

변형 이변측위기법과 초전센서를 이용한 선내 위치인식 보정 알고리즘에 관한 실험적 연구

성주현* · 최재혁** · 김종수** · 서동환***†

* 한국해양대학교 전기전자공학과, ** 한국해양대학교 기관시스템공학부, *** 한국해양대학교 전기전자공학부

An Experimental Study on Compensation Algorithm for Localization using Modified Bilateration Technique and Pyroelectric Sensor in a Ship

Ju-Hyeon Seong* · Jae-Hyuk Choi** · Jong-Su Kim** · Dong-Hoan Seo***†

* Graduate school of National Korea Maritime University, Pusan 606-791, Korea

** Division of Marine System Engineering, National Korea Maritime University, Pusan 606-791, Korea

*** Division of Electrical and Electronics Engineering, National Korea Maritime University, Pusan 606-791, Korea

요 약 : 전파를 이용한 실내 위치인식 기술은 현재 다양한 환경에서 연구되고 있다. 그 중 철골구조로 이루어진 선박은 전파의 반사에 의해 수신율은 높지만 레인지 오차가 크게 발생한다. 이러한 환경에서 발생하는 위치측정 오차를 줄이기 위하여 본 연구에서는 IEEE 802.15.4a의 CSS 기반으로 변형 이변측위와 초전센서를 이용한 선내 위치인식보정 알고리즘을 제안한다. 제안한 시스템은 선내 복도와 같은 좁은 통로에서 CSS의 특성분석을 통하여 이동노드와 고정노드 사이의 적합한 수신거리를 추정하여 고정노드의 수를 줄이고 또한 전파의 반사와 회절에 의한 레인지 오차가 크게 변동하는 코너영역에서 제안한 변형 이변측위기법과 초전센서를 이용하여 이동구간을 추적하여 위치를 인식하였다. 실험결과 제안한 알고리즘이 일반적인 방법 대비 86.2%의 선내 위치인식 정확도와 효율이 향상됨을 확인하였다.

핵심용어 : 선박, 위치인식, CSS, 초전센서, 이변측위

Abstract : The real-time indoor location technology using radio waves has been studied in a variety of environments. One of them, a ship which consists of steel structure has high reception rate but causes significant ranging error due to the reflection of radio waves. In order to reduce location measurement errors that occurs in such a environment, this paper, based on CSS of IEEE 802.15.4a, presents compensation algorithm for localization using modified bilateration and pyroelectric sensor in a ship. The proposed system reduces the number of fixed nodes by estimating the appropriate reception distance between mobile node and fixed node through the analysis of CSS characteristic in a narrow passage such as ship corridors. Also, in the corner section which the ranging errors are significantly fluctuated due to the reflection and diffraction of radio waves, we recognize the location by tracking the a moving section using modified bilateration technique and pyroelectric sensor. The experimental results show that the location accuracy and efficiency of the proposed algorithm are improved 86.2% compared to general method.

Key Words : Ship, Location technology, CSS, Pyroelectric sensor, Bilateration

1. 서 론

최근 정보통신기술의 발전에 따라 다양한 분야에서 IT기술과의 융합이 이루어지고 있으며 점차 이를 체계적으로

관리할 수 있는 유비쿼터스 네트워크의 중요성이 대두되고 있다. 특히 다양한 센서의 활용을 통하여 시간과 공간적인 제약이 없어지면서 사람과 사물의 위치를 실시간으로 인식하여 위치에 알맞은 서비스를 제공하는 LBS(Location Based Services)가 보편화 되고 있다. LBS를 위해서는 기본적으로 정확한 위치인식이 필요하며 이를 위한 위치인식의 대표적인 기술로 GPS(Global Positioning System)가 있다.

* 대표저자 : 정희원, sjh10114@naver.com, 051-410-4822

† 교신저자 : 정희원, dhseo@hhu.ac.kr, 051-410-4412

GPS의 경우 세 개 이상의 GPS 위성들을 사용하여 삼변측량을 통해 지구상의 위치를 측정한다. 하지만 신호의 수신이 어려운 건물이나 선박 내부와 터널 등과 같은 실내나 음영 지역에서는 위치인식 서비스가 어렵다.

이러한 문제를 보완하기 위해서 센서노드를 이용한 근거리 무선통신기반의 위치인식 기술이 활발히 연구되고 있다. 실내의 위치정보를 파악하기 위하여 초기에는 RFID(Radio Frequency Identification), RSSI(Received Signal Strength Indication) 기술을 기반으로 연구되었으며 이후 IEEE 802.15.4a 표준규격에 CSS(Chirp Spread Spectrum), IR-UWB(Impulse Radio - Ultra Wide Band) 기술을 이용한 WPAN(Wireless Personal Area Network) 분야의 위치인식 연구가 더욱 활발하게 진행되고 있다(Choi et al., 2008; Kwon, 2010).

