

휴머노이드 로봇 ISHURO-II의 회전보행 시뮬레이션

최우창*, 공정식**, 김진걸***

*인하대학교 전기공학과 석사과정, **대덕대학교 마이크로 로봇과 전임강사, ***인하대학교 전자전기공학부 교수

Gyration walking Simulation for Humanoid Robot ISHURO-II

Woo-Chang Choi*, Jung-Shik Kong**, Jin-Geol Kim***

*Dept. of Electrical Engineering, Inha University, Incheon, South Korea

**Dept. of Micro Robot, Daeduk College, Daejeon, South Korea

***Dept. of Electrical Engineering, Inha University, Incheon, South Korea

Abstract - 휴머노이드 로봇이 인간에게 필요한 다양한 서비스를 제공하기 위해서는 정해진 동작이 아닌 상황에 따른 다양한 동작이 요구된다. 특히 보행에 있어서는 회전각도 보폭 등이 상황에 따라 변경이 가능해야 한다. 이에 따라 로봇에게 필요한 다양한 보행 궤적을 생성하기 위해서는 보행계획의 생성과 안정성 판별을 위한 ZMP(Zero Moment Point), COG(Center Of Gravity)등의 생성을 위한 시뮬레이터가 필요하게 된다. 본 논문에서는 성형 연구를 통해 개발된 시뮬레이터 프로그램의 단점을 분석하고 보완하여, 보폭 및 회전 각도가 자유로운 회전 보행의 생성이 가능한 시뮬레이터 프로그램을 구현하였다. 그리고 구현된 시뮬레이터 프로그램을 사용하여 생성된 궤적 파일을 동역학 해석 프로그램인 NASTRAN을 이용 시뮬레이터를 검증한다.

생성된 보행 궤적과 안정성 데이터를 802.11b를 통해 수신하고 Local Controller과 외부의 센서 모듈을 통해 수집된 환경정보에 따른 수정된 궤적 데이터를 LAN을 통해 전송한다. LAN을 통해 전송된 궤적 데이터는 Message Controller를 통해서 각 Local Controller로 CAN통신을 통해 전송된다.

1. 서 론

최근 로봇에 대한 관심이 커지면서 지능 로봇에 대한 개발이 많이 이루어지고 있다. 그 중에서 인간과 상호작용을 하며 다양한 서비스를 제공할 수 있는 지능형 휴머노이드 로봇에 대한 개발은 많은 진보를 이루고 있다. 휴머노이드 로봇은 인간과 유사한 구조를 가지므로 인간과의 협동 작업이 가능하며 인간이 수행하기 어렵고 위험한 작업을 대신할 수 있다.[1] 휴머노이드 로봇이 인간의 생활환경에서 자율적으로 보행하고 지능 서비스를 제공하기 위해서는 단순한 전진 후진 동작만이 아닌 상황에 따라 다양한 각도의 회전보행이 가능해야 하며, 다양한 보행의 변경이 가능해야 한다. 그러한 동작을 하기 위해서는 다양한 각도의 보행을 생성할 수 있는 보행 궤적 생성 소프트웨어가 필요하다. 이러한 조건을 충족시키기 위해서 보행계획 생성을 위한 시뮬레이터를 개발하고 있으며 이에 따른 연구도 활발하게 진행하고 있다.[2-3] 위의 선행 연구를 기반으로 휴머노이드 로봇인 ISHURO-II의 보행 시뮬레이터 프로그램이 개발되었지만 연구를 진행하면서 기존의 보행 시뮬레이터 프로그램의 한계점들이 나타나게 되었다.

본 논문에서는 기존의 보행 시뮬레이터 프로그램의 문제점을 분석하고 이를 바탕으로 자유로운 각도의 회전보행궤적을 생성할 수 있는 시뮬레이터를 구성하였다. 또한 제안된 시뮬레이터를 기초로 다양한 보행에 대한 안정성 검증이 수반된 보행궤적을 생성하였다.

