
위치추적을 위한 UWB 센서 튜닝 및 상황인지형 서비스에의 응용

정다운* · 추영열**

Ultra-Wide Band Sensor Tuning for Localization and its Application to Context-Aware Services

Da-un Jung* · Young-yeol Choo**

본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음
(IITA-2008-C1090-0801-0004)

요 약

본 논문은 UWB 센서를 이용한 위치인식 시스템의 구현 및 실험결과와 상황인지형 서비스 구현에 대하여 기술한다. 정확한 위치측정을 위해 UWB 센서의 경사도 (pitch), 편주(yaw), 센서 개수, tag 높이 등의 변화에 따른 위치인식 오차를 측정하여 각 변수의 설정방법을 실험하였다. 이를 이용한 응용으로 상황인지 기술에 바탕한 지능형 헬스 트레이닝 관리 시스템 구현하였다. 지능형 헬스 트레이닝 관리 시스템은 헬스장에서 피 훈련자의 위치와 장비의 사용 상태를 인식하여, 적절한 훈련 스케줄을 피 훈련자에게 제공하며, 그에 따른 훈련 장비들의 사용법을 PDA를 통해 안내한다. 상황인지형 서비스의 제공을 위해서는 사용자의 위치와 이동 정보에 대한 오차 보정이 요구되어 사용자의 이동하는 속도를 이용한 위치 보정 알고리즘을 제안하였다. 실험 결과는 제안된 보정 알고리즘을 적용함으로써 이 알고리즘이 적용하지 않았을 때에 비해 오류 데이터가 30% 정도 감소하였다.

ABSTRACT

This paper presents implementation of localization system using UWB (Ultra-Wide Band) sensors and its experimental results along with development of context-aware services. In order for precise measurement of position, we experimented various conditions of pitch angles, yaw angles, number of sensors, height of tags along with measuring errors at each installation. As an application examples of the location tracking system, we developed an intelligent health training management system based on context-aware technology. The system provides appropriate training schedule to a trainee by recognizing position of the trainee and current status of gymnastic equipments and note the usage of the equipment through a personal digital assistant (PDA). Error compensation on position data and moving direction of the trainee was necessary for context-aware service. Hence, we proposed an error compensation algorithm using velocity of the trainee. Experimental results showed that proposed algorithm had made error data reduce by 30% comparing with the data without applying the algorithm.

키워드

Ultra-Wide Band, Location-based Service, Context Awareness, Ubiquitous Computing

* 동명대학교 컴퓨터공학과 석사과정

접수일자 2008. 04. 15

** 책임저자, 동명대학교 컴퓨터공학과 조교수

I. 서론

UWB 무선 기술은 중심 주파수의 20% 이상, 혹은 500MHz 이상의 점유 대역폭을 차지하는 기술을 일컫는다. UWB 기술은 매우 넓은 주파수 대역 점유라는 특징을 이용하여 정밀한 위치인식/추적 기능을 줄 수 있어 위치 WPAN (Wireless Personal Area Network) 시스템의 물리계층으로 주목 받아 왔다[1-3]. UWB 기술을 이용한 위치인식은 실내나 음영지역에서도 위치인식이 가능하고 백여 미터의 거리에서 수십cm 이내의 정밀도를 요구하는 위치인식 서비스를 제공할 수 있다[4, 5]. UWB 주파수는 투과성이 좋아서 건물내의 벽이나, 비금속 탄막이 등을 통과 할 수 있다. 이를 이용하면 건물 벽면에 가려져 있는 사물의 경우에는 전파 지연을 측정하여 사물의 위치를 인식하는데 사용될 수 있다[6]. UWB 주파수는 처음 군사용 목적으로 개발이 되어, 아군과 적군의 피아식별용 레이더에 이용이 되어 상업용 목적으로 사용되지 못 하였다. 2006년 미국의 통신위원회(FCC)에서 새로운 규정을 성립하여 상업용으로 사용할 수 있게 허가된 뒤 많은 회사에서 차세대 이동통신의 핵심 기술로 이용하고 있다. 국내에선 2006년 7월 10일 정보통신부에서 UWB 통신 주파수 대역을 확정하여 많은 연구가 이루어지고 있다. UWB의 주파수 표준은 IEEE 802.15.4a에 명시되어 있으며 UWB 주 파수의 운용 상황은 그림1 과 같다[7, 8].

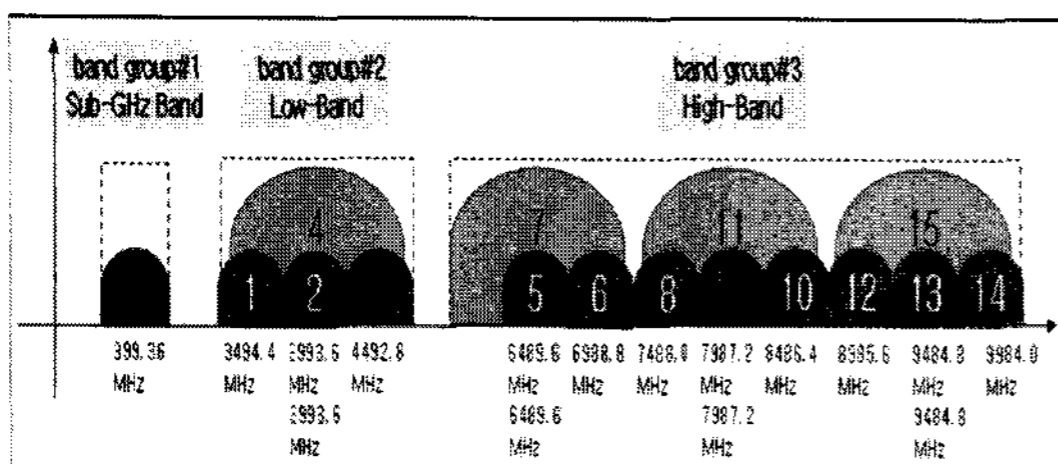


그림 1. IEEE 802.15.4a 주파수 운용 상황
Fig. 1 IEEE 802.15.4a RF channel assignment

UWB 센서는 RFID나 초음파에 비해 위치인식 영역이 수백 m에서 수 km로 넓고 GPS에 비해서는 작다. 그러나 GPS에 비해 오차거리가 수십 cm 이내로 정밀도가 뛰어난 장점을 가지고 있으며 실내에서의 적용이 가능하다. 그러나 UWB의 경우 위치추적을 위해 태그로부터 신호를 수신하는 센서의 조정 정도에 따라 오차의 범위

가 크게 달라진다.