특히 철골구조로 이루어진 선박에서는 전파가 굴절 및 반사에 의해 위치인식이 어렵기 때문에 주로 네트워크 구축에 용이한 Zigbee를 이용하여 노드 배치를 조밀하게 하는 방식이나 각종 센서를 이용한 유선 위치인식 분야로 많은 연구가 되어왔다. 대표적으로, Lee et al.(2008)은 일반 건물의 사각형 구조인 실내에서 초전센서만을 이용하여 실내 위치인식 시스템을 구현하였다. 이 방법은 4×4 m의 공간에서 12개의 센서를 배치하여 실험한 결과 0.3 m의 오차를 보였다. 이는 센서의 측정 범위가 최대 2 m로 제한적이며 거리데이터에 의한 좌표 측정이 아니라 센서 범위의 중첩에 의한 공간 측정이기 때문에 정확한 위치를 찾아내기에는 한계를 가진다.

Paik et al.(2009)은 Zigbee를 이용하여 선내 계단, 선실 등 다양한 장소에서 무선 센서 네트워크 구축을 위한 전파 특성 실험 및 효율적 센서 배치에 대한 연구를 하였다. 수신된 신호의 세기를 이용한 Zigbee는 수신율에 대한 결과는 10 m 이내에 90% 이상으로 높지만 전파의 전송시간에 의한 거리 계산 방식인 CSS 방식에 비해 실내 구조뿐 아니라 주변 사물의 배치나 움직임에 의한 측정값이 크게 변하므로 특히 흔들리는 선박에서 위치인식에 적용하기에는 쉽지가 않다.

Choi(2010)는 Zigbee를 이용해 선박에서 센서네트워크를 구축하였으며 위치인식결과 평균 0.5 m의 오차를 보였다. 하지만 주파수 변조방식인 CSS 방식에 비해 외부 신호 간섭에 영향을 많이 받으므로 태그를 2~3 m 간격으로 설치하여 데이터 전송율이 유지되도록 배치하였다. 그 결과 위치 측정의 정확성은 높지만 경제적 효율성이 떨어지는 문제점이 있다.

본 연구에서는 기존의 RSSI 방식보다 정밀한 위치인식이 가능한 IEEE 802.15.4a의 CSS 방식과 통행자 이동 구간 인식 및 추적을 위한 초전센서를 이용하여 신호의 회절 및 반사에 의해 위치인식이 어려운 선박 내부의 다양한 통로에

서 실시간 위치를 인식하는 방법을 제안한다. 제안한 선내 위치 인식 방법은 CSS를 이용한 선내 실험을 통해 인식 효율이 가장 높은 노드의 배치 거리를 설정하고 좁은 통로에서의 위치인식을 위하여 기존의 이변측위가 아닌 제안한 새로운 변형된 이변측위 기법을 적용하여 위치를 인식한다. 특히 직선 통로가 아닌 반사나 회절이 심한 여러 형태의 통로에서 초전센서는 통행자의 통과 구간을 기록하며 그 기록을 통해 근접한 2개의 노드만으로 위치를 인식하게 된다. 이를 통해 다른 노드 신호의 영향을 최소화 시켜 위치 측정이 어려운 구간에서도 위치 측정을 원활하게 적용하였다.

2. 위치추정 관련이론

2.1 CSS 및 SDS-TWR

Chirp은 약속된 시간동안 도착되는 주파수들의 공간거리를 기반으로 데이터를 표현하는 방식으로써 CSS는 이를 이용하여 간섭에 강한 신호를 생성하여 통신하는 스펙트럼확산 통신기술이다. 기존의 전파의 세기를 이용하여 위치를 측정하는 Zigbee 방식과는 달리 전파 도달시간을 측정하여 노드의 거리를 계산하기 때문에 더욱 정밀한 위치분석이 가능하며 저전력 장거리통신이 가능하다. 하지만 모든 전파는 전송 CSS는 현재 위치인식에 특화된 IEEE 802.15.4a 표준 방식이며 CSS에 사용되는 거리측정 기술로는 TW-TOA(Two-Way Time-Of-Arrival)가 있다. TW-TOA는 두 개의 노드사이의 전파 전송시간을 측정하여 거리를 알아내는 방식이다. Fig. 1과 같이 TW-TOA를 한번 더 측정하여 정확성을 높인 기술이 SDS-TWR(Symmetric Double-Sided Two-Way Ranging)이다.

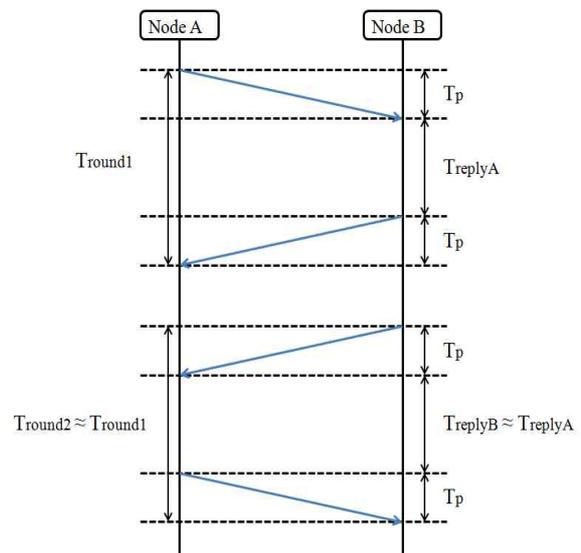


Fig. 1. SDS-TWR.

