

## 로봇경진대회의 가상현실 3D 운영 모델에 대한 연구

김진우\*, 김주민\*\*, 김대원\*\*\*  
 명지대학교 정보공학과

### Research of a Virtual Reality 3D Operation Model for a Robot Contest

Jin-woo Kim\*, Joo-min Kim\*\*, Dae-won Kim\*\*\*  
 Dept. of Information Engineering, Myongji University

**Abstract** - This paper is proposed to make a virtual reality 3D operation model including a robot model and an environment model for a robot contest. First of all, we make the robot model using Open Dynamics Engine(ODE), and the environment model similar to the robot contest. These ODE models are programmed by the C-language. Lastly, we perform simulations to verify the robot model and the environment model. As a result, it shows the possibility of models for the robot contest.

#### 1. 서 론

오늘날 로봇을 제작하면서 부딪칠 수 있는 여러 가지 문제 중에서 가장 로봇에 대한 접근을 어렵게 만드는 것은, 로봇 제작시의 테스트와 테스트를 통한 수정 과정에서 로봇의 제작비용이 상당히 늘어나는 것에 대한 부담이 큰 축을 차지한다. 물론 기술적인 어려움으로 인해 로봇 제작에 어려움을 겪는 것은 논외로 한다[1].

이러한 문제점을 효과적으로 해결 할 수 있는 방안으로 상당히 다양한 분야에서 제시되고 있는 해결 방안으로, 시뮬레이터를 통한 시뮬레이션을 이용하여 미리 결과를 얻고 예측함으로써 보다 효과적인 제작결과를 얻을 수 있는 방법이 있다. 이 방법을 사용하면 효과적인 제작결과 뿐만 아니라 제작과정 중에 불필요하게 발생하는 지출을 획기적으로 줄일 수 있는 이점이 있다. 또한, 자신이 제작중인 로봇의 결과물을 컴퓨터 화면 상에서나마 미리 확인을 하고 제작할 수 있기 때문에 시행착오를 줄일 수 있다는 이점이 있다. 물론 로봇의 제작에는 로봇의 외형뿐만 아니라 내부의 프로그래밍 과정도 포함되는데, 프로그래밍을 하고 결과를 가장 쉽고 명확하게 확인할 수 있는 방법은 로봇에 직접 프로그램을 올려보는 것이지만 그 과정을 직접적이 아닌 간접적이지만 효과적으로 확인할 수 있는 방법이 바로 시뮬레이션을 통해 미리 자신의 프로그램으로 로봇의 동작을 확인해 보는 방법이다[2].

바로 이러한 과정을 통해 얻을 수 있는 이점을 십분 활용하기 위해 로봇경진대회를 가상현실에서 현실감 있게 구현하는 방법을 연구했다. 여기서 현실감을 얻기 위해 물리엔진의 물리 운동에 대한 비교적 정확한 표현을 활용하였는데, 본 연구에서 이용한 물리엔진은 Open Dynamics Engine이며 줄여서 ODE라고 하는 공개물리엔진을 이용하여 시뮬레이션 과정에서 현실감을 더했다. 그리고 실제 로봇경진대회중의 하나인 대한로봇축구협회에서 운영하는 로봇올림픽의 한 종목을 바탕으로, 구체적인 수치나 실제 로봇경진대회의 경기장 구성을 얻어서 연구를 진행했다.

간단히 언급한 위와 같은 과정으로, 본 연구는 실제 로봇경진대회를 컴퓨터상의 가상현실에서 비교적 효과적으로 구현하는 것이 가능함을 보이는 것을 목표로 한다.

