

# PDA를 이용한 스네이크 로봇의 동작 제어

## Moving Control of Snake Robot Using PDA

박 광식\*, 유 영선\*, 주 영훈\*, 두 평수\*\*, 박 현빈\*\*

Kwang-Sick Park, Young-Sun You, Young-Hoon Joo, Pyoung Soo Doo, Hyun Bin Park

\* 군산대학교 전자정보공학과      \*\* 호원대학교 전기공학과

### 요 약

생체 모방 공학이란 자연의 생명체가 보여 주는 행동이나 구조, 그들이 만들어 내는 물질등을 연구해 모방함으로써 인간 생활에 적용하려는 기술이다. 본 논문은 이러한 모방 공학에서 비롯되어 생물학적 뱀이 가지고 있는 특징 중 자유로운 이동 모션이나 좁은 공간을 유연하게 통과하는 성질을 로봇에 응용한다. 연구 목표로서 먼저 뱀의 가장 큰 특징인 사인 파형의 이동모션 원리와 동작방법에 대해 설명하며 실험과 시뮬레이션을 통해 실현 가능성을 검증한다. 또한 자율 이동시 센서를 이용 장애물을 회피하며 PDA를 제어기로 사용하여 Snake Robot를 제어한다.

## 1. 서 론

자연의 생명체가 보여 주는 특이한 행동이나 구조 및 특징들은 인간이 모방할 수 있는 많은 맹점들을 가지고 있다. 이러한 맹점을 로봇에 응용 “로봇 - 인간간의 상호작용거리”라는 개념을 도입하여 로봇과 인간과의 거리를 좁히는 인간 친화적 로봇을 개발한다. 본 논문에서는 이러한 목표 달성을 위해 생물학적 뱀을 로봇에 적용한다. 생물학적 뱀은 손과 발이 없이 배의 근육만을 이용해서 이동하지만 그 이동 모션은 매우 우와하고 부드러우며 여러 가지 환경적 변화 즉 표면의 감도와 장애물 포착시에 잘 반응한다. 또한 이러한 뱀의 특징은 현재 보행 로봇의 부자연스러운 이동과 더딘 보행에 비해 뱀의 매끄러운 이동이 가능하기 때문에 감시 및 탐사 목적에 응용할 수 있다. 그러기 위해 먼저 Snake Robot의 이동 원리와 동작 방법을 설명하고 초음파 센서를 장착해서 장애물 감지 및 회피하는 알고리즘을 실험과 시뮬레이션을 통해 검증한다. 또한 산업용 로봇 형태에서 벗어나 개인용 로봇 중심으로 변화하는 시점에서 홈 서비스 로봇의 형태로 무선 통신망인 PDA 제어를 통해 오프라인 방식으로 Snake Robot을 제어하는 방법을 제안한다.

## 2. 스네이크 로봇 시스템

### 2.1 시스템 구조

Snake Robot은 Head와 Body 두 가지의 Module로 구성된다. Head Module은 다시 세부적으로 제어장치(Controller)와 감지장치(Sensor)로 나누어 진다. 그림 1은 전반적인 시스템 구성을 보여준다.

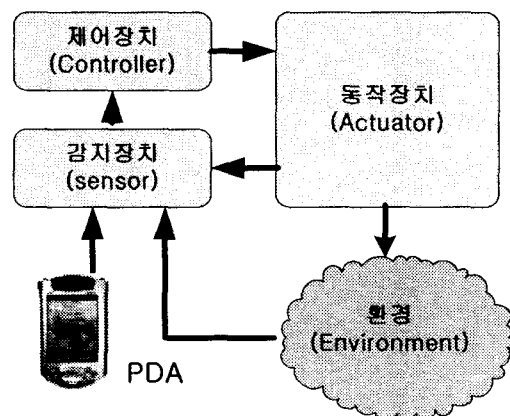


그림 1 전체 시스템 구성도

제어장치(Controller)로는 ATMEGA128을 사용한다. ATMEGA128은 8bit RISC Micro Controller로써 프로그램 메모리를 내장하고 있기 때문에 외부

