

유비쿼터스 기술의 선박 적용 분야 개발 및 기초 특성 연구

조성락^{†*}, 백부근^{*}, 박범진^{*}, 이동곤^{*}

한국해양연구원 해양시스템안전연구소^{*}

Study on Application Fields and Basic Characteristics of Ubiquitous Computing Technologies in a Ship

Seong-Rak Cho^{†*}, Bu-Geun Paik^{*}, Beom-Jin Park^{*} and Dong-Kon Lee^{*}

Maritime & Ocean Engineering Research Institute, KORDI^{*}

Abstract

The object of this paper is to describe the ubiquitous computing technologies for ship, which is produced and assembled by many steel blocks. It includes the testing of a 2.4GHz wireless communications platforms and radio-frequency identification technology with the blocks disturbing the wireless communication. The power line communication that is established in a ship already is also experimented for some data transfer. Also, possible application areas of the ubiquitous computing technology to ships are discussed. At last, the test bed copied from an actual vessel was installed and data acquisition tests were established using wire and wireless communication. In this paper, we implemented some ubiquitous computing technologies in the test bed simulating a ship environment and investigated the basic characteristics of ubiquitous computing technologies.

※Keywords: Ubiquitous sensor network(유비쿼터스 센서 통신망), Zigbee(지그비), RFID(무선주파수 인식기술), Power line communication(전력선 통신)

1. 서론

해양을 운항하는 선박은 다양한 해상 환경을 경험하고 환경을 극복하면서 선박 고유의 목적에 맞

는 임무를 수행한다. 즉, 상선의 경우 주어진 시간 안에 컨테이너, 통나무, 광석, 원유, LNG 등의 화물을 다른 곳으로 이동시켜야 하고 여객선의 경우 승객들에게 안전하고 편리한 해상 환경을 제공하면서 이동한다. 또한 함정의 경우, 빠른 기동력과 높은 작전 수행 능력이 중요하다.

지금까지 선박 운용의 효율성 및 안전성을 높이

접수일: 2007년 7월 24일, 승인일: 2007년 12월 3일

†교신저자: scho@moeri.re.kr, 042-868-7670

고자 하는 기술은 많은 연구자들에 의해 제안되고 개발되어 왔다. MARINTEK(2000)을 주축으로 한 유럽 공동체는 지능화된 선체 감시 시스템을 개발하였다. 이 시스템의 목적은 선박의 구조적 결함, 전복, 화물의 손상 등으로 인한 위험 감소 및 승객들을 위한 향상된 안전성 및 편리성을 제공하는 것이다. Nielsen et al.(2005)은 상대적인 파도의 운동과 굽힘 모멘트 등을 측정하여 선박의 운동 및 파가 초래하는 구조적 하중을 선상에서 감시하고 관리하는 시스템의 개념을 소개하기도 하였다. 이진호 등(2005)은 파랑 정보, 선박의 침로, 선속, 굽힘 모멘트, 선수 가속도 값 감시 등을 통하여 내항성 감시에 대한 방법을 제시하였으며 궁극적으로 운항 선박의 운동 안전성 및 효율성을 높이고자 하였다. 김성찬과 유홍선(2004)은 여객선의 화재 발생 시 안전성 제공을 위한 기초 연구로서 화재 거동 해석에 수치해석 방법을 도입하기도 하였다. 승무원 및 승객에게 해상 근무의 고충을 덜어주려는 시도로서 장미숙 등(2005)은 선박 내 조타실과 선실에 대하여 온열 근무 환경을 평가하기 위해 온도와 상대 습도에 대한 실제 계측치와 설문조사 결과 등을 이용하였으며 추후 냉난방 시스템의 설계를 위한 기초 자료를 마련하였다.

비록 많은 연구자들이 선박의 운용과 안전, 선박에 승선한 승무원과 승객들을 위한 서비스를 제공하기 위해 많은 노력을 해왔으나 육상의 건물이나 운송 수단을 위해서 제공되고 있는 대물 및 대인 서비스에 비해 많이 낙후된 것이 사실이다. 그동안 육상에서는 RFID(radio frequency identification), USN(ubiquitous sensor network), VoIP(voice of information provider), BcN(broadband convergence network)과 같은 유비쿼터스 원천 기술의 비약적인 발전과 자동 물류관리, 홈 네트워크, 모바일 RFID, U-Health, U-국방과 같은 응용 분야로의 상용화에 성공하고 있다. 이러한 유비쿼터스 기술로 인해 육상에서는 수많은 정보들을 사람들이 쉽게 이용하여 편안하고 안락한 생활을 영유하고 업무 시에도 좀 더 빠르고 효율적으로 일을 처리하고 있다.