2. 본 론

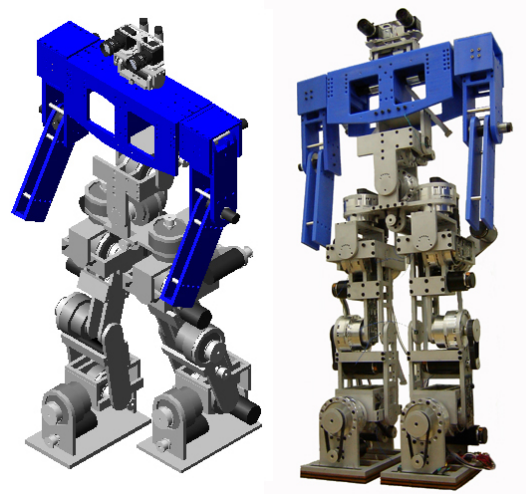
2.1 시스템 구성

2.1.1 전체 시스템 구성

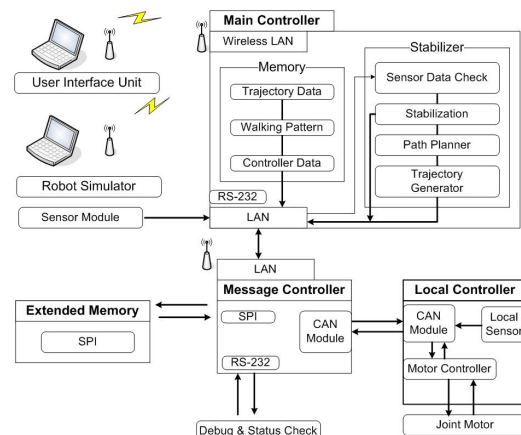
그림 1은 자체 개발한 휴머노이드 로봇인 ISHURO-II의 실제 모델이다. 높이는 850mm이고, 무게는 35kg 이며, 전체 24자유도로 각 다리에 6자유도, 각 팔에 3 자유도, 몸에 2자유도, 머리에 4자유도를 가진다. 동력원으로는 DC 모터를 사용하였으며, 하나의 관절에 하나의 지역제어기를 가지고 있으며, 메시지 컨트롤러를 통해 주제어기와 CAN(Controller Area Network) 통신으로 상호 연결된다. 발바닥에 총16개의 FSR센서가 달려 있어 지면 반발력을 측정할 수 있으며, 2개의 스테레오비전을 통해 사물을 인식할 수 있다.

2.1.1 전장부 구조

그림 2는 ISHURO-II의 전장부 구조를 보여준다. Robot Simulator는 보행에 필요한 다양한 궤적을 미리 생성하고 테스트 한다. Main Controller는 User Interface Unit의 사용자 명령과 Robot Simulator에서



<그림 1> ISHURO-II의 3D모델과 실제 모습



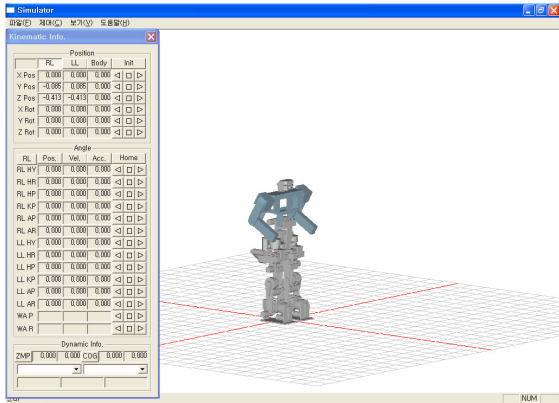
<그림 2> ISHURO-II의 전장부 구조

2.2 시뮬레이터

2.2.1 기존의 시뮬레이터

시뮬레이터는 실제 보행에 필요한 궤적을 생성하고 테스트 하는 프로그램이다. 시뮬레이터에서는 로봇 다리의 경유점을 입력 받아 보행 궤적

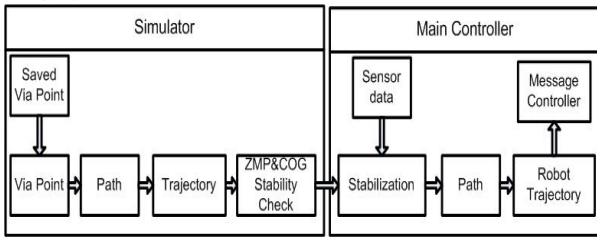
을 생성하고 안정성 판별을 위한 ZMP와 COG를 계산한다.[4] 또한 OpenGL을 사용하여 화면을 통해 궤적 동작 화면을 보여준다. 그림 3은 ISHURO-II의 시뮬레이터 화면이다.



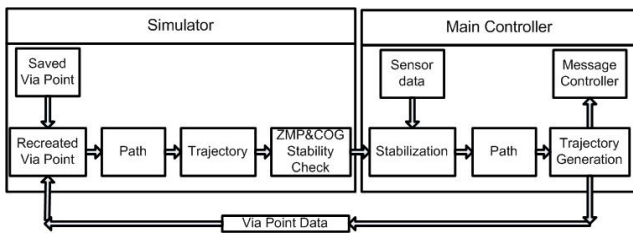
<그림 3> ISHURO-II의 시뮬레이터

2.2.2 변경된 시뮬레이터

그림 4는 기존 시뮬레이터의 동작 방식이다. 기존의 시뮬레이터는 미리 입력된 경유점을 가지고 보행궤적을 생성하고 안정성을 판별하는 기능을 가지고 있었다. 그래서 저장된 방식의 보행만이 가능했다. 또한 Main Controller에서 실제 보행 환경에서 적용시키기 위해서 입력된 센서 데이터를 바탕으로 보행 궤적을 보상하게 된다. 하지만 보상한 값이 크면 다음 보행을 위한 궤적 생성 시 실제 보행 궤적과 많은 차이가 있을 수 있고, 보행의 안정성이 떨어진다. 따라서 제안된 시뮬레이터에서는 로봇의 보행 궤적 생성 시 사용되는 경유점 정보를 저장된 데이터만을 사용하는 것이 아니라 재생성 할 수 있는 구조를 추가하여 자유로운 보행궤적 생성이 가능하고 다음 보행 궤적 생성 시에도 안정성을 확보할 수 있다.