에 ROM를 장착할 필요가 없으며 또한 ISP(In-System-Programming) 기능이 있으므로 롬 라이터 없이 PC상에서 직접 프로그램을 다운로드 할 수 있는 장점이 있다. 동작장치(Actuator)는 총 11개의 마디로 구성되어 있으며 모터는 소형이며 펄스만으로 각도를 쉽게 제어할 수 있는 RC서보 모터를 사용한다. 감지장치(Sensor)로는 초음파 센서를 사용한다. 초음파 센서의 감지 거리는 3cm-3m이며 장애물과 Robot의 거리를 입력으로 하여 장애물을 회피하며 자세를 보정한 후 주행한다. PDA 제어를 위해 적외선 센서를 사용한다. PDA에서 보내는 펄스의 길이로 전·후 좌·우 방향 전환을 제어할 수 있도록 구성한다. 그림 2는 스네이크 로봇의 외형이다.

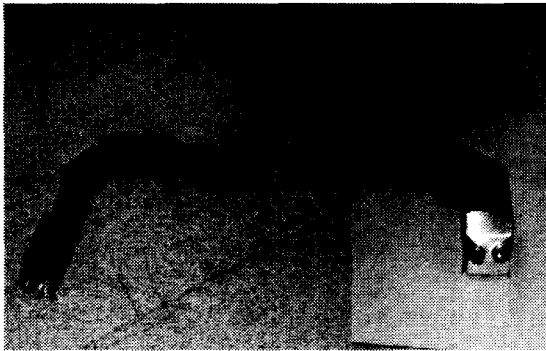


그림 2 Snake Robot의 외형

2.2 스네이크 로봇의 동작

2.2.1 Background

생물학적 뱀의 주행 모션은 Lateral undulatory Motion, Rectilinear Motion, Concertina Motion, Side\_Winding Motion 4가지가 있는데 그 중에서 Concertina Motion을 응용하였다.

Concertina Motion은 일명 아코디언식 운동이라 하며 미끄러운 표면 또는 축선 물결운동이 되지 않는 좁은 장소를 지날 때 쓰인다. 이동 방법은 아코디언 바람통처럼(지그재그로) 접고 몸통 앞부분을 밀어서 몸을 고정시킨다. 그 다음 몸통 뒷부분을 잡아당긴다. 이런 동작을 순차적으로 반복하면서 전진하게 된다.[1] 다음 그림은 Snake Robot의 주행 가능성 확인을 위해 Skateboard의 동작 원리 및 Snake Robot 구조이다.

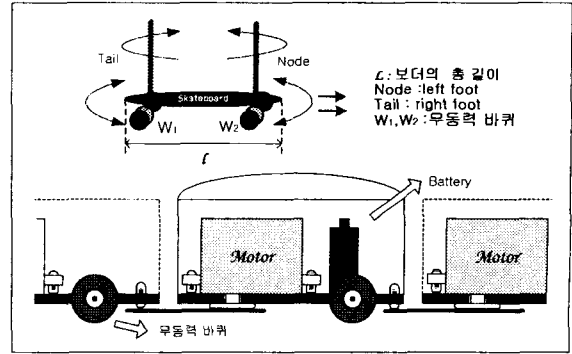


그림 3 Skateboard의 동작 원리 및 Snake Robot의 구조

틱택(Tick-tack)은 Skateboard의 주행 기술중의 하나이다. 틱택의 원리는 앞발은 node에 뒷발은 tail에 올려놓고 보드의 node를 좌우로 흔들면서 전진하는 기술이다. 이 기술로부터 축의 회전 통해 이동 가능성을 확인했다. Skateboard의 이동 기술을 바탕으로 스네이크 로봇이 제작되었다. 이제 기구학을 이용한 각 관절 값을 구하고 이동 경로를 추적해 본다.[2]

2.2.2 기구학을 이용한 각 관절 값

Snake Robot의 sine파형을 만들기 위해 12관절은  $\theta$  값을 갖는다.