본 논문에서 연구한 내용은 단순히 육상의 유비쿼터스 기술을 선박으로 그대로 옮겨 놓는 것이

아니다. 선박은 RFID, USN, UWB(Ultra Wide Band) 등을 육상에서처럼 쉽게 적용할 수 없는 철로 만들어 진다. 보통 선박에서 사용하는 철판의 두께는 3~10mm 정도이고 심지어 선박의 뼈대를 이루는 부분은 대부분 50mm이상의 두께를 가지고 있다. 또한 대부분 선박은 내부의 공간이 철로 막혀 있으며, 유리창의 경우도 해치를 덮어 전파가 쉽게 이동할 수 없는 환경을 가지고 있다.

또한 선박은 일단 제조되고 나면 국제해사기구(International Maritime Organization) 규정에 의해 구조적인 변경을 할 수 없다. 예를 들어 무선 통신용 안테나를 위한 아주 작은 구멍이라도 뚫을 수 없다. 그리고 선박이 위치해 있는 바다는 육상의 무선 통신 기술을 가로막는 큰 장벽으로 인식되고 있다. 예를 들어, 육상에서 정상적으로 작동한 USN 장비가 선박 위에서 해수 등의 영향으로 인해 오작동 하는 경우가 주위에서 많이 발생하고 있다.

따라서 대부분의 선박은 육상의 유비쿼터스 기술들이 선박 내에서 어떤 특성을 나타나는지 분석하여 필요한 특성만을 골라 적용하여야 한다. 또한 선박 내에서는 육상과 달리 특수한 목적으로 유비쿼터스 기술들을 사용할 수 있다. 본 논문에서는 육상의 유비쿼터스 기술이 선박에서 어떤 특성을 보이고, 선박 내에서 특수하게 사용될 수 있는 적용 분야에 대해 소개를 할 것이다. 그리고 마지막으로 유비쿼터스 컴퓨팅 기술들의 사용이 선박 내에서 가능한지 테스트베드를 통해 모의실험을 하고 그 결과들을 정리하였다.

2. 선박의 특성과 유비쿼터스 기술

선박은 사람 및 사물에 매우 열악한 환경을 지니고 있다. 선박은 조선소에서 수많은 철판들을 자르고 이어 붙여 하나의 블록을 만들고 또 수많은 블록들을 모아 건조하게 된다. 즉, 선박은 거대한 철구조물이라고 해도 과언이 아니다. 또한 선박이 추진하기 위해서는 주기관실의 주엔진이 가동되어 주축(main shaft)을 통해 프로펠러로 동력을 전달하게 된다. 일반적으로 주기관실 위에 거주구역이 존재하기 때문에 거주구역에 생활하는

승무원 또는 승객들은 프로펠러 또는 주엔진에 기인한 진동을 감수해야 한다. 무엇보다도 선박은 해상에서 항해하므로 해상 상태에 따라 횡동요, 종동요 등과 같은 선박 운동을 하게 되고 이는 승선자에게 많은 고통을 줄 수 있다. 이러한 열악한 환경에서 승선자 및 화물 등을 위한 유비쿼터스 기술을 적용하기 위해서는 선박에 대한 세심한 조사가 필요하다.

가장 많이 알려진 유비쿼터스 기술은 RFID 태그, 안테나 및 리더를 이용하는 것이다. 필요한 사물에 RFID 태그를 부착시키고 특정 ID를 부여한 후 전파를 이용하여 안테나 및 리더에서 사물의 정보 및 주변 환경정보를 인식하여 사물에 대한 위치측정, 관리 및 사물 간 정보교환 등 다양한 서비스를 제공받을 수 있다. 최근에 900MHz의 극초단파(UHF) 또는 2.4GHz의 마이크로파를 사용하는 RFID 태그가 싼 가격에 공급되고 있으며 기존의 바코드에 비해 훨씬 긴 인식거리로 인해 앞으로 물류 공급망 및 관리에 획기적으로 이용될 기술이다. RFID 태그는 선박 내 승선자로 하여금 지니게 하여 안전이나 보안 관리 등에 있어 많은 효과를 기대할 수 있으나 마이크로파의 특성 상 움직이는 인체에 대하여 리더의 데이터 인식률이 현저히 감소한다는 단점을 지니고 있다. 또한 선박 내의 철로 이루어진 장비를 관리하기 위해서는 메탈태그 인식률의 향상이 필수적이다.

