

적응형 오실레이터기반의 이족보행 제어 Adaptive Oscillators: its application to biped locomotion control

*#유재관¹, 임태웅¹, 백주현¹

*#J. K. Ryu(jaekwan_ryu@lignex1.com)¹, T. W. Um¹, J. H. Baek¹

¹LIG 넥스원

Key words : Neural oscillator, Biped robot, Central pattern generator, Biologically-inspired approaches

1. 서론

휴머노이드 로봇의 보행 등의 반복·주기적인 동작에 안정적인 동기화가 가능한 적응형 뉴럴 오실레이터(frequency-adaptive neural oscillator)기반의 이족보행 제어 아키텍처를 제안하고 동역학 시뮬레이션을 통해 성능을 확인하고자 한다.

2. 주파수 적응형 오실레이터

Matsuoka 뉴럴 오실레이터 등의 기존 오실레이터는 변화하는 입력신호에 대해 일정한 위상차로 유지하며 동기화하기 어렵다. (Fig. 2) 따라서, 기존 Matsuoka 뉴럴 오실레이터 모델에 주파수 학습규칙(frequency adaptation rule)을 추가함(Fig. 1)으로 입력신호의 주파수 변화에 강인한 적응형 오실레이터를 구성하였다.

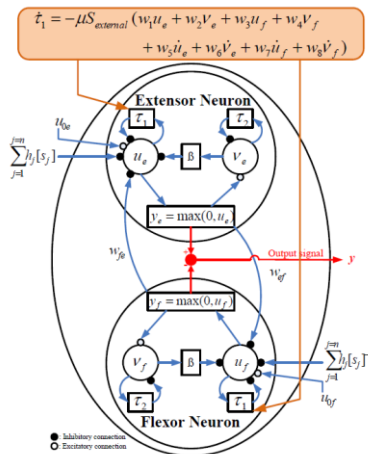


Fig. 1 Adaptive Matsuoka's oscillator

Fig. 2 와 같이, 주파수 적응형 오실레이터는

입력신호의 주파수변화에 일정한 위상차를 두고 동기화함을 볼 수 있다.

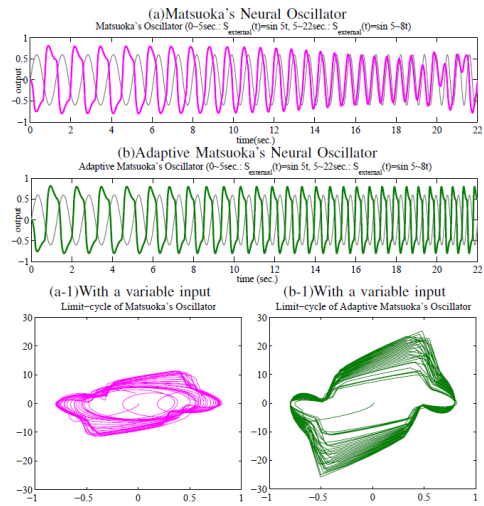


Fig. 2 Frequency adaptation property of adaptive Matsuoka's oscillator

3. 이족보행 제어 아키텍처

Fig. 3 은 휴머노이드 로봇의 이족보행을 위한 제어 아키텍처이다. 앞 절에서 소개한 주파수 적응형 뉴럴 오실레이터를 활용하여 보행패턴 발생기를 구현하였고 로봇의 발바닥에 위치한 접촉센서 신호가 직접 피드백이 되도록 구성하였다. 아울러, 로봇 바디의 자세제어를 위해서 도립진자 모델로 단순화하여 LQR 제어기를 설계/적용하였다. 그리고 지면 반발력을 흡수하고자 가상 스프링-댐퍼 시스템을 채용하여 지면충격에 대한 영향을 최소화하였다.