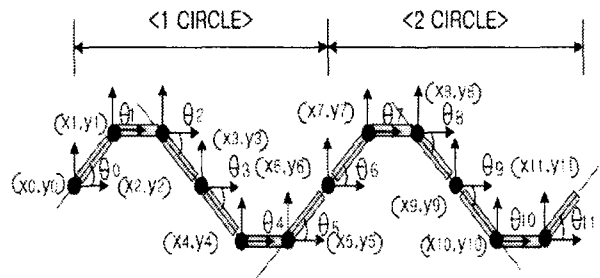


그림 4 Snake Robot의 기구학적 구조

초기  $\theta_0$  값부터 시작해서 다음과 같은 각 관절을 값들이 구해진다.

$$\theta_0 = \cos^{-1} \frac{x_1 - x_0}{l}$$

$$\theta_1 = \cos^{-1} \frac{x_2 - x_1}{l} - \theta_0$$

$$\theta_2 = \cos^{-1} \frac{x_3 - x_2}{l} - (\theta_0 + \theta_1)$$

$$\begin{aligned} & \vdots \\ & \vdots \\ \theta_{10} &= \cos^{-1} \frac{x_{11} - x_{10}}{l} - \left( \sum_{n=0}^9 \theta_n \right) \\ \theta_{11} &= \cos^{-1} \frac{x_{12} - x_{11}}{l} - \left( \sum_{n=0}^{10} \theta_n \right) \end{aligned}$$

위의 관절 값을 유지하면서 모터는 순차적으로 이동한다. 즉, 1관절부터 위의 값을 가졌다면 다음에는 2관절부터 다음은 3관절부터 값을 가지면 된다. 이러한 순차적 이동 중에 다음과 같은 거리 d가 유도된다.

$$d_{02} = 2l - \sqrt{(x_2 - x_0)^2 + (y_2 - y_0)^2}$$

$$d_{35} = 2l - \sqrt{(x_5 - x_3)^2 + (y_5 - y_3)^2}$$

⋮

다음은 위 식에서 구한  $\theta$  값과 미소 거리 d를 이용한 이동 궤적을 그린 시뮬레이션이다.

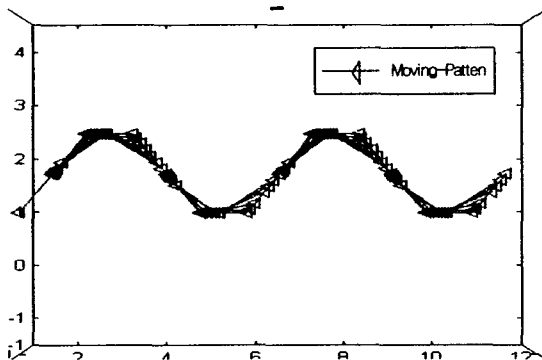


그림 5 Operation of Snake Robot

### 2.3 스네이크 로봇의 응용

#### 2.3.1 PDA 제어

PDA(Personal Digital Assistant)는 개인휴대정보 단말기로써 언제든지 입·출력할 수 있는 기기로 일정관리, 주소록, 캘린더 등 개인 생활과 관련된 정보를 관리하는 PIM(Personal Information Management)을 주 기능을 가지고 있다. 최근 무선 인터넷 인프라의 급속도의 확장으로 이제는 기존 PC를 대체할 새로운 플랫폼, 이른바 '포스트 PC'의 대표적인 정보통신 수단으로 PDA에 관심을 기울이고 있다. 이러한 PDA에서 제공하고 있는 적외선 포트를 이용하여 Snake Robot를 리모트 컨트롤 한

다. 그림 6은 마이크로소프트사에서 제공하는 eMbedded visual C++로 코딩한 리모트 컨트롤 프로그램이다. 7가지 명령으로 전후좌우 및 특이한 모션과 정지 명령이다.

그림 7은 Snake Robot의 적외선 센서에서 받은 출력 파형이다. 최초 Low에서 다음 Low 시점까지의 길이를 입력으로 받는다.