RFID와 더불어 많은 주목을 받고 있는 유비쿼터스 기술은 USN이다. USN은 여러 개의 센서 네트워크 필드가 게이트웨이(gateway)를 통해 외부 네트워크에 연결되는 구조를 갖는다. Fig. 1에서 센서노드(sensor node)는 단일칩 구조이기 때문에 크기가 작고 저전력으로 구동되며 배터리를 이용하여 간편하게 설치할 수 있고 장기간 사용이 가능하다. 센서노드는 싱크노드(sink node)로 데이터를 전송하고 싱크노드로 집적된 데이터는 게이트웨이로 전송된다. 게이트웨이에서 관리자에게 전달되는 데이터는 위성통신, 유무선 네트워크 등을 통해 전송될 수 있다. USN 기술은 Ad-Hoc 네트워크 및 관련 라우팅 프로토콜의 표준화로 말미암아 많은 발전을 이루었다. 특히 WLAN(wireless LAN), ZigBee(IEEE 802.15.4,2003), Bluetooth

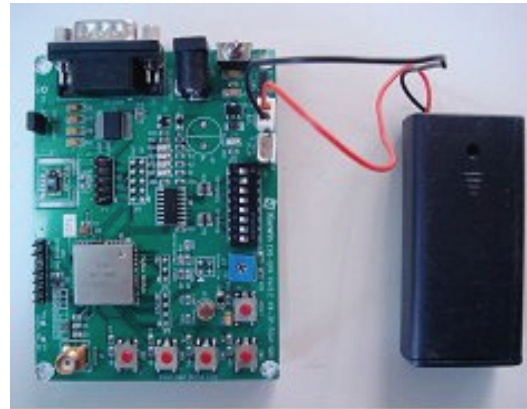


Fig. 1 Photo of sensor node for USN

등의 무선통신 기술은 효율적인 무선 네트워크를 구성하는데 있어 많은 각광을 받아 왔다. 그러나 이러한 무선통신은 2.4GHz 대의 마이크로파를 주파수를 사용하므로 선박 내에서 철구조물에 의한 데이터 전송 오류나 전자파 차단 등의 문제를 발생시킬 수 있다. 이러한 문제들은 데이터 전송에 있어 신뢰성을 감소시키거나 인식률을 낮추기 때문에 네트워크의 기본 설계(topology)를 변화시키거나 중계안테나 및 중계기(repeater)의 추가설치 등 대책 마련이 필요하다. 최근에는 450KHz 대의 저주파를 사용하는 RuBee(IEEE 1902.1, 2006) 무선통신 기술이 개발되고 있는데 금속이나 액체가 존재하는 환경에서 기존의 RFID 기술에 비해 우수한 인식률을 보이기 때문에 선박이라는 매우 열악한 환경에 적절한 기술이라고 판단된다. RuBee의 표준 프로토콜은 2007년에 정립되어 RuBee에 기초한 새로운 상품들이 출시될 것으로 예측하고 있다.

상선의 경우 목적에 따라 다양한 화물을 적재하게 되는데 특정 화물의 경우 실시간 감시와 관리가 필요하다. 오직 무선통신을 사용하여 화물의 감시와 관리를 수행한다면 센서로부터의 데이터를 100% 신뢰할 수 없을 것이다. 철판으로 제작된 다수의 화물창들이 무선통신에 장애를 일으켜 데이터 인식률의 저하를 가져올 수 있기 때문이다. 또한 Zigbee 등의 무선통신으로는 전송할 수 있는 데이터 양이 작기 때문에 통신 지연을 방지하

기 위해서는 고속의 유선망이 필요하다. 따라서 선박 내 특수한 경우에 대해서는 유선통신 기술을 함께 사용하는 것을 고려해야 한다. 가장 많이 쓰이는 유선망은 이더넷(Ethernet)으로, 넓은 대역폭과 함께 안정적인 데이터의 전송이 가능하나 선박 내에 별도의 케이블을 개설해야 하므로 추가 비용 및 일정 부분 선박의 구조 변경이 필요하다. 전력선을 이용하는 전력선통신(PLC: power line communication)은 선박 내에서 사용하는데 있어 많은 장점을 가지고 있다. 선박에 기 설치된 전력선을 이용하므로 케이블 설치비가 필요 없으며 시스템 비용도 낮다. 하지만 전력선의 채널 특성과 노이즈 문제 등을 선박의 주기관실 및 선박 전원 상황에 맞게 구성해야 하며 통신 프로토콜의 표준화를 정립하여 실선에 사용할 수 있도록 준비해야 한다.

