

지자기 및 가속도 센서를 이용한 활동추적 시스템 개발

정환* · 강학성* · 정도운**

*동서대학교 일반대학원 유비쿼터스 IT학과, **동서대학교 컴퓨터정보공학부

Development Activity Tracking System

Using Accelerometer and Earth Magnetic Field Sensor

Hwan Jung* · Hag-Seong Kang* · Do-Un Jeong**

*Dept. of Ubiquitous IT, Graduate School, Dongseo University,

**Division of Computer & Information Engineering, Dongseo University

E-mail : gaiserne@gmail.com, dujeong@dongseo.ac.kr

요 약

본 연구에서는 실내의 활동추적 시스템을 위해 가속도센서와 지자기 센서를 이용하여 외부로부터 독립적인 소형의 관성항법장치를 제안하였다. 기존의 실내 위치추적은 주로 GNSS(global navigation satellite system)의 정보를 가져와 실내 환경에 맞게 초음파와 RSSI(received signal strength indicator)등을 이용하여 구성된 경우가 연구되었으나 이러한 위성항법은 좌표 값이 미리 저장된 고정 노드가 필수적이라는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 실내 환경과 같이 이동거리가 길지 않으며, 기존 환경 및 외부로부터의 영향에서 자유로운 관성항법을 이용한 실내 활동추적시스템을 제안하였다. 이를 위해 지자기 센서와 3축 가속도 센서를 사용한 신호 계측부와 Zigbee기반의 무선 센서 네트워크를 이용한 무선 전송부를 구성하였으며, 계측된 데이터의 분석으로부터 실내 위치추적의 가능성을 평가하였다

키워드

Keyword : INS, Location path tracking, Accelerometer, Earth Magnetic Field

1. 서 론

인구의 고령화와 더불어 건강에 대한 관심이 높아지고 있으며, 일상생활 중 지속적인 건강관리를 수행할 수 있는 유비쿼터스 헬스케어 기술이 부각되고 있다. 유비쿼터스 헬스케어의 다양한 응용분야 중 활동상태의 모니터링 및 실내에서의 위치추적을 통한 활동량 모니터링은 고령 인구의 활동징후 모니터링에 중요한 지표가 된다. 본 연구에서는 실내에서의 활동추적을 수행하여 활동상태 및 활동궤적을 추적하기 위한 기초연구를 수행하였다.

실내 위치추적에는 크게 두 가지로 나눌 수 있는데 가장 많이 쓰이는 방법으로 위치 값이 변하지 않는 참조노드를 미리 설치함으로써 참조노드와의 상대적 위치를 이용하여 대상의 위치를 추정하는 위성항법시스템이 있다. 이 방법의 경우 주로 무선통신, 영상처리, 초음파를 이

용한 방법들이 제시 되었다. 초음파와 무선통신을 이용한 방법 중 가장 잘 알려진 방법으로는 MIT에서 제안한 Cricket[1],[3]방식과 AT&T에서 제안한 Active Bat[2],[3]방식이 있다. 두 방식 모두 초음파와 무선 통신을 이용하며, 송수신 모듈 사이의 거리를 측정하여 위치를 추정한다는 점에서는 동일하나 초음파 센서를 이용한 Cricket 방식에서는 수신 위성, 송신 단말기로 구성하고, Active Bat방식에서는 송신 위성, 수신 단말기로 구성한다는 점이 다르다. 또한 카메라의 영상과 참조노드의 마커를 이용하여 영상에서 마커의 특징을 분석하는 방법과 무선통신의 RSSI를 통해 거리를 계산하여 삼변측량법으로 위치를 추정하는 방법이 연구되고 있다[3].

초음파 및 무선통신기법과는 차별화된 접근으로는 초기 위치로부터 상대적 위치이동을 측정하여 현재의 위치를 추정하는 INS기법이 있다.

