

# 선박 블록 조립을 위한 센서 기반 원격 모니터링

## Sensor-based Remote Monitoring for Ship Block Assembly

이상돈

국립목포대학교 공과대학 정보공학부

Sangdon Lee(sdlee@mokpo.ac.kr)

### 요약

본 논문은 선박 블록의 조립을 위한 센서 기반 원격 모니터링 방법 및 프로토타입 시스템의 구축에 대하여 기술한다. 제안한 접근 방법은 수작업이나 광학 측정장비를 사용하는 대신, 주요 계측 지점에 조립되는 블록간 거리 측정이 가능한 센서 모듈을 설치하고, 블록간의 조립 정확도에 대한 데이터를 전달받아 원격으로 모니터링할 수 있도록 하는 것이다. 이를 통해 블록 조립 및 탑재 과정에서 정합의 오차를 최소화시키므로써 효율적인 선박의 건조를 지원하도록 한다.

■ 중심어 : | 선박 블록 | 센서 노드 | 원격 모니터링 | 프로토타입 개발 |

### Abstract

This paper describes a sensor-based remote monitoring technique for ship block assembly and implementation of a prototype system. Instead of manual processing or optical measuring devices, the proposed approach attaches some distance-measuring sensor nodes to ship blocks. Remote monitoring of the assembly status makes it possible to minimize marginal errors during ship block assembly process, and helps efficient ship building.

■ keyword : | Ship Block | Sensor Node | Remote Monitoring | Prototype Development |

## I. 서론

선박의 건조는 선체를 구성하는 여러 개의 블록으로 나누고, 각 블록을 별도로 제작한 후, 선체를 구성하는 각 블록을 조립 및 탑재하는 과정을 통해 이루어진다. 선박 블록을 조립하기 위해서는 조립 대상 블록의 조립 면에서 블록과 블록 간의 정확한 정합이 요구되며, 정합된 블록들은 용접을 사용하여 점진적으로 대형 블록으로 결합되고, 최종적으로 전체적인 선박의 조립이 완성된다. 만일, 선박 블록의 조립 과정에서 두 선박 블록

의 정합이 정확하지 않은 경우에는, 잉여 부분을 절삭 또는 연마하여 잘라내거나 부족한 부분을 용접 등의 방법으로 채우는 과정이 추가적으로 요구되며, 이러한 과정은 선박 건조 과정의 시간 및 비용을 증가시키는 요인이 된다.

선박을 건조하기 위해서는 선박 블록의 조립 과정에서 선체를 구성하는 블록을 별도로 제작한 후, 이 블록들의 정밀한 정합은 숙련공의 경험에 의존하고 있다[1]. 선박 건조 과정에서 사용되는 광파기는, 작업자가 정합시킬 블록면의 변형량을 계측하여 총 조립이나 탑재 조

\* 본 논문은 2008년도 목포대학교 중형조선산업 지역혁신센터(RIC)에 의하여 지원되었습니다.

접수번호 : #081111-003

접수일자 : 2008년 11월 11일

심사완료일 : 2008년 12월 02일

교신저자 : 이상돈, e-mail : sdlee@mokpo.ac.kr

립시 블록간의 정합이 원활하게 진행될 수 있도록 블록 변형을 선행 교정하는 자료를 확보하는 데 주안점을 두고 있다. 현재 블록 변형 계측에 사용되고 있는 광파기의 원리를 이용하여 블록 조립시 정합의 위치 정보를 획득할 수도 있다. 그러나 기본적으로 광파기는 관찰자가 수작업으로 탑재 과정을 지속적으로 관찰 및 감시해야만 한다. 또한 광파기를 이용하여 위치를 측정하는 기본 원리는 레이저 빛 반사 원리를 활용한 것으로서 빛의 직진성 때문에 지속적으로 시야를 확보할 수 있는 경우에만 선박 조립 과정에 적용이 가능하다. 즉, 조립 과정 중 블록의 이송이 진행되어 블록 간의 간격이 매우 좁아져서 측정 대상 지점이 선박 블록에 의해 가려지거나, 또는 블록의 접합 면이 평면이 아닌 경우에는 관찰자의 시야를 확보하기 어려워 실질적인 관찰이 불가능해진다. 또한 관찰 지점을 수시로 변경해야 한다는 어려움 때문에 블록 조립 과정에서의 블록 상호간의 위치 추적에는 적용이 거의 불가능하다.

