

베지어곡선을 이용한 로봇축구항법 A Navigation in Robot Soccer by using the Bezier Curve

정태영¹, *#이귀형²

T. Y. Jeong¹, *#G. H. Lee(ghlee@seoultech.ac.kr)²

¹(주)로보큐브테크, ²서울과학기술대학교 기계설계자동화공학부

Key words : navigation, robot soccer, Bezier curve

1. 서론

장애물의 회피와 경로 설정에 관한 연구는 이동 로봇의 연구가 시작된 이후 현재까지도 진행되고 있으며, 앞으로도 계속해 나가야 할 분야이다. 일반적으로 이동 로봇의 경로 설정은 초기 위치로부터 원하는 목적지까지 이동하는 작업의 수행이 가능하도록 연속적인 상태의 전이 방법들로 구성한다. 로봇의 현재 위치와 상태 변수들과 주변영역들에 대한 정보들이 지속적으로 탐색되어 현재 상태의 정보를 통해 경로 설정을 수행해 나간다. 일반적으로 목적지까지의 최단경로는 단 하나만이 존재할 수 있지만, 단순히 이동을 위한 목적의 경로는 무수히 많은 수가 존재하며, 다양한 알고리즘들에 의해서 이러한 경로들의 차이가 발생한다.

로봇 축구 경기에서 축구 로봇은 2.6m/s 이상 고속으로 주행한다. 이처럼 빠른 주행으로 인해 상대팀 또는 자신의 팀의 로봇과 충돌하면 이동시간의 증가와 몸체의 고장 등 큰 손상을 입는다. 이로 인해 장애물 회피 알고리즘이 매우 중요시 되고 있다. 본 논문에서는 로봇 축구 경기에서 기존의 장애물 회피 항법에 대하여 분석한 후, 문제점을 해결할 수 있는 새로운 항법에 대해 연구하여 베지어 곡선을 이용한 장애물 회피 항법을 제안하였다.

2. 벡터장 항법과 limit cycle 항법

벡터장항법 사용시, 로봇이 장애물과 근접했을 경우 경로의 심한 변화를 피할 수 없으며, 이는 로봇 축구 경기에서 축구 로봇이 고속으로 주행할 때 장애물과 충돌할 수 있고 로봇의 관성 및 원심력

에 의해 경로를 이탈할 수 있다. 또한 로봇과 단위 벡터의 각도차이가 크면 로봇은 단위 벡터와 방향 각을 맞추기 위해 불필요한 이동을 한다.

로봇이 limit cycle을 이용한 이동경로에 접근시 두 번의 방향전환이 일어난다. 로봇이 장애물과 매우 근접해 있을 경우 limit cycle을 따라 이동하는데 장애물과 충돌할 수도 있다.

3. 베지어 곡선을 이용한 항법

베지어 곡선 항법은 원(장애물을 회피하기 위한 안전영역)의 영향을 받지 않기 때문에 로봇이 이동 중 급격한 변화를 줄일 수 있고, 목표지점까지 부드러운 주행을 할 수 있다.

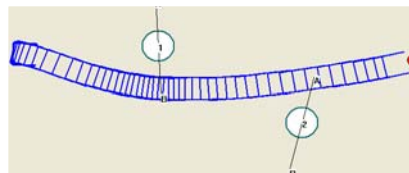


Fig. 3.1 Evasion of obstacles with small-changing path

장애물과 볼이 근접했을 경우 벡터장 항법과는 반대로 베지어 곡선 항법은 척력이나 인력의 영향을 받지 않기 때문에 로봇이 장애물을 회피한 후 볼로 이동하는 모습을 Fig. 3.2에서 보여준다.

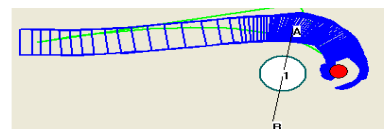


Fig. 3.2 Approach path to ball

이동 경로에서 로봇의 진행방향과 볼의 각도차

가 클 경우, 로봇은 제안된 각도차의 범위까지 제자리 회전을 한 후 이동을 하기 때문에 불필요한 움직임은 하지 않는다.