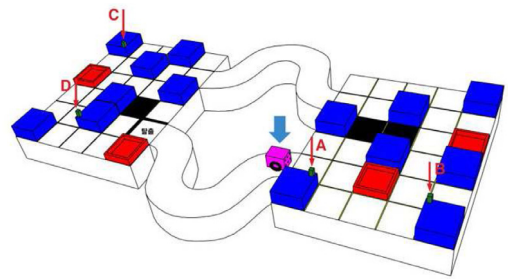
#### 2. 로봇경진대회의 정의

##### 2.1 경진대회의 정의

현재 로봇경진대회의 경우 크고 작은 규모로 여러 정부기관과 민간기업, 또 대학에서 개최하는 대회가 많이 있다. 여러 대회 중에서 표본으로 삼을 대회를 결정하기 위해서 대회들을 객관적으로 평가할 수 있는 조건을 정했다. 첫째, 고도의 기술이 필요한 대회는 제외 할 것. 둘째, 다양한 연령층이 참가하는 대회 일 것. 셋째, 대회 규모는 너무 작지 않아야 할 것. 넷째, 다년간에 걸쳐 개최되어 경기 규정이나 운영 면에서 부족하지 않은 인프라를 구축한 대회 일 것. 이상의 조건으로 검토한 대회는 다음과 같다: 대한민국공통로봇올림픽, 전국학생로봇경진대회, 한국로봇항공기경연대회, 로봇댄스경연대회, 로봇올림픽아드, 한국지능로봇경진대회 등.

위 대회들 중에 검토한 결과 4가지 조건에 모두 부합하는 대회는 로봇올림픽아드, 전국학생로봇경진대회가 결과로 나왔다. 두 가지 대회 모

두 전국 규모의 대회로써 비슷한 종목들이 열리고 있는데 이 중에서 로봇올림픽아드가 규모면에서 전국학생로봇경진대회 보다 큰 규모를 갖고 있다. 이 때문에 두 대회의 세부종목이 비슷한 상황에서 로봇올림픽아드가 대외적인 측면에서 전국학생로봇경진대회보다 연구 모델에 적합하다는 판단을 했다. 그리고 로봇올림픽아드 경기 종목 중에서 세부종목의 결정은, 대회의 모델을 개발하는 과정에서의 센서 모델을 통한 환경요소의 감지와 경기 방식을 종합평가 한 결과 로봇올림픽아드의 9가지 종목 중 시범 케이스 모델에 가장 부합하는 '장애물 탈출 경기'를 선정하게 되었다. 여기서 세부적인 평가요소를 살펴보면 센서모델의 경우 초음파센서, 바닥감지센서, 압력감지센서를 종합적으로 이용해야 원활한 주행이 가능하다는 점이 난이도 면에서 만족할 만한 난이도를 보여주었고, 경기방식의 경우는 단순 주행이 아닌 로봇팔을 사용해 미션을 수행하면서 바닥을 감지하고 장애물을 회피하는 일련의 과정이 필요한 만큼 9가지 로봇올림픽아드 종목 중 여타 다른 종목들이 갖는 경기 완주에 필요한 요소들을 포괄적으로 의미 있게 포함한다는 것이 선정 이유가 되었다. 이로서 선정 된 로봇올림픽아드의 '장애물 탈출' 경기의 개요를 볼 수 있는 경기 안내문에 첨부되어 있는 경기장 예시 그림은 <그림1>에 보였다.



<그림 1> '장애물 탈출' 경기장 예시

##### 2.2 '장애물 탈출' 경기 방식

간단한 경기 방식을 살펴보면 <그림1>의 탈출이라고 쓰여 있는 블록이 시작지점이며 도착지점이다. 로봇 모델이 시작지점에서 출발해서 곡선형 다리를 지나 'A'로 표시 되어 있는 작은 초록색 블록을 로봇 모델이 'A'의 오른쪽에 있는 붉은색 오목한 상자에 운반해서 담는 방식으로 미션을 수행하는데, 운반해야 하는 블록은 4개의 블록으로 위 <그림 1>에 A, B, C, D로 표시가 되어 있다. 이 미션의 성공 여부로 점수를 부여해서 평가한다. 물론 미션 수행 과정에서 장애물인 곡선형 다리, 벽 역할의 상자, 운반물을 보관하는 상자, 함정 등은 장애물으로써 당연히 회피해서 도착지점까지 완주해야 하며 도중에 함정에 빠지거나 경기장 밖으로 이탈하게 되면 그 때까지의 점수를 최종 점수로 하여 종합평가를 하게 된다. 자세한 경기 방식에 대한 안내문은 대한로봇축구협회 홈페이지에 안내되어 있다.