본 논문에서는 선박 블록 조립 과정에서 선박 블록간의 위치 및 거리를 용이하게 측정할 수 있고, 이를 원격지의 사용자가 실시간으로 모니터링 할 수 있도록 함으로써, 선박 블록의 조립을 위한 블록간 거리 측정 자동화와 블록의 효과적인 정합을 위한 의사결정을 지원하도록 하는 선박 블록의 조립을 위한 센서 기반 원격 모니터링 시스템에 대하여 기술한다. 기본적인 접근 방법은 수작업이나 광학 측정장비를 사용하는 대신, 주요 계측 지점에 거리의 측정이 가능한 센서 모듈을 설치하고, 무선으로 블록간의 조립 정합 정도에 대한 정보를 전달받아 원격으로 분석할 수 있도록 하는 것이다. 이를 통해 블록 조립 및 탑재 과정에 따라 지속적으로 조립 정합의 정도를 실시간으로 원격 모니터링하고 적절한 의사결정을 지원할 수 있도록 하여 선박 블록의 조립과정에서 정합의 오차를 최소화시키므로써 효율적인 선박의 건조를 지원하도록 한다.

## II. 관련연구

선박 블록의 효과적인 조립을 위해서는 크게는 해당

단위 블록의 정확한 제작, 그리고 제작된 블록들의 정밀한 조립 및 탑재가 필수적이다. 단위 블록의 제작 과정에서 블록 조립의 정확도(또는 정도, precision) 관리는, 선박 제조 과정에서의 비용 절감은 물론, 최종 조립 단계에서 요구되는 선박의 성능요건 만족과 제작된 선박의 품질 보증 및 신뢰도에 큰 영향을 미치는 요소이다. 그러므로 선박의 제조 검사, 성능 검증 등의 업무를 대행하는 선급에서는 주요 치수 및 부위별 치수를 설계 도면에 근접하게 제작하도록 표준 기준과 변형량 허용 기준을 명시하고 이를 준수하도록 하고 있다. 외국 및 국내 대형 조선에서는 이러한 블록의 정도 관리를 위해 많은 노력을 하고 있으며, 중형 조선소에서도 외판, 갑판, 격벽판 등 각 부분의 변형량과 관련된 관리 기준 및 허용 한계를 규정하고 있다[1].

블록 정도 계측은 전통적인 계측 기기인 줄, 자와 오트레벨 등을 사용하여 수작업으로 이루어지거나 3차원 위치 계측을 위한 계측기 기술로서 레이저를 이용한 3차원 입체 계측광파기가 널리 사용되고 있다. 수작업 정도 계측의 경우에는 하나의 블록에 대해 수차례 측정이 요구되며, 장비, 계측 숙련도, 계측 기준점, 곡가공 및 용접 변형, 2차원 도면 정보로 3차원 블록 평가 등으로 인한 오차가 발생할 가능성이 크다. 광파기는 선박 블록 조립 현장에서 정밀도가 높고 신속한 계측이 가능하여 블록의 변형 정도를 계측하는 용도로 주로 사용되고 있다. 광파기를 블록 조립의 정확도 측정의 용도로 활용하는 경우, 측정거리가 길면 측정 정밀도가 떨어지거나 항상 관찰자의 시야의 확보가 요구되고, 계측을 위해서는 수작업으로 계측기에 대한 지속적인 조작이 요구된다. 중소형 선박의 블록 정도와 관련하여 최근 중소형 선박의 블록제작 공정의 오차발생 요인을 분석하고, 중소형 선박을 위한 정도 관리 기준을 제안하며, 블록조립 정도를 평가하는 시스템에 대한 연구[1]가 진행된 바 있다.

