휴머노이드 로봇(CHP-1)의 협조작업 성능분석

Anslysis of the Cooperative Motion Performance for a Humanoid Robot CHP-1

*김영준[1], 장우일[1], #홍대선[2]

*Y. J. Kim[1], U. I. Jang[1] #D. S. Hong(dshong@changwon.ac.kr)[2]

[1]창원대학교 대학원 기계설계공학과, [2]창원대학교 메카트로닉스 공학부

Key words : Cooperative Motion, Humanoid robot, performance analysis, ZMP

1. 서론

휴머노이드에 대해서는 향후 그 효용가치가 크게 증가될 것으로 예상되어 국내외적으로 널리 연구되고 있는 분야이다.

지금까지의 휴머노이드 로봇에 대한 연구는 일본과 미국에서 활발히 연구되고 있다. 일본의 혼다(HONDA)에서는 P2라는 모델을 발표 한 후 현재의 아시모(ASIMO)라는 휴머노이드 로봇을 개발하였으며[1], 미국의 MIT AI lab에서는 인간의 사고과정을 모방한 로봇에 대한 연구가 이루어지고 있다. 한국에서는 카이스트(KAIST)의 휴보(HUBO)[2], 한국과학기술원(KIST)의 마루(MAHRU)와 아라(AHRA)등의 개발이 이루어져 있다.

휴머노이드 로봇의 보행은 ZMP(Zero Moment Point)[3]라는 개념이 도입된 후 동적 보행의 안정성이 확보되었고, 현재 안정된 자세를 유지하도록 기본적인 ZMP 경로 패턴에 관해 많은 연구가 이루어지고 있다. 보행을 위한 ZMP를 이용한 연구는 많이 이루어져 왔고, 협조작업을 위해 ZMP를 고려한 연구도 일부 수행되고 있다.[4,5]

본 연구에서는 기 개발한 CHP-1[3]의 협조작업 성능 향상을 위하여, 시뮬레이션을 통하여 로봇의 자세별 미는힘, 즉 외력에 대한 ZMP 변화와 관절별 토크변화를 비교 분석하고, 그 결과로부터 어느 자세가 협조작업에 유리한지를 알아본다

.

2. ZMP를 이용한 협조작업 시뮬레이션

Fig 1은 휴머노이드 로봇(CHP-1)의 협조 작업을 시뮬레이션 하기 위한 ADAMS 모델링으로 12자유도를 가진 하반신 휴머노이드 로봇으로 전체적인

자유도 배치와 좌표계는 Fig 2와 같다.

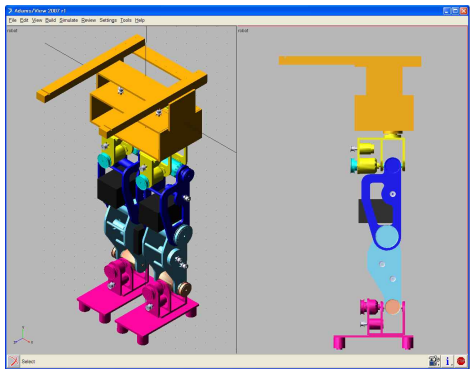

Fig.1 ADAMS 3D modeling of the CHP-1

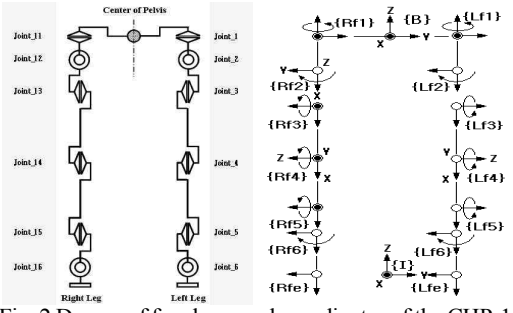

Fig. 2 Degree of freedoms and coordinates of the CHP-1

본 논문에서는 협조작업 성능을 나타내는 하나의 지표로서 ZMP를 이용하고자 한다. 여기서 ZMP란 로봇에 작용하는 모든 힘(중력, 가속도, 외력)의 중심점이 바닥에 투영된 점이라고 볼 수 있고, ZMP가 로봇의 발바닥 면에 위치하게 되면 로봇은 안정하다고 판단 할 수 있다.

본 연구에서는 Fig 3과 같은 정적인 상태에서 협조작업에 대한 시뮬레이션을 수행하고 CHP-1의 무게 중심점(정적 ZMP)의 변화량으로 CHP-1의 협조작업 성능을 판단하도록 한다.