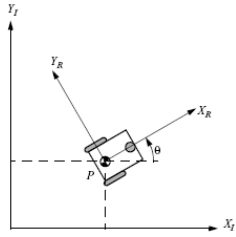
#### 3. 모델 구현의 분석

##### 3.1 로봇 모델에 대한 분석

로봇 모델의 경우 필요한 요소는 크게 구동, 조향, 센서로 나눌 수 있으며 여기에 블록을 운반하고 집을 수 있게 해주는 로봇팔이란 요소가 필요하다. 구동부의 경우 흔히 차륜구동모델(differential drive model)이라고 하는 두 개의 바퀴의 회전 속도의 조절로 좌우 회전과 전후 운동을 할 수 있는 모델을 사용하였고, 이때 두 개의 바퀴만으로는 정지상태 안정성(Static stability)을 보장 받을 수 없기에 일반적으로 하나의 점을 접촉점으로 갖는 보조 기둥을 모델 밑에 장착시켜 3개의 접촉점을 이용해 정지상태안정성(Static stability)을 만족 시키게 된다[3].

<그림2>는 차륜구동모델의 대표적인 운동학(kinematics)모델을 그래프

로 표현 한 것으로, 차륜구동모델의 기본적인 구조를 볼 수 있다. 이러한 모델의 대표적인 예로 시중에 판매되고 있는 일반적인 로봇청소기 모델을 말할 수 있는데, 두 개의 바퀴만으로도 청소시에 필요한 이동력을 충분히 제공한다[3].



〈그림 2〉 차륜구동장치 모델

### 3.2 환경 모델에 대한 분석

환경 모델의 경우 필요한 요소는 크게 보면 경기장 기저부와 장애물 상자, 그리고 합정과 운반물을 보관하는 상자과 운반물로 이루어졌다고 하겠다. 이 5가지로 이뤄진 경기장 환경의 경우 미리 규정 된 '장애물 탈출' 경기장과 가능한 동일하게 제작 하는 것이 관건이다. 경기장을 동일하게 제작해야 현실감 있는 가상현실 모델의 적용이란 목표에 부합되기 때문이다. 이런 취지를 살려 가상현실에서 미리 자신이 프로그래밍한 프로그램을 로봇에 적용시켜 실제 로봇이 없어도 테스트가 가능한 가상현실 모델의 매력적인 점이다.

## 4. 분석 모델의 적용

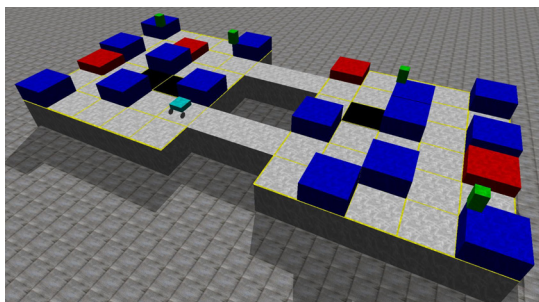
### 4.1 로봇 모델의 적용

로봇 모델의 경우 최대 크기 제한 규정이 있는데 이 규정을 초과하여 제작 할 경우, 로봇의 회전 반경이 자연스럽게 규정초과가 되어 장애물에 부딪치거나 경로를 이탈하여 운행 불능 상태에 빠질 수 있다. 이러한 점을 고려하여 차륜구동모델(differential drive model)의 경우를 생각해 보면, 이 때 가장 큰 영향을 끼치는 요소를 말하면 로봇 바퀴의 축간 거리가 가장 중요하다고 할 수 있다. 바퀴의 축간거리는 로봇의 회전반경을 결정하므로 각 장애물 블록 간의 거리를 참고로 하여 최대한으로 가능한 회전반경을 상회하지 않게 제작한다. 그리고 ODE에서 제공하는 물리적인 마찰에 대한 표현의 적용을 위해선 실제 로봇 모델 바퀴 제작의 마찰계수와 동일하게 설정해야 로봇의 사실감을 살릴 수 있으므로 보통 고무 제작의 바퀴를 사용한다는 것을 전제로, ODE에서 제공하는 마찰계수 설정 관련 API에 상수 값을 적절히 입력하였다[5].