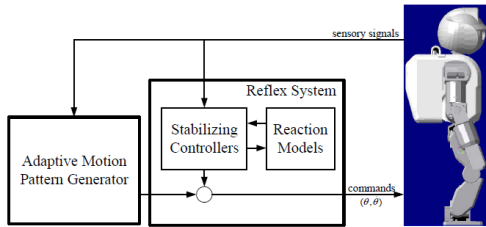


Fig. 3 Scheme of locomotion control architecture

4. 결론

본 논문에서는 주파수 적응형 뉴럴 오실레이터를 소개하였고 이를 기반으로 휴머노이드 로봇의 이족보행을 위한 적응형 오실레이터 네트워크 기반의 제어개념을 제안하였다. 주파수 적응형 뉴럴 오실레이터는 입력 센서신호와 일정한 위상차를 갖고 동기화 및 수렴하는 특성과 노이즈 등의 외란에 강인한 특성을 갖고 있어서 외부와 상호작용하면서 안정적인 패턴을 생성해 낼 수 있다. 제안된 제어개념을 휴머노이드 로봇의 이족보행에 적용하여 가능성을 확인하고자 다물체 시뮬레이션이 가능한 RecurDyn 과 MATLAB Simulink 를 활용하여 수행하였다. Fig. 4, 5, 6 에서와 같이 로봇 보행 시 평면에서 경사면에 접촉함으로써 발생하는 외부 접촉신호의 변화에 따라 보행 패턴이 안정적으로 동기화하는 것을 확인할 수 있다.

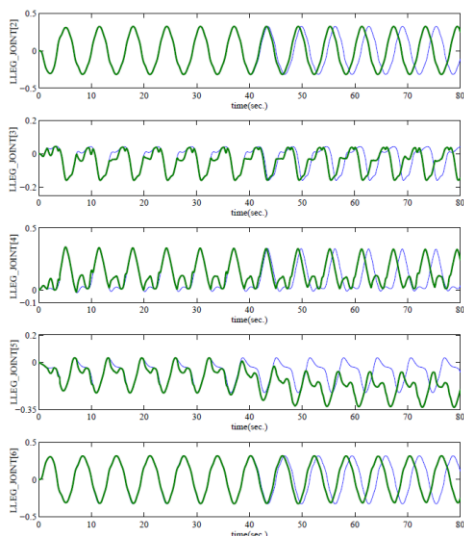


Fig. 4 Joint angle variations of left leg (rad.) during walking on slope terrain (blue lines mean nominal trajectories)

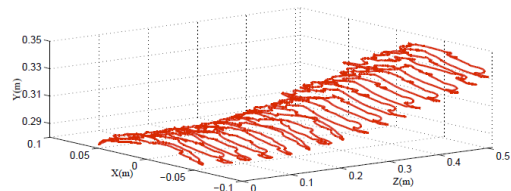


Fig. 5 COM position during walking

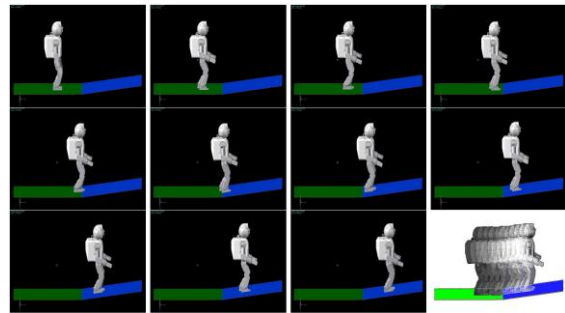


Fig. 6 Snapshots while walking on slope terrain

참고문헌

1. G. Taga, Y. Yamaguchi, H. Shimizu, "Self-organized control of bipedal locomotion by neural oscillators in unpredictable environment", *Biological Cybernetics*, vol. 65, pp. 147-159, 1991.
2. A. J. Ijspeert, J. Hallam, and D. Willshaw, "From lampreys to salamanders: Evolving neural controllers for swimming and walking", In *Fifth Intl Conf on Simulation of Adaptive Behavior*, pp. 390-399, 1998.
3. J. Nishii, "A learning model for oscillatory networks", *Neural Networks*, vol. 11, pp. 249-257, 1998.
- K. Matsuoka, "Sustained oscillations generated by mutually inhibiting neurons with adaptation", *Biological Cybernetics*, vol. 52, pp. 97-111, 1985.