

3D 기반 시뮬레이터를 이용한 휴머노이드 로봇 개발 플랫폼 설계

곽환주*, 박귀태**
고려대*, 고려대**

Design of Humanoid Robot Development Platform Using 3D Based Simulator

Hwan-Joo Kwak*, Gwi-Tae Park**
Korea University*, Korea University**

Abstract - 본 논문은 3D 기반 시뮬레이터를 이용한 새로운 휴머노이드 로봇 개발 플랫폼 설계에 관한 연구이다. 높은 자유도의 휴머노이드 로봇의 빠르고 쉬운 개발을 위해서는 편리하며 개발에 효율적인 시뮬레이터 개발 플랫폼이 필수적이다. 실제 로봇 제어를 고려한 새로운 3D 기반의 시뮬레이터 설계 및 구조를 제시한다. 또한, 휴머노이드 로봇의 주어진 임무 수행시 실제 로봇의 움직임에 따른 대상 물체의 탐지 및 실시간 시뮬레이터에의 적용에 의한 로봇 동작 제어 방법을 제시한다. 본 연구의 시뮬레이터의 효율성 및 정확성은 시뮬레이션 및 실제 로봇을 이용한 실험을 통하여 확인한다.

이를 반영할 수 있도록 하는 부분이다. 기존의 연구들에서도 주위 환경의 상태에 따라 로봇을 제어 하여 동작 시킬 수 있도록 하고 있다 [3]-[5]. 이에 비해 본 연구에서는 주위 환경에 따른 로봇 동작의 제어뿐만 아니라 영상 인식을 통해 얻은 정보를 가상 환경에 바로 적용시킴에 따라 보다 정확하고 효율적인 로봇 동작 제어가 가능하도록 하였다.

1. 서 론

휴머노이드 로봇은 높은 자유도를 가지는 복잡하고 다루기 어려운 구조의 시스템이다. 이러한 휴머노이드 로봇의 개발을 위해서는 보다 효율적이고 사용이 편리한 시뮬레이터의 개발이 필수적이다. 제한이 많은 간단한 동작의 제어를 위해서는 극도로 단순화 되고 간략화 된 시뮬레이터만으로도 충분하였다. 하지만 보다 정교하고 효율적인 휴머노이드 로봇의 동작 제어를 위해서는 이에 적합한 시뮬레이터의 개발이 필수적이다. 개발의 편의성 및 개발 기간의 단축을 위하여 잘 구조화 된 3D 기반 시뮬레이터 개발이 고려되어야 한다. 이에 본 논문에서는 관리 및 유지 보수가 용이하며 시각적으로 가상 로봇의 상태 확인이 가능한 새로운 3D 기반의 휴머노이드 로봇 시뮬레이터 및 개발 플랫폼을 제안하고자 한다.

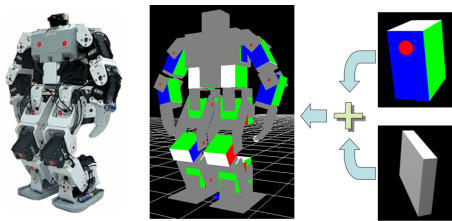
2. 본 론

2.1 3D 기반 휴머노이드 로봇 시뮬레이터

본 시뮬레이터는 Intel(R) Core(TM)2 Quad CPU Q6600 @ 2.400GHz의 PC 환경에서 C++을 사용하여 구현되었으며, 가상 로봇의 3D 표현을 위하여 OpenGL이 사용되었다 [1].

2.1.1 시뮬레이터 구조

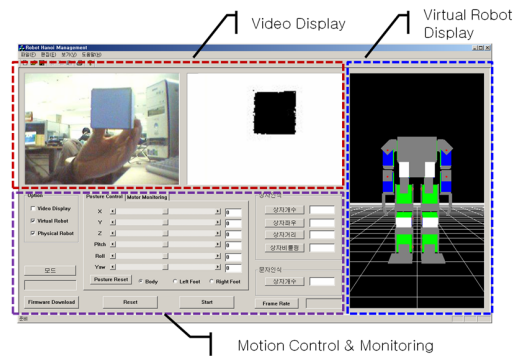
본 시뮬레이터는 <그림 1>과 같이 직육면체의 모듈의 조합으로 전체 외형을 이루는 구조를 가지고 있다 [2]. 전체 18개의 모터들로 이루어져 있으며, 각 모터들의 각도에 따라 로봇의 자세가 3D로 표현된다.