그리고 로봇에 이동성을 부여 할 수 있는 추진력을 발생시키는 actuator 에서 로봇의 속도를 조절하는 방법은 각각 전압, 모터의 회전수(RPM)를 변화시키는 방법이 있는데 컴퓨터 화면으로 보이는 바퀴의 회전으로는 로봇의 실제 속도를 가늠하기 어렵기 때문에 상대적으로 로봇의 속도를 정의 해 줄 필요가 있다[4]. 실제 로봇올림피아드 '장애물 탈출경기'에서 제작되는 로봇의 속도는 평균적으로 초당 7~8cm 내외의 속도로 이동하게 제작을 하였는데, 이 속도는 로봇의 장애물 회피 동작이나 그 밖의 다른 동작시의 작동 신뢰성을 안정적으로 얻을 수 있는 속도였고, 실제 대회를 바탕으로 한다는 기본 연구 방향에 따라서 로봇 모델의 시뮬레이션 상의 속도를 정의했다[2][6].

### 4.2 환경 모델의 적용

환경 모델의 경우 최대한 동일한 경기장을 만들기 위해 실제 수치를 적용하였으며, ODE 시뮬레이션 상에서의 단위 환산은 길이 1m의 경우 정수 10으로 입력하여 실제 경기장의 크기와 동일한 비율로 표현을 했다. 즉, 시뮬레이션 상에서는 1/10로 1m를 단위 환산한다고 생각하면 된다. 위와 같은 모델들을 실제 ODE 시뮬레이션 상에서 구현 한 것이 〈그림3〉에 나와 있다. 구현 가능한 특징을 모두 구현을 했기 때문에 〈그림1〉과 매우 흡사하다는 것을 알 수 있다.



〈그림 3〉 로봇 모델과 환경 모델의 구현

### 4.3 시뮬레이션 실행 환경

컴퓨터의 구성환경은 다음과 같다: CPU - Intel Wolfdale E7300 Core 2 Duo 2.66GHz, Memory - 4G, HDD - 250G, Video card - ATI Radeon HD3850 512M, Window version - Windows XP sp3, 실행 프로세스 - 45개로 2G이상의 여유 메모리가 확보 된 상태로 실행 되었으며, 사용 프로그램은 Visual studio 2008이며 C언어를 사용하였고, 그래픽 했다. 그리고 충분한 램 메모리와 하드디스크의 여유 공간을 확보함으로써 환경요인이 시뮬레이션 결과에 영향을 끼치는 것을 최소한으로 한 상태에서 시뮬레이션을 실행 했다.