블록의 정밀한 조립을 위해서 배를 20~55m 크기의 대형 블록으로 나뉘어 우선 조립한 뒤 탑재하는 과정에서 블록간 정밀도를 맞추기 위한 3차원 정밀측정시스템을 이용한 사이버 탑재공법을 적용하고 있기도 하다[13]. 즉 측정된 탑재 블록을 컴퓨터상으로 사전 시뮬레이션

을 통해 맞춰봄으로써 최대 폭 55m에 이르는 초대형 블록을 정확하게 탑재할 수 있도록 하고 있다. 그러나 사이버 탑재 공법은 실제 조립 및 탑재에 앞서 얻을 수 있는 최대 정도 결과에 대한 시뮬레이션이라는 한계를 가진다.

본 논문에서 목표로 하는 선박 조립을 위한 센서 기반 원격 모니터링 시스템에서는 선박 블록의 조립을 위한 정합의 정도 측정을 위해 센서 기술을 사용한다. 조립 대상 선박 블록에 거리를 측정할 수 있는 센서를 부착하고, 선박의 조립 과정에서 블록의 정합 정도를 실시간으로 측정한다. 현재 센서 기술을 이용한 위치 인식 기술에서는 거리 측정을 위해 주로 삼각 측량법을 사용해 왔으며[5][6][10], 배열 안테나를 사용하여 수신된 신호의 방향 계산, 신호를 송신하는 비콘과 수신기 사이에 신호가 도달하는 시간을 측정하여 거리를 계산, 또는 여러 수신기에서 수신된 신호의 도착시간 차를 이용하여 비콘의 위치를 측정, 수신기에서 수신한 전파의 세기가 거리에 따라 달라지는 특성을 이용하여 거리를 측정 방법 등이 제안되었다. 한편으로는 특정 지점에서 관측된 장면의 특성을 이용하거나, 물체의 정확한 위치 인식 대신 위치 근접 지점을 인식하는 방법이 있다. 위치 측정을 위해 개발된 시스템으로는 AT&T사의 Active Badge[7], MIT의 크리켓 시스템[9], 마이크로소프트사의 RADAR 시스템[8] 등이 있으며, RFID 및 UWB(Ultra Wide Band)를 이용하거나 또는 무선 센서 네트워크를 사용하여 무선 연결 상태와 상대적인 센서 노드의 위치를 결정하는 방법[3][4][11]들이 연구되어 왔다. 그러나 이러한 연구들은 대상으로 하는 응용에서 요구되는 측정 오차의 범위가 수 m 이내로서, 선박 블록의 조립과정에서 요구되는 수 mm 이내의 오차범위를 보장하지 못한다. 그러므로 이러한 기술들은 블록 조립과 같이 높은 정밀도를 요구하는 응용에는 부적합하다. 센서 기술은 조선 분야에서 기존의 RFID 기술과 무선랜 기술을 활용하는 실시간 위치확인 시스템이나, RFID를 이용하여 블록의 조립에서 건조중인 선박에 탑재할 때까지 각 블록의 위치를 추적 관제하고 탑재 스케줄링에 의거하여 이송 관리하는 조선 기자재 관리 응용[12]등에서 사용되어 왔으나 본 논문과 같이 선박 블

록의 조립과정에 센서 기술을 직접 활용한 사례는 없다.

### III. 블록 조립 원격 모니터링 시스템 설계

본 논문에서 제안하는 선박 블록 조립 원격 모니터링 시스템의 기본적인 동작 과정은 다음과 같다. 우선 거리 측정이 가능한 다수의 센서 노드를 조립 대상 선박 블록의 특정 위치에 부착한다. 각 센서노드는 조립 대상 블록의 접합 지점별로 대응된 센서 노드의 쌍으로 구성된다. 선박 조립 과정에서 이 센서노드들로부터 실시간으로 측정된 거리 정보는 무선 중계기를 이용하여 원격 모니터링 시스템으로 전송된다. 이렇게 전송된 조립 블록들의 접합지점간 거리 정보를 바탕으로 조립 과정에서 선박 블록의 이송을 제어함으로써 정확한 조립이 이루어지도록 한다.

본 논문에서 개발하고자 하는 무선 센서를 이용한 선박의 블록 조립 원격 모니터링의 기본 개념을 도식화하면 [그림 1]과 같다.

