

# 가속도센서와 각속도센서를 이용한 실내 위치추적 기법 개발

조경민 · 정환 · 정도운

\*동서대학교 컴퓨터정보공학부

## Development of the Indoor Location Tracking Method Using Accelerometer and Gyroscope Sensor

Kyung-min Jo\* · Hwan Jung\* · Do-Un Jeong\*

\*Division of Computer & Information Engineering, Dongseo University

E-mail : whrudals13@naver.com, gaiserne@gmail.com, dujeong@dongseo.ac.kr

### 요 약

본 연구에서는 실내에서의 위치추적을 위해 가속도 센서와 각속도 센서를 이용한 위치추적기법을 제안하였다. 기존의 실내 위치추적기법은 전파의 세기를 이용하여 위치추적을 수행하는 RSSI기법과 초음파를 이용한 방법이 제시되었다. 하지만 기존 실내위치추적 기법에서는 좌표 값을 알고 있는 고정된 노드를 필수적으로 사용해야하는 단점이 있다. 본 연구에서는 이러한 단점을 보완하기 위하여 착용형 노드에 가속도센서와 각속도 센서를 부착하고 이동속도와 방향을 계측하여 실내에서의 위치추적을 수행하고자 하였다. 이를 위해 3축 가속도 센서와 2축의 각속도 센서를 사용하였으며, 센서로부터 출력되는 아날로그신호를 계측 및 무선전송하기 위하여 Zigbee기반의 무선 센서노드를 사용하였다. 무선센서노드로부터 측정된 가속도신호와 각속도 신호의 분석을 통해 실내위치추적 가능성을 평가하였으며, 평가 결과 가속도센서와 각속도 센서를 이용한 실내위치추적의 가능성을 확인하였다.

### 키워드

Keyword : Accelerometer, Gyroscope, Zigbee, Location Tracking

## 1. 서 론

현대사회에서는 다양한 위치 정보들을 활용하여 생활의 편의성 향상을 위한 다양한 솔루션들이 개발 및 활용되고 있다. 특히 위치정보가 매우 중요한 선박, 항공기 등에서의 자동항법장치부터 자동차의 길안내 정보, 위치기반 서비스 등 다양한 응용에 적용되고 있다.

위치기반 서비스는 지리정보를 이용하여 사용자에게 각 분야별로 다양한 서비스를 제공하며 텔레매틱스, 지도기반 웹사이트 제작, 물류·자산관리시스템, 위치기반 지리정보시스템, 지능형 교통시스템, 위치추적시스템 등을 들 수 있다.

국내에서는 교통이나 항법에 관련된 위치추적 기술을 주로 개발하고 있는데 GPS를 이용하여 데이터를 받아서 계산하기 때문에 실내 또는 건물이 밀집된 장소에서는 수신율이 현저하게 떨어지거나 아예 수신이 되지 않는 단점이 있다. 위성항법장치를 사용하여 개인의 위치를 추적하는 서비스는 현재 이동통신사업자의 프리미엄 서비스로 속하여 휴대폰에서 GPS 정보를 받아

서 현재 위치를 찾아주는 서비스이다. 이 서비스의 경우에는 부모들이 어린이들의 안전을 위해서 주로 가입하는데 이 역시 도심의 건물이 밀집된 장소나 실내에 있을 경우에는 데이터의 오차율이 많이 증가한다.

GPS 정보를 활용할 수 없는 실내에서의 위치추적을 위해 RSSI기법과 초음파센서 등을 활용하는 기법이 소개되었으나 이러한 방법은 좌표 값을 알고 있는 고정된 노드들을 다수 설치해야 하는 단점이 따른다[1-3].

본 연구에서는 이러한 단점을 해결하기 위하여 가속도센서와 각속도센서를 사용하여 사용자가 이동하는 속도와 방향을 계산하고 이를 통해 위치를 추정하고자 하였다. 이를 위하여 본 연구에서는 관성항법기술에서 쓰이는 가속도 센서와 각속도 센서를 기반으로 하여 각 센서의 아날로그 값을 받아서 디지털 변환하고 디지털로 변환된 값을 분석하기 위해 무선으로 전송하는 시스템을 구현하였다. 그리고 무선으로 전송받은 데이터를 PC에서 분석하여 실제 이동거리와 방향을 판단하여 위치추적을 수행하였다.