<그림 1> 모듈 기반 가상 휴머노이드 로봇

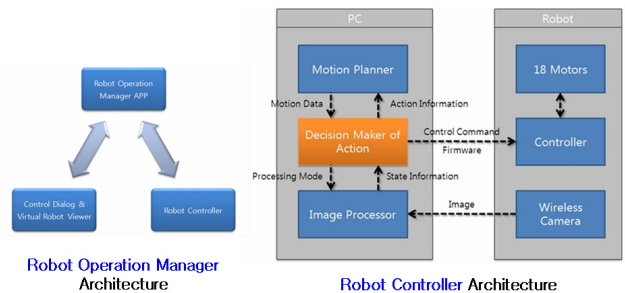
2.1.2 휴머노이드 로봇 개발 플랫폼 설계

전체 시뮬레이터의 인터페이스는 <그림 2>와 같이 크게 모션 제어 및 모니터링, 카메라 영상 표시 화면 그리고 가상 로봇 표현 세부분으로 나뉜다. 모션 제어 및 모니터링은 개발자가 가상 로봇 및 실제 로봇을 제어하기 위한 인터페이스 역할을 하며, 카메라 영상 표시 화면은 실제 로봇에 장착된 무선 통신 카메라로부터의 영상을 입력 받고 그에 따른 영상 처리 결과를 표현하는 부분이다. 마지막으로 가상 로봇 표현 부분은 로봇 제어에 따른 가상 로봇의 동작을 표현하여 개발자가 직관적으로 로봇의 동작에 따른 상태를 실시간으로 알 수 있도록 하는 부분이다. 또한, 이후 영상 처리를 통한 물체 인식 이후 로봇이 인지하고 있는 대상 물체의 위치 및 상태를 가상적으로 표현하고 로봇 동작 모션 생성시



<그림 2> 3D 기반 휴머노이드 로봇 시뮬레이터 인터페이스

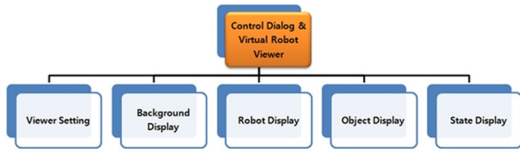
시뮬레이터의 내부 구조는 <그림 3>에서 보는 바와 같이 Robot Operation Manager가 Control Dialog & Virtual Robot Viewer와 Robot Controller를 관리 및 통제하는 구조를 가지고 있다. Control Dialog & Virtual Robot Viewer의 주요 기능은 가상 로봇 및 실제 로봇을 조종하고 가상 로봇의 상태를 3D로 표현해주는 것이다. 그리고 Robot Controller의 경우 크게 세 부분으로 나뉘며 각각의 주요 기능은 다음과 같다. Image Processor는 무선 카메라로부터 전송된 영상을 분석하여 로봇의 주위 환경 및 대상 물체의 상태를 인식하여 Decision Maker of Action으로 전해주고, Decision Maker of Action은 이로 얻은 정보를 바탕으로 로봇에 필요한 동작을 결정하고 결정된 모션을 생성하기 위한 명령을 Motion Planner에게 요청한다. 모션 생성을 요청 받은 Motion Planner는 Decision Maker of Action에서부터 받은 정보를 바탕으로 모션을 생성하여 돌려주는 기능을 한다.



