

이족 휴머노이드 로봇의 안정적인 보행패턴 분석: 퍼지 모델링 접근방법

論 文
54D-6-4

Analysis of Stable Walking Pattern of Biped Humanoid Robot: Fuzzy Modeling Approach

金東源^{*} · 朴貴泰^{*}
(Dongwon Kim · Gwi-Tae Park)

Abstract - In this paper, practical biped humanoid robot is presented, designed, and modeled by fuzzy system. The humanoid robot is a popular research area in robotics because of the high adaptability of a walking robot in an unstructured environment. But owing to the lots of circumstances which have to be taken into account it is difficult to generate stable and natural walking motion in various environments. As a significant criterion for the stability of the walk, ZMP (zero moment point) has been used. If the ZMP during walking can be measured, it is possible for a biped humanoid robot to realize stable walking by a control method that makes use of the measured ZMP. In this study, measuring the ZMP trajectories in real time situations throughout the whole walking phase on the flat floor and slope are conducted. And the obtained ZMP data are modeled by fuzzy system to explain empirical laws of the humanoid robot. By the simulation results, the fuzzy system can be effectively used to model practical humanoid robot and the acquired trajectories will be applied to the humanoid robot for the human-like walking motions.

Key Words : Biped humanoid robot, Stable walking pattern, Zero Moment Point, Fuzzy system

1. 서 론

이족 구조는 보행 로봇을 위한 가장 유연한 형태이며, 이족 로봇은 사람과 매우 유사한 구조를 가지고 있다. 이는 사람이 살고 있는 환경 즉 계단이나 장애물 등을 포함하는 다양한 환경에서 다양한 움직임을 위해 가장 적합하다고 볼 수 있다. 보행은 연속적으로 2개의 서로 다른 상황이 연출된다. 두발이 동시에 땅을 짚고 서있는 메커니즘으로 정적으로 안정적인 상황과 오직 한발만이 땅과 접촉하고 다른 한발은 뒤쪽에서 앞으로 변환되고 있는 정적으로 불안정한 상황으로 구성된다. 그러므로 보행메커니즘은 보행사이클 동안 그 구조가 변하게 된다. 따라서 이족 구조에 포함된 다이내믹은 매우 비선형성적이며 복잡하고 불안정하다. 그러므로 인간과 같은 자연스런 보행움직임을 구현하는 것은 쉬운 일이 아니다. 최근 들어 인간과 같은 휴머노이드 로봇을 구현하기 위해 이족보행 로봇에 대하여 많은 연구결과가 발표되고 있다 [1-6]. 여기서 고려해야 될 중요한 점은 산업용 로봇 매니플레이터와는 다르게 보행로봇과 지면의 상호작용이 매우 복잡하다는 것이다. 이러한 복잡한 상호작용을 다루기 위한 중요한 요소로써 로봇에서 모멘트와 힘이 0이 되는 점, ZMP (zero moment point)라는 개념이 알려졌고 보행의 안정성을 위한 중요한 기준으로, 보행중 로봇에

대한 ZMP 궤적이 연구되고 있다 [7-9]. ZMP를 통하여 이족 보행로봇의 보행패턴을 합성할 수 있으며 실제 로봇의 보행 모션을 검증할 수도 있다. 따라서 보행로봇의 안정도를 확신하기 위해 매우 중요한 기준이 된다 [10]. 본 논문에서 ZMP 데이터는 실제 이족 휴머노이드 로봇을 구현하고 이의 보행면을 통하여 얻는다. 여기서, 평평한 바닥과 10°의 기울기가 있는 경사면을 따라 로봇이 이동할 때 실험이 행해졌으며 이때의 자연스러운 보행 움직임을 통해 데이터를 얻었다. 실험을 통해 얻은 ZMP 궤적 데이터를 이용하여 퍼지 시스템을 적용하여 모델링을 수행하고 다양한 결과를 분석하였다.

2. 이족 휴머노이드 로봇

2.1 이족 보행로봇의 설계

실제로, 그림 1에서 보여진 바와 같이 이족 보행 로봇이 설계되고 제작되었다. 이 로봇은 19개의 관절을 가지며, 로봇의 각 부분의 크기도 그림 1에서 함께 나타내었다. 로봇의 길이는 308mm이고 배터리를 포함한 전체 무게는 1700g이다. 무게를 줄이기 위하여 알루미늄 소재가 몸체 제작에 이용되었으며, 각각의 관절은 DC 모터와 기어 그리고 제어기로 이루어진 RC 서보 모터에 의해 구동된다. 각각의 RC 서보 모터는 링크 구조로 탑재되었다. 이 구조로 인해 로봇은 넘어지지 않고 보다 인간과 흡사하게 보이며 인간의 보행 동작을 따라 할 수 있다. 그림 2에서 이족 휴머노이드 로봇의 블록 다이어그램을 나타내었다. 제작된 이족 보행 로봇은 경사면과 평지에서 48mm / 1.4s 조건으로 걸을 수