3. 선박 응용 분야 연구

각 선박이 목적에 맞게 건조되고 운항하는 것처럼 각 선박에 승선한 승무원 및 승객은 선박의 목적에 따른 작업을 수행하거나 서비스를 제공 받게 된다. 지금까지 일인선박(one-man ship) 등 선박의 효율적인 운용 및 자동화를 위해서 많은 연구 개발이 이루어져 왔으나 아직도 대다수의 선박들은 열악한 자동화 또는 서비스 환경에 노출되어 있다. 본 연구에서는 유비쿼터스 기술을 이용하여 선박에 적용할 수 있는 두 가지 분야를 도출해 보고 서비스의 시나리오를 계획하여 추후 실선 적용을 위한 기초 자료를 마련하고자 한다.

3.1 장비의 이상 작동 및 고장 감시

선박의 운항을 위해서 선박 내에는 크고 작은 장비들이 배치되어 작동을 하고 있다. 특히 주기관실의 펌프나 모터 등은 기관 동작을 위한 연료 공급, 냉각수의 급배수 및 탱크 조절 등에 관계하기 때문에 이상 작동이나 고장 발생 시 큰 어려움을 초래할 수 있다. 비록 적재된 여분의 장비들을 이용하여 교체한다 할지라도 적시에 교체되지 않을 경우 다른 장비들에도 이상이 발생할 가능성이 커진다. 또한 대부분의 선박에서 선박의 추진이나

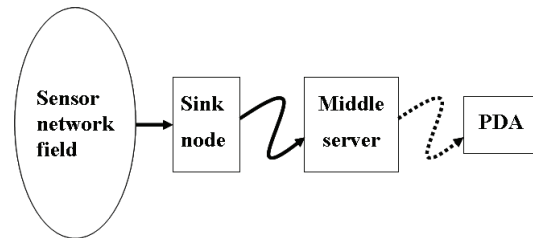


Fig. 2 Ubiquitous sensor network

조종과 같은 필수적인 항목들에 연계된 장비들만을 실시간 모니터링 하고 있다. 왜냐하면 현재 대부분의 선박 주기관실에서 데이터의 전송을 위해 사용하는 방법은 유선 통신망을 사용하기 때문에 센싱하려는 장비의 수가 많아질수록 케이블 설치 비용이 증가하고 유선망이 복잡해진다. 그러나 거주구의 편의성을 위해 설치된 장비들에는 단지 고장 유무를 알리는 기본적인 센서만 달려 있고 작업자가 직접 점검하면서 모니터링 하도록 되어 있다. 즉, 승무원들의 편의성 보다는 선박 운항 자체에 초점이 맞추어져 있는 실정이며 더 많은 수의 장비들에 대한 모니터링이 필요함을 알 수 있다.

본 연구에서는 주기관실에서 더 많은 양의 센싱 데이터를 다루고 모니터링 할 수 있도록 유비쿼터스 기술을 적용하는 개념을 제시하고자 한다. 적용하고자 하는 USN 시스템은 Fig. 2와 같다. 센서 네트워크 필드는 주기관내 위치하며 발전기를 포함하여 주요 펌프나 모터 등의 장비에 전류, 온도 및 압력을 측정하는 센서를 부착시킨다. 각 센서의 값은 싱크노드를 거쳐 주기관실의 제어실 또는 조타실에 설치한 미들웨어(middleware)로 취합되고 각 운용모드에 따라 작업자에게 각 장비의 상태나 알람 등을 PDA(personal digital assistants)를 통해 알려주게 된다.

센서 네트워크 필드에서의 Ad-Hoc 통신이나 싱크노드와 게이트웨이 사이의 통신은 Zigbee 또는 Rubee와 같은 근거리 무선통신기술을 이용하여 가능하다. 통신 기술의 적용에 있어서 선박의 다양한 환경에 따라 융통성을 가질 필요가 있다. 애초에 선박은 선주의 요구에 따라 설계되고 건조된다. 또한 다양한 화물이나 승객 또는 전투 요원 등을 운송해야 하기에 Zigbee 등의 근거리 무선

통신뿐 만 아니라 WLAN(Wireless Local Area Network) 등을 고려하여 데이터 전송의 신뢰성을 확보해야 하며 데이터의 정확성이나 안전성이 특히 중요한 경우 PLC 등을 이용하여 혹시 나타날 지 모를 무선통신망의 오류에 대비할 필요가 있다.