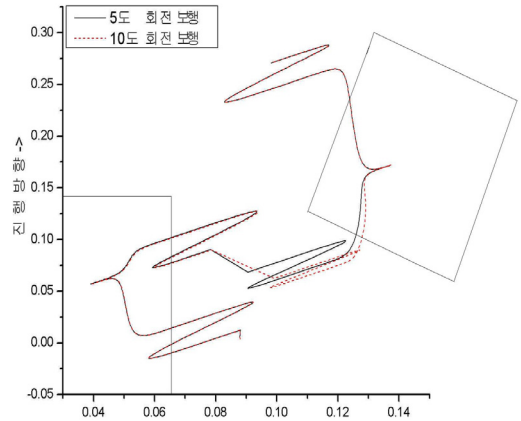
<그림 4> 기존 시뮬레이터의 데이터 흐름도



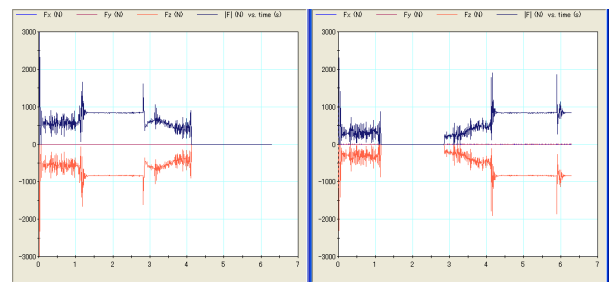
<그림 5> 제안된 시뮬레이터의 데이터 흐름도

2.2.3 회전 보행 시뮬레이션

제안된 시뮬레이터를 이용하여 보행시간은 7초이고 이동거리는 32cm인 1보 직진 보행의 경유점을 기본으로 해서 회전 각도가 5°, 10°인 보행 궤적을 연속으로 생성하였다. 그리고 생성된 보행 궤적을 시뮬레이터에서 실행하여 생성된 궤적을 확인하고, 동역학 시뮬레이션 프로그램인 NASTRAN에 적용하여 시뮬레이터 프로그램을 검증하였다. 그림 5는 시뮬레이터를 이용해 생성된 보행 궤적의 ZMP데이터이다. ZMP데이터에 의하면 로봇의 회전보행이 안정한 것을 확인 할 수 있다. 생성된 궤적을 NASTRAN을 이용하여 시뮬레이션 하면 안정적으로 보행 하는 것을 확인할 수 있다. 그림 6은 생성된 궤적을 NASTRAN에 적용하여 생성된 지면 반발력 정보이다.



<그림 5> 생성된 궤적의 ZMP 궤적



<그림 6> NASTRAN을 통한 지면 반발력 정보 (왼쪽: 왼발과 지면의 반발력 오른쪽: 오른발과 지면 사이의 반발력)

3. 결 론

본 논문에서는 보행 경유점을 변경하여 자유롭게 회전보행궤적 생성이 가능한 시뮬레이터를 제안하고 제안된 시뮬레이터를 이용하여 회전 보행궤적을 생성하였다. 생성된 궤적은 ZMP계산을 통하여 안정성을 판별하고 동역학 해석 프로그램인 NASTRAN을 사용하여 안정성 판별을 검증하여 제안된 시뮬레이터가 자유롭게 보행궤적 생성이 가능하고 생성된 궤적이 안정하다는 것을 확인하게 되었다.

향후에는 보다 향상된 컴퓨팅 파워를 이용 시뮬레이터에서 생성되는 궤적과 MainController의 보행 Stabilizer 기능을 통합하고 Message Controller로 실시간 궤적이 전송될 수 있는 연구가 수행되어야 할 것이다.

후 기

이 논문은 2007년도 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력공학공동연구소(R-2007-2-059) 주관으로 수행된 과제임.

[참 고 문 헌]

[1] Kazuo Tanie, "Humanoid Robot and Its Application possibility", IEEE International Conference of Multisensor Fusion and Integration for Intelligent system, pp. 213-214, 2003
 [2] Jung-Shik Kong, "Design of a Switching PID Controller Using Advanced Genetic Algorithm for a Nonlinear System.", CIS2005, pp.176-183,2005
 [3] 조형래, "FSR 센서를 이용한 휴머노이드 로봇의 보행 간 실시간 안정성 구현", Proceeding of the 37th the KIEE Summer Annual Conference, pp. 1971-1972, 2006
 [4] Miomir Vukobratovic, "Zero-Moment Point-Thirty Five Years of Its Life", International Journal of Humanoid Robotics, Vol.1 No.1 ,pp.157-173, 2004