송신노드에서 수신노드 사이의 전파 전송시간인 T_p 는 아래와 같다.

$$T_p = \frac{(T_{round1} - T_{replyA}) + (T_{round2} - T_{replyB})}{4} \quad (1)$$

식(1)에서 계산된 T_p 에 전파의 속도를 곱하여 두 노드간의 거리를 알 수 있으며 이를 이용해 여러 개의 노드를 배치하여 삼변측량, 이변측량 등의 위치 인식에 사용된다.

2.2 전파의 손실 및 반사

자유공간에서의 전파는 퍼져 나가면서 에너지를 흡수 또는 산란을 통해 신호의 세기가 점점 약해지는 복사손실이 일어난다. CSS방식 또한 전파를 이용하는 방식이므로 전송 중에 복사손실이 발생하며 일반적인 자유공간에서의 전파 손실 L_s 는 아래의 식(2)와 같다.

$$L_s = 20 \log\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right) \quad (2)$$

하지만 실내의 전파환경은 자유공간의 전파환경과 큰 차이를 갖는다. 실내에서는 분산체의 밀도가 훨씬 높고 벽은 반사 및 격리면이 되어 넓은 대역의 전파 손실을 가져오며, 도파현상이나 페이딩현상 등 매우 다양한 특성이 나타난다.

벽이 전파를 반사 또는 흡수하기 때문에 지연시간이 0.1 μs 이내로 짧으며 문이나 창문에 의해 긴 지연시간이 나타날 수 있다. 실내에서 전파는 Floor Plan, 구조물, 다른 전자 장비로부터 전자파 방사 등의 원인에 의해 전파손실을 예측하기 어렵다. 하지만 철골구조라도 전파를 철골구조의 모양에 따라 수평편파를 사용할 경우 감쇠가 많이 발생하지만 수직편파를 사용할 경우 감쇠가 많이 줄어들 수 있다 (Hwang, 2006).

2.3 Pyroelectric sensor

절대온도 이상의 물체는 모두 그 온도에 대응하는 적외선을 방사한다. 온도 변화에 따라서 분극의 크기가 변하는 초전성을 이용하여 입사한 빛의 세기를 측정하는 것이 가능하다. 이때 물체로부터의 적외선 방사에 변화가 없을 경우에는 초전 출력을 얻는 것이 불가능하기 때문에, 이동물체 혹은 온도가 변화하는 물체 이외의 온도를 검지하는 경우에는 초퍼(Chopper)에 의해 입사 적외선을 변조한다.

물체의 온도와 그 물체가 방사하는 빛의 파장과의 관계는 Wien의 변위법칙에 의해 식(3)과 같이 나타낸다.

$$\lambda_m T = 2898 [\mu m \cdot K] \quad (3)$$

따라서 인체에서는 9.36 μm 파장의 적외선을 가장 많이 발산하게 되며, 인체를 포함하여 생활공간에 존재하는 온도를 갖는 물체마다 특정 파장의 적외선을 발산한다. 이 때문에 다양한 무선기기에서 잘 발생하는 전자파나 온도, 습도 등 다양한 외부환경에 강하다. 또한 초전센서의 측정범위 조절이 가능하기 때문에 복도 구조에 맞게 조절이 가능하다. 센서의 구성은 Fresnel 렌즈부와 초전센서부와 신호처리부로 구성된다. Fresnel 렌즈부는 열원체의 열에너지를 집광하는 역할을 하며 입사한 열에너지를 초전센서에서 전기적 신호로 바꾸어 주며 신호처리부에서 센서로부터 나오는 신호를 증폭, 비교하여 알람신호를 출력하는 역할을 한다(Jang, 2003).

3. 위치인식 시스템 및 구현

3.1 시스템 구성

복도환경에서 위치인식을 하기위해 Fig. 2와 같이 하드웨어는 이동노드와 고정노드로 구성하였으며 고정노드의 경우 초전센서만을 위한 노드, 위치인식만을 위한 노드, 둘 다 적용한 노드로 구분이 되며 직선통로가 아닌 코너가 존재할 경우 위치인식과 초전센서 각각의 기능만을 가진 노드들의 배치를 통해 위치를 인식한다.

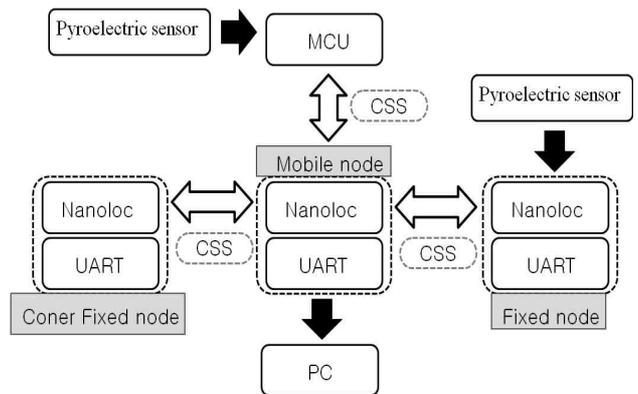


Fig. 2. System Architecture.