## II. 시스템 구현

### 1. 시스템 구성 및 신호 계측부

본 연구에서는 움직임에 따른 가속도 정보와 각속도 정보를 모니터링하여 이동속도와 방향을 판단하고자 하였다. 이를 위하여 MMA7260Q (Freescale Co. Ltd., USA)를 이용한 활동가속도 센싱부를 구성하였으며, 회전방향 및 속도를 판별하기 위하여 ENC-03RD(Murata Co. Ltd., Japan)각속도센싱부를 구성하였다. 각각의 센서로부터 계측된 아날로그 신호를 디지털신호로 변환하기 위하여 zigbee호환 무선 센서노드인 TIP710CM(Maxfor Co., Korea)을 사용하였으며, 무선센서노드에 내장된 마이크로프로세서를 이용하여 초당 75샘플, 12-bit의 분해능으로 디지털 신호로 변환하였다. 디지털화된 가속도와 각속도 신호를 패킷으로 구성하여 PC측으로 송신하도록 시스템을 구성하였으며, 본 연구를 통해 구현된 전체적인 시스템의 구성을 그림 1에 나타내었다.

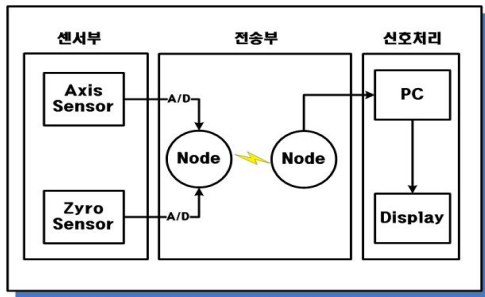


그림 1. 시스템 구성도.

### 2. 무선 데이터 전송부

각 센서로부터 계측된 데이터를 무선으로 전송하기 위하여 IEEE 802.15.4 무선네트워크기술 기반인 Zigbee 호환 무선 센서노드인 TIP710CM을 이용하였다. 이 센서노드는 moteiv사의 telos 플랫폼 기반으로 설계되었고 TI사의 저전력 마이크로프로세서인 MSP430F1611을 사용한다. MSP430F1611은 16bit RISC 구조의 마이크로프로세서로서 내부에 48kB의 프로그램 메모리와 10kB의 RAM을 가지고 있다. 마이크로프로세서 MSP430F1611의 12-bit 분해능을 가지는 A/D변환기를 이용하여 센서의 아날로그 데이터를 디지털 값으로 변환한 뒤 데이터를 패킷화하여 PC에 연결되어 있는 센서노드로 무선전송한다.

본 연구에서는 센서노드를 제어하기 위하여 UC버클리에서 개발한 운영체제인 TinyOS를 사용하였으며, 각속도와 가속도 값을 처리할 수 있도록 axisC, gyroC를 설계하였다. 본 연구에서

nesC를 이용하여 개발한 컴포넌트의 소스트리 구조는 그림 2와 같다.

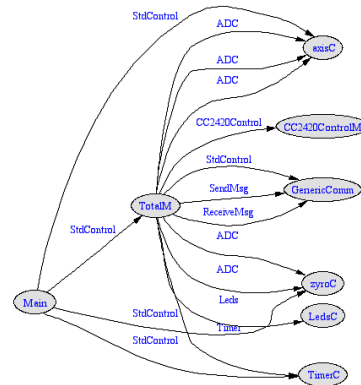


그림 2. 구현된 소스트리 구조.

가속도센서와 각속도 센서로부터 획득된 데이터를 무선전송하기위한 패킷구조를 설계하였다. 본 연구에서 적용한 패킷구조는 데이터 전송효율을 극대화 하기위하여 기존 TinyOS에서 제공하는 패킷구조를 수정하여 가속도정보와 각속도 정보를 효율적으로 전송할 수 있도록 그 구조를 다음과 같이 변경하였다.

