

# 동기화를 이용한 동작의 적응성 향상

김상원<sup>o</sup> 이기석 김용완 최진성 김하진\*

전자통신연구원

\*아주대학교

(ghyme<sup>o</sup>, mvr\_lks, ywkim, jin1025)@etri.re.kr

## An Enhancement of Adaptative motion using Synchronization

Sang-Won Ghyme<sup>o</sup> Ki-Sul Lee Yong-Wan Kim Jin-Song Choi Ha-Jin Kimn\*

Medical VR Team, Dept. of VR Research and Development, ETRI.

\*Ajou University

### 요 약

정운동학을 이용하여 인간의 걷는 동작을 표현함에 있어 제어의 단순화와 환경에 대한 적응성은 매우 중요하다. 무게중심을 이용한 동작제어방법은 제어의 단순화에 많은 기여를 하였으나, 환경에 대한 적응성은 크게 만족시키지 못하였다. 본 논문에서는 걷는 동작의 내부동작들을 동기화하여 환경에 대해 적응성을 높이는 방법에 대해 살펴본다.

### 1. 서론

컴퓨터 애니메이션분야에서 인간의 걷는 동작에 대한 매우 많은 연구들이 행해지고 있다([2]). 또한, 두발만이 아닌 여러 발을 사용하여 걷는 다른 종류의 물체들의 걷는 동작들에 대한 연구([3], [5])들도 많이 행해지고 있다.

이러한 걷는 동작들에 대한 연구는 대상 물체가 처한 환경이 평면인 경우가 대부분이며, 간혹 빗면을 타고 올라가는 경우와 같은 단순굴곡면에 대한 연구가 있어왔다([3], [5]). [1]은 운동중심을 이용한 정운동학적 동작제어 방법으로 완만한 오르막, 내리막 지면에 대한 제한된 적응성을 보인다.

본 연구에서는 걷는 동작에 필요한 내부동작들을 새롭게 관리함으로써 [1]에서 보인 제한된 적응성을 향상시키고자 한다.

### 2. 관련연구

[3]에서, SAN(Sensor-Actuator Network)이라는 제어구조를 이용하여 여러발달린 물체의 걷는 동작을 제어하는데, 오르막길에 있어서 제한된 적응성(여기서는 굴곡면에 대한 SAN이 내놓은 해의 강인성(Robustness)으로 설명)이 있음을 보인다.

[5]에서, 여러발이 달린 곤충의 걷는 동작에 있어 자체 Compliant System을 이용하여 굴곡면에서 적응성(Adaptation)이 있음을 보인다.

[1]은 운동중심을 이용한 정운동학적인 동작제어 방법을 걷는 동작에 사용할 때 완만한 굴곡이 있는 면에서 적응성을 가짐을 보이고 있다. 그러나, 다음 굴곡이 있는면의 시작직후에 보이는 동작의 뒤틀림은 굴곡면에 대한 적응성을 떨어뜨린다. 본 논문에서는 이러한 동작의 뒤틀림을 없앴으로써 굴곡면에 대한 적응성을 높이고자 한다.

### 3. 동작의 동기화

#### 3.1 비동기적인 동작

[4]는 걷는 동작을 각 발이 지면에 착지하는 두 번의 동작을 1Cycle로 계속 반복되는 것으로 정의 하였다. 그러나, 1Cycle내 두 동작 중 왼쪽발이 착지해서 다시 오른쪽발이 착지할때까지 각 구성체들의 회전량과 각속도로 표현되는 내부 동작들은 다음과 같이 표현된다.