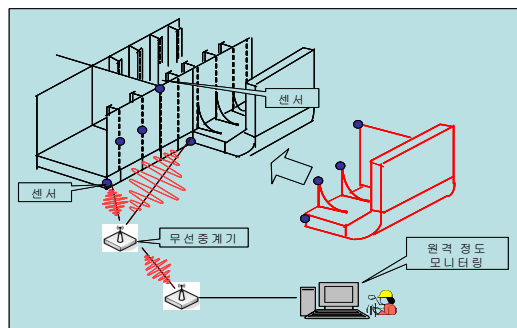


그림 1. 블록 조립 원격 모니터링 개념

#### 3.1 기본 가정 및 설계 방향

이상적인 선박 블록의 조립은 3차원 입체 블록을 대상으로 조립 대상 블록의 전체 접합면에 걸쳐서 조립 대상 영역이 연속적으로 일치되는 것을 요구한다. 그러나 본 논문에서는 한정된 센서 노드를 이용하여 블록 조립 과정을 효과적으로 감지할 수 있도록 선박 블록의 조립을 단순화시켜 모델링하였다. 즉 전체 선박의 조립

과정을 일련의 두 조립 대상 블록에 대한 반복 조립 과정으로 분해하고, 이 과정에서 요구되는 조립 영역의 일치를 일련의 대표적인 조립 지점(이하 조립 대응점이라 함)들의 일치 문제로 변환하였다. 예를 들어 [그림 2]에서 보듯이 두 조립면의 일치는 A-A' B-B', C-C', ... 등 조립 대응점의 일치(즉 대응되는 두 대응점 사이의 거리들인  $DIST(A,A') = DIST(B,B') = DIST(C,C') = DIST(D,D') = 0$ )로 변환한다.

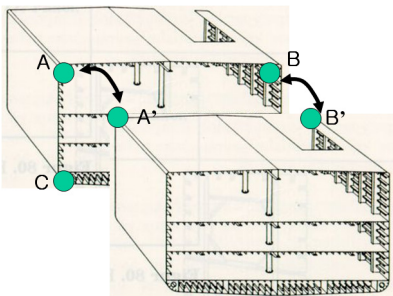


그림 2. 선박 블록 조립의 모델링

또한 3차원 입체 면의 일치 여부 역시 조립대응점들 간의 거리문제로 변환한다. [그림 3]에서 보듯이  $\delta$  만큼의 거리 차이가 있는 두 평면상의 대응점 <A, A'>와 <B, B'>의 일치 여부는 두 대응점간의 거리인  $DIST(A, A') = 0$  이고  $DIST(B, B') = 0$ (또는 A와 같은 평면상의 B'의 대응점인 B''에 대한 거리인  $DIST(B, B'') = \delta$ )로 변환한다. 결국 이상적인 조립결과를 각 조립 대응점들의 거리가 오차범위  $\epsilon (\epsilon \geq 0)$  이내인 경우로 정의된다.

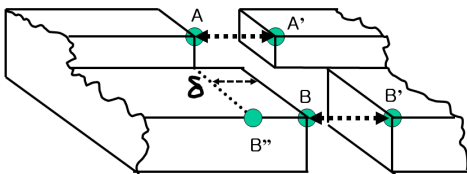


그림 3. 선박 블록 조립의 모델링

이상의 가정을 기반으로 원격 조립 위치 측정 시스템을 구현하기 위해서는 각 조립대응점들 간의 거리를 측정하기 위한 센서 노드가 구성되어야 하며, 이러한 센

서 노드로부터 측정된 거리 데이터를 실시간으로 무선 네트워크를 통해 전송 및 측정된 데이터를 확인하고 모니터링하여 블록 조립을 위한 의사결정 과정에 활용하는 과정이 요구된다. 이를 위한 전체 시스템의 구조를 도식화하면 [그림 4]와 같다.