† 교신저자, 正會員 : 高麗大學校 工科大学 電氣工學科 博士課程
E-mail : upground@korea.ac.kr

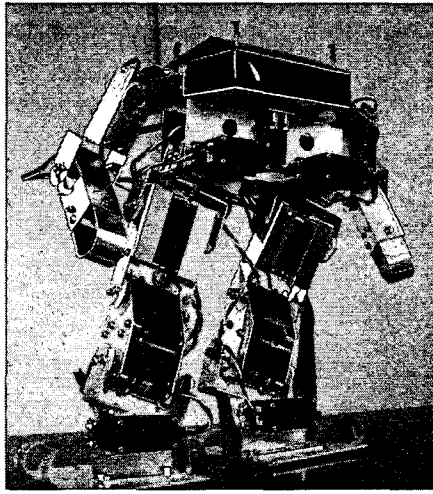
* 正會員 : 高麗大學校 工科大学 電氣工學科 教授 · 工博
接受日字 : 2005年 2月 15日
最終完了 : 2005年 4月 28日

있다. 이족 휴머노이드 로봇의 세부내역을 표 1에서 나타내었다.

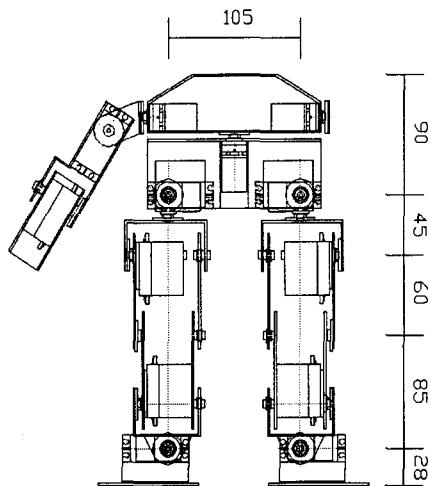
표 1. 이족 휴머노이드 로봇의 세부내역

Table 1. Specification of humanoid robot

내역	설명
키	300 mm
중량	1700 g
중앙처리장치	S3C3410x
액추에이터	RC 서보모터
자유도	6DOF x 2 다리 3DOF x 2 팔 1DOF x 1 몸통
전원	AA 사이즈 Ni-Cd 배터리
보행속도	48mm/1.4s



(a) 정면사진



(b) 설계도

그림 1. 제작된 이족 휴머노이드 로봇

Fig. 1. Designed biped humanoid robot



그림 3. 제작된 이족 로봇의 보행장면

Fig. 3. Humanoid robot in walking on flat floor

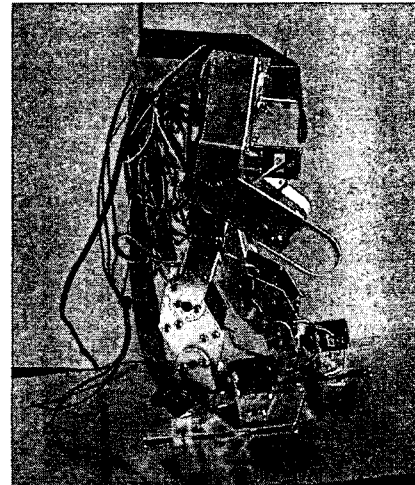


그림 4. 제작된 이족 로봇의 경사면 보행장면

Fig. 4. Humanoid robot in walking on slope

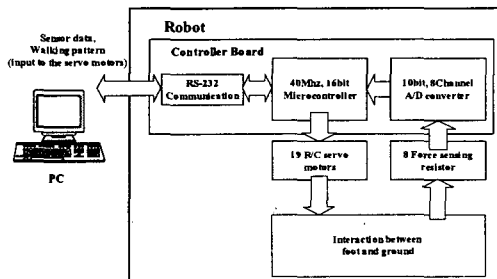


그림 2. 이족 휴머노이드 로봇 시스템의 블록 다이어그램

Fig. 2. Block diagram of designed humanoid robot

제작된 이족 로봇의 보행동작을 그림 3과 4에서 나타내었다. 그림 3에서는 이족 로봇의 보행장면으로 옆모습을 보여주고 있으며, 10도 기울어진 경사면을 따라 올라갈 때의 모습은 그림 4에서 나타내었다.