CSS를 이용한 거리 측정부분에서는 2.45 GHz의 주파수를 사용하는 한백전자의 Nanoloc kit를 사용하였으며 내장된 3.6 V 전압의 휴대용 배터리를 이용하여 구동된다. Nanoloc chip에 의해 이동노드와 고정노드 사이에 SDS-TWR 방식으로 전파 전송시간을 측정하여 거리를 계산한다. 각 노드의 MCU(Micro Controller Unit)의 구성은 CSS를 위한 Nanoloc chip과 센서 및 위치데이터 연산을 위한 16 MHz Clock의 Atmega128모듈을 사용하였다. 초전센서의 감지신호는 직렬 통신을 통해 MCU로 데이터를 송신하며 CSS로 인식된 거리 데이터와 함께 이동노드로 전송된다. 이동노드는 각 노드

로부터 수신된 센서 및 위치데이터를 RS-232 직렬통신을 통해 PC로 전송되어 제안한 위치인식 알고리즘을 적용하여 PC화면에 위치를 나타낸다. Fig. 3과 같이 초전센서가 감지할 수 있는 범위는 최대 x 축 방향으로 125도, y 축 방향으로 138도이다. 센서의 측정범위가 넓으면 다수의 통행자를 동시에 인식하여 개별 위치인식에 어려움이 있으므로 범위를 조정하여 y 축을 71도로 조정하여 0.5 m의 범위만 인식하도록 실험환경에 맞추었다.

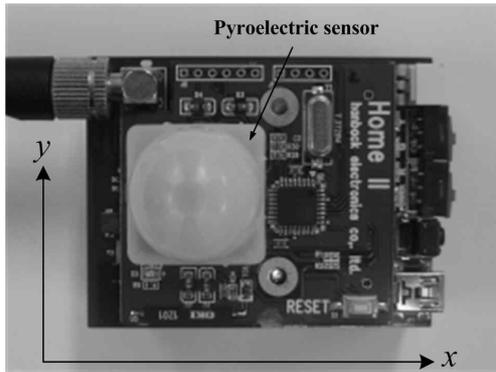


Fig. 3. Fixed node and pyroelectric sensor used in the proposed method.

3.2 제안한 위치인식 알고리즘

본 연구에서 제안한 위치인식 알고리즘은 Fig. 4에 나타난 바와 같이 먼저 CSS방식을 이용하여 각 노드를 통해 거리데이터를 먼저 받는다.

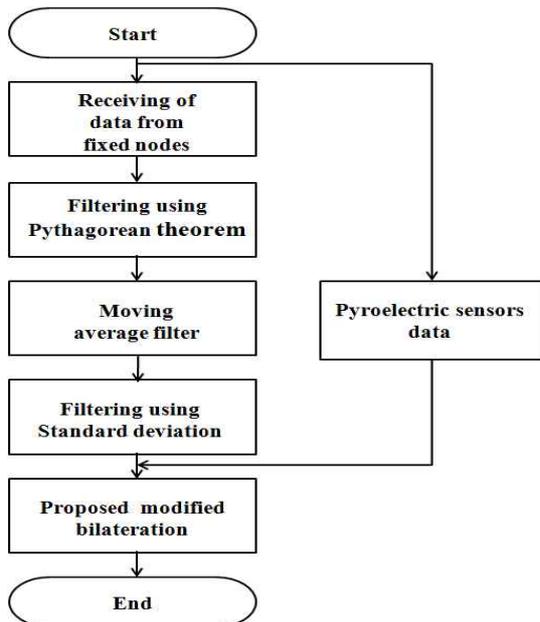


Fig. 4. The schematic diagram.

하지만 Fig. 5와 같이 일반적으로 들어오는 데이터는 대각선으로 측정된 노드사이의 거리이므로 실제 있는 위치와 들어오는 데이터는 차이가 있다.

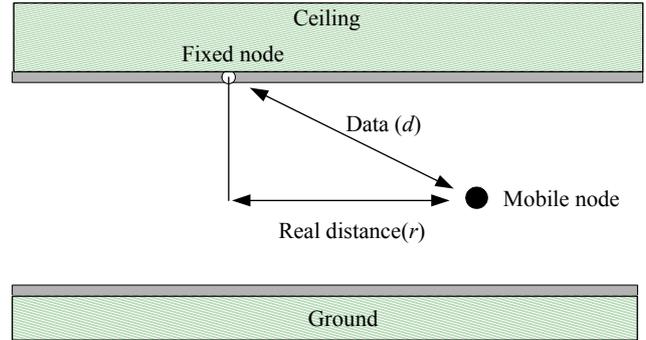


Fig. 5. Pythagorean theorem.