이는 가속도, 각속도, 지구의 자기, 지구의 자전을 이용한 방법이 주로 사용되는데, 이러한 위치추적은 GNSS의 발달이전에는 가장 기본적인 장비였으나 현재로서는 항공기, 선박, 우주선과 같은 GNSS의 신호를 받지 못하는 경우에도 반드시 위치정보의 유지가 필요한 시스템에서 보조적으로 사용되고 있다. 기존의 INS시스템의 경우 정밀도는 높으나 부피가 커서 시스템의 다양한 응용분야 적용에는 한계가 있다.

본 연구에서는 일반가정에서의 활동상태 및 활동 궤적 추적이 적용할 수 있는 위치추적시스템을 구현하고자 하였다. 구현하고자하는 시스템은 장소에 대한 정보가 부족한 상태에서 주위 환경에 영향을 크게 받지 않으며, 추적을 위해 추가적인 조작이나 설치가 필요치 않은 휴대가 가능한 활동추적시스템을 구현하고자 하였다. 따라서 지형의 변화 등 외부의 환경에 따라 측정에 영향을 받는 위성항법시스템보다는 MEMS형 센서를 이용하여 착용이 가능한 소형의 관성항법시스템을 적용하여 활동추적시스템을 제안하였다.

II. 본 론

1. 활동추적시스템의 구성

본 연구에서는 활동상태 및 활동궤적을 추정하기 위하여 필수적인 정보인 속도와 방향의 추정을 위하여 가속도 센서와 지자기센서를 사용하였다. 먼저 지자기센서는 지구의 자장을 측정하여 자북의 위치로부터 방향을 0.0 ~ 359.9의 값으로 출력하므로 0.1도의 높은 정밀도의 측정이 가능한 장점이 있다. 그리고 속도의 추정을 위하여 속도 센서를 이용하였으며, 가속도 신호의 처리를 통해 속도를 추정하는 기법을 적용하였다. 본 연구에서 적용한 가속도 센서는 KXM-52 1050가속도 센서로서 기본적으로 -2g ~ 2g의 가속도를 측정할 수 있으며 Offset전압으로부터 1g에 대해 ±660mV의 전위 차이를 아날로그신호로 출력한다.

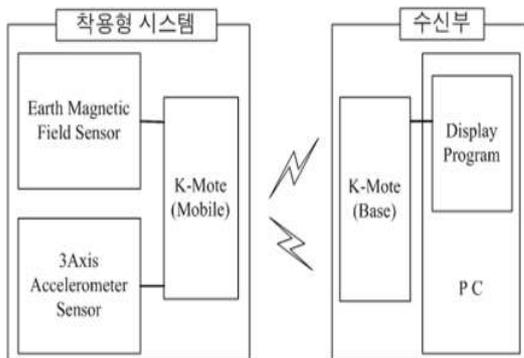


그림 1. 시스템의 구성도.

각각의 센서로부터 계속된 신호를 디지털 신호로 변환하기 위해 Zigbee 호환 무선 센서 노드인 아이엔테크 사의 K-mote를 사용하였으며, K-mote에 내장된 마이크로프로세서를 이용하여 초당 100샘플, 12-bit의 분해능으로 디지털 신호로 변환하였다. 구현된 전체 시스템의 구성을 그림 1에 나타내었다.

2. 무선 센서 네트워크 구성

계측된 데이터의 무선 전송을 위해 IEEE 802.15.4 무선네트워크 기술 기반인 Zigbee호환 모듈의 K-mote를 이용하였다. 이 모듈은 moteiv 사의 telos 플랫폼 기반의 설계가 이루어져 있으며, TI사의 16Bit RISC구조의 마이크로프로세서인 MSP430F1611을 내장하고 있으며 마이크로프로세서 내부에 48kB의 프로그램 메모리와 10kB의 RAM을 가지고 있다. 또한 내장된 12-Bit 분해능을 가지는 A/D변환기를 가지고 있으며, 16MHz의 고속 동작이 가능하다. 본 연구에서는 여기에 Task기반의 데이터 처리 후 Sleep모드를 유지하여 전력의 누수방지가 가능한 버클리 대학의 TinyOS를 탑재하였다.