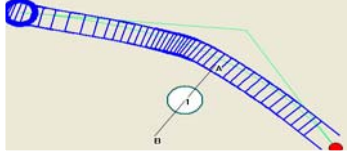


Fig. 3.3 Small-changing path

베지어 곡선 항법을 사용할 때 경로 설계시 볼까지 이동할 수 있는 여러 이동경로의 거리를 계산한다. 볼까지 이동할 수 있는 경로 중 가장 짧은 경로를 결정하고, 베지어 곡선을 생성하여 주행하기 때문에 벡터장 항법보다는 이동거리, 이동 중 회전변화에서 우수하다. Fig. 3.4는 볼까지 최단 거리를 계산한 후 베지어 곡선을 형성하고 로봇이 볼까지 이동하는 시뮬레이션을 보여준다.

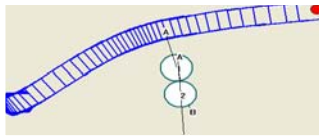


Fig. 3.4 Shortest path

로봇 축구 경기에서 장애물 회피시 많이 사용되는 원을 이용한 항법과 베지어 곡선 항법을 비교해 보면 원을 이용한 장애물 회피는 로봇이 원에 접근시 두 번 이상의 급격한 회전 변화를 가진다. 이는 구동시 로봇의 회전에 의해 발생하는 구심력을 고려할 때 로봇이 경로를 이탈할 확률이 커지고 전류소모, 모터의 부하 등 로봇의 주행에 불리하게 작용한다. 그러나 베지어 곡선 항법을 이용하면 위에 제시한 문제점들을 줄일 수 있으며 매순간 볼까지 최단거리를 계산하여 주행하기 때문에 유리하다.

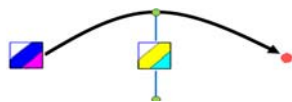


Fig. 3.5 Navigation using Bezier curve

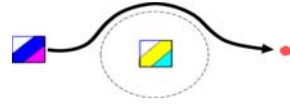


Fig. 3.6 Collision of robot and obstacle

4. 결론

본 논문에서는 로봇 축구 경기에서 장애물 회피 항법 중 가장 많이 쓰이는 벡터장 항법과 limit-cycle 항법의 장단점을 분석하였다. 본 논문에서는 베지어 곡선 항법을 새롭게 제시하였으며 위의 항법들의 문제점들을 효과적으로 해결할 수 있었다.

1. 로봇 축구 경기에서 주행시 발생하는 여러 가지 경우에 있어서, 벡터장 항법과 베지어 곡선 항법의 성능을 비교하였으며 결과적으로 베지어 곡선 항법이 상대적으로 우수함이 증명되었다.

2. 장애물 회피 시뮬레이션 결과, 이동시간은 19.3%, 이동거리는 25.6% 개선되었으며, 장애물 회피 실험결과 이동시간은 23.5%, 이동거리는 27.3% 개선되었다. 특히, 실험에서 시뮬레이션 상에서 볼 수 없었던 로봇의 관성과 회전에 의해 발생하는 구심력의 영향을 볼 수 있었으며, 이로 인해 시뮬레이션 결과와 다소 차이가 났다. 그러나 결과적으로 베지어 곡선 항법이 벡터장 항법 보다 성능이 개선된 것을 알 수 있었다.

참고문헌

1. D. H. Kim and J. H. Kim, "A Real-time Limit-cycle Navigation Method for Fast Mobile Robots and its Application to Robot Soccer," in the Robotics and Autonomus Systems, January. 2003
2. 김동환, "Limit-Cycle Navigation Method for Soccer Robot, 경희정보 통신 SoC 연구소 논문집, 2007
3. 김종환 외 8인, "로봇축구공학", 브레인 코리아, 2002. 11
4. 이현찬 외 2인, "컴퓨터 그래픽스 및 형상 모델링", 시그마 프레스, 1997. 10