헤더부분은 Length, Fcf, Dsn, Destpan, Addr, Type, Group으로 구성되어 있고 Data부분에 디지털로 변환된 가속도 및 각속도 정보를 포함하도록 구성하였으며, 패킷의 오류검출을 위하여 CRC를 적용하였다. 실제 구성된 데이터패킷의 구조는 그림 3과 같다.

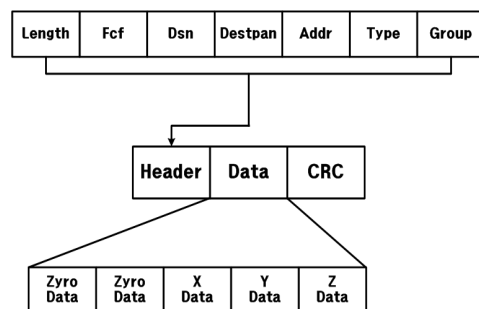


그림 3. 센서네트워크 패킷 구성.

### 3. 신호처리 기법

실내 위치추적을 위한 가속도 신호로부터의 이동속도 추정과 각속도 신호로부터의 이동방향 추적을 위한 신호처리 기법을 개발하였다. 먼저 중력가속도를 기준으로 측정된 x, y, z축의 가속도 데이터 값을 기하학적 평균하여 이를 시간에 따라 적분함으로써 이동속도를 추정하였다. 또한 각속도 센서의 출력신호를 적분하여 그 면적을

구하면 회전방향 및 회전각을 구할 수 있다. 이 두 값을 실시간으로 연산함으로써 이동속도와 방향을 계산할 수 있으며, 이를 통해 위치추적을 수행하였다.

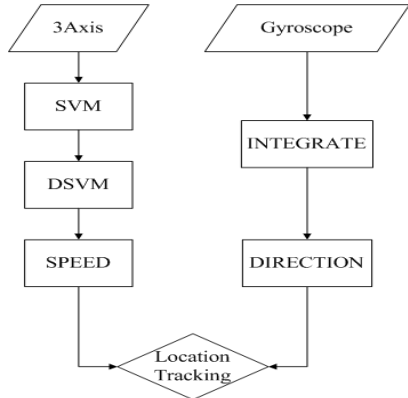


그림 4. 위치추적 알고리즘.

### III. 실험 및 결과

#### 1. 시스템 구현결과

실내위치추적을 위해 가속도 센서와 각속도센서를 이용한 무선위치추적 시스템을 구현하였다. 무선센서노드 위에 가속도센서 및 각속도 센서를 부착하여 계측시스템을 제작하였으며, 실제 구현된 위치추적을 위한 센서시스템의 사진을 그림 5에 나타내었다.

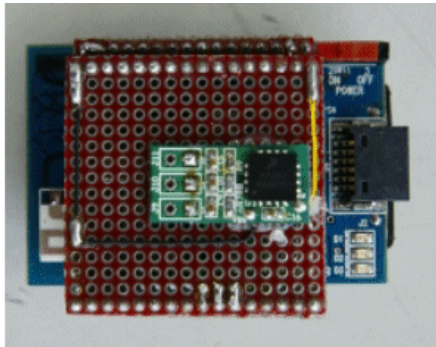


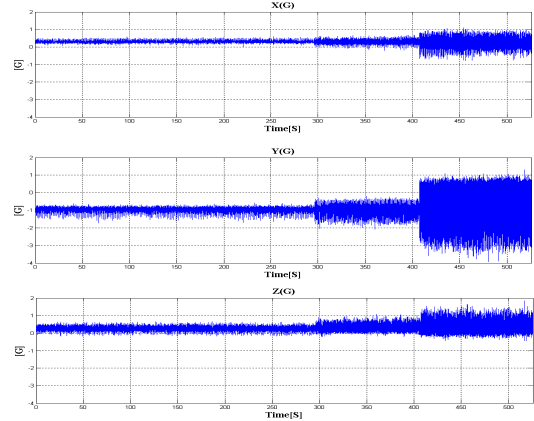
그림 5. 구현된 센서 시스템.