3.2 화재 위험 구역의 화재 발생 가능성 감시

선박은 대부분의 시간을 해상에서 보내기 때문에 화재 발생 시 외부의 도움을 쉽게 받을 수 없다. 따라서 운항 시 화재 위험성을 감지하여 미리 화재를 예방하는 작업이 중요하다. 국제해사기구에서는 화재를 감지하기 위하여 각 선실 및 주요 구역에 화재감지 센서를 설치하도록 요구하고 있다. 주기관실의 경우 고온부가 많고 인화물질이 많기 때문에 항상 화재에 대한 주의가 필요하다. 현재 선박에서 화재에 대한 대응 방법은 화재에 기인한 연기, 온도, 불꽃 등을 탐지하여 경보를 발하고, 자동 혹은 수동으로 화재 진압을 위한 소화장치가 작동하게 된다.

그러나 이처럼 화재가 발생한 후에 비로소 시스템이 작동하는 경우에는 아무리 빨리 화재를 진압한다고 하더라도 어느 정도 이상의 화재로 인한 피해는 감수할 수밖에 없으며, 경우에 따라서는 화재 발생 구역의 환경적 조건에 따라 화재 진압이 제대로 이루어지지 않아 대형 사고로 발전할 가능성도 항상 존재한다. 따라서 화재 발생 가능성을 사전에 판단하여 화재를 미연에 방지하는 것이 최상의 방법이지만, 종래의 기술로는 이처럼 화재를 미연에 방지하는 것이 불가능하였다.

본 논문에서는 USN 기술과 공학적인 방법을 사용하여 화재 발생 가능성을 사전에 파악하여 화재 발생을 억제하는 방법을 연구하였다. 즉, 화재

방지 감시 시스템의 경우 온도, 연기(smoke), CO₂ 및 Oil mist 센서 등을 실시간으로 모니터링 하고 분석하여 화재 발생 가능성을 평가한다. 예측된 데이터는 화재실험이나 이론해석 혹은 경험적인 자료를 바탕으로 구성된 평가 프로그램에서 분석하여 화재가 발생할 위험 수준을 평가하고 그 결과를 수치화하여 사용자에게 제공한다. 위험한 상황이 발생하면 선박 전체에 대하여 경보를 발하

고, 위험한 인자의 제거를 위한 방법을 제공하는 것이 가능하다.

최근에는 상선에 적재된 위험 화물이 주위 온도 상승으로 인하여 폭발하여 선박을 침몰시키는 사례가 가끔 발생하고 있어 화약류, 폭죽, 건전지 등과 같은 열에 취약한 위험화물에 대한 감시가 더욱 중요해진다. 일반적으로 선주들이 적재될 모든 화물의 내용에 대한 정보를 자세히 알기 어려우므로 의심스러운 화물창이나 컨테이너 박스 등에 온도감시 시스템을 설치하여 불의의 사고를 사전에 예방할 수 있을 것이다. 일반 선실의 경우, 현재 승선자가 활동하는 공간에 대해서만 화재 감시가 이루어지고 있으나 눈에 직접 보이지 않는 천정이나 벽 내부에는 많은 케이블들이 배치되어 있어 화재의 위험이 항상 존재한다. 따라서 이렇게 공간이 좁고 구조가 복잡한 곳에도 USN을 적용하여 화재 감시 및 화재 예방의 효과를 거둘 수 있을 것이다.

4. 테스트베드 설계 및 실험

유비쿼터스 기술을 선박에 적용하기 위해 선박을 모사한 테스트베드를 Fig. 3과 같이 구성하였다. 선박에서처럼 주위가 대부분 철로 막혀있는 상용 철제 컨테이너를 이용하였고, 각 센싱 룸(sensing room)에서 올라온 값들을 모니터링 하는 모니터링 룸(monitored room)과 각종 센서를 부착하여 Zigbee, RFID, PLC 통신을 테스트 할 수 있는 2개의 센서 룸으로 나눌 수 있다. 컨테이너 철판 두께는 1.6mm이며, 모니터링 룸의 경우 500mm x 500mm 정도의 작은 창이 2개가 있고 철판으로 여닫을 수 있는 출입문이 설치되어 있다. 센서 룸의 경우 창문 없이 철로 된 출입문만 있는 구조로 제작하였다.