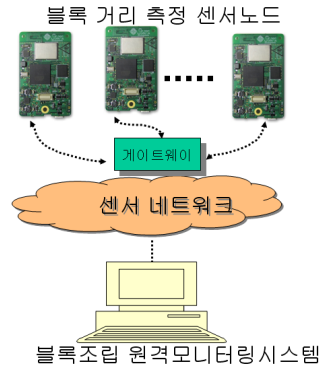


그림 4. 선박 블록 조립 원격 모니터링 시스템 구조

### 3.2 조립 대응점간 거리 측정

선박 블록의 조립을 위해 허용되는 조립 오차의 한계는 수 mm 단위 이내이다. 그러므로 센서 노드를 이용한 조립 대상 블록의 두 대응점 간 거리 측정은 수 mm 이내의 오차범위내도 내에서 이루어져야만 한다. 거리 측정을 위해서는 먼저 각 대응점들이 적절한 대응 위치에 있는지의 여부를 확인하는 것이 요구된다. 본 논문에서는 미세한 오차 범위 이내로 대응점의 위치 식별이 가능하도록 센서 노드 내에 부착된 레이저 센서를 활용한다. 즉 두 조립 대상 블록의 대응점에 설치되는 두 센서노드에 레이저 송신부와 레이저 수신부를 각각 설치하고, 송신부에서 송신한 레이저 신호를 수신부가 수신하는 경우에 두 대응점이 적절한 대응 위치에 있는 것으로 간주한다.

그러나 레이저 신호는 신호 반경이 매우 작아서 조립 대상 블록의 이송중에 대응점을 일치시키는 것이 쉽지 않다. 그러므로 레이저 신호보다 넓은 범위에서 각 대응점들의 상대적인 위치를 확인할 수 있는 수단이 필요하다. 본 논문에서는 이를 위해 레이저 센서보다 신호 반경이 넓은 적외선 센서를 활용한다. 적외선 송신 노

드에서는 상호 식별이 가능한  $N(N \geq 3)$ 개의 적외선 신호 송신기가 적외선 신호를 송신하고, 수신부에서는 한 개의 적외선 수신 센서가 적외선 신호를 수신하도록 한다. 신호가 수신되면 수신된 적외선 센서를 식별하여 어느 방향으로 이동하는 것이 필요한지를 결정할 수 있다. [그림 5]는 4개의 적외선 다이오드로 이루어진 송신부와 1개의 적외선 수광부로 이루어진 센서 노드 사이에서 현재 적외선 수광부가 인식한 적외선 다이오드가 C이며, 두 블록의 정확한 정합을 위해서는 블록 A'가 화살표 방향으로 이동하는 것이 필요하다는 것을 예로 보여준다.

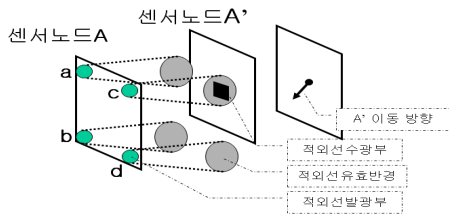


그림 5. 블록의 이동 방향 식별

조립 대상 두 블록 간 거리의 측정은 최종적으로 초음파 센서를 이용하여 측정한다. 거리 측정은 초음파 송신 센서와 수신 센서 간의 동기를 맞추기 위해 RF 데이터를 전송하고 전송데이터 수신시부터 초음파 수신 시까지의 시간차를 계산을 하여 그 값으로 거리 값을 구한다. 이 때, 레이저 신호를 이용한 대응점의 위치가 일치되는 경우에만 초음파 센서로부터의 거리 측정치가 유효한 것으로 판정한다.

### 3.3 측정 데이터의 원격 전송

센서 노드로부터 측정된 조립 대응점 사이의 거리는 무선 송신 모듈을 통해 무선 게이트웨이를 거쳐 원격지의 데이터 수집 및 모니터링 시스템으로 전송된다. 선박 블록의 조립 대응점들은 블록에 센서 노드의 부착 이후, 블록의 이송 상태에 따라 데이터 수집 및 모니터링 시스템의 시야에서 벗어나거나 또는 센서 노드와 모니터링 시스템 사이에 장애물이 발생할 수 있다. 이는 센서노드와 모니터링 시스템 간에 직접 통신이 어렵다

는 것을 의미한다. 그러므로 이러한 경우에도 지속적인 관찰이 가능하도록 하기 위해서는 센서 노드들 간에 애드혹(adhoc) 통신망 구성이 가능하도록 하는 센서 네트워크 기술을 사용하는 것이 요구된다. 선박 블록의 조립 과정에서 광학 측정기를 이용하는 경우에는 측정을 위해 지속적인 시야의 확보가 필수적이었지만, 센서네트워크 기술을 사용함으로써 이러한 제약을 극복할 수 있다.