본 연구는 실내에서 UWB 센서를 이용한 위치 인식 시스템의 거리, 경사도 (pitch), 편주(yaw)에 따른 오차 범위를 실험을 통해 검증하여 최적의 설치 조건을 구하고, 위치인식 정도 (precision) 개선을 위한 거리신호 필터링 알고리즘을 제안하는 것이다. 또한, 이러한 위치인식 기술을 사용하여 유비쿼터스 기술의 주요 요소인 상황인지형 서비스를 구현하는 것이다. 상황인지형 서비스의 구현을 위한 응용으로 휘트니스 클럽에서 회원의 운동 관리 시스템을 구현하였다. 지능형 헬스 트레이닝 관리 시스템은 헬스장에 운동을 하고자하는 회원의 위치와 장비의 사용 상태를 인식하여, 적절한 훈련 스케줄을 휴대용 단말기를 통해 사용자에게 제공하며, 그에 따른 훈련 장비들의 사용법을 안내한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다.

본 논문의 2장에서는 지능형 헬스 트레이닝 시스템의 구성에 대해 설명을 하고, 3장에서 UWB 센서의 최적 설정조건을 구하기 위한 위치인식 실험 결과를 분석 하였다. 4장에서 위치인식 실험 결과를 토대로 이동체의 가속도를 이용한 위치 보정 알고리즘을 제안하였고 5장에서 결론을 맺는다.

II. 지능형 헬스 트레이닝 관리시스템

이 장에서는 UWB 센서를 이용하여 실내에서의 위치 추적 시스템 응용으로써 지능형 헬스 트레이닝 관리 시스템 (Intelligent Health Training Management System)을 개발한 결과에 대해 기술한다. 유비쿼터스 컴퓨팅 응용을 특징지우는 중요한 요소 중 하나는 상황인지형 (Context-aware) 서비스의 구현 여부이다. 지능형 헬스 트레이닝 관리 시스템의 동작 과정은 다음과 같다.

회원이 운동을 시작하면 서버에서 해당 피 훈련자의 이전 정보를 처리하여 효율적인 운동 스케줄을 작성하고, 피 훈련자가 가진 단말기로 운동 스케줄을 전송한다. 피 훈련자는 단말기에 수신된 운동 스케줄에 따라 운동 장비에 접근하게 되면 서버에서는 피 훈련자의 위치와 훈련 이력, 장비의 사용 상태 등의 상황정보를 바탕으로 훈련 스케줄과 장비 사용법 등을 트레이너의 개입 없이 PDA (Personal Digital Assistant) 단말을 통해 피훈련자에게 제공한다. 하나의 운동 장비 사용을 완료하고 다음 헬

스 장비로 넘어 가고자 할 때, 그 장비가 타인에 의해 사용 중이면 서버는 해당 종목(예컨대, 가슴운동 종목 등)의 다음 운동 장비에 대해 회원이 최소한의 시간으로 대기할 수 있는 장비를 안내한다. 피훈련자가 안내된 장비로 이동하면 이를 인식하여 훈련 이력, 장비 사용법 등의 정보는 데이터베이스에서 추출하여 단말에 자동으로 전송, 화면에 제시한다.

2.1 지능형 헬스 트레이닝 시스템 구조

지능형 헬스 트레이닝 시스템의 Hardware 구조는 그림 2와 같다. UWB 센서와 UWB tag, 서버와 클라이언트 단말기로 구성이 되며, 클라이언트 단말기의 움직임을 파악하기 위해서 클라이언트 단말기에 UWB tag가 부착이 된다. UWB tag의 위치를 계산한 센서는 위치 값을 서버에 알려 주며, 서버는 클라이언트 단말기의 위치와 상황에 따른 서비스를 수행한다.

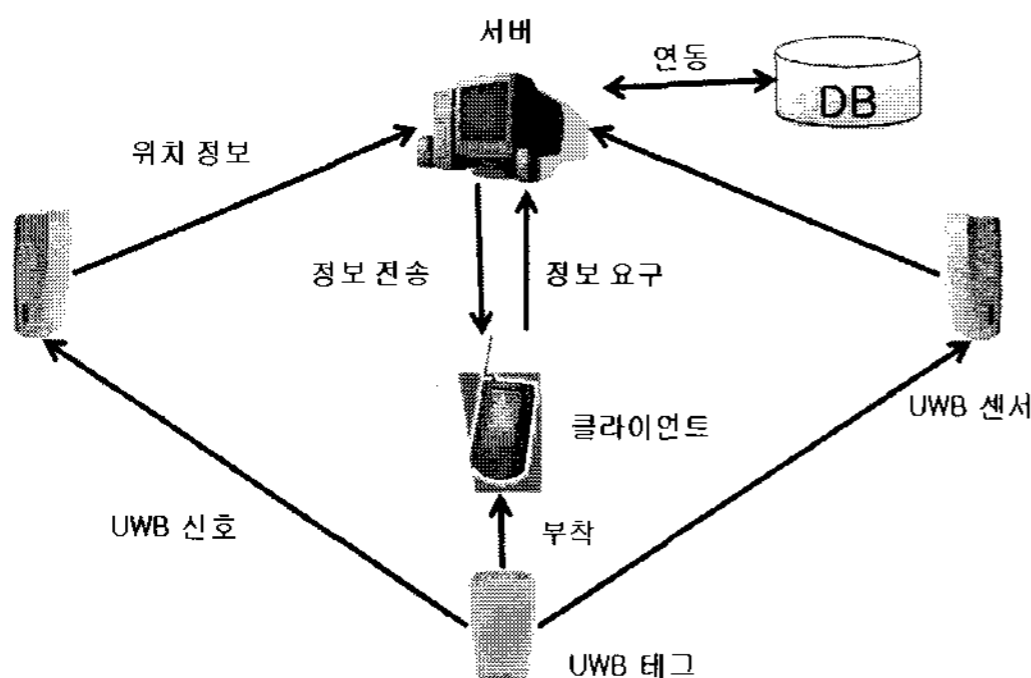


그림 2. 지능형 헬스 트레이닝 H/W시스템 구조
Fig. 2 H/W structure of the proposed Intelligent Health Training Management System

구현된 시스템의 SW 구조는 그림 3과 같이 메인모듈, 뷰, 필터, 스케줄 매니저, 이벤트 매니저의 5개의 클래스와 클라이언트인 PDA로 이루어진다.