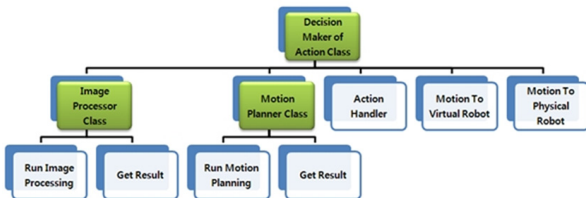
<그림 3> Robot Operation Manager

Control Dialog & Virtual Robot Viewer와 Robot Controller는 <그림 4, 5>와 같은 구조로 설계 및 구현 되었다. Control Dialog & Virtual Robot Viewer은 뷰어를 설정하는 부분, 가상 로봇과 주위 환경 및 대상 물체의 3D 표현 부분 그리고 상태 표현부분으로 구성된다. 그리고 Robot Controller는 Decision Maker of Action Class가 나머지 Image Processor 클래스와 Motion Planner 클래스를 포함하며 이들의 동작을

조종하고 관리하는 부분과 Motion Planner에서 생성된 모션을 가상 로봇과 실제 로봇에 각각 전달 해주는 부분으로 구성된다. 이와 같은 모듈화 되고 계층화된 구조를 통해 시스템의 관리 및 유지 보수가 용이하며 새로운 기능의 추가 및 개선이 손쉽게 이루어 질 수 있다.



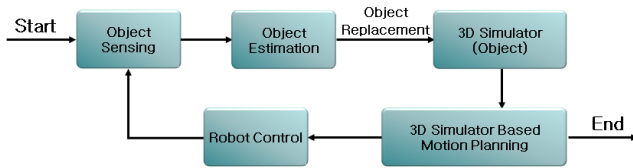
<그림 4> Control Dialog & Virtual Robot Viewer 구조



<그림 5> Robot Controller 구조

2.2 물체 탐지 및 실시간 시뮬레이터 적용

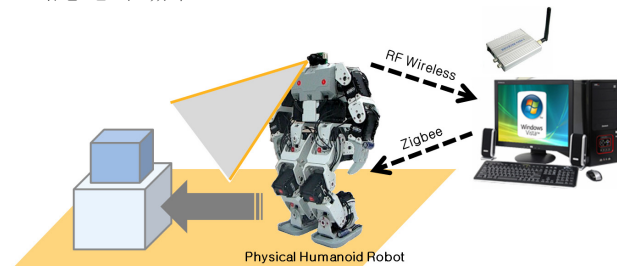
본 연구에서는 영상 인식을 통해 얻은 정보를 가상 환경에 바로 적용시키고 그에 따른 새로운 로봇 모션을 실시간으로 생성하도록 함에 따라 보다 정확하고 효율적인 로봇 동작 제어가 가능하도록 하고 있다. 이러한 기능의 대략적인 동작 흐름과 구조는 <그림 6>에서 보는 바와 같다. 대상 물체를 인식하고 상태를 측정하여 3D 시뮬레이터에 적용한 이후 이를 바탕으로 한 로봇의 동작 모션을 생성하고 로봇을 제어한다. 로봇의 움직임에 따른 대상 물체의 상태 변화를 측정하고 이를 다시 피드백하여 계속적으로 적용시키도록 하고 있다.