그림 5에서 이족 휴머노이드 로봇의 관절위치를 나타내었으며 회전축은 원통형으로 나타내었다. 로봇은 전체 19자유도로 구성되었으며 하체는 12자유도, 상체는 7자유도로 구성된다. 보행을 위해 하체는 골반과 무릎, 발목에 각각 관절이 고려된다. 여기서 휴머노이드 로봇의 ZMP 궤적 데이터는 양쪽다리의 θ_1 을 제외한 총 10개의 관절에서 얻으며, 이러한 관절 각도로부터 반복적인 보행 패턴을 실현할 수 있다.

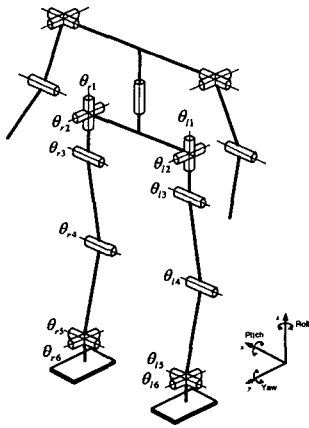


그림 5. 이족 휴머노이드 로봇의 자유도 표현
Fig. 5. Degree of freedoms of the humanoid robot

2.2 이족 보행로봇의 ZMP 측정 시스템

로봇이 두 발로 몸을 지탱함에 있어서 ZMP의 궤적은 그 보행의 안정도에 주목할만한 기준이 된다. 많은 연구에서 ZMP 좌표는 로봇의 동역학 모델을 이용하여 계산하거나 관절부의 인코더에서 정보를 추출하여 얻는다. 그러나 본 연구의 경우에는 보다 직접적이고 정확한 접근 방법으로 로봇 발에 센서를 장착하여 보행 중 실시간으로 데이터를 얻었다. 로봇 발에 가해지는 지면의 반작용 힘의 분배는 복잡하다. 그러나, 로봇 발바닥의 어떤 점 P에서의 반작용은 힘 N과 모멘트 M으로 표현될 수 있으며 그림 6에서 보여지는 것과 같다. ZMP는 단순히 지면 위의 발에 가해지는 압력의 중심점이며, 이점에서 지면으로부터 가해지는 모멘트는 0이 된다 [7,10,11].

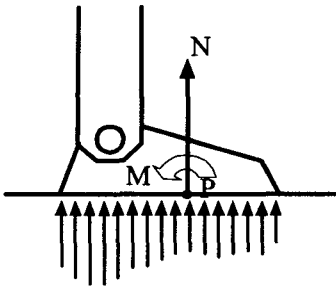


그림 6. ZMP (zero moment point)의 개념
Fig. 6. Concept of ZMP (zero moment point)

로봇 발 아래에 위치한 센서를 그림 7에서 나타내었으며, 이를 이용하여 식 (1)과같이 ZMP를 측정한다. 실험에 사용된 힘 센서는 FlexiForce sensor A201 [12]이다. 센서신호는 샘플링시간 10ms의 ADC 보드에 의해 디지털화 되고, 측정은 실시간으로 이루어진다.

$$P = \frac{\sum_{i=1}^8 f_i r_i}{\sum_{i=1}^8 f_i} \quad (1)$$

여기서 f_i 는 우측과 좌측 발의 센서에 작용된 각각의 힘이며, r_i 는 센서의 위치이다.

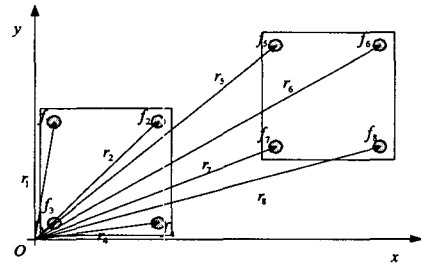
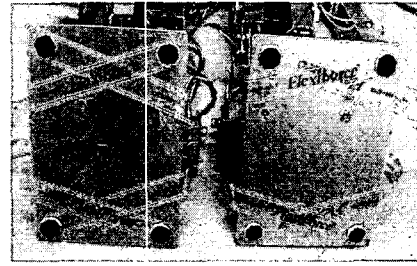


그림 7. 로봇 발에 장착된 센서와 ZMP 측정
Fig. 7. Sensors placed on the foot and measurement of ZMP

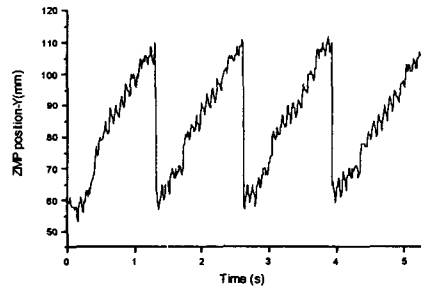
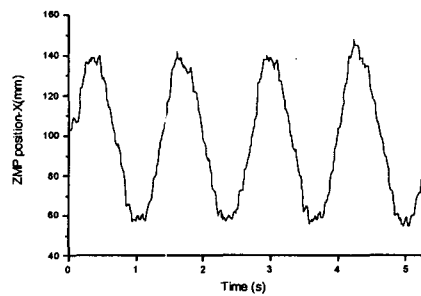