시스템의 S/W 구조를 크게 두 부분으로 나누면 첫째는 데이터베이스를 기본으로 각각의 회원에 맞는 운동 종류를 선택하고 운동의 강도, 횟수, 순서 등을 만들어 내는 스케줄 관리 부분으로 스케줄 매니저 클래스에서 처리하고 있다. 두 번째는 센서에서 얻어온 위치 데이터를 보정하여 보여주며 위치에 맞는 이벤트를 처리하는 부분이다. 위치 데이터의 보정은 필터 클래스가, GUI 부분은 뷰 클래스가, 이벤트 처리부분은 이벤트 매니저 클

래스가 각각 처리한다.

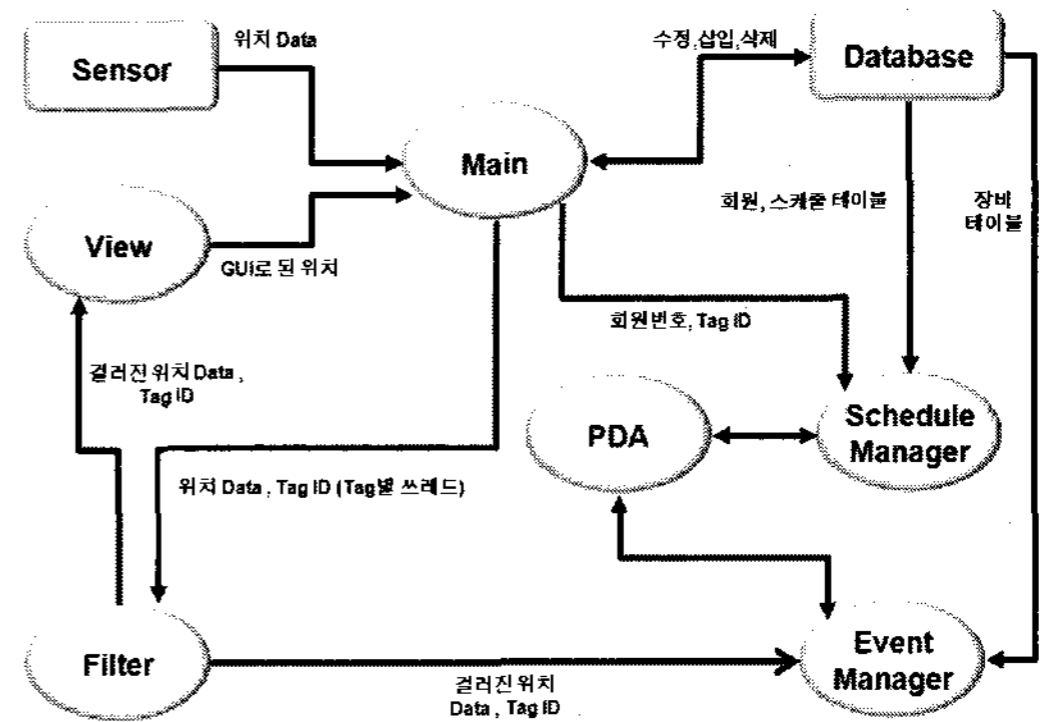


그림 3. 지능형 헬스 트레이닝 시스템 S/W 구조
Fig. 3 S/W Architecture of the proposed Intelligent Health Training Management System

2.2 UWB 센서를 이용한 위치 인식 시스템 구성

본 논문에서 사용된 UWB 센서는 Ubisense 사의 제품을 사용하였으며, Hardware 구성은 그림 2와 같이 같이 UWB 센서와 tag, 서버로 이루어진다. 움직이는 대상체에 UWB tag를 부착 후 UWB 센서가 설치된 영역에도 달하면 tag는 주기적으로 신호를 센서로 보내게 되며, 센서들은 tag에서 발생된 UWB 신호를 수신하여 tag의 위치를 계산하고 이를 서버로 보낸다. 이때 AoA(Angle of Arrival), TDoA(Time Difference of Arrival) 방식을 사용하여 위치를 계산하는 방법에 따라 UWB 센서의 갯수가 다르다. 각 센서들은 시간동기화를 위하여 유선 또는 무선으로 연결되며 동기화의 정밀도가 위치 측정의 정밀도에 직접적인 영향을 준다[9-11].

UWB 센서를 2개 이상 설치 한 후 active 방식으로 tag의 움직임을 감지하여 tag의 위치를 표시하여 준다. 위치 인식의 정도는 그림 4와 같이 센서의 yaw, pitch의 각도, 설치 위치 등의 요소에 따라 오차의 정도가 크게 영향을 받았다. 이들 각각의 설치 상태, 조정 정도에 의해 거리 측정 오차가 수십 cm 이상 변하여 이들 변수가 위치 측정 오차에 미치는 영향을 분석할 필요가 있으며 이를 바탕으로 최적의 설정값을 구하는 과정이 요구되었다. 또한, 측정 과정에서 반사파 등에 의한 계측 오차가 간헐적으로 발생하여 이를 제거하기 위한 필터링 기능이 요구되었다. 이에 대한 실험 과정 및 결과를 다음 장에서 기술한다.

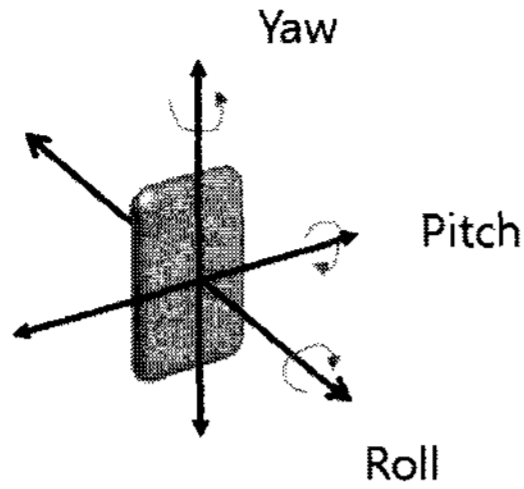


그림 4. yaw, pitch, roll 설명
Fig 4. yaw, pitch, and roll

III. 위치인식 실험 및 결과분석

3.1 UWB 센서의 데이터 수신 가능 각도 실험 분석

센서가 tag로부터 값을 받아들일 수 있는 각도를 알아보는 데이터 수신가능 각도 실험을 수행했다. 이 실험은 실내에서 하나의 센서를 이용하여 tag를 이동시켜가며 서버에서 센서로부터 전송되어진 각도 값과 위치 데이터의 정확도를 조사하였다. 결과는 다음의 표 1과 같이 yaw값이 100° 이하에서는 tag로부터 안정된 데이터 값이 수신되었고 160° 이하에서는 불안정한 위치 데이터 값이 수신되었다. 그 이상의 각도에서는 반응이 없었다. 마찬가지로 pitch 값이 70° 이하에서 안정된 데이터 값이 수신되었고 100° 이하에서는 불안정한 데이터 값이 수신되었다. 즉, 위치측정 범위는 yaw 와 pitch 각이 각각 100° 와 70° 이하임을 알 수 있다.