### 3.4 조립 상태 원격 모니터링 서브시스템

원격으로 전달된 각 센서 노드 간의 거리 측정 데이터는 각 조립 대응점간의 거리로서 해석되며, 원격 모니터링 시스템에서는 거리 측정 데이터를 전달받아 조립 상태를 점검하고, 후속적인 조립 단계를 위한 블록의 이송 방향 및 지점을 통제하기 위한 의사결정 자료를 시각화 등의 도구를 사용하여 제공한다.

## IV. 프로토타입 시스템의 구현

본 논문에서 제안한 선박 블록을 위한 원격 조립 시스템의 실용성을 검증하기 위하여 프로토타입 시스템을 개발하였다.

프로토타입 시스템은 크게 조립 대응점간의 거리 측정을 위한 센서 노드 모듈, 측정된 데이터의 전달을 위한 통신모듈, 그리고 검출된 데이터를 분석하여 시각화하는 원격 모니터링 모듈등 세 개의 모듈로 구성된다. 이 중에서 센서 노드 모듈은 한쌍으로 구성되는 센서노드 송신부와 수신부로 구성된다.

프로토타입 시스템에서 센서노드 수신부는 측정된 데이터를 유선으로 통신 모듈에 보내고, 통신 모듈은 다시 이를 유선으로 모니터링 S/W 모듈이 설치된 컴퓨터로 전송하도록 하였다. 이 부분은 추후 실제 시스템에서는 유선이 아닌 무선 통신을 이용한 센서 네트워크로 구성할 예정이다.

### 4.1 거리 측정을 위한 센서 모듈

센서 모듈에서 송신부는 각 센서 쌍에서 신호를 송신

하는 센서 송신부가 부착되며, 3.2절에서 기술하였던 접근 방법으로 거리 측정을 위해 필요한 적외선 발광부, 초음파 발신기, 레이저 다이오우드를 장착하였다. 센서노드 수신부에는 적외선 수광부, 초음파 수신기, 레이저 위치감지기를 장착하여 센서노드 송신부에서 송신한 적외선 레이저 및 초음파등의 신호를 감지하도록 한다.

프로토타입 시스템의 센서 모듈 구현에 사용된 각 센서들은 다음과 같다.

표 3. 프로토타입을 위한 센서 명세

센서유형	모델명	기능 및 부분제원
적외선 (발광부)	EL-7L	- Radiant Intensity: 70mW/Sr - Half Angle: ±8°
적외선 (수광부)	ST-1KLA	- Switching Speed(R):8μs - Switching Speed(R):10μs - Half Angle: ±15°
레이저 다이오우드	#53-228	- Beam Diameter: 5mmx2mm - Pointing Accuracy < 25mrad
레이저 수광 센서	#58-278	- 4개의 작은 영역으로 구분
초음파 송신센서	400ST160	- RF와 초음파 송신 - Bandwidth:2.0KHz - Total Beam Angle : 55°
초음파 수신센서	400SR160	- RF와 초음파 수신 - Bandwidth:2.5KHz

### 4.2 데이터 전달 모듈

센서노드에서 통신 모듈로 전송하는 패킷의 길이는 총 9바이트로서 데이터 형식은 [그림 7]과 같이 정의한다. 각 필드의 길이는 모두 1 바이트이다.

시작바이트	노드 ID	센서유형	하위값	상위값	예약0	예약1	예약2	끝바이트
-------	-------	------	-----	-----	-----	-----	-----	------

그림 7. 데이터 전송 패킷 구조

패킷 내에서 각 항목의 용도를 기술하면 다음과 같다.