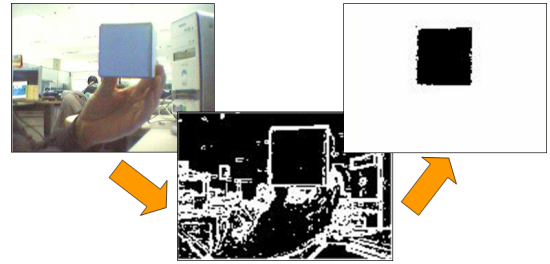
<그림 6> 물체 탐지 및 실시간 적용과 피드백

2.3 실험

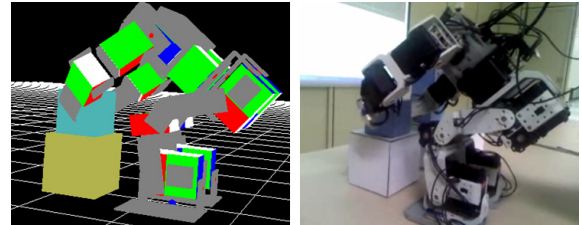
본 연구에서의 3D 기반 시뮬레이터를 이용한 휴머노이드 로봇 개발 플랫폼의 효율성 및 성능의 확인을 위하여 <그림 7>과 같은 시나리오의 실험을 진행하였다. 실제 휴머노이드 로봇이 영상 인식을 통해 전방에 놓인 상자와의 거리 및 방향을 인식하여 대상 물체가 있는 곳으로 이동하고 이를 잡고 들어 올리도록 하는 실험이다. 실제 로봇의 움직임 시 바닥의 마찰 및 관절 제어의 부정확성 등과 같은 요소에 의해 시뮬레이터상의 이상적인 동작과는 상당한 차이를 보이는 동작이 발생할 가능성이 높다. 하지만 본 실험에서는 <그림 8>에서 보는 바와 같이 대상 물체의 계속적인 실시간 모니터링 결과를 통하여 로봇의 동작 모션을 계속적으로 재생성 할 수 있도록 한다. 이렇게 실시간으로 재생성된 이동 및 동작 모션을 통하여 실제 휴머노이드 로봇은 <그림 9>에서와 같이 최종적으로 시뮬레이터상의 가상 로봇의 움직임에서와 같이 대상 물체를 잡아 올리기에 적당한 위치로 이동하고 이를 정확히 잡아 올리는 모습을 볼 수 있다.



<그림 7> 실험 시나리오



<그림 8> 물체 탐지 및 인식



<그림 9> 3D 시뮬레이터 기반 모션 생성

3. 결 론

휴머노이드 로봇의 경우 기존의 모바일 로봇과는 달리 이동의 정확성을 보장하기 어렵다. 시뮬레이터 상에서 생성된 정확한 모션을 바탕으로 로봇을 조종한다 하더라도 휴머노이드 로봇이 가지는 기본적인 동작 에러에 의해 이상적인 동작과는 상당히 다른 동작 결과를 보이는 경우가 많이 발생한다. 본 논문에서는 이러한 상황을 개선하기 위해 로봇의 이동 및 동작시 대상 물체의 상태를 계속적인 모니터링하고 이를 실시간으로 시뮬레이터에 적용하도록 하는 방법을 사용하였다. 그리고 이러한 방법에 의한 효율성 및 성능 향상을 실험을 통하여 확인 할 수 있었다.

감사의 글

본 논문은 건설교통부가 출연하고 한국 건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 첨단융합기술개발사업 [과제번호:06 첨단융합 D01]의 지원으로 이루어졌습니다.

[참 고 문 헌]

- [1] 광환주, 박귀태, "실제 로봇에의 적용성을 고려한 휴머노이드 시뮬레이터 개발", 2007 정보 및 제어 학술대회 (CICS'07), pp. 323-324, 2007.
- [2] 광환주, 박귀태, "간략화된 모듈 기반의 휴머노이드 로봇을 위한 자층물 탐지", 2008 정보 및 제어 심포지엄 (ICS'08), pp. 240-241, 2008.
- [3] Takashi Ogura, Kei Okada and Masayuki Inaba, "Realization of Dynamics Simulator Embedded Robot Brain for Humanoid Robots", IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2175-2180, 2007.
- [4] Muhammad Usman KEERIO, Qiang HUANG, Junyao GAO, Yuepin LU and Jiapeng YANG, "Virtual Reality Based Teleoperation Control of Humanoid Robot BHR-2", International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA 2007), pp. 1160-1165, 2007.
- [5] James J. Kuffner, Jr., Satoshi Kagami, Masayuki Inaba and Hirochika Inoue, "Graphical simulation and high-level control of humanoid robots", IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2000), vol. 3, pp. 1943-1948, 2000.
- [6] Naotaka Hikosaka, Kei Watanabe and Kazunori Umeda, "Obstacle Detection of a Humanoid on a Plane Using a Relative Disparity Map Obtained by a Small Range Image Sensor", IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2007), pp. 10-14, 2007.
- [7] Kei Okada, Mitsuharu Kojima, Satoru Tokutsu, Toshiaki Maki, Yuto Mori and Masayuki Inaba, "Multi-cue 3D object recognition in knowledge-based vision-guided humanoid robot system", IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2007), pp. 3217-3222, 2007.
- [8] Francesco Nori, Lorenzo Natale, Giulio Sandini and Giorgio Metta, "Autonomous learning of 3D reaching in a humanoid robot", IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2007), pp. 1142-1147, 2007.