표 1. 센서의 유효 수신 범위
Table 1. Range of effective sensor angle

	안정한 수신 각도	불안정한 수신각도
yaw	100°	160°
pitch	70°	100°

3.2 센서의 숫자 및 거리별 정확도 변화 실험 분석

실험실내의 천장 모서리에 각각 4개의 센서를 설치하고 tag를 1M 단위로 이동하며 어떠한 데이터 값이 들어오는지 그리고 그 중 2개의 센서를 제거한 후 tag로부터 각각 500 ~ 1000회 위치 데이터 값을 측정하여 분석하였다.

실험 결과, tag가 센서에서 멀어질수록 표준편차의 값은 커졌다. 센서가 2개로 실험 결과는 그림 5에, 4개의 실

험 결과는 그림 6에 그래프로 표시하였다. 두 개의 실험 결과를 비교해보면 센서 4개로 실험을 하면 보다 정확한 위치 값을 수신하는 것을 알 수 있게 되었다. 이번 실험만으로 거리와 오차의 관계(보정 값 측정)가 불분명하다는 것을 알 수 있다.

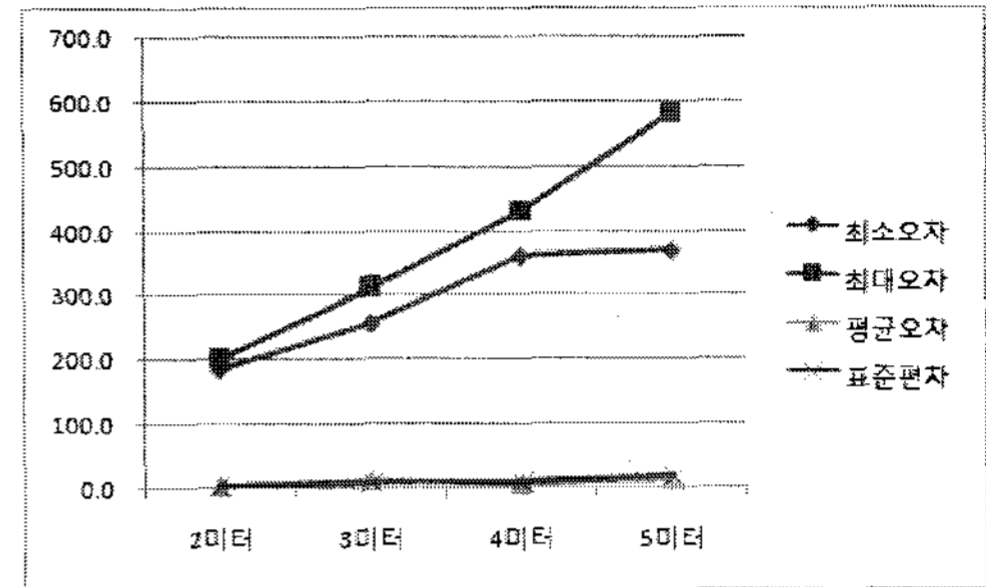


그림 5. 센서 개수 및 거리별 정확도 변화 (센서 2개)
Fig. 5 Accuracy variation according to number of sensors and measuring distances (2 sensors)

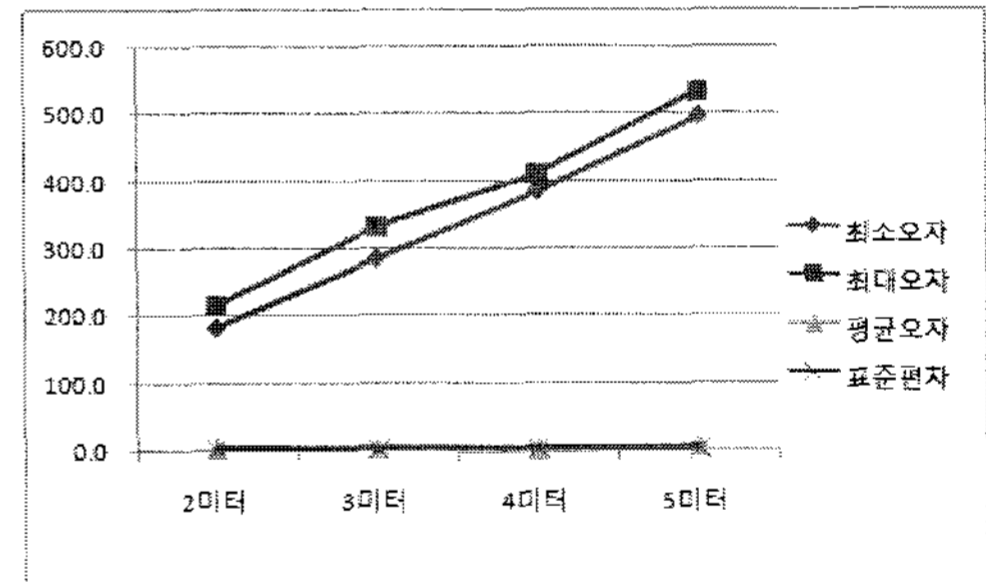


그림 6. 센서 개수 및 거리별 정확도 변화 (센서 4개)
Fig. 6 Accuracy variation according to number of sensors and measuring distances (4 sensors)

3.3 Tag의 높이에 따른 정확도 변화

센서의 숫자 및 거리별 정확도 변화 실험에서 센서 2개일 때와 같은 조건에서 tag의 거리를 6m와 7m로 각각의 거리에 tag를 설치 한 후 tag의 높이만 변화를 주어 데이터를 수집하여 정확도의 변화를 비교하는 실험을 하였다. 실험 결과는 그림 7과 같다. 그래프에서 괄호 안의 값은 tag의 높이를 나타낸다. 그림 7에서 tag와 센서간의 거리가 동일한 조건이라도 tag의 높이가 달리 질 경우 데이터 수신값이 달라진다는 것을 알 수 있다. 이와 같은 경우는 tag의 높이가 높아지면 센서와 tag간의 거리가 가까워져 보다 정확한 위치 값이 수신된다는 것을 알 수 있었다.