4.1 실험장치 구성

USN의 센서 네트워크 필드로서 센싱 룸 1, 2에 배터리 형태의 온도, 습도, 조도, CO₂, O₂, CO 센서 등이 설치되었고, 진동, 초음파, 적외선 센서의 경우 소비 전력이 큰 관계로 모니터링 룸에 설치하여 싱크노드에 직접 연결되도록 설치하

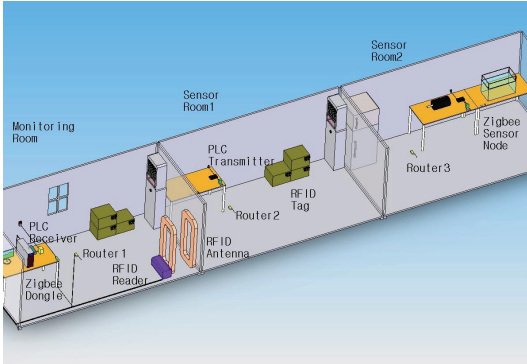


Fig. 3 Schematic of the total test bed

였다. 각 방에는 센서의 값을 모니터링 룸으로 보내줄 수 있는 라우터(Router)를 설치하였고 모니터링 룸에도 센싱 룸의 라우터 값을 받을 수 있는 라우터가 따로 설치되었다.

각 방에 있는 센서노드들은 라우터의 안테나와 직접적으로 마주보고 있는 형태이며 대략 2~4m 정도의 거리를 두고 설치되었다. 적외선, 진동, 초음파를 제외한 모든 센서노드는 AA 사이즈의 배터리를 사용하였으며 총 센서노드 수는 15개이며, 테스트베드 내에는 인터넷 서비스를 위한 2.4GHz 무선랜과 Bluetooth를 이용한 노트북을 이용하여 전파의 간섭성을 두어 테스트 하였다.

RFID 시스템은 리더와 미들웨어 사이의 유선 연결로 인해 고정형의 경우 모니터링 룸에 한정적으로 설치하였다. 고정형으로는 900MHz와 13.56MHz의 2가지 타입을 설치하였고, 900MHz 휴대형 리더와 13.56MHz 용으로는 CF(compact flash) 타입의 리더를 구입하였다. 900MHz 고정형의 경우 리더에 4개의 안테나가 연결될 수 있는 형태이며, 13.56MHz인 경우 리더와 안테나 일체형으로 설치하였다. 전자 태그로는 900MHz 용 인레이(In-lay) 타입과 라벨(Label) 타입 그리고 선박 적용을 위해 메탈 태그를 사용하였다.

전력선 통신을 위한 구성은 센서 룸 1, 2에 온습도 일체형 센서가 유선으로 아날로그 디지털 변환기(ADC)에 연결되어 전력선 통신 송신기로 데이터를 보내주고, 송신기는 컨테이너 내에 기설된 전력선을 이용하여 모니터링 룸에 값을 보낸다.

전력선 통신의 거리를 테스트하기 위해 전선릴

을 이용하여 500m까지 실험할 수 있으며 에어컨 디셔너, 소형 모터, 전등, 냉장고 등을 이용하여 각종 노이즈의 간섭을 테스트할 수 있다. 현재는 8개의 노드가 설치되어 있어 충돌 상황에 대해 실험하고 있고, 고속 인터넷 모뎀용으로 전력선을 이용하여 충돌 테스트를 할 수 있도록 구성하였다.

4.2 실험 결과

이번에 실험한 내용으로는 4.1절에서 설명한 USN, RFID, PLC에 대한 기초적인 실험을 통하여 테스트베드에서 각각의 통신들이 제대로 작동하는지 확인하였다. 또한 3장에서 설명한 응용 분야를 구현하기 위한 핵심 기술인 지그비 무선 통신에 대한 테스트베드에서의 특성에 대해 중점적으로 실험하였다.

Zigbee를 이용한 실험은 상선에서 많이 사용하고 있는 컨테이너를 싱크노드와 센서노드 사이에 놓고 회절성 실험을 하여 실제 선박에서 컨테이너가 있을 경우 싱크노드와 센서노드 사이의 배치를 결정할 수 있도록 시험하였다. Fig. 4와 같이 싱크노드는 고정하고 센서노드는 1m 간격을 두고 이