그림 8. 평지에서의 이족 휴머노이드 로봇의 ZMP 좌표
Fig. 8. Actual ZMP position of the humanoid robot in walking on flat floor

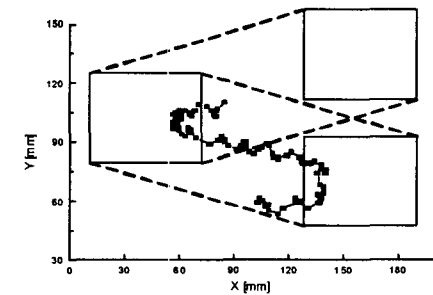


그림 9. 그림 8에 해당되는 이족 휴머노이드 로봇의 ZMP 궤적
Fig. 9. ZMP trajectory of the humanoid robot corresponding to Fig. 8

ZMP를 측정한 실험결과를 그림 8-11에서 나타내었으며, 평지와 경사면에서 이족 휴머노이드 로봇의 보행시 ZMP좌표와 이에 따른 각각의 ZMP 궤적을 보여준다.

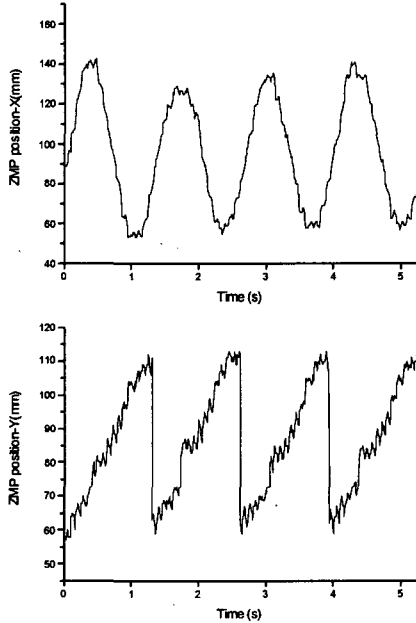


그림 10. 경사면에서의 이족 휴머노이드 로봇의 ZMP 좌표
 Fig. 10. Actual ZMP position of the humanoid robot in walking on slope

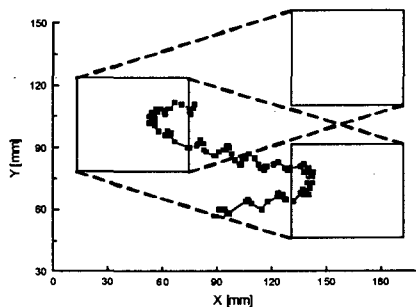


그림 11. 그림 10에 해당되는 이족 휴머노이드 로봇의 ZMP 궤적
 Fig. 11. ZMP trajectory of the humanoid robot corresponding to Fig. 10

3. ZMP 궤적 모델링

많은 과학적 문제에서 해결책을 위한 가장 필수적인 단계는 연구하는 시스템의 모델링을 수행하는 것이며 모델링의 가장 중요한 역할은 어떤 미지의 변수들 사이에서 일정한 법칙을 결정하는 것이다. 이족 휴머노이드 로봇에 포함된 비선형성을 제어하는 것은 매우 힘든 일이며 만약 이러한 복잡하고 비선형적인 특성을 잘 모델링 한다면 좀더 유연하고 인간의 보행에 가까운 자연스런 로봇을 만들 수 있으리라 사료된다. 또한 모델링 결과는 잡음과 노이즈에 강한 지능제어를 구현하는데 있어 많은 도움이 될 수도 있다. 따라서 이번 섹션에서는 퍼지 시스템을 이용하여 실시간으로 측정된 ZMP를 모델링하고 이의 성능평가를 위해 결과를 비교 분석한다.

3.1 퍼지 시스템

기존의 전통적인 수학적 모델링으로는 만족할만한 결과를 얻지 못했던 복잡하고, 정의되지 않은 불확실한 시스템에 대하여 퍼지 모델링 기법은 성공적인 적용과 함께 좋은 결과를 보여줌으로써 활발한 연구 분야가 되고 있다 [13]. 이에 본 논문에서는 ZMP 궤적의 모델링 방법으로 퍼지 시스템을 고려한다. 퍼지 시스템은 퍼지 집합 이론, 퍼지 if-then 규칙 그리고 퍼지 추론의 개념들을 바탕으로 한 널리 알려진 컴퓨팅 이론이다. 퍼지 모델중 수계노 퍼지 모델은 크리스프한 각 규칙의 출력값을 갖게 되며 각 출력에 대하여 전체 출력은 무게중심값을 통해 얻는다. 또한 규칙의 후반부가 상수이므로 비퍼지화 과정에서 시간 소모를 피할 수 있는 장점이 있다. 이러한 특징으로 인해 본 논문에서는 수계노 타입의 퍼지시스템을 이용한다. 퍼지 규칙의 전반부 멤버쉽 함수는 삼각형과 가우시안 형태를 사용했으며 그림 12에서 나타내었다. 이를 통하여 모델링 성능이 각각 달라지는 중요한 요인이 된다.