#### 2. 가속도센서를 이용한 이동 속도추정

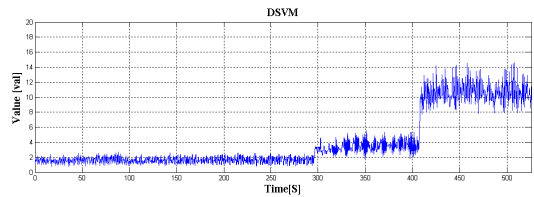
실내위치추적을 위한 이동속도의 추정을 위해 이동속도에 따른 가속도 계측평가를 수행하였다. 이를 위해 본 연구에서 구현한 센서 시스템을 허리에 착용하고 천천히 걷기, 빨리 걷기, 천천히 뛰는 상황을 연출하였으며, 각 상황에 따른 가속도 변화를 그림 6의 (a)에 나타내었다. 속도가 증가함에 따라 중력가속도의 방향과 일치하는 Y축의 가속도 변화가 뚜렷하게 관찰되는 것

을 확인할 수 있다.

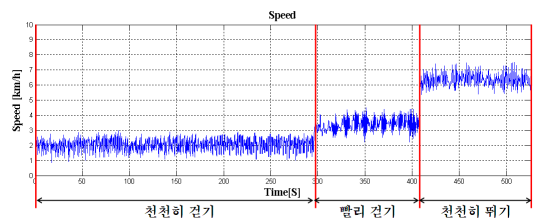
계측된 가속도 신호로부터 속도를 추정하기 위하여 3축의 가속도 정보를 종합적으로 반영한 DSVM을 추출하였으며, 속도변화에 따른 DSVM의 변화를 그림 6의 (B)에 나타내었다. DSVM으로부터 속도를 추정하였으며, 추정된 속도 변화를 그림 6의 (c)에 나타내었다.



(a) 가속도 센서 출력



(b) 가속도 신호로부터 계산된 DSVM



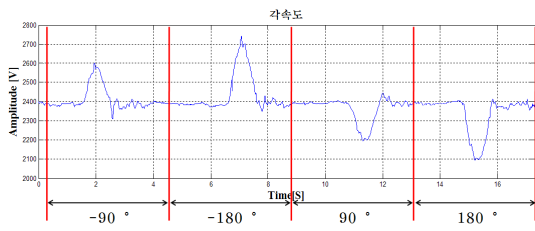
(c) DSVM을 이용한 속도 추정 결과

그림 6. 가속도센서를 이용한 속도 추정 결과.

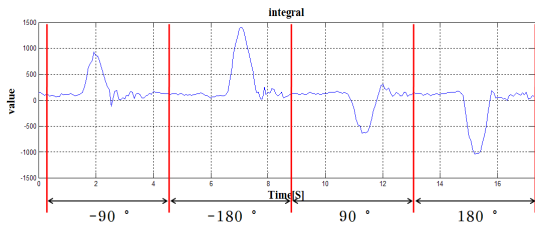
#### 3. 각속도센서를 이용한 방향 추정

실내위치추적을 위해서는 이동속도뿐만 아니라 이동방향의 추정이 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 이동방향의 추정을 위하여 각속도 센서를 사용하였으며, 이동방향의 인위적인 변경에 따른 각속도 센서의 출력 특성을 그림 7의 (a)에 나타내었으며, 각속도 센서의 출력신호에 포함된 고주파 잡음을 제거하여 보다 정확한 이동방향의 추정이 가능하도록 저역통과필터를 적용한 결과를 그림 7의 (b)에 나타내었다. 그림 7을 살펴보면 이동방향 및 이동방향의 각도에 따라 각

속도 센서의 출력특성이 변화함을 확인할 수 있으며, 신호의 분석을 통해 이동방향 및 각도의 추정이 가능함을 확인할 수 있다.