- 시작 바이트 : 데이터의 시작을 나타낸다. (0x11)
- 노드 ID : 수신 보드의 주소를 나타낸다.
- 센서유형 : 값에 따라 센서의 유형을 구분한다.

센서 유형	값
적외선 센서	0x01
초음파 센서	0x02
레이저 센서	0x03

- 하위값 및 상위값 : 센서의 측정 값을 나타내며 16진수로 표현된 하위와 상위값을 나타낸다. 예를 들어 1000의 값에 대해서는 이를 16진수로 변환한 값인 0x3E8 을 대상으로 하위값은 0xE8을, 그리고 상위값은 0x03을 갖게 된다. 각 센서의 유형에 따라 적절한 값의 해석이 요구된다.

센서 유형	값의 해석
적외선 센서	0 적외선 발광부의 식별을 위한 값을 의미하며 값의 범위에 따라 아래와 같이 서로 다른 적외선 다이오우드를 지시함 - 값의 범위 : 15이하, 16~25, 26~35, 36~45, 46이상
초음파 센서	0 거리 값을 의미함
레이저 센서	0 1~4의 값에 따라 레이저 수광 센서의 4개 영역 중 하나를 의미함

- 예약 0~2 : 현재 쓰이고 있지 않으며 추후 확장을 위해 예비
- 끝 바이트 : 0x22

### 4.3 조립 원격 모니터링 모듈

센서노드에서의 측정 데이터를 모니터링 하기 위한 조립 원격 모니터링 S/W는 JAVA 언어로 개발되었으며, 이더넷 소켓에 연결하는 모듈과 데이터 변환처리 모듈, 그리고 모니터링 모듈로 구성된다.

이더넷 소켓으로부터 전달받은 데이터는 적절한 의미대로 해석되어 자바 기반 응용프로그램을 사용하여 처리된다. 아래 그림은 센서노드로부터의 획득한 데이터를 출력하는 기본적인 기능만을 처리하는 프로토타입 모니터링 S/W의 인터페이스를 나타낸다. 여기서 오른쪽 위에는 센서보드에서 취득한 전체 데이터가 표시되며, 오른쪽 아래에는 센서의 유형별로 수집한 데이터를 표시한다. 프로토타입 시스템의 실험은 현재까지 구현된 센서노드 송신부와 수신부 1쌍의 센서 노드를 대상으로 하였다. 센서 노드 송신부와 수신부 사이의 거리는 48cm로 표시되고 있으나 적외선 센서와 레이저 센서가 아직 의미있는 데이터를 가지고 있지 못하므로 이 거리는 의미가 없으며, 이는 센서 노드를 이동하여 적절한 정합위치에 도달하도록 하는 후속 과정이 필요함을 나타낸다.

의미있는 측정을 위해서는 적외선 센서의 값이 45 이

하이어나 하며, 값이 46을 넘어가면 적외선 센서가 범위를 벗어난 것으로 간주한다. 또한 레이저 센서의 값은 레이저 수광부에 레이저 다이오드로부터의 빛이 도달했을 경우 1~4의 값을 가지게 되므로 이외의 값은 레이저 센서가 범위를 벗어난 것으로 간주한다.

다음 [그림 9]는 적외선과 레이저 센서의 측정 값이 모두 유효한 상태를 보인다. 즉 센서노드의 송신모듈과 수신 모듈이 적절한 위치에 자리잡고 있음을 의미한다. 이때 초음파 센서에 의해 측정된 센서노드 사이(즉 해당 블록간)의 거리는 31cm 임을 보여주고 있다.