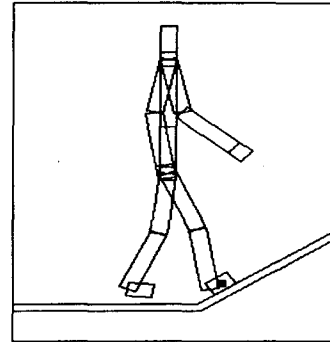


그림 2. 빗면을 만날때

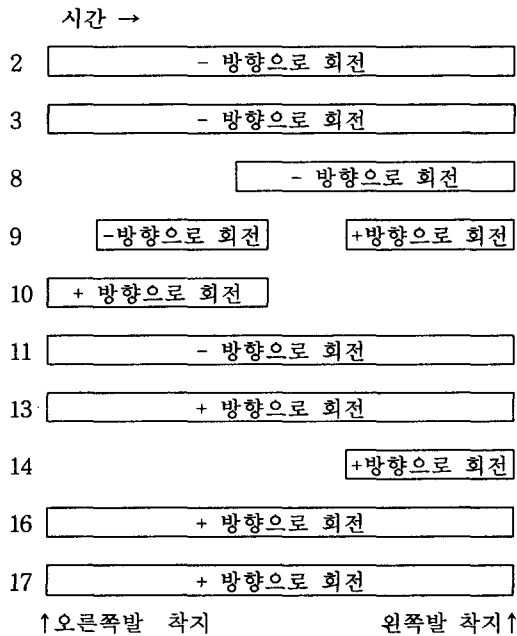


그림 1. 오른쪽 발이 착지 하였을때를 시작으로 왼쪽 발이 착지할 때 까지 각 구성체들의 내부 동작들 (2, 3은 왼팔, 16, 17은 오른팔, 8, 9는 왼쪽 다리, 11, 13은 오른쪽 다리, 10은 왼쪽 발, 14는 오른쪽발을 각각 나타낸다)

그림 1은 시간에 대해 각 구성체들이 갖는 내부 동작들이 사슬처럼 연결되어 있는 순서대로 실행 되는 것을 보인다. 그런데, 그림 2처럼 발이 빗면을 만나는 경우 그림 3과 같이 내부동작의 수행에 있어 변화를 가져온다.

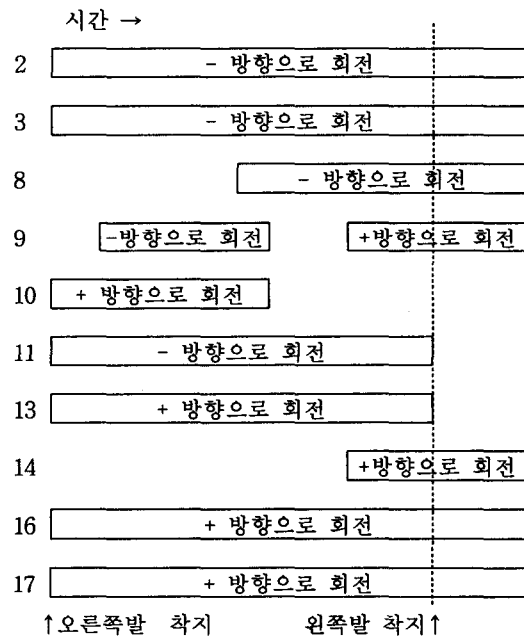


그림 3. 오르막 빗면 위에 착지할 때 평면일때보다 일찍 착지함

그림 3과 같이 예정보다 일찍 착지하게 되면 모든 내부동작들은 미처 내정된 동작을 완료치 못하고 바로 다음 동작으로 넘어가야 한다. 이러한 내부동작의 미완료는 전체적인 동작에도 영향을 끼쳐 동작의 뒤틀림이 발생시킨다. 즉, 보폭의 심한 변화를 가져오게 된다. 이런 변화는 굴곡의 돌입부분에서 동작의 어색함으로 나타나게 된다. 물론 이러한 변화는 곧 완화되고, 빗면에 적응하여 다시 규칙적인 보폭을 생성해내지만 아직 뒤틀림의 잔

재를 포함하고 있다. 그림 4는 이러한 변화들을 그래프로 도식화해본 것이다.

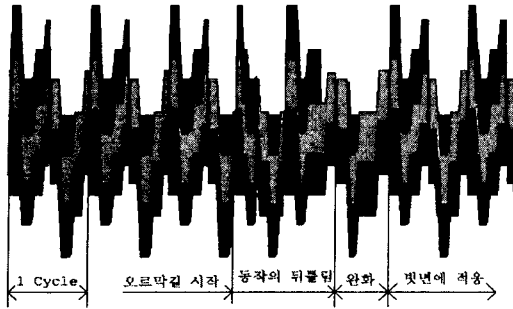


그림 4. 빗면을 만난 걷는 동작의 패턴 변화

### 3.2 동기화된 동작

동작 뒤틀림의 원인은, 부연하자면, 미완료된 동작은 다음 동작 또한 계속 미완료상태로 남기게 하는데 있다. 물론 많이 완화되지만 전체적으로 동작의 어색함으로 계속 남게 된다.