추가적으로 시스템의 최적화를 위해 TinyOS의 컴포넌트를 ADC와 I2C, 무선 통신을 사용할 수 있도록 개발하였으며 컴포넌트 소스트리를 그림 2에 나타내었다.

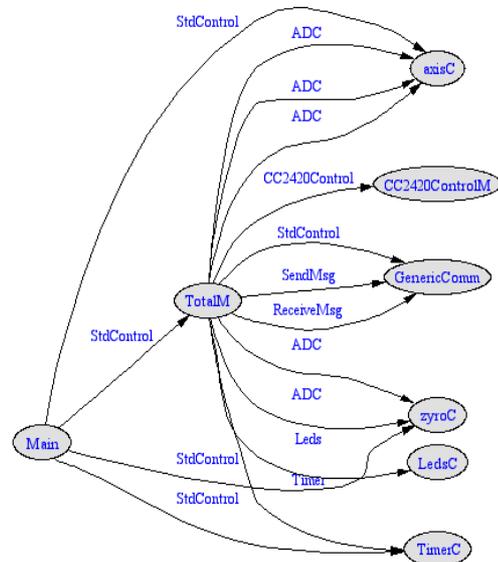


그림 2. 구현된 컴포넌트 소스트리.

무선전송부의 구현에 있어 한 번의 데이터 통신을 위해서는 많은 프레임 헤더를 필요로 하며, 이는 전송량의 증가에 따른 전력소모의 증가를 야기한다. 따라서 전력의 소모를 줄이고 데이터 전송 대역폭의 확보를 위해서 버퍼에 데이터를 모아두었다가 0.1초에 한 번씩 무선네트워크로

버퍼의 데이터를 전송하도록 하였다. 또한 패킷의 오류검출을 위해 CRC-16(cyclic redundancy check)을 적용하여 패킷의 오류를 검출하도록 하였으며, 실제 본 연구에서 적용한 패킷구조를 그림 3에 나타내었다.

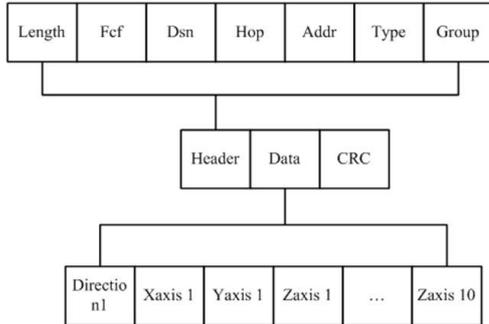


그림 3. 네트워크 패킷 구조.

3. 신호처리

실내 활동추적 시스템의 개발을 위하여 가속도 신호와 지자계 신호로부터 이동방향 및 속도를 추정하였다. 먼저 x, y, z 축을 지표면과 수평일 때와 수직일 때를 측정하였다. 이 값은 중력 가속도에 의해 수평일 때는 중력가속도의 영향을 받지 않는 값을 가지게 되고, 수직일 때 9.8m/s²의 중력가속도 값을 가지게 된다. 이를 기준으로 측정된 x, y, z 3축의 가속도 값을 기하학적으로 평균하여 SVM(signal vector magnitude)을 계산하고 다시 샘플링 시간간격 0.01초를 기준으로 DSVM(differential signal vector magnitude)을 계산하였으며 이를 수식 1에 나타내었다. DSVM으로부터 추정된 속도정보와 지자계 센서로부터 출력된 방향정보를 통해 위치추적을 수행하며, 이를 그림으로 나타내면 그림 4와 같다.

