

PDA 및 GPS를 이용한 옥외 작업장 블록 위치 추적 시스템 개발

신종계*, 이장현†**

서울대학교 조선해양공학과, 해양시스템공학연구소*
인하대학교 기계공학부**

Prototype of Block Tracing System for Pre-Erection Area using PDA and GPS

Jong Gye Shin* and Jang Hyun Lee†**

Dept. of Naval Architecture and Ocean Engineering, Research Institute of Marine Systems
Engineering, Seoul National University*
School of Mechanical Engineering, Inha University**

Abstract

There are hundreds of ship blocks which are under the block assembly, painting, and outfitting assembly works in the pre-erection shops of shipyard. Generally, each block is planned to be processed in a pre-erection shop according to the block type by the long-term production-scheduling before six months. However, many blocks can't be processed in the planned time and the planned shop since the before and after block-processing changes or delays the planned sequential works in pre-erection shops. Therefore, it is essential to monitor the current location of each block and work in process to cope with the changed situation of pre-erection shops. Present study integrates PDA, GPS, and CDMA not only to chase the location of each block but also to exchange the pre-erection work order and the work report between the production-scheduling server and the production managers in the pre-erection shops. This study shows a prototype for the block tracing and process monitoring in the pre-erection shops.

※Keywords: PDA(개인용 디지털 보조기), CDMA (코드분할 다중접속), GPS (위성 위치 확인 장치), Pre-erection(선형탐재), Block tracing system (블록 위치추적 시스템)

접수일: 2005년 1월 17일, 승인일: 2005년 11월 30일

†주저자, E-mail: jh_lee@inha.ac.kr

Tel: 032-860-7345

1. 서론

[용어 정의]

- BTS: 블록위치 추적시스템(Block Tracing System)
- CDMA: 코드