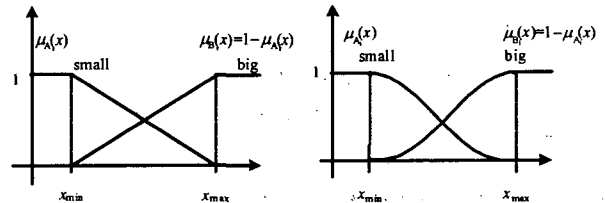


그림 12. 퍼지시스템에서 사용된 삼각형과 가우시안형 멤버쉽 함수

Fig. 12. Triangular and Gaussian membership functions used in the fuzzy system

퍼지 시스템에서 퍼지규칙을 이용하여 동정할 비선형 시스템은 10개의 입력 변수를 갖는 휴머노이드 보행 로봇이며 각 입력 변수들은 두 개의 퍼지 집합을 갖는다. 퍼지 모델에서 IF-THEN 퍼지규칙은 다음과 같다.

Rule 1: If x_1 is A_1 , x_2 is B_1 , ..., x_{10} is J_1 , then $y_1 = f_1$

Rule 2: If x_1 is A_1 , x_2 is B_1 , ..., x_{10} is J_2 , then $y_2 = f_2$

...

Rule 1024: If x_1 is A_2 , x_2 is B_2 , ..., x_{10} is J_2 , then

$y_{1024} = f_{1024}$

규칙의 전반부에서 A_j, B_j, \dots, J_j 는 입력 변수 x_1, x_2, \dots, x_{10} 에 각각 연관된 퍼지변수들 이다. f_j 는 j번째 퍼지규칙의 후반부 상수이다.

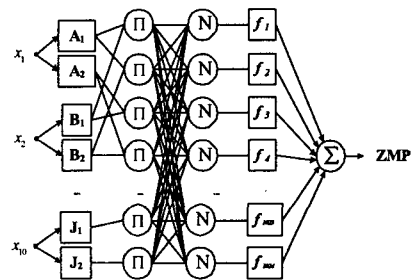


그림 13. 퍼지 시스템의 구조
 Fig. 13. Structure of the fuzzy system

그림 13은 퍼지 추론 시스템 구조이며 위에서 보인 퍼지 규칙에서 고려된 10개의 입력을 갖는 퍼지 모델을 나타낸 것이다. 각 입력은 그림 12에서 보여주는 것처럼 두 개의 멤버십 함수를 갖는다. 그림 13에서 Π 노드는 입력되는 신호의 곱을, N 노드는 모든 규칙의 적합도 합에 대한 특정 규칙의 적합도 비율을 계산한다. 최종적인 추론값 ZMP \hat{y} 는 다음과 같다.

$$\hat{y} = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ji} y_j}{\sum_{j=1}^n w_{ji}} = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ji} f_j}{\sum_{j=1}^n w_{ji}} \quad (2)$$

여기서, n , w_{ji} 는 j 번째 규칙, i 번째 데이터에 대한 전반부 멤버십함수의 적합도를 의미하고, 후반부 파라미터는 주어진 입력데이터를 이용하여 최소자승법에 의해 구한다.

3.2 시뮬레이션 결과

퍼지 시스템의 이용하여 추정모델을 구성하고, 성능의 정밀도는 MSE를 이용하여 평가하였다.

표 2. 이족 휴머노이드 로봇의 퍼지모델링 결과.
Table 2. Results of fuzzy modeling of biped humanoid robot

기울기 경사	멤버십 함수	MSE	
		x 축	y 축
0°	Triangular	4.325	4.615
+10°		8.125	5.579
0°	Gaussian	4.249	4.59
+10°		7.943	5.797

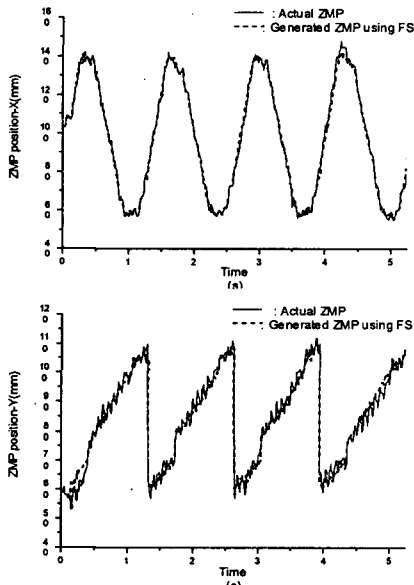


그림 14. 퍼지시스템으로모델링한 평지에서의 휴머노이드 로봇의 ZMP 좌표

Fig. 14. Modeled ZMP position of humanoid robot in walking on flat floor by fuzzy system