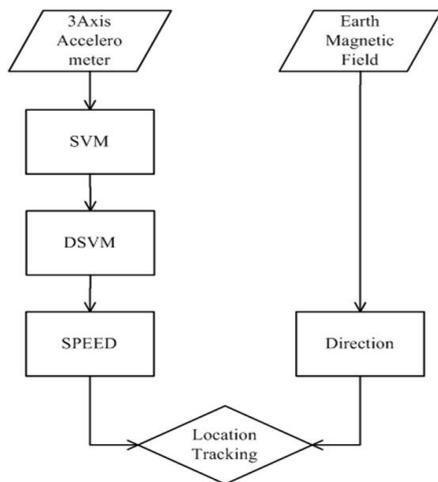


그림 4. 위치추정 알고리즘.

$$DSVM = \frac{1}{T} \left(\sum_{t=0}^T \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} dt \right) \quad (1)$$

III. 실험 및 결과

1. 시스템 구현 결과

실내 활동추적을 위하여 지자계 센서와 가속도 센서를 이용하여 센서 및 계측시스템을 구성하였으며, 무선센서네트워크 기술을 적용하여 무선전송 시스템을 구현하였다. 실제 구현된 착용형 위치정보 계측 시스템의 사진을 그림 5에 나타내었다.

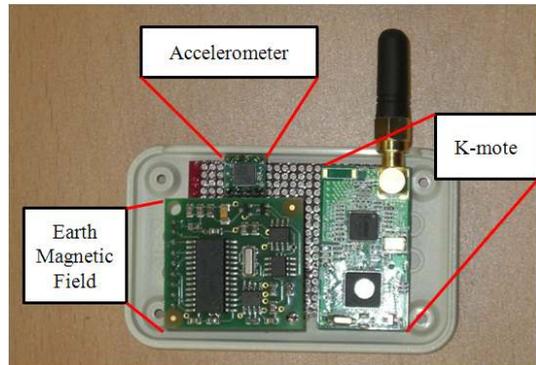


그림 5. 시스템의 구현결과.

2. 활동방향 및 속도측정 평가

지자계 센서는 지구가 가지는 자기장을 이용하여 자북방향을 측정하므로 위도나 경도에 따라 그 값에 차이를 나타내며 지구 내부 순환운동에 의해 시간이 지남에 따라 천천히 변한다. 그러나 실내와 같이 위도와 경도의 변화가 매우 작고 짧은 시간동안의 측정에는 이러한 오차는 무시할 수 있으며, 본 연구에서 적용한 센서의 정밀도는 0.1도 단위의 계측이 가능하다.

또한 가속도 센서로부터 움직임에 따른 속도의 추정을 위하여 가속도 센서로부터 획득한 DSVM 파라미터를 속도에 따른 변화 특성을 추정하고자 하였다. 이를 위해 구현된 활동추적 시스템을 이용하여 3km/h, 6km/h, 9km/h의 속도로 움직이며 가속도 변화를 측정하였으며, 센서로부터 검출한 속도변화에 따른 가속도 신호의 변화를 그림 6에 나타내었다. 여기서 붉은 선은 속도의 변화가 시작되는 지점을 가리키며 50초 ~ 100초, 100초 ~ 150초, 150 ~ 200초 구간은 각각 3km, 6km, 9km 구간을 나타낸다. 계측된 가속도신호로부터 DSVM을 계산하였으며, 실제 계측된 DSVM실한 결과를 그림 7에 나타내었다. 그리고 각 속도에서 검출한 DSVM의 평균값과 오차를 표 1에 나타내었으며, 속도에 따른 DSVM의 관계식 유도를 위해 속도와 DSVM의 관계 그래프를 그림 8에 도시하였다. 그림 8의

결과를 통하여 속도와 DSVM의 관계가 선형적인 특성을 나타내었으며, 이 관계를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$DSVM = 3.24131 * Speed + 3.388 \quad (2)$$

따라서 상기의 수식으로부터 속도의 추정이 가능하고, 지자기 센서로부터 획득된 방향정보를 종합적으로 평가함으로써 위치추정이 가능하다.