그러므로 천장과 바닥의 중간 높이인 1 m를 기준으로 보행자가 이동할 경우 측정된 데이터 d 와 실제 보행자의 거리 r 은 식(4)로 나타낼 수 있다.

$$d^2 = r^2 + 1^2 \quad (4)$$

여기서 실제 거리 r 은 식(5)가 된다.

$$r = \sqrt{d^2 - 1^2} \quad (5)$$

획득된 데이터에 식(5)을 적용하여 보정하며 만약 d 가 1 m보다 작을 경우 식(5)은 성립되지 않기 때문에 이때 데이터는 노드의 위치 바로 아래에 통행자가 있는 것으로 인식을 하여 센서와 같이 위치 추적이 가능하도록 하였다. 하지만 이 알고리즘을 적용한 데이터는 측정된 데이터의 변동에 심한 영향을 받기 때문에 각 노드별 초당 20개의 데이터를 받아 Fig. 6과 같이 CSS의 내재된 오차인 2 m를 기준으로 표준편차를 설정하여 갑자기 커지거나 작아지는 데이터는 제외시키고 데이터를 받아 이동평균필터를 적용한다.

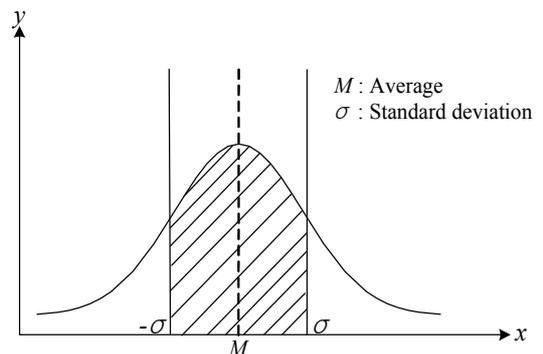


Fig. 6. Standard deviation.

위의 피타고라스 정리를 적용한 후 보정된 데이터를 x 라고 할 경우 평균 \bar{x} 는 식(6)과 같다.

$$\bar{x}_k = \frac{x_{k-n+1} + x_{k-n+2} + \dots + x_k}{n} \quad (6)$$

n 은 평균을 구하고자하는 데이터의 개수이며 식(6)의 바로 전 평균값은 식(7)이 된다.

$$\bar{x}_{k-1} = \frac{x_{k-n} + x_{k-n+1} + \dots + x_{k-1}}{n} \quad (7)$$

식(6)과 식(7)의 차는 식(8)이며

$$\bar{x}_k - \bar{x}_{k-1} = \frac{x_k - x_{k-n}}{n} \quad (8)$$

이 식(8)을 정리하면 식(9)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\bar{x}_k = \bar{x}_{k-1} + \frac{x_k - x_{k-n}}{n} \quad (9)$$

일반적인 평균값을 사용하면 오래된 데이터가 거리측정에 영향을 많이 주게 되고 데이터 수신 도중에 외부 환경적 요인에 의해 갑자기 커지는 값을 알 수 없기 때문에 식(9)와 같이 동적인 변화를 반영하기 위해 이동평균필터를 적용하였다. 최근 측정된 초당 20개의 데이터를 가지고 계산된 이동평균값을 이용하여 새롭게 들어오는 데이터 값을 비교하여 표준편차에 의해 범위를 벗어난 값은 제거된다.

획득된 이동평균데이터를 이용하여 Fig. 7과 같이 제안한 이변측위기법으로 위치를 표시한다. 일반적인 이변측위의 경우 좁은 복도나 통로등에 많이 사용하는 방식으로 삼변측량방식에 비해 노드의 수를 줄이면서 위치를 인식할 수 있다는 장점이 있다. Fig. 7처럼 기존의 이변측위는 두 노드의 측정거리를 반지름으로 하는 원을 그려 교차점을 이용하여 위치를 표시한다. 하지만 이 방식은 두 데이터에 의해 생성된 원의 교차점이 없거나 두 개의 노드 중 하나의 노드라도 데이터 오차가 크거나 수신이 되지 않을 경우 위치를 인식하지 못한다. 특히 데이터의 변화가 심한 선박에서는 일반 건물보다 인식된 위치의 변동이 크게 증가했다. 하지만 제안한 새로운 변형 이변측위기법은 두 개의 노드 중 가장 작은 데이터 값을 이용해 위치를 표시하는 방식으로 CSS를 이용한 위치측정에서는 노드마다 각각의 오실레이터를 사용하기 때문에 클럭 드리프트와 온도나 외부 충격 등에 의한 하드웨어적인 시간지연으로 인해 실제거리보다 측정거리가 적게 나오는 경우는 발생하지 않는다. 그러므로 기존의 이변측위와는 달리 두 개의 원이 교차하지 않아도 되며 가장 가까운 노드에 의해 측정되기 때문에 수신율에

의해 위치표시를 못하는 경우는 거의 발생하지 않는다. 그러므로 거리와 공간에 따라 데이터 변동이 심한 선박에서는 하나의 데이터가 왜곡되어도 하나의 노드를 이용하여 위치를 표현할 수 있는 제안한 변형 이변측위기법을 사용했다.

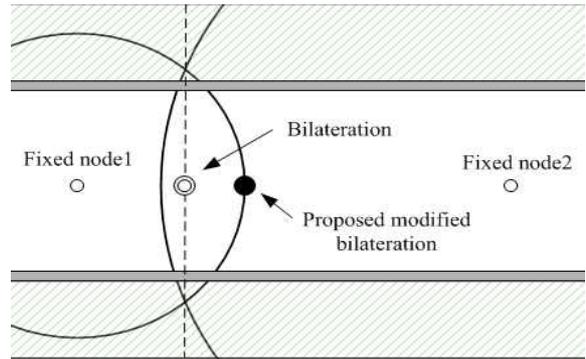


Fig. 7. Proposed modified bilateration.