이러한 문제의 해결책은 착지하였을 때 미완료된 내부동작들이 있더라도 다음동작들에 대해 영향을 주지 않도록 하는 것이다. 이렇게 하기 위해서는 내부동작들을 유연하게 해야한다. 내부동작들은 이미 정해진 회전량과 각속도를 이용해 동작의 크기가 고정되어 있는데 이는 현재 해당 구성체의 상태에 상관없이 구성체를 회전시키므로 구성체의 상태가 바뀌는 경우에 있어서도 일정한 동작을 얻는 것이 불가능하다. 따라서 구성체의 상태에 관계없이 일정한 동작을 얻기 위해, 현재 구성체의 상태로부터 원하는 동작을 얻는데 필요한 회전량과 각속도를 유연하게 결정하게 한다. 즉, 각 구성체들의 목표 동작에 동기화를 시키는 것이다.

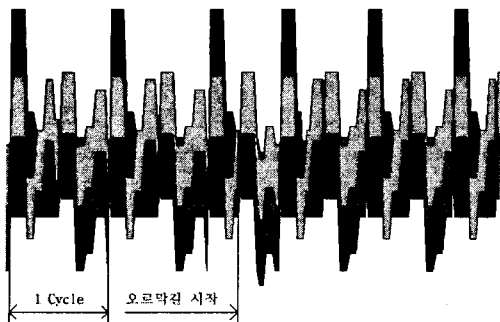


그림 5. 동기화를 이용한 동작의 패턴

동작의 동기화는 1 Cycle의 지속시간이 짧아지거나 길어진다고 해도 다음동작에서 각 구성체들은 변화된 지속시간에 맞추어 회전량과 각속도를 변화시키므로 동작을 제대로 완료할 수 있게된다. 그림 5는 이렇게 동작을 동기화 했을 때의 동작패턴을 보인것이다.

그림 4에서는 다음 착지시간의 변화로 인한 동작의 미완료로 다음동작이 앞동작들과 비슷하지 않은 약간다른 형태의 패턴을 갖는다. 그리고 이 영향으로 인해 그 다음 동작은 뒤틀림이 증폭되어 버렸다. 그러나, 그림 5를 보면 미완료 동작 다음의 동작패턴이 그이전과 유사하며 그 다음동작에서도 미완료로 인한 동작패턴의 변화가 없이 바로 빗면에 적응된 형태로 바뀔을 알 수 있다.

## 4. 결론

동기화를 이용한 동작은 빗면에 대한 적응성을 향상시켜주었다. 그러나, 보다 일반적인 굴곡면(거친면이나 계단 등)에 대해서는 부족한점이 많이 있다. 환경에 적응하기 위해서는 외부와 많은 상호작용이 필요하다. 이에 현실에서 눈으로 보는 판단이 불가능하므로 감지(Sensing)에 의해 적응성의 향상에 대한 연구가 더욱 진행되어야 할 것이다.

### [참고문헌]

- [1] 김상원, "운동중심을 이용하는 3차원 컴퓨터 애니메이션을 위한 적응동작", 아주대학교 석사학위논문, 1996. 12
- [2] Ronan B., Nadia T., Daniel T., "A global human walking model with realtime kinematic personification", Visual Computer, 6, pp344-358, 1990
- [3] Michael, M., David, Z., "Dynamic Simulation of Autonomous Legged Locomotion", ACM Computer Graphics, 24, 4, pp. 29-38, 1990
- [4] Cary B.P., Norman I.B., "Interactive Behaviors for Bipedal Articulated Figures", ACM Computer Graphics, 25, 4, pp 359-362, 1991
- [5] Michael van de P., Eugene F., "Sensor-Actuator Networks", ACM Computer Graphics(Proc SIGGRAPH), 1993