퍼지규칙의 전반부에서 삼각형과 가우시안 형태를 사용했을 때 이에 해당하는 결과를 표 2에 나타내었다. 표에서 알

수 있듯이, 로봇이 평지를 걸을 때의 모델링 결과가 비탈길을 걸을 때 보다는 우수하다는 것을 알 수 있다. 또한 삼각형 멤버십함수보다는 가우시안형 함수의 모델링 결과가 좀 더 좋다는 것을 알 수 있다. 이때의 ZMP 위치와 이에 해당되는 각각의 ZMP 궤적을 그림으로 나타내면 그림 14-17이 된다.

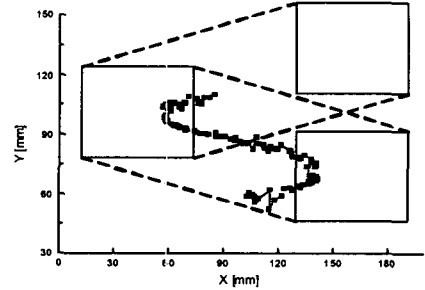


그림 15. 그림 14에 해당되는 휴머노이드 로봇의 ZMP 궤적
Fig. 15. ZMP trajectory of the humanoid robot corresponding to Fig. 14

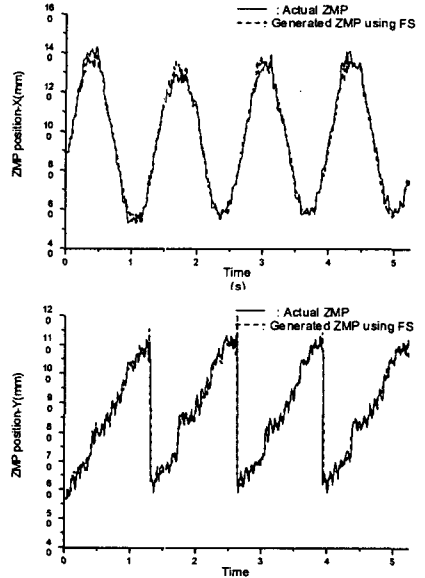


그림 16. 퍼지시스템으로모델링한 경사면에서의 휴머노이드 로봇의 ZMP 좌표

Fig. 16. Modeled ZMP position of humanoid robot in walking on slope by fuzzy system

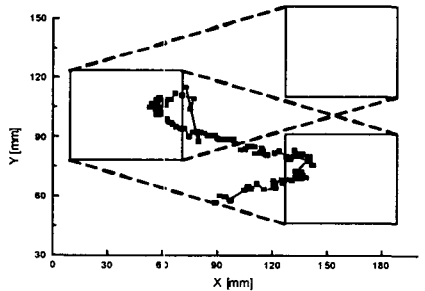


그림 17. 그림 16에 해당되는 이족 휴머노이드 로봇의 ZMP 궤적

Fig. 17. ZMP trajectory of the humanoid robot corresponding to Fig. 16

퍼지시스템의 모델링 결과를 비교하기 위해 다음과 같은 수학적 모델을 구성하여 성능평가를 행하였다. 수학적 모델은 2개의 서로 다른 다항식으로 구성되었고 두 개의 입력 변수로 구성된 일반적인 형태를 예로 들면 다음과 같다.

$$\text{Type 1} = c_0 + c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_1^2 + c_4x_2^2 + c_5x_1x_2$$

$$\text{Type 2} = c_0 + c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_1^2 + c_4x_2^2$$

표 3. 이족 휴머노이드 로봇의 수학적 통계 모델 결과.
Table 3. Results of numerical model of biped humanoid robot

기울기 경사	수학적 모델 형태	MSE	
		x 축	y 축
0°	Type 1	7.780	13.558
	Type 2	13.018	21.420
10°	Type 1	34.421	50.216
	Type 2	13.661	15.560