4. 실험 및 고찰

4.1 선내 CSS통신 실험

실험은 한국해양대학교 실습선 한바다호의 선내 복도에서 이루어졌으며 실험환경은 가장 굴절 및 반사가 심한 상태인 객실문이 열려있는 상태에서 실험을 진행했다. 실험장소의 구조는 Fig. 8과 같다.

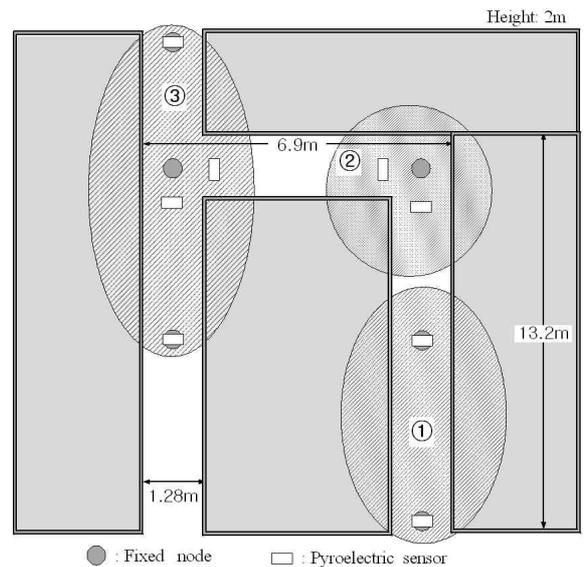


Fig. 8. Experimental environment.

선박의 복도는 구조상 좁고 문이 많기 때문에 전파의 반

변형 이변측위기법과 초전센서를 이용한 선내 위치인식 보정 알고리즘에 관한 실험적 연구

사 및 회절에 영향을 많이 받는다. 실험은 선박 내 다양한 복도 구조를 고려하여 Fig. 8의 ①, ②, ③과 같이 3가지 구조로 나누어 실험을 실시하였으며 CSS방식의 선박에서 특성분석을 위해 Fig. 8에서 보는 바와 같이 일반적인 복도 구조인 ①구간에서 수신율 및 데이터의 오차율을 실험하였다. 하나의 고정노드와 이동노드를 이용하여 실시한 수신율 실험은 Fig. 9와 같고 비교 대상인 일반 건물 복도는 한국해양대학교 공과대학 복도에서 실험을 진행하였다. x 축은 이동노드의 실제 거리를 나타내며 y 축은 이동노드가 고정노드에 요청한 데이터의 수신율을 나타낸다. 건물 복도 실험에서 나타난 수신율은 거리가 멀어질수록 급격히 떨어지는 것을 볼 수 있으나 선박의 복도 실험에서는 10 m까지 90 % 이상의 수신율을 유지함을 알 수 있다. 이는 선박의 철골구조는 전파의 반사에 의해 거리에 따른 수신율이 감소가 적다는 것을 알 수 있다. Fig. 10은 선박에서 고정노드와 이동노드 사이의 실제 측정거리에 따른 수신거리를 나타낸 그래프로서 수신된 데이터 중에서 표준편차를 벗어난 데이터의 수신비율을 나타낸다. General average는 보정기법을 적용하지 않고 CSS를 기반으로 측정된 평균 비율이며 Moving average는 Fig. 4의 제안한 순서도에서 이동평균필터까지 적용시켜 측정된 데이터이다. Fig. 9와 Fig. 10을 분석하면 이동평균까지 적용하였을 경우 수신율은 좋지만 들어온 데이터는 반사 및 흡수에 의한 지연시간의 증가로 인해 전파의 전송 측정 시간이 길어져 실제 CSS 방식의 내재된 측정 오차인 2 m 내외를 벗어난 데이터의 수는 3 m를 기준으로 급격히 증가함을 알 수 있다. 비교 대상인 이변측위를 제외한 알고리즘 적용 후의 데이터 측정에서도 3 m를 기준으로 데이터의 오차율이 증가하는 것을 통해 3 m 이후는 전파의 반사 및 회절이 데이터 값에 크게 영향을 주는 것으로 나타났다.

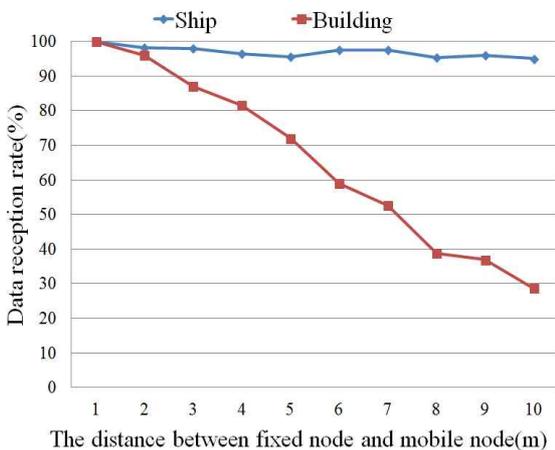


Fig. 9. Data reception ratio of ship and building.