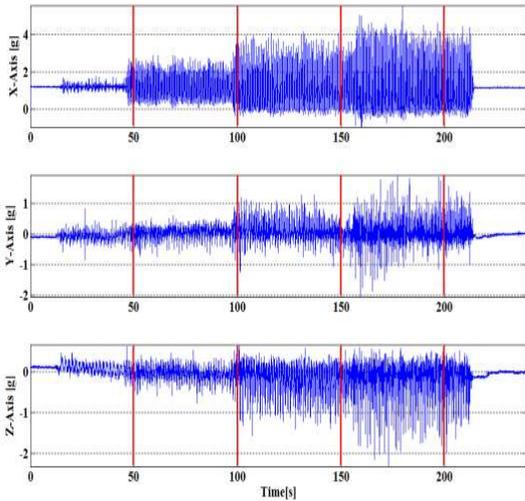


그림 6. 3축 가속도 데이터.

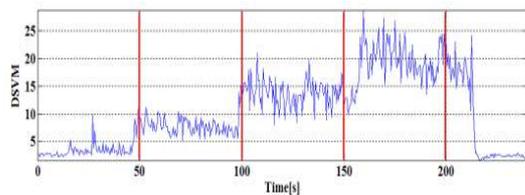


그림 7. 계산된 DSVM.

표 1. 속도에 따른 DSVM

Speed		DSVM
3km/h	Average	13.5
	Std	±0.88
6km/h	Average	21.5
	Std	±1.30
9km/h	Average	32.78
	Std	±3.81

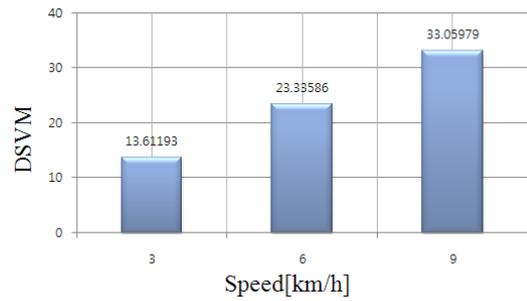


그림 8. DSVM과 속도의 관계 그래프.

IV. 결 론

본 연구에서는 가속도 센서와 지자기 센서를 이용한 관성항법시스템으로 실내 활동추적의 가능성을 확인하고자 하였으며, 가속도 센서와 지자기 센서로부터 속도정보와 방향정보를 검출하고자 하였다. 또한 착용형의 위치추적을 위하여 무선센서네트워크를 적용한 무선 계측 시스템을 구현하였으며, 계측된 가속도 정보로부터 속도를 추정하고, 지자기 센서로부터 방향을 추정하여 위치추정의 가능성을 확인하였다.

향후 연구에서는 속도추정의 정확성을 높이기 위해 가속도의 신호처리와 속도추정 알고리즘의 보완에 관한 연구를 추진하고자 하며, 관성항법 시스템에서의 누적오차 문제를 해결하기 위한 연구를 추진하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 중소기업청의 산학공동 기술개발지원 사업 및 동서대학교 유비쿼터스 어플라이언스 지역혁신센터의 연구비를 지원받았음

참고문헌

- [1] Nissanka B. Priyantha, AnitChakraborty. Hari Balakrishnan. "The Cricket Location-Support system," Proc. 6th ACM MOBICOM, Boston, MA, Aug. 2000.
- [2] A, Harter et al., "The Anatomy of a Context-Aware Application," Proc, 5th Ann. Int'l Conf. Mobile Computing and Networking (MOBICOM 99), ACM Press, New York, 1999, pp. 59-68.
- [3] 박종진, "유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 초음파 위치인식 시스템의 인식영역 확장 기법에 관한 연구", 제31회 7B호 한국통신학회논문지, July, 2006, pp. 595-601.