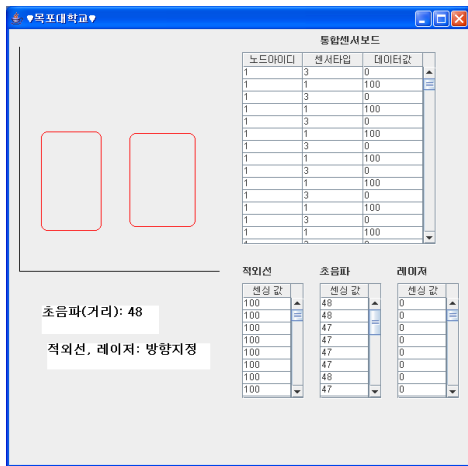


그림 8. 모니터링 S/W 프로토타입 인터페이스



그림 9. 거리 측정의 예

## V. 결론

본 논문에서는 무선 센서를 기반으로 하는 선박 블록 조립을 위한 원격 모니터링 시스템을 설계하고, 이를 위한 프로토타입 시스템을 구현하여, 본 논문에서 제안하였던 접근 방법의 적용성을 확인하였다. 제안된 방법은 수작업이나 광학 측정 장비 및 표지물을 필요로 하지 않는다. 또한 선박 블록 조립 과정에서 작업을 위한 시야 확보와 무관하게 선박 블록의 조립을 위한 블록간 거리 정보를 지속적으로 전달받아 조립 과정을 모니터링할 수 있도록 하므로, 선박 블록 조립 생산성을 향상시키고 비용을 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다. 현재 개발된 프로토타입은 제안 접근방법의 기본적인 작동 가능성만을 검증할 수 있는 수준이므로, 추후 측정 오차의 정밀도 및 인터페이스의 개선 등 실용적인 측면에서의 후속 개발을 진행할 예정이다.

## 참고 문헌

- [1] 한경호, 중소형선 블록 제작 조립 정도 향상 기법 연구, 지역산업진흥개발 연구사업 최종보고서, 산업자원부, 2006.
- [2] 박옥선, 정광렬, 김성희, "유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 위치인식 기술 및 시스템", ETRI 주간기술동향 1098호, 2003(6).
- [3] J. S. Gutmann, W. Burgard, D. Fox, and K. Konolige, "An Experimental Comparison of Localization Method," IROS 1998.
- [4] D. Fox, W. Burgard, F. Dellaert, and S. Thrun, "Monte Carlo Localization: Efficient Position Estimation for Mobile Robots," Proc. of AAAI, 1999.
- [5] J. Hightower and G. Borriello, "A Survey and Taxonomy of Location Systems for Ubiquitous Computing," Technical Report UW-CSE 01-08-03, University of Washington, 2001(8).
- [6] J. Hightower and G. Borriello, "Location Sensing

Techniques," Technical Report UW-CSE-01-07-01, University of Washington, 2001(7).

[7] R. Want, A. Hopper, V. Falcao, and J. Gibbons, "The Active Badge Location System," ACM Transactions on Information Systems, Vol.10, No.1, pp.91-102, 1992(1),

[8] P. and V. N. Padmanabhan, "RADAR: An In-Building RF-based User Location and Tracking System," IEEE INFOCOM 2000.

[9] N. Priyantha, A. Chakraborty and H. Balakrishnan, "The Cricket Location-support system," Proc. of the Sixth Annual ACM International Conference on Mobile Computing and Networking (MOBICOM), 2000(8).

[10] J. Hightower and G. Borriello, "Location systems for ubiquitous computing," Computer, Vol.34, No.8, 2001.

[11] D. Nicosescu and B. Nath, "Ad-Hoc Positioning Systems(APS)," Proc. of IEEE GLOBECOM '01, 2001(11).

[12] 강양석, "조선기자재 공동물류센터의 RFID 도입 방안", 한국IT서비스학회지, 제7권, 제1호, pp.219-235, 2008.

[13] 김효철, 한국의 배, 지성사, 2006.

저 자 소 개

이 상 돈(Sangdon Lee)

정회원



- 1984년 2월 : 서울대학교 전자계산기공학과(공학사)
- 1986년 2월 : 서울대학교 전자계산기공학과(공학석사)
- 1996년 2월 : 서울대학교 컴퓨터공학과(공학박사)

- 1987년 3월 ~ 1997년 8월 : 한국통신 연구개발원 선임연구원
  - 2001년 1월 ~ 2002년 8월 : 미국 Brown대학교 객원 교수
  - 1997년 9월 ~ 현재 : 국립목포대학교 정보공학부 부 교수
- <관심분야> : 멀티미디어 정보관리, 멀티미디어 응용, 센서 네트워크 응용