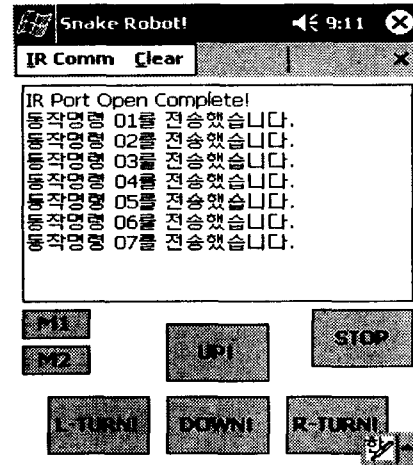


그림 6 PDA를 이용한 제어

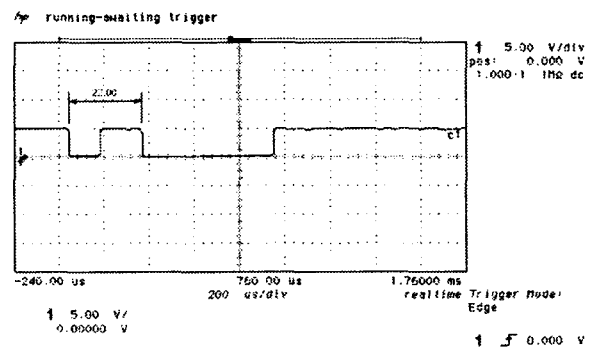


그림 7 Input of IR Sensor

#### 2.3.2 장애물 감지 및 회피

오프라인 방식으로 리모트 컨트롤은 가능하지만 스네이크 로봇은 주행 중 일어나는 상황을 즉각 대처할 수 있어야 한다. 그러기 위해 초음파 센서를 사용하여 물체를 감지하고 최적의 위치에서 물체를 회피한다. 먼저 초음파 센서에 의해 장애물을 회피할 수 있는 거리  $d_t$ 를 선정한다.

다음은 삼각함수 공식에  $\theta_t$ 를 구한다

$$\theta_t = \cos^{-1} \frac{d_t}{\sqrt{s_t^2 + d_t^2}}$$

여기서,  $d_t$  = 장애물과 로봇의 거리  
 $s_t$  = 충돌 안전거리

다음의 simulation을 통해  $\theta_t$ 의 변화량에 따른 Snake Robot의 장애물 회피를 확인 할 수 있다.

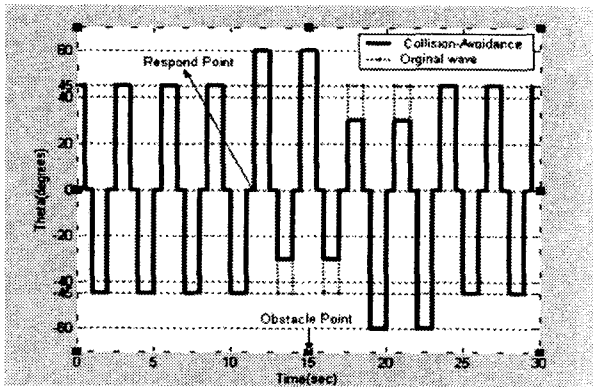


그림 8  $\theta_t$ 의 변화를 나타내는 simulation

한 연구“ 퍼지 및 지능시스템학회 논문지 2003, Vol. 13, No.1

[5] Sniky the Mechanical Snake, "http://laurent-chabin.chez.tiscali.fr/snake.htm"

[6] M. A. Lewis, D. Zehnpfennig, 'R7 : A Snake-Like Robot for 3-D Inspection", IROS 1994, Munich

### 3. 결론 및 향후과제

본 논문에서 생물학적 뱀의 특징을 로봇에 응용하여 이동 및 장애물 회피 그밖에 PDA로 로봇을 리모트 컨트롤 하는 방법을 제안하였다. 이동 모션은 매우 만족스러운 사인파 모션을 보였고 전·후 좌·우 자유롭게 이동하였다. 장착된 센서에 의해 자율 주행 중 장애물을 효과적으로 회피하였고 PDA를 이용한 리모트 컨트롤의 조작도 가능했다. 하지만 PDA와 적외선 센서와의 수신거리가 짧은 문제점이 나타났다. 추후 연구 과제로는 각종 센서를 장착하여 좀더 지능을 갖춘 로봇을 계획하고 실제 뱀과 유사한 3차원상의 스네이크 로봇에 대한 연구가 필요하다.

### 4. 참고문헌

- [1] K. J. Dowling, "Limbless Locomotion: Learning to Crawl with a Snake Robot"
- [2] 이창주, "PDA의 객체 관리 모듈 알고리즘", 서울 大學校 大學院, 1996.
- [3] K. P. Michael and Dehlwisch, "GMD Snake: A Semi-Autonomous Snake-like Robot"
- [4] 김성주, 김중수, 전홍태, "지능형 뱀 로봇에 관