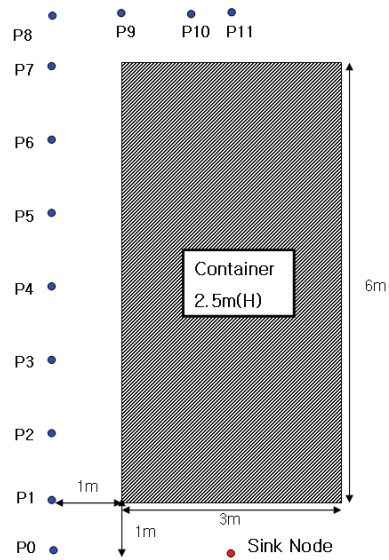


Fig. 4 The arrangement of the sink node and sensor node

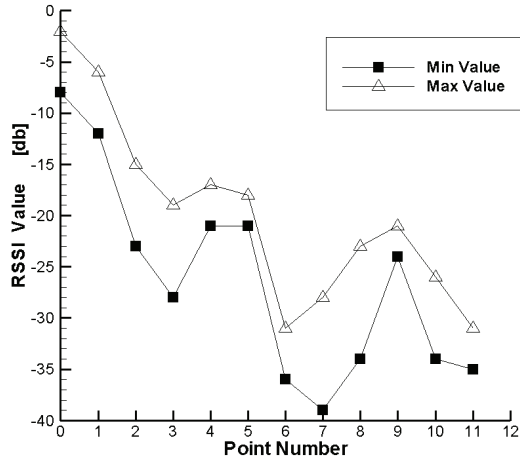


Fig. 5 The result of the diffraction test

동하면서 두 노드 간 통신 전파 강도를 측정하였다. Fig. 5와 같이 전파강도의 크기와 요동을 가지고 결과가 나타났으며, 이번에 실험한 정도의 컨테이너 정도는 충분히 전파가 회절되어 통신이 가능함을 알게 되었다.

두 번째 실험은 Fig. 3과 같이 싱크노드, 라우터1, 2, 3, 조도센서1, 2를 배치하고 통신 안테나를 구간별로 제거하면서 강도를 측정하여 보았다. 전체적으로 Fig. 6의 결과에서처럼 각 컨테이너 내에서의 통신 상태는 컨테이너와 컨테이너 사이의 통신보다 양호하였고, 각 컨테이너에 위치한 라우터의 내부 안테나 제거 시에는 철판으로만 막혀 있는 경우 통신이 거의 되지 않았지만 모니터링 룸 같은 창문이 있을 경우 외부와 통신이 어느 정도는 가능하였고, 라우터의 외부 안테나를 제거하였을 시에는 대부분의 경우 내부 안테나 제거보다 통신 상태는 좋지만 여러 흡을 건너뛰는 라우터 3의 경우에는 센서의 값을 제대로 전송하지 못하고 있다.

마지막으로 센서노드의 배터리 수명 시험을 하였다. 배터리 수명 시험은 센서 데이터를 8초마다 수집할 때와 64초마다 수집할 때로 나누어 시험하였다. Fig. 7에서 보는 것과 같이, 8초주기로 시험하였을 경우 약100시간 정도 정상적으로 동작하였으며, 64초로 데이터를 수집했을시에는 약 15일 정도 배터리가 지속될 것으로 예상되었다. 또한

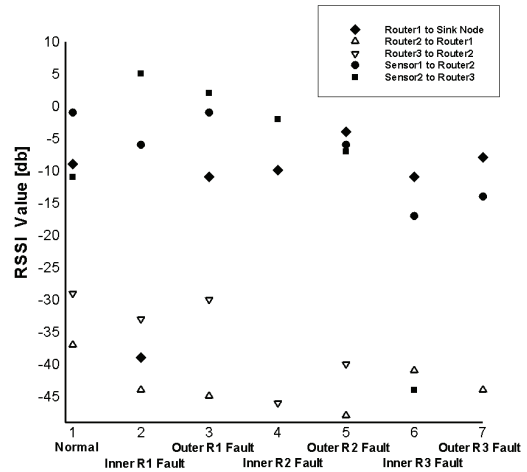


Fig. 6 The result of the antenna test

센서 중에 가스 센서와 같이 전력을 많이 소비하는 센서노드는 온도, 조도와 같은 센서노드보다 더욱 빨리 배터리가 소진되었다.

결론적으로 안테나를 이용하여 보이게 배치를 하면 아주 양호한 통신 환경을 구축할 수 있으며, 만약 안테나가 외부로 나올 수 없다 하더라도 조그마한 창문이나 틈이 있다면 충분히 통신이 가능함을 알 수 있었다. 또한 배터리를 사용하여 대략적으로 배터리 수명에 대해 측정하였으며 예상보다 짧은 배터리 수명은 데이터 습득 시간 조절 및 수명이 긴 배터리의 사용을 통해 극복할 수 있을 것이다.