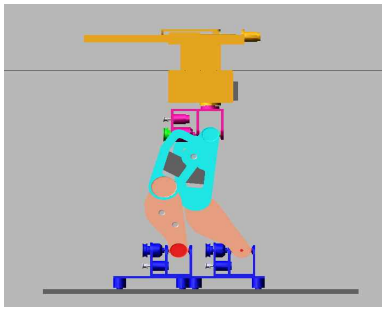

Fig 3. Original pushing position

Fig 3과 같은 기본자세에서 바닥면의 마찰계수 및 팔에 걸리는 외력을 달리 하여 5mm 밀 때, 로봇이 최대 버티는 힘과 토크 및 ZMP의 변화를 측정하였다. 이외에도 Fig 4와 같이 마찰 계수와 외력을 달리 하여 로봇의 몸체가 앞쪽으로 44mm 전진한 자세와, 12mm 후진한 상태를 비교하여 최대 버티는 힘을 적용 하였을 때 각 관절별 토크와 ZMP의 변화 결과를 비교하였고, 이를 Table 1과 2에 나타낸다.

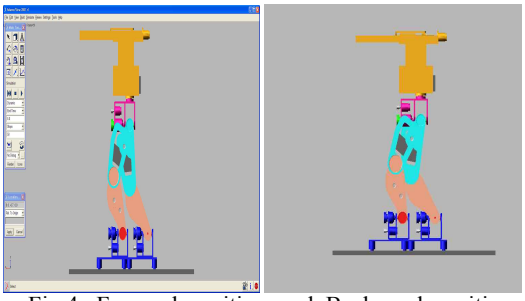

Fig.4. Forward position and Backward position

시뮬레이션 한 결과 후진한 자세에서 ZMP의 변화가 보다 작게 나타났고, 토크의 분배도 고르게 나타났다. 이는 어느 한 관절에 무리하게 토크가 편중되지 않음을 나타내고, 외력에 대하여 로봇의 에너지 소모가 가장 작음을 의미한다.

Table 1 Comparison of torque for each posture

	버티는힘 (N)	토크(Nm)					
		joint3	joint4	joint5	joint13	joint14	joint15
기본 자세	188	0.0371	0.0223	0.0499	0.0912	0.0341	0.0431
전진한 자세	176	0.0383	0.0207	0.0440	0.0853	0.0449	0.0827
후진한 자세	185	0.0645	0.03300	0.0493	0.0812	0.0456	0.0585

Table 2 Variation of ZMP for each postur

	기본자세	전진한 자세	후진한 자세
ZMP 변화	4.8mm	4.07mm	-1.11mm

3. 결론

본 연구에서는 휴머노이드 하반신 로봇(CHP-1)의 자세를 변화시키면서 협조작업을 수행하고 이때의 ZMP 변화와 각 관절별 토크 변화를 비교함으로써 ZMP를 이용한 협조작업의 조건에 대한 연구를 수행 하였다. 시뮬레이션 결과를 보면 후진한 상태에서 토크가 가장 고르게 분배 되었고, ZMP의 변화폭 역시 가장 작게 나타났다는 점에서 미는 작업을 수행시 로봇의 몸체가 후진한 상태에서 작업을 하는 것이 외력에 대한 에너지 소모를 줄일 수 있음을 알 수 있었다. 향후에는 본 CHP-1이 동적 보행을 하면서 동시에 협조작업을 하도록 발전시킬 계획이다.

참고문헌

1. Y. Sakagami, R. Watanabe, C. Aoyama, S. Matsunaga, N. Higaki and K. Fujimura, "The intelligent ASIMO, pp. 2478-2483, 2002.
2. I. W. Park, J. Y. Kim, J. Y. Lee and J. H. Oh, "Mechnical design of humanoid robot platform KHR-3(KAIST Humanoid Robot-3: HUBO," Proc. of IEEE/RAS Int. Conf. on Humanoid Robots, pp. 321-326, 2005.
3. G. J. Choi, “Development of the Humanoid Robot Platform CHP-1 and its Posture Optimization” Changwon National University Ph.D. dissertation, 2008.
4. I. H. Park, “A Study on the Optimization of Whole Body Cooperative Motion for a 24-DOF Humanoid Robot Using a Genetic Algorithm," Changwon National University Graduate School of Engineering Master's Thesis, 2006.
5. G. J. Choi, “A Study on the Optimization of Whole Body Cooperative Motion of Humanoid Robot Using a Genetic Algorithm," Changwon National University Graduate School of Engineering Master's Thesis, 2004.
6. J. D. Kim “A Study on the Improvement of Cooperative-Motion Performance for the Humanoid Robot CHP-1,” Changwon National University Graduate School of Engineering Master's Thesis, 2009.