는 로봇의 역할을 공격수, 수비수, 골키퍼, 그리고 대기수로 구분한다. 공격수는 직접 공을 몰거나 슛을 하는 로봇이고, 수비수는 공격수 옆에서 공격수로의 전환을 준비하고 있는 로봇이다. 골키퍼는 골 영역에서 공을 막는 로봇이고, 대기수는 공이 없는 영역에서 기다리고 있는 로봇으로 정의한다. 즉, 계층 수비 대형에서 공이 영역 1에 있을 경우, 영역 1에는 공격수와 수비수가 각각 한 대씩 위치하고, 영역 2와 3에는 대기수 로봇이 한 대씩 위치하게 된다.

앞서 언급했듯이 로봇의 영역은 동적인 방법으로 할당을 하기 때문에 해당 영역 할당시 여러 가지 사항을 고려해야 한다. 그림 4는 Middle League MiroSot 경기를 위해 사용한 소티V 팀의 전략 구조를 나타낸다. 가장 상위 층에는 로봇의 이상 유무를 판단하는 판별기가 존재한다. 로봇의 이상 유무는 로봇의 위치 불명확, 로봇의 움직임 이상, 골키퍼의 장시간 위치 이탈 등을 고려할 수 있다. 이상이 발생한 로봇은 두 번째 층인 중요도 변환기에서 중요도가 낮아진다. 또한 현재 공격을 하고 있던 로봇은 계속해서 공격을 유지하는 것이 유리하므로 중요도 변환기에서 공격 중요도를 높이게 된다. 각 로봇들의 현재 위치 또한 각 역할에 따른 중요도에 영향을 미치게 된다. 모든 로봇의 중요도가 설정되면 세 번째 층인 로봇 역할 선택기에서 구체적인 역할을 할당 받게 된다. 이때 각 로봇들은 해당 영역을 할당받게 되고, 공격수, 수비수, 대기수 등의 구체적인 역할도 할당된다. 역할이 할당된 후에는 이미 구현되어 있는 공격수 전략, 수비수 전략, 대기수 전략, 골키퍼 전략에 따라 로봇이 움직이게 된다. 로우 레벨 제어기와 공격수, 수비수, 골키퍼 전략 등은 3대 3 경기의 알고리즘을 그대로 사용하는 것이 가능하다.

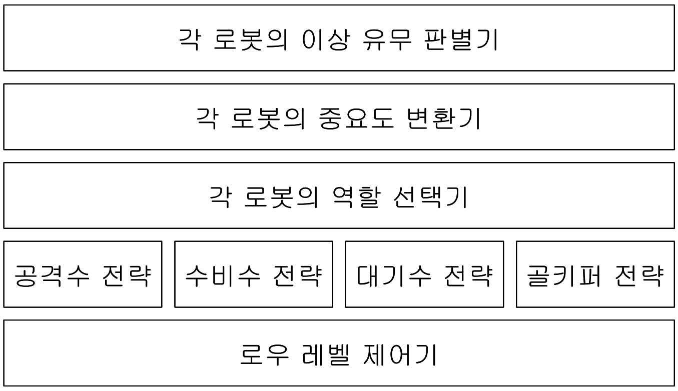


그림 4. 소티V 팀의 전략 구조

2.2.3 상위 레벨 전략의 검증

앞 절에서 설명한 전략 구조를 구현하고 검증하기 위해 그림 5와 같은 시뮬레이션 환경을 구현하였다. 시뮬레이터는 로봇 축구의 상위 레벨 전략만을 검증하기 위한 목적으로 제작되었다. 시뮬레이션 결과 로봇의 이상 유무 판별, 중요도 변환 및 각 로봇의 적합한 역할 할당 등이 모두 효율적으로 수행되고 있음을 확인할 수 있었다. 또한 소티V 팀은 2001년 8월에 중국에서 열린 FIRA Cup China 2001 대회에서 상위 레벨 전략의 성능을 검증할 수 있었다.

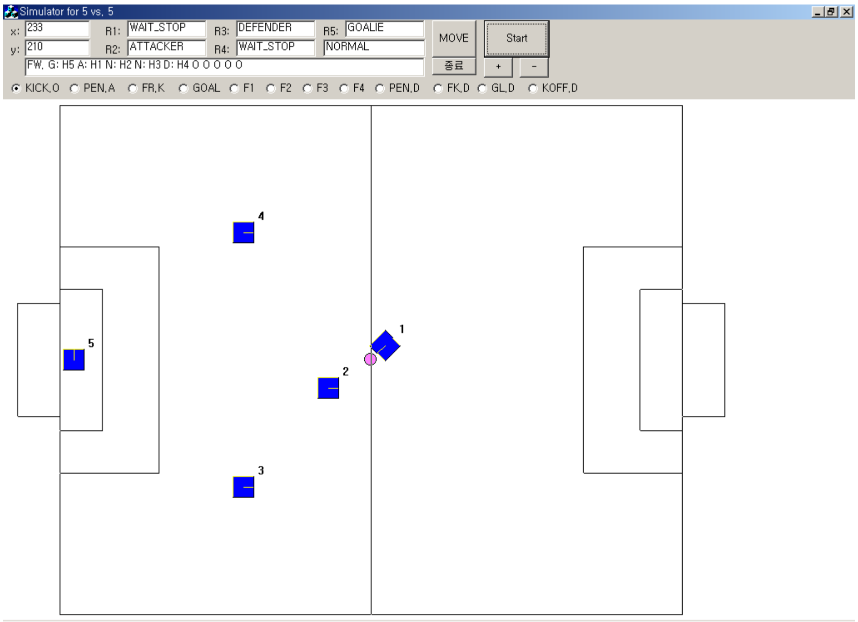


그림 5. 상위 레벨 전략 검증을 위한 시뮬레이터

3. 결론

본 논문에서는 소티V 팀에서 구현한 Middle League MiroSot을 위한 상위 전략 알고리즘에 대해 설명하였다. 로봇들간의 효율적인 역할 할당을 위해 로봇의 이상 유무 판별기, 중요도 변환기, 역할 선택기 등을 가장 상위층에 구현하였으며, 수비력과 공격력을 동시에 향상시킬 수 있는 변형된 계층 수비 대형을 구현하였다. 구현한 상위 레벨 전략 알고리즘은 상위 전략 전용 시뮬레이터를 구현하여 그 성능을 검증하였고, 또한 실전 경기를 통해 확인할 수 있었다.

[참고문헌]

[1] J.-H. Kim, H.-S. Shim, H.-S. Kim, M.-J. Jung, I.-H. Choi and K.-O. Kim, "A Cooperative Multi-Agent System and Its Real Time Application To Robot Soccer," *Proc. of the IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation*, Albuquerque, New Mexico, 1997.

[2] H.-S. Shim, H.-S. Kim, M.-J. Jung, I.-H. Choi, J.-H. Kim and K.-O. Kim, "Designing Distributed Control Architecture for Cooperative Multi-agent System and Its Real-Time Application to Soccer Robot," *Journal of Robotics and Autonomous System*, Vol. 21, No. 2, pp. 149-165, Sep. 1997.

[3] J.-H. Kim (ed.), *Special Issue: First Micro-Robot World Cup Soccer Tournament, MiroSot*, Robotics and Autonomous System, Elsevier, Vol. 21, No. 2, Sep. 1997.