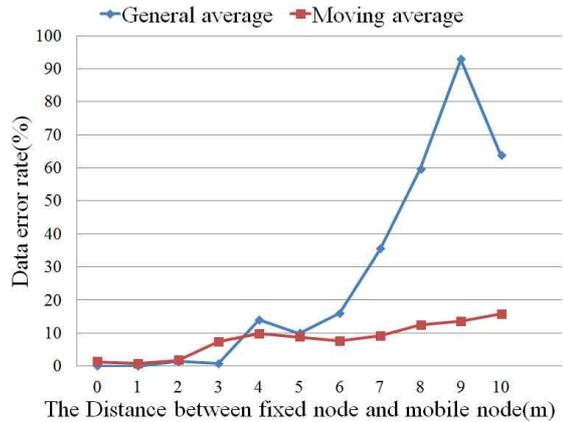


Fig. 10. Data error ratio in ship.

4.2 제안한 알고리즘 적용 실험

선내 CSS통신 실험결과 제안한 변형된 이변측위기법으로 노드간 거리는 최대 6 m까지 배치가 가능하며 실제 알고리즘을 적용한 실험하였다 Fig. 11은 Fig. 8의 ①과 ②구간 사이에 고정노드를 부착한 한바다호의 복도 모습이다.



Fig. 11. The attached fixed-node in Corridor.

직선 복도인 ①구간의 노드의 배치는 초전센서 1개와 고정노드 1개로 구성하였다. 이는 초전센서를 이용하여 통행자의 위치추적을 하며 위치에 따른 변형된 이변측위 적용을 위하여 배치한 구조로서 통행자가 직선의 복도를 ②구간 방향으로 걸어갈 경우 ①구간 아래의 첫 번째 초전센서가 인식을 하게 되면 통행자는 ②구간을 향해 걸어간다는 것을 알게 된다. 이 때 ①구간의 두 노드의 데이터만을 이용해 제안한 이변측위를 한다. 이는 근처의 가장 가까운 2개의 노드를 통해서만 위치인식을 해서 멀리 있는 나머지 노드들에서 들어오는 잘못된 데이터의 영향을 제거하고 안정적인 위치를 표시하기 위해 적용하였다. Fig. 12는 ②구간에서 0 m와 6 m에 고정노드를 설치하여 평균 거리오차를

측정하였다. 코너 구간은 6m지점이며 x 축은 고정노드와 이동노드 사이의 실제 거리이고 y 축은 평균 오차거리이다. 일반적인 이변측위만을 사용할 경우 원을 그려 교차에 의해 위치를 인식하기 때문에 3m이상 멀리 있는 데이터의 변화에 의해 위치를 인식된 위치의 오차는 크게 나타나며 알고리즘 적용 후 기존의 이변측위만을 사용하여 위치인식을 한 것에 비해 약 87.5%의 오차 감소율을 하는 것으로 나타났다. ②구간의 경우 ①구간과는 달리 노드가 직접 보이는 상태인 LOS(Line of Sight)환경이 아니기 때문에 기존의 이변측위방식의 경우 데이터의 오차가 매우 크게 나타났으며 이를 보완하기 위해 초전센서를 고정노드는 거리측정만 할 수 있는 노드를 사용하고 꺾이는 구간에 초전센서를 배치하였다. 이 때 고정노드와 0.5m 간격을 두고 초전센서를 배치함으로써 코너 구간에서는 위치인식이 정밀하게 이루어진다. ③구간의 경우 직선구간은 ①구간과 동일하지만 꺾어지는 구간은 초전센서의 배치를 통해 보행자의 구간 추적이 가능하며 이변측위가 적용된다.

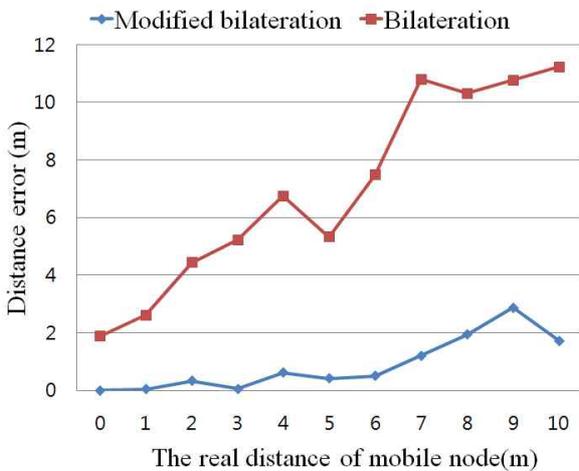


Fig. 12. Performance comparison of localization.

Fig. 13은 전체적인 알고리즘 및 센서를 배치하여 세 구간에 노드 간 6m 간격으로 배치했을 경우를 실험을 한 결과이며 x 축은 각 구간을 나타내며 y 축은 오차거리를 나타낸다. Fig. 12와 Fig. 13의 결과에서 나타나듯이 기존의 이변측위를 이용하여 위치를 인식 할 경우 보행자에게 가까운 노드 중 하나가 데이터가 회절 등에 의해 커지게 되면 반대편의 노드의 데이터가 상대적으로 위치가 다른 구간으로 많이 인식되기 때문에 위치인식의 정확도가 매우 떨어진다.