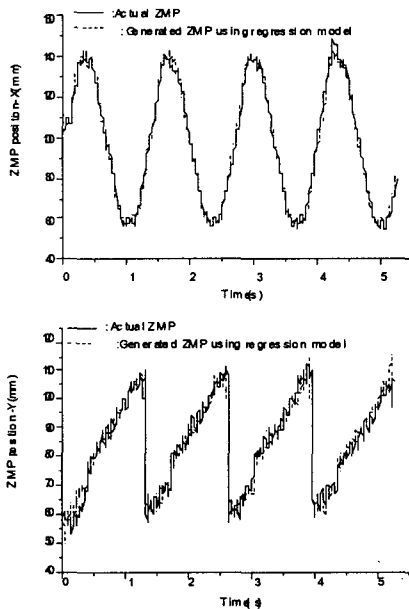


그림 18. 수학적 모델로 모델링한 평지에서의 휴머노이드 로봇의 ZMP 좌표

Fig. 18. Modeled ZMP position of humanoid robot in walking on floor by numerical model

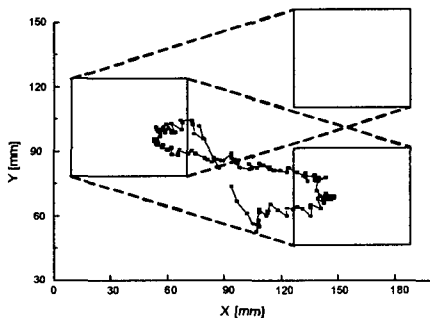


그림 19. 그림 18에 해당되는 이족 휴머노이드 로봇의 ZMP 궤적

Fig. 19. ZMP trajectory of the humanoid robot corresponding to Fig. 18

위에서 보인 수학적 모델의 결과를 표 3에서 정리하였다. 표에 나타난 결과값으로 알 수 있듯이 Type 1 모델의 결과값이 Type 2보다 훨씬 우수한 것을 알 수 있다. 하지만 퍼지시스템과 비교하면, 퍼지시스템의 정밀도가 상당히 좋다는 것이 입증되었다. 그림 18-21에서 표 3에서 보인 수학적 모델의 ZMP 위치와 이에 해당되는 궤적을 나타내었다.

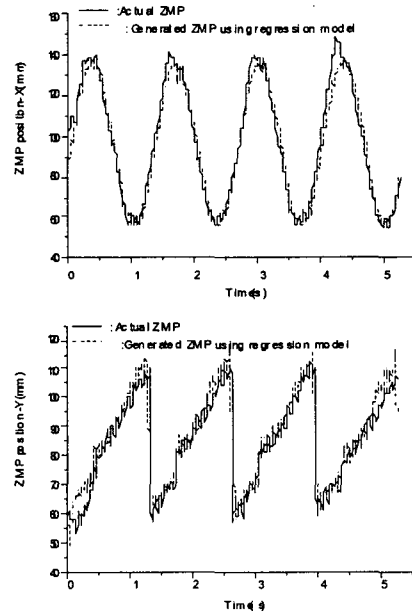


그림 20. 수학적 모델로 모델링한 경사에서의 이족 휴머노이드 로봇의 ZMP 좌표

Fig. 20. Modeled ZMP position of humanoid robot in walking on slope by numerical model

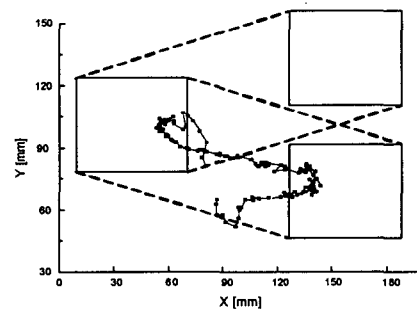


그림 21. 그림 20에 해당되는 이족 휴머노이드 로봇의 ZMP 궤적

Fig. 21. ZMP trajectory of the humanoid robot corresponding to Fig. 20

4. 결 론

본 논문에서 실제 이족 휴머노이드 로봇의 ZMP 궤적을 퍼지시스템으로 모델링 한 내용을 다루었다. ZMP 궤적은 복잡하고 비선형적인 특성을 내포하여 다루기 힘든 보행 로봇의 균형을 위해 중요한 기준이 되었다. 이족 휴머노이드 로봇에서 중요변수들과 일정한 관계를 정립하고 법칙을 설명하기 위해 퍼지시스템이 이족 로봇의 ZMP 궤적을 모델링 하는데 적용되었다. 또한 평평한 지면과 경사면에서의 실제로 구현된 이족 로봇의 보행을 통해 ZMP 데이터를 얻었다.