(a) 회전에 따른 각속도 측정



(b) 적분하여 계산된 회전 각

그림 7. 각속도센서를 이용한 이동방향 추정.

#### 4. 위치추적 성능평가

실내위치추적을 위해 가속도 센서를 이용한 이동속도 추정과 각속도센서를 이용한 이동방향 추정 방법을 결합하여 실제 위치추적실험을 수행하였다. 건강한 대학생 5명을 대상으로 동서대학교 u-IT관 8층 내에 이동공간을 설정하고 설정된 공간을 따라 움직일 때 설정위치와 추정된 위치를 비교평가 하였다. 실제 위치추적을 수행한 결과의 일례를 그림 7에 나타내었으며, 5명의 피검자를 대상으로 위치추적실험을 수행한 후 각 구간별 설정위치와 추정된 위치간의 오차를 표 1에 나타내었다. 실험결과를 살펴보면 시간이 지남에 따라 오차가 누적되는 현상이 발생하지만 가속도센서와 각속도 센서를 이용한 위치추적의 가능성을 확인할 수 있다.

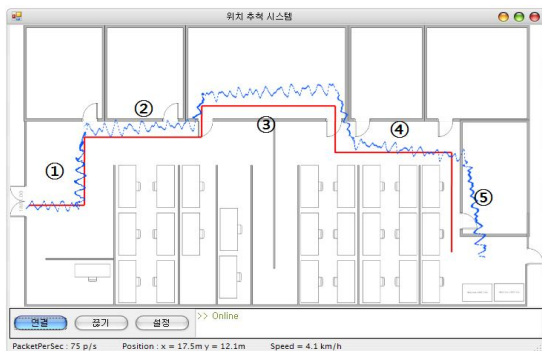


그림 8. 위치 추적 결과.

표 1. 각 구간별 누적오차율 실험 결과

구간	1	2	3	4	5
object1	±28cm	±35cm	±48cm	±60cm	±78cm
object2	±25cm	±40cm	±51cm	±66cm	±82cm
object3	±23cm	±36cm	±53cm	±64cm	±84cm
object4	±21cm	±39cm	±47cm	±59cm	±80cm
object5	±23cm	±35cm	±48cm	±61cm	±82cm
average	±24cm	±37cm	±49cm	±62cm	±81cm

#### IV. 결론

본 연구에서는 가속도센서와 각속도센서를 이용하여 실내위치추적을 수행하였다. 즉, 가속도센서를 이용한 속도추정, 각속도센서를 이용한 이동방향의 추정을 통해 기존의 위치추적에서 사용하던 고정노드를 사용하지 않고도 실내위치추적이 가능함을 확인할 수 있었다. 하지만 시간이 경과함에 따라 속도와 방향의 누적오차가 발생하였다.

향후 연구에서는 속도추정의 정확성을 높이기 위해 가속도 신호처리 및 속도추정 알고리즘의 보완이 필요하며, 각속도 센서와 지자계 센서를 병행하여 이동방향 추정의 정확성을 높이는 연구를 수행하고자 하며, 누적오차를 최소화하기 위한 지속적인 연구가 필요하리라 사료된다.

#### 감사의글

본 연구는 지식경제부의 지역혁신센터 및 중소기업청 산학공동기술개발사업으로 수행된 연구결과임

#### 참고문헌

- [1] Najafi, B., Robert, P., "Ambulatory System for Human Motion Analysis Using a Kinematic Sensor: Monitoring fo Daily Physical Activity in the Elderly", IEEE Trans Biomed Eng, Vol. 50, No. 6, 2003.
- [2] M. J Mathie, N. H. Lovell, A. C. F. Coster, and B. G. Celler, "Determining activity using a triaxial accelerometer", in Proc 2nd joint EMBS-BMES Conf., Houston TX, Oct., 2002.
- [3] M. J. Mathie, "Monitoring and Interpretion Human Movemnt Patterns Using a Trizisial Accelerometer", Ph. D. thesis, Univ. New South Wales, Sydney, Australia, 2003.