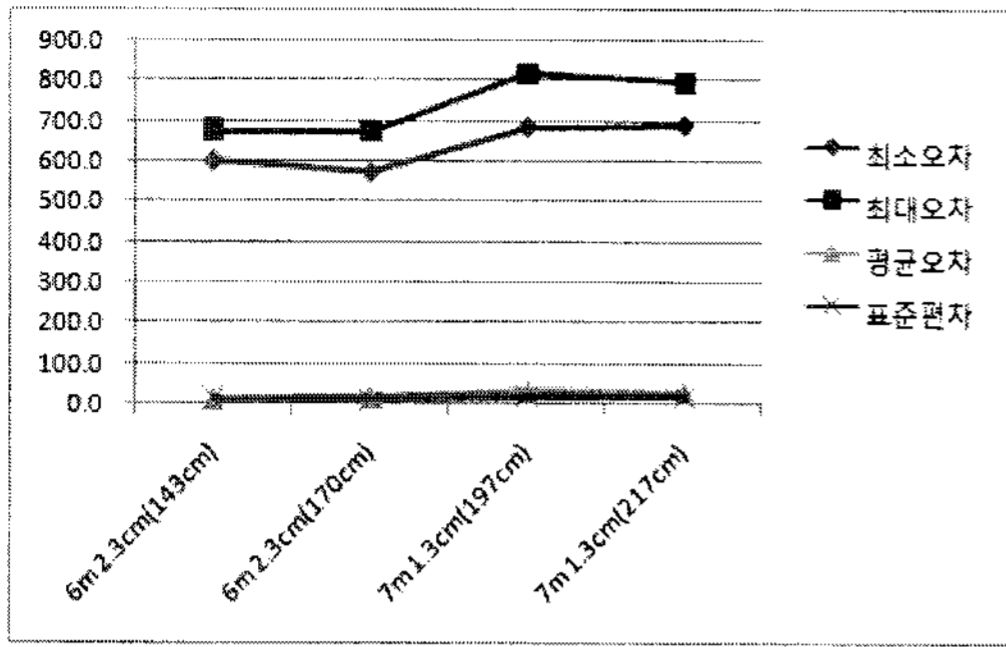


그림 7. Tag의 높이에 따른 정확도 변화
Fig 7. Accuracy of distance according to tag height

3.4 yaw, pitch 각도 별 데이터 변화 실험 분석

센서의 yaw 값과 pitch 값의 변화 실험은 센서 2개를 설치하여 센서간의 거리는 4.2m로 고정하여 측정하였고 모든 각의 오차는 3° 이내로 실험을 하였다.

센서의 yaw 값의 변화에 따라 tag의 거리가 데이터에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실시한 실험이다. 따라서 센서의 yaw 값과 tag의 거리를 제외한 변수는 센서의 pitch 값을 -15°로 고정하였고, tag의 높이는 1.5m로 고정 한 상태에서 센서의 yaw 값이 0°, 45°, 90° 일 때 각각 1m, 2m, 3m, 5m로 tag를 이동시켜 가며 데이터를 수집한 후 평균값과 표준 편차를 계산하였다. 그림 8의 결과를 보면 yaw 값이 0°일 때는 tag가 가까울수록, yaw 값이 45°일 때는 tag가 가운데 위치할 때, yaw 값이 90°일 때는 tag가 멀어질수록 평균값이 실제 값에 가깝고 표준편차가 줄어든다는 것을 알 수 있다.

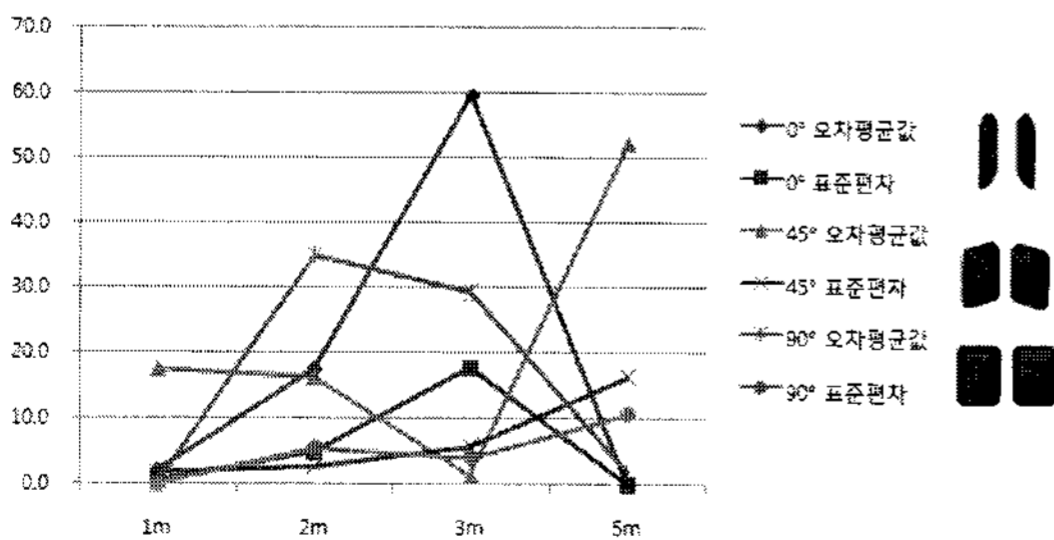


그림 8. Yaw 값과 측정 거리와의 관계
Fig. 8 Relation between yaw parameter and measured distance

pitch 값의 변화에 따른 tag의 높이가 데이터에 미치는 영향을 알아보기 위한 실험은 yaw 값은 45°, tag의 거리

는 3m로 고정하고 pitch 값이 0°, -15°, -35°로 변화를 줄 때 각각 tag 높이를 1m, 1.5m, 2m 변화시키면서 데이터를 수집하였다. 수집된 결과 값을 이용하여 평균값과 표준 편차를 계산해 보았다. 결과는 그림 9에 표시하였으며, tag의 높이가 높아질수록 표준편차가 줄어드는 것을 알 수 있다. 그리고 pitch 값이 0° 나 -30° 보다는 -15°에서 실제 측정된 값에 가까운 평균값이 나온다는 것도 알 수 있다.