RFID 시스템의 경우 상용화된 기술이기 때문에 통신하는데 큰 문제는 없다. 오히려 선박 내부는 철로 밀폐되어 있기 때문에 리더에서 멀리 떨어져도 테스트베드 내에서는 육상의 RFID 시스템보다 인식 거리가 길게 나타났다. 이는 선박에서 실제로 각 구역별로 위치인식을 하는데 응용될 수 있을 것으로 사료되며, 앞으로 거리 및 각도, 인식 속도 등에 대한 체계적인 실험을 준비 중에 있다. 전력선 통신을 이용한 실험은 100% 통신이 완벽하게 되고 있다. 전선 릴(Reel)을 이용한 테스트로 350m까지 끊김 없이 원하는 시간에 잘 들어오고 있다. 또한 인터넷 서비스 용으로 설치한 고속 전력선 통신과의 충돌 테스트도 아무런 문제없이 잘 동작하였다. 또한 컨테이너에서 실제 선박과 같이

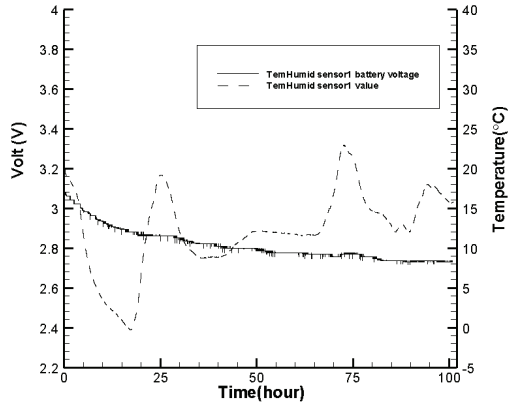


Fig. 7 The battery lifetime and temperature value

에어컨, 냉장고 등과 같은 가전기와 여러 통신 기기의 노이즈로 인한 실험을 계속 진행 중이다. 또한 일부 전등에서 오는 고조파 노이즈(harmonics noise)도 필터를 이용하여 통신이 원활히 될 수 있는 조건을 찾았다.

앞으로 전력선 통신에 대한 거리 및 충돌에 관한 연구가 점차적으로 발전하고 있으며, 노이즈에 의한 방해도 필터를 이용하여 해결이 가능하다. 또한 선박에서 발전기에 의한 전원도 자동전압조정기(AVR: automatic voltage regulator) 등의 전원 회로를 이용하여 일정하게 유지시켜 줄 수 있다. 또한 3상 전원선 간의 통신 문제도 각 상을 연결해 주는 모듈을 장착하여 통신이 원활한 환경을 만들어 줄 수 있다.

5. 결론

육상에서 급속도로 발전하고 있는 유비쿼터스 기술을 철로 되어 있는 선박에 적용하기 위한 기초적인 실험과 앞으로 가능한 적용 분야에 대한 방안에 대해 연구하였다. 이는 단순히 육상의 기술을 선박에 적용한 것이 아니라, 선박에 맞는 특수한 성질을 찾아 최대의 효과를 나타나도록 방안을 제시한 것이다. 이와 관련해 유비쿼터스 기술을 선박에 적용한 선행 연구는 거의 없으며 앞으로 승무원과 승객을 위한 유비쿼터스 기술을 선박

에 적용하는데 중요한 밑바탕이 될 수 있을 것으로 생각된다. 또한 실제 선박을 모사한 테스트베드를 구성하여 각 통신에 대한 기초적인 실험을 통해 앞으로 적용 방안에 대해 구체적으로 설명하였다. 또한 앞으로 실제 선박에도 실험을 하여 유비쿼터스 기술을 선박에 적용하는데 노력할 것이다.

후 기

본 연구는 U-기반 탐사선단의 스마트 운용기술 개발(PE0116A)의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 김성찬, 유홍선, 2004, "Ro/Ro 여객선 차량 갑판의 화재 특성에 관한 수치해석연구," 대한조선학회 논문집, 제 41권, 제 5호, pp. 48-54.
- 이진호, 최경순, 박건일, 김문성, 방창선, 2005, "운항 안전 및 효율성 향상을 위한 최적 항로 평가 시스템 기본 연구," 대한조선학회 논문집, 제 42권, 제 1호, pp. 57-63.
- 장미숙, 고창두, 문일성, 이춘주, 김상현, 2005, "선실의 온열 환경을 고려한 선박의 냉난방 시스템 설계 기법," 대한조선학회 논문집, 제 42권, 제 4호, pp. 402-410.
- IEEE 1902.1 Standards, 2006
- MARINTEK. 2000. "Intelligent Hull-monitoring Systems for the Reduced Risk of Structural Failure, Spill into the Sea, and Damage to Cargo, and for Improved Passenger Safety and Comfort(HULLMON+)," G3RD-CT-2000-00329, EU Framework Programme.
- Nielsen, J.K., Pedersen, N.H., Michelsen, J., Nielsen, U.D., Baatrup, J., Jensen, J.J., Petersen, E.S., 2006. Sea Sense: Real-time Onboard Decision Support, Annual Report, Force Technology.



< 조성락 >



< 백부근 >



< 박범진 >



< 이동곤 >