평균적으로 이변측위만을 사용하였을 경우에 비해 초전센서를 이용하여 위치 추적을 하였을 경우 정확도가 86.2% 향상되었으며 특히 데이터 변동이 심한 ②구간과 ③구간

에서의 정확도를 90% 이상 향상시켰다. 선내에서 거리가 멀어지면 위치측정 데이터는 급격히 변동함을 보였으나 제안한 기법을 적용하면 6m이내의 복도에서는 노드 2개를 이용하여 위치인식을 할 수 있음을 나타내며 복도의 구조가 복잡하거나 길어도 센서와 노드의 배치를 통해 회절 및 반사의 영향을 최소화시켜 0.3m 이내의 평균 위치인식이 가능함을 확인하였다.

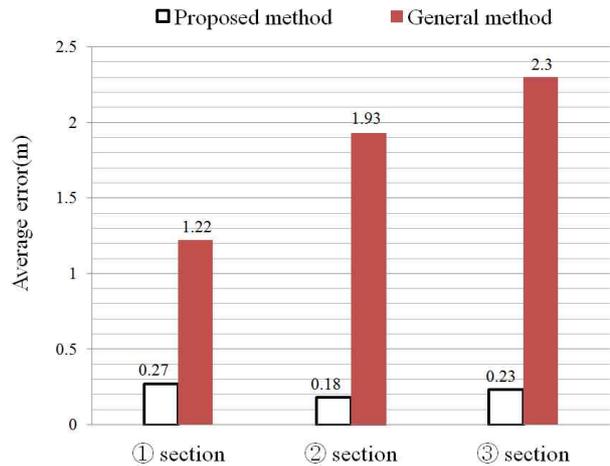


Fig. 13. Results of coordinate measurement.

5. 결론

본 연구에서는 무선 통신이 원활하지 못한 선박 내에서 CSS와 초전센서를 이용하여 여러 구간에 적합한 실시간 위치인식 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘을 높이 2m, 폭 1.28m인 선박 좁은 통로에 적용한 결과 데이터 변동이 심한 구간에서도 적절한 노드 배치를 통해 CSS를 이용한 위치인식도 가능함을 확인 할 수 있었으며 다양하게 꺾인 구간에서는 초전센서를 이용하여 방향추적에 의해 통행자에 대한 위치의 정확성을 향상시켰다. 제안한 방법은 기존의 이변측위만 사용하여 위치를 추정하였을 때보다 위치 오차는 평균 86.2% 향상되었으며 이변측위를 사용한 기존 RSSI방식의 Zigbee 배치에 비해 같은 거리에서 구조에 따라 최대 50%의 노드의 수를 줄였다. 제안한 방법은 선박의 한 구간에서 실험이 이루어져 선박의 다른 공간 및 환경에 대한 실험이 필요하며 디스플레이의 경우 서버를 거치지 않아 데이터의 통합적 관리가 미흡하기 때문에 향후 적용 공간의 확대와 데이터의 관리에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서 제안한 방법을 선박의 화재나 비상 발생 시 승무원이나 승객에게 적용할 경우 배의 구조에 익숙하지 못한 피난자의 대피성능을 크게 향상 시킬 것으로 기대된다.

후 기

“이 연구는 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 20110029766).”

참 고 문 헌

- [1] Choi, H. M., Y. K. Park, C. H. Kim, Y. J. Nam and C. P. Hong(2008), Localization System Using Wireless Sensor Networks, Proceeding of Korean Multimedia Society, pp. 84-87.
- [2] Choi, S. Y.(2010), Research for applying IEEE 802.15.4 to Indoor Location Positioning and Communication System of Ship, M. S. dissertation, Inha University, Incheon, pp. 18-45.
- [3] Hwang, J. H.(2006), Measurement of the Indoor Wireless Environment at 2.45 GHz, The Korea Institute of Information and Communication Engineering, Conference on kimics, pp. 1005-1008.
- [4] Jang, D. H.(2003). A Study on the $Pb_{1-x}LaxTiO_3$ and PVDF Functional Film for Pyroelectric IR Sensor, M. S. dissertation, Inha University, Incheon, pp. 5-8.
- [5] Kwon, S. K.(2010), Compensation Algorithm for Localization based on Equivalent Distance Rate and Kalman Filter, M. S. dissertation, Dong-Myung University, Busan, pp. 1-8.
- [6] Lee, S., H. H. Kim, J. H. Lim and S. H. Kim(2008), Indoor Location System based on Pyroelectric Sensors, Korea Multimedia Society, Vol. 12, No. 3, pp. 46-56.
- [7] Paik, B. G., S. R. Cho, B. J. Park, D. k. Lee, B. D. Bae and J. H. Yun(2009), Characteristics of wireless sensor network for full-scale ship application, Journal of marine science and technology, Vol. 14, No. 1, pp. 115-126.

원고접수일 : 2012년 08월 27일

원고수정일 : 2012년 10월 11일

게재확정일 : 2012년 10월 26일