모델링 방법은 퍼지시스템을 이용하였으며, 멤버쉽함수의 형태에 따라 각각 다른 성능을 보였으며 퍼지시스템으로 추정된 ZMP 궤적은 실제의 것과 유사함을 알 수 있었다. 모델링 작업과 관련하여, 학습데이터는 10개 입력변수에 대하여 각각 524개의 데이터가 사용되었으며, 과도한 모델링 성능을 위한 하이브리드 학습기법이나 과중한 연산부담을 주는 다양한 학습은 사용되지 않았으며, 일반적인 파라미터 동조법인 최소자승법만을 사용하여 모델링하였다. 시뮬레이션 결과로부터 알 수 있는 것은 퍼지시스템이 휴머노이드 로봇의 ZMP 궤적을 모델링 하는데 유용하게 사용되었으며 앞으로 이를 이용하여 효과적인 제어시스템을 구현하여 좀더 인간의 보행과 유사한 이족 보행 로봇을 구현 할 수 있으리라는 것이다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 특정기초 연구(R01-2005-000-11044-0) 지원으로 수행된 연구로서, 관계부 처에 감사드립니다.

참 고 문 헌

[1] 최진영, 류제훈, 오용환, 유범재, 오상록, "소형 휴머노이드 '베이비봇' 개발," 제어, 자동화, 시스템 공학회지, vol. 10, no. 4, pp. 29-34, 2004.
 [2] 성영휘, "소형 인간형 로봇의 개발," vol. 10, no. 5, pp. 22-27, 2004.
 [3] 김정엽, 박일우, 오준호, "휴머노이드 로봇 KHR-2의 개발," 제어, 자동화, 시스템 공학회지, vol. 10, no. 4, pp. 13-18, 2004.
 [4] M. Vukobratovic, B. Brovac, D. Surla, D. Stokic, *Biped Locomotion*, Springer Verlag, 1990.
 [5] A. Takanishi, M. Ishida, Y. Yamazaki, I. Kato, "The realization of dynamic walking robot WL-10RD," *Proc. Int. Conf. on Advanced Robotics*, pp. 459-466, 1985.
 [6] K. Hirai, M. Hirose, Y. Haikawa, T. Takenaka, "The development of Honda humanoid robot," *Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation*, pp. 1321-1326, 1998.
 [7] K. Erbatur, A. Okazaki, K. Obiya, T. Takahashi, A. Kawamura, "A study on the zero moment point measurement for biped walking robots," *7th International Workshop on Advanced Motion Control*, pp. 431-436, 2002.
 [8] J. H. Park, and Y. K. Rhee, "ZMP Trajectory Generation for Reduced Trunk Motions of Biped Robots" *Proc. IEEE/RSJ Int. Conf. Intelligent Robots and Systems, IROS '98*, pp. 90-95, 1998.
 [9] J. H. Park, and H. C. Cho, "An On-line Trajectory Modifier for the Base Link of Biped Robots to Enhance Locomotion stability," *Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation*, pp. 3353-3358, 2000.

[10] M. Vukobratovic, and B. Borovac, "Zero-Moment Point-Thirty Five Years of Its Life," *Int. J. Humanoid Robotics*, vol. 1, no. 1, pp. 157-173, 2004.
 [11] S. Tak, O. Song, and H. S. Ko, "Motion Balance Filtering," *EUROGRAPHICS 2000*, vol. 19, no. 3, 2000
 [12] FlexiForce A201 Sensor Model, <http://www.tekscan.com/flexiforce/flexiforce.html>
 [13] T. Takagi and M. Sugeno, "Fuzzy Identification of Systems and Its Applications to Modeling and Control," *IEEE Trans. Syst., Man, Cybern., SMC-15*, pp. 116-132, 1985.
 [14] Y. Hasegawa, T. Arakawa, T. Fukuda, "Trajectory generation for biped locomotion robot," *Mechatronics*, vol. 10, pp. 67-89, 2000.
 [15] K. Mitobe, G. Capi, Y. Nasu, "A new control method for walking robots based on angular momentum," *Mechatronics*, in press
 [16] J. H. Park, "Fuzzy-logic zero-moment-point trajectory generation for reduced trunk motions of biped robots," *Fuzzy sets and systems*, vol. 134, pp. 189-203, 2003

저 자 소 개

김 동 원 (金 東 源)



1974년 03월 13일생. 2002년~현재 고려대학교 전기공학과 박사과정 수료.
 관심분야: 소프트 컴퓨팅기반 뉴로-퍼지 시스템, 이족 휴머노이드 로봇설계 및 모델링, GMDH 타입 알고리즘 및 지능제어.
 E-mail : upground@korea.ac.kr

박 귀 태 (朴 貴 泰)



1947년 10월 25일생. 1975년 고려대학교 전기공학과 졸업. 1977년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1981년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 1978~1981 광운대학교 전기공학과 조교수. 1981년~현재 고려대학교 전기공학과 교수. 2000~현재 (사) IBS KOREA 회장.
 관심분야: 퍼지 및 신경망, 컴퓨터 비전, 지능제어, 인텔리전트 빌딩시스템 및 정보통신.
 Tel : 02-929-5185, Fax : 02-929-5185
 E-mail : gtpark@korea.ac.kr