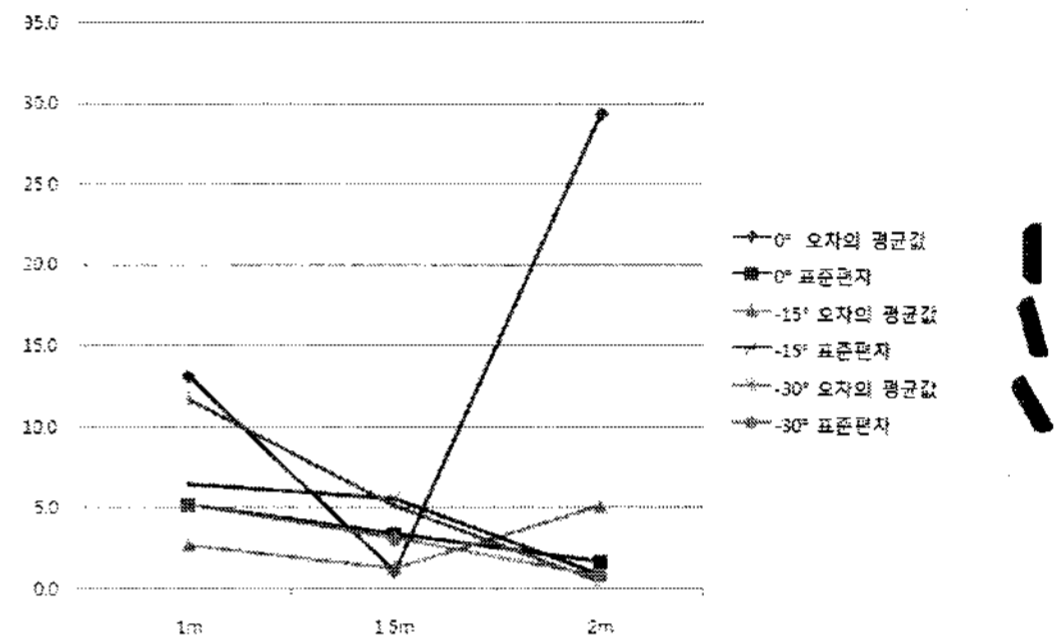


그림 9. pitch 값과 측정거리와의 관계
Fig. 9 Relation between pitch parameter and measured distance

3.5 실험 결과 분석

위에서 실시한 위치인식 실험 결과를 분석함으로써 다음과 같은 결과를 도출 하였다. 첫째, UWB를 이용한 위치인식에서는 yaw와 pitch 등의 수신 각도 설정이 오차에 큰 영향을 미침을 알 수 있었다. 둘째, 전파의 반사 등으로 거리측정 값에 오차가 발생한다. 셋째, 측정 거리의 오차는 tag와 센서간의 거리에 비례하였다. 보다 정확한 위치 데이터를 수신하기 위한 최적의 센서 설치 환경은 다음과 같다.

- 측정 가능한 yaw와 pitch 각도는 각각 100°와 70° 이내
- 센서의 높이는 2.5m 내외로 설치
- 센서간의 거리는 10m에서 15m 간격
- 전파의 음영지역을 최소화하기 위해 센서의 Yaw 값을 45°로 설치
- 센서의 pitch 값은 -15° 내외 설치
- tag의 위치는 높을수록 최적의 상태

하지만 위와 같은 환경으로 센서를 설치하여도 UWB 자체 특성상 위치인식 거리와 실제 거리는 ±30cm의 오차가 존재한다. 또한, 센서 자체의 측정 오류 및 다중 경로 등에 따른 간헐적 오차가 5% 내외로 존재하였다. 이러한 오차를 줄이기 위해선 UWB 센서를 튜닝하는 방법과 어플리케이션에서 위치 보정 알고리즘을 적용하는 방법이 있다. 센서를 직접 튜닝하기에는 어려운 점이 있어 본 논문에선 소프트웨어 상에서 오차를 줄이는 위치 보정 알고리즘을 제안하였다.

IV. Velocity Filter 알고리즘

본 논문에서 위치 보정을 위해 제안하는 알고리즘은 움직이는 사물의 가속도를 이용한 위치 보정 알고리즘이다. 이 알고리즘은 UWB의 특성상 tag와 센서간의 거리와 상관없이 일정한 오차 범위가 존재 하며, UWB 센서의 특성상 데이터를 수신하는 시간이 일정하지 않는 특성을 가지고 있다. 3장의 실험 결과로 나온 최적설치 환경으로 설치하였지만, 여전히 측정된 거리값에 외란에 의한 오류가 존재를 하고 있었다. 이러한 데이터는 정확한 좌표 계산을 위해 걸러내야 한다.

4.1 Velocity Filter 알고리즘

움직이는 사물의 속도를 이용한 velocity filter 알고리즘은 다음과 같은 식(1)을 통해 이동거리를 구할 수 있다. 또한, 이렇게 구한 이동거리를 이동시간으로 나누면 이동 속도를 구할 수 있다.

$$D = \sqrt{(Xa - Xq)^2 + (Ya - Yq)^2 + (Za - Zq)^2} \quad (1)$$

$$T = Ta - Tq$$

$$V = D / T$$

여기서 D, T, V 는 각각 이동체의 이동거리, 이동 시간, 속도를 나타낸다. Xq, Yq, Zq 는 tag가 이동하기 전 X, Y, Z의 좌표를 나타내며 Xa, Ya, Za 는 tag가 이동한 후의 X, Y, Z의 좌표를 각각 나타낸다. Tq 는 tag의 이동전 신호를 수신한 시간, Ta 는 tag의 이동 후 신호를 수신한 시간을 나타낸다.

이렇게 하여 현재의 위치에서 이동 속도를 알면, 다음 좌표 계산을 위한 거리 값들이 수신되었을 때 현재의 위

치와 거리를 계산하여 이동 거리를 계산한다. 또한 현재의 위치에서 이동 속도와 시간차를 곱하고 3 장의 실험을 통해 구해진 오차의 평균값을 더하여 허용 가능한 이동 거리 값을 구한다. 이 두 값을 비교하여 수신된 거리 값에 의한 좌표가 허용 가능한 이동 범위를 벗어나면 tag에서 수신된 값 중에 이 오차에 크게 기여한 데이터를 버리고 다음 데이터를 기다려 좌표를 다시 계산한다. UWB 센서에서의 데이터 수신 주기는 0.1초로 짧고 허용 가능한 이동 범위에 비해 오류 데이터 값은 커 사람 등 저속의 이동체에 대하여 충분히 적용 가능하였다. 제안된 알고리즘의 과정을 그림 10에 나타내었다.

```

begin Filter()
  Buf[]←string
  Coordinates[0]←Buf[1];
  Coordinates[1]←Buf[2];
  Coordinates[2]←Buf[3];
  Time←Buf[6];

  if(buf[0]==0) //시간 거리, 유효 거리, 유효 시간 초기화
  {
    Distance = 0;
    Filter_Distance = 0;
    Filter_Time = 0;
  }
  print(Data List: Coordinates[], Distance, Time) // 좌표값, 거리, 시간 출력
  else // 거리, 유효거리 계산
  {
    Distance = SQR((Buf_coordinates[0]-coordinates[0])^2
    +(Buf_coordinates[1]-coordinates[2])^2+(Buf_coordinates[2]-coordinates[3])^2)
    Filter_Distance = SQR((Buf_coordinates[0]-coordinates[0])^2
    +(Buf_coordinates[1]-coordinates[2])^2+(Buf_coordinates[2]-coordinates[3])^2)
  }
  print(Data List: Coordinates[], Distance, Time) // 좌표값, 거리, 시간 출력
  if(Filter_Distance == 0) // 좌표값[]을 버퍼좌표[]와 유효좌표[]에 복사, 시간을 유효시간에 복사
  {
    Buf_coordiantes[] = Coordinates[];
    Filter_coordiantes[] = Coordinates[];
    Filter_time = Time;
    print(Filter Data List: Coordinates[], Filter_Distance, Filter_Time)
    //필터데이터 리스트 출력
    end;
  }
  else
  {
    Velocity = Filter_Distance / Filter_Time // 속도계산 = 유효거리/ 유효 시간
    if(Velocity < Maximum Velocity) // 속도와 최대속도 비교 (속도 < 최대속도)
    {
      // 좌표값[]을 버퍼좌표[]와 유효좌표[]에 복사, 시간을 유효시간에 복사
      Buf_coordiantes[] = Coordinates[];
      Filter_coordiantes[] = Coordinates[];
      Filter_Time = Time;
      print(Filter Data List: Coordinates[], Filter_Distance, Filter_Time)
      //필터데이터 리스트 출력
      end;
    }
    else
    {
      // 좌표값[]을 버퍼좌표[]와 유효좌표[]에 복사, 시간을 유효시간에 복사
      Filter_coordiantes[] = Buf_Coordinates[];
      Buf_coordiantes[] = Coordinates[];
      Filter_Time += Time;
    }
  }
  filter();
}

```

그림 10. Velocity Filter 알고리즘 흐름도
Fig. 10 Flow diagram of Velocity Filter Algorithm

4.2 Velocity Filter 알고리즘 적용 결과

3장의 실험과 동일한 환경에서 센서 4개일 때 와 센서 2개일 때의 위치인식 실험을 하였으며, 본 논문에서 제안하는 velocity filter 알고리즘을 적용하였다. 결과는 그림 11, 12과 같으며 센서 2개로 실험 했을 때의 오차의 평

균값 개선정도는 2% 이내였다. 그러나 표준 편차는 최대 30% 정도 개선되어 평균에서 크게 벗어난 오류 데이터가 제거되었음을 보여준다. 센서가 4개일 경우는 센서 2개일 때에 비해 오차율이 낮아 필터의 적용 효과가 적었다. 3m/s 속도로 이동시 측정위치를 필터가 적용전과 적용 후를 비교하였을 때 2개의 센서를 사용한 경우 최대 30%, 4개를 사용한 경우 최대 2%오차가 줄었다.

V. 결론

본 연구에서는 UWB를 이용하여 실내에서의 최적의 위치인식 시스템 구현을 위해 UWB 센서의 경사도, 편주, 센서 개수, tag 높이 등의 변화에 따른 위치인식 오차를 측정하여 각 변수의 설정 방법을 실험하였다. 이 실험 결과를 통해 1차적으로 UWB 센서의 특성을 파악하여 위치추적을 위한 최적의 튜닝 및 설치환경을 도출하였고, 보다 정밀한 위치인식을 위해서 오류 데이터 제거 방법으로 움직이는 사물의 가속도를 이용한 velocity filter 알고리즘을 제안하였다. 실험을 통해 이 필터를 적용하였을 때, 필터가 적용되지 않았을 때의 결과에 비해 전체 실험 데이터에서 최대 30% 정도 위치 인식 오류가 감소하였다. 이러한 위치인식 방법의 유비쿼터스 시스템에의 응용으로 지능형 헬스 트레이닝 관리 시스템 개발에 적용하여 유비쿼터스 컴퓨팅의 주요한 기술적 요소인 상황인지형 서비스를 구현하였다. 이 시스템은 헬스장에서 피 훈련자의 위치와 장비의 사용 상태를 인식하여, 적절한 훈련 스케줄을 피 훈련자에게 제공하며, 그에 따른 훈련 장비들의 사용법을 PDA를 통해 안내한다.

향후 속도 및 가속도 센서를 직접 부착하여 위치 보정 알고리즘을 개선할 예정이다.

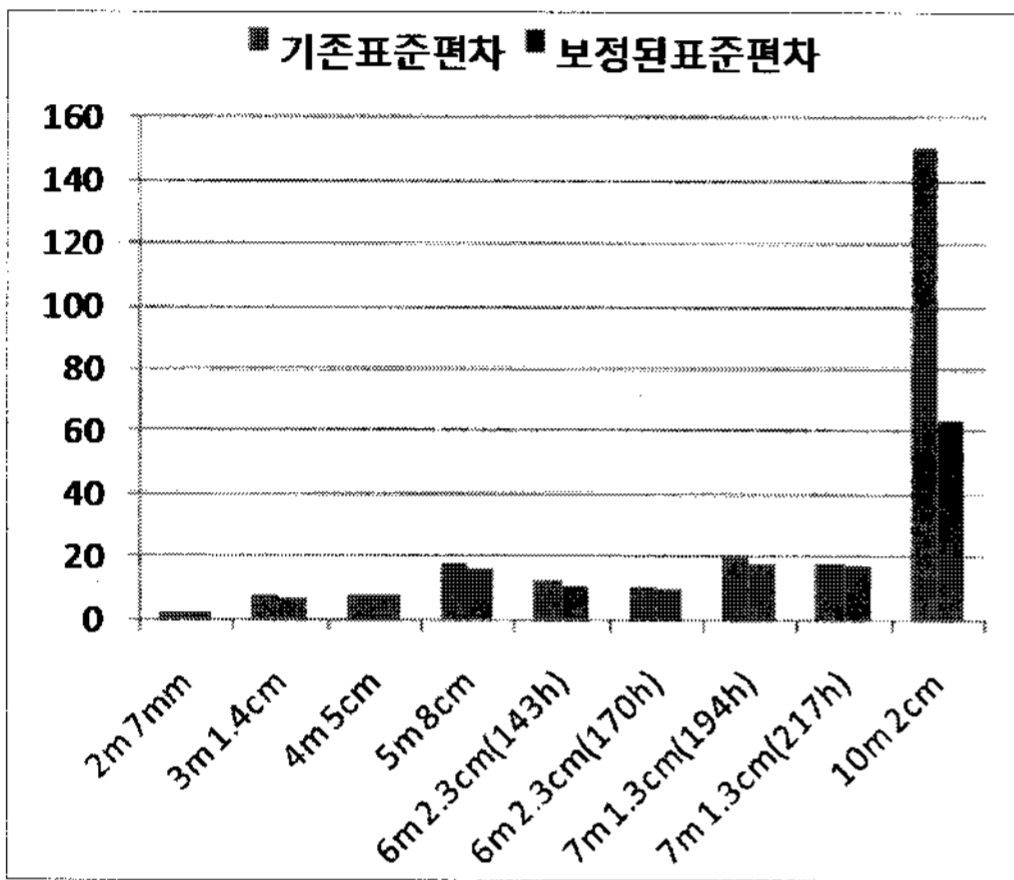


그림 11. 필터 적용 전과 후의 표준편차 비교 (센서 2개)
Fig. 11 Comparison of standard deviations of distance data measured with applying filter algorithm and without doing it (two sensors)