## 5. 결론

로봇경진대회를 가상현실에서 재현하여 얻을 수 있는 장점을 생각해 보면 다음과 같다. 첫째, 실제로 대회에 참가를 하진 못하지만 로봇에 관심과 흥미를 갖고 있는 사람들의 간접적인 체험을 가능케 한다. 둘째, 현실에서의 로봇경진대회와는 대조적으로 가상로봇경진대회에서는 실시간으로 경기장을 변화시켜 경기의 변수를 추가하는 것과 같은, 현실에서 구현이 힘든 것의 구현이 손쉽게 가능하다는 점. 셋째, 가상로봇경진대회에서 얻은 경험을 통해 실제 로봇경진대회에서의 기술적용이 상대적으로 쉬워진다는 점 등을 장점으로 볼 수 있다. 하지만 가상현실인 만큼 현실과는 다른점이 있다는 것은 간과 할 수 없는데, 예를 들면 경진대회의 돌발요소가 많이 배제 되어 결과적으로 사실감을 감소시키는 점은 단점으로 볼 수 있다. 이러한 것을 잘 표현하는 단적인 예를 들어보면, 로봇 모델의 바퀴와 지면 사이에서 볼 수 있는 미끄러짐 현상에 의한 로봇의 방위측정(orientation)과 위치측정(localization)의 오차 같은 것이 없어져서 다소 사실감이 떨어진다는 느낌을 받을 수 있는 것과 같은, 현실에서는 당연히 발생하는 문제로 치부되어 이에 대한 대비를 해야만 로봇의 주행이 가능하지만 시뮬레이션 상에선 이런 문제점을 배제해도 충분히 주행이 가능하다는 것은 가상경진대회를 비현실적으로 보이게 할 수 있는 요소라고 할 수 있다. 이러한 비현실적인 요소를 상대적으로 반감시키기 위해선 시뮬레이션 과정 속에서 오차라는 개념을 더하여 전체 시뮬레이션 과정을 진행하면 위 문제는 해결이 가능하다. 즉, 경기장 표면의 마찰계수를 조금씩 변화를 가해 돌발요소를 생성시켜 임의적인 오차를 만드는 방법으로 문제를 해결하거나, 인위적으로 두 개의 모터의 출력 값을 차이가 나게 만들어서, 센서의 데이터를 이용하여 로봇의 주행을 보정하지 않으면 직진주행이 불가능하게 조절하는 방법 등을 생각해 볼 수 있다[7].

또, 시뮬레이션 구현 과정 중에 문제가 있는 부분으로 대두 되었던 것 중에 하나가, 로봇 모델의 이동 속도의 경우, 시뮬레이션을 실행하는 컴퓨터의 성능에 따라 큰 영향을 받아 본 실험 컴퓨터보다 고사양이나 저사양 컴퓨터의 경우 속도가 구현시 설정 속도보다 빨라지거나 느려지는 현상이 보였다. 이는 프로그램 상의 계산량의 처리 속도 차이로 보인 현상으로, 하드웨어적인 성능 차이에 의해 시뮬레이션의 실행 속도에 차이가 생기는 것으로써 시뮬레이션 실행 환경에 대한 범용성에 문제가 있는 것이므로 반드시 개선해야 할 사항이다. 개선에 대한 문제는 향후 연구과정에서 해결하기로 하고, 위 내용에 더해해서 한 가지 연구가 필요한 분야를 말하면, 논문의 목적인 실제 개최되고 있는 로봇경진대회 모델을 가상현실에서 모델링하고 시뮬레이션하는 것이 충분히 가능하다는 점을 보이는 것은 위 내용에서 충분히 보였지만 실제 로봇경진대회와는 다르게 경기 자체의 진행을 위한 모델들만을 고려하면 경진대회의 개최가 가능한 것과는 다르게 가상현실에서의 가상로봇경진대회의 경우는 참가자의 참여하는 방법에 대한 고려가 필요하다. 이 부분에 대해선 차후의 연구를 통해 참가자들이 가상경진대회에 원활히 참여가 가능하고, 최소한 실제 로봇경진대회와 유사한 대회 결과와 진행 이끌어 낼 수 있는, 가상경진대회의 참가자들의 참여 방식에 대한 모델의 연구가 요구 되는 데, 이 모델에 대한 부분도 향후 연구과정으로 남겨둔다.

### [참고 문헌]

- [1] Eberhard Roos, "Off-line programming of industrial robots - Adaptation of simulated user programs to the real environment", pp.123~138, 1997.
- [2] Nathan Koenig, "Design and Use Paradigms for Gazebo, An Open-Source Multi-Robot Simulator", 2004.
- [3] Roland Siegwart and Illah R. Nourbakhsh, "Introduction to Autonomous Mobile robots", pp.33~49, 2004.
- [4] Thomas Bräunl, "Embedded Robotics", p.83, 2003.
- [5] Russell Smith, "OPEN DYNAMICS ENGINE v0.5 USER GUIDE", p.34, 2006.
- [6] P. Heiskanen, "Development of a Dynamic Mobile Robot Simulator for Astronaut Assistance", 2008.
- [7] Andreas Koestler, "Mobile Robot Simulation with Realistic Error Models", 2004.