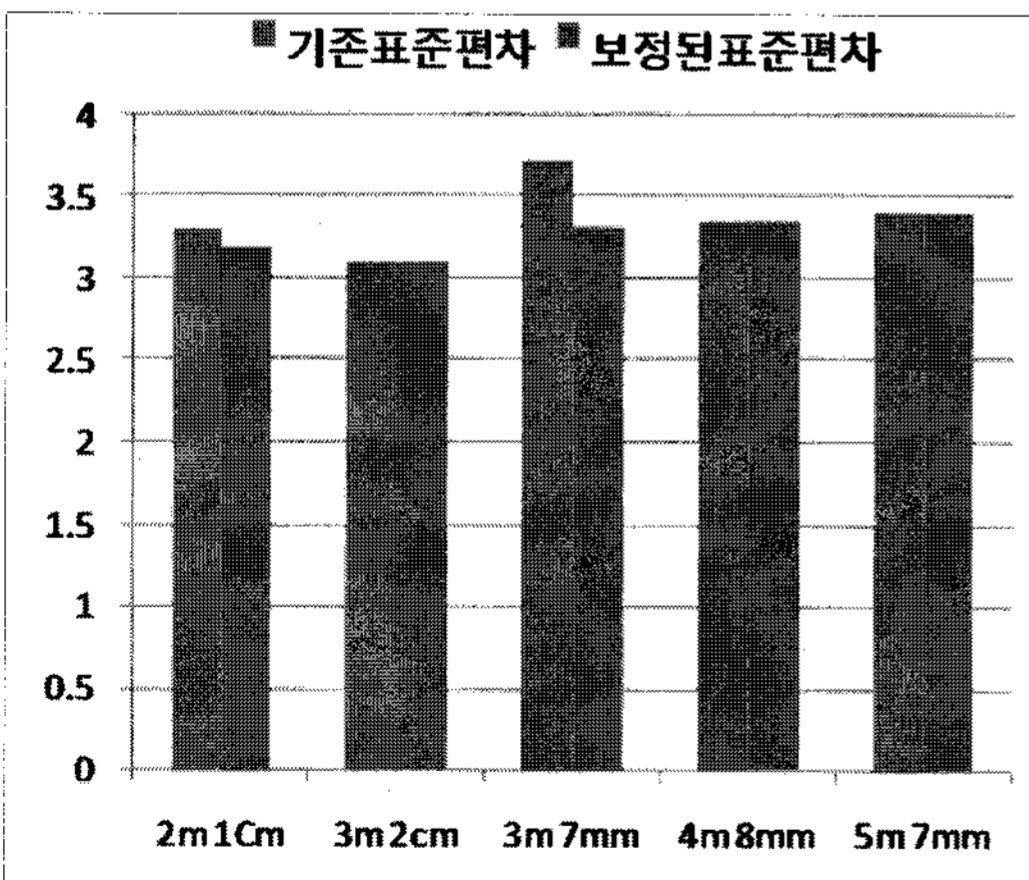


그림 12. 필터 적용 전과 후의 표준편차 비교(센서 4개)
Fig. 12 Comparison of standard deviations of distance data measured with filter algorithm and without it (four sensors)

참고문헌

- [1] J.Foester, E. Green, S. Somayazulu and D.Leeper, "Ultra-Wide band Technoly for Short or Medium Range Wireless Communications", Intel Technology Journal, Q2, 2001
- [2] Porcino D., Hirt W., "Ultra-wideband radio technology: potential and challenges ahead," IEEE Communications Magazine, vol. 41, issue 7, pp. 66-74, July 2003
- [3] S.Gezici, Z. Tian G.B. Giannakis, H. Kobayashi, A.F. Molisch, H.V. Poor, and Z.Sahinoglu, "Localization via Ultra-wide band", IEEE signal Processing Magazine, pp.70-84, July 2005,
- [4] Robert J. Fontana, Lester A. Foster, Brian Fair and David Wu, "Recent Advances in Ultra Wideband Radar and Ranging Systems," Proc. of IEEE Int'l Conf. on Ultra-Wide Band, pp. 19-25, Sept. 2007

- [5] 윤두영, 전수연, “UWB 기술 개요 및 주파수 정책 동양”, 정보통신정책, 통권 397호, 제18권 13호, pp.1-20., 2006년 7월,
- [6] 오미경, 김명중, 김재영, “유비쿼터스 홈구축을 위한 저속 위치인식 UWB 기술”, 전자통신동향분석. 제21권 제6호, pp30-39, 2006년 10월
- [7] 전파법 제 9조(주파수 분배안), 2006년 7월
- [8] 윤영근, 황택진, 홍헌진, “전파자원의 효율적 이용을 위한 제도 및 기술 동향”, 전자통신동향분석 제 21권 제4호, pp 70-79, 2006년 8월
- [9] Uisense Inc. <http://www.ubisense.net>
- [10] Uisense Research network.
<http://www.ubisense.org>
- [11] Ubisense, “Qucik Start User Manual”, Ubisense, 2004

저자소개



정다운 (Da-Un Jung)

2005년 2월 동명대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사). 2005년 1월 ~ 2006년 8월 Global System House 네트워크 엔지니어

2006년 9월 ~ 현재 동명대학교 컴퓨터공학과 석사 과정.
※ 관심분야: USN, WSN, 위치인식, 컴퓨터 통신



추영열(Young-yeol Choo)

1986년 2월 서울대학교 제어계측공학과 졸업
1988년 2월 동 대학원 석사
2002년 2월 포항공과대학 박사

1988년 6월~1994년 6월 포항산업과학기술연구원 선임 연구원
1994년 7월~2002년 8월 포스코 기술연구소 책임연구원
2002년 9월~현재 동명대학교 컴퓨터공학과 조교수
2005년 1월~7월 독일 Fraunhofer IESE Visiting Scientist
2006.11~ 현재 U-Port ITRC 센터장.
※ 관심분야: WSN, Ambient Intelligence, 컴퓨터통신, 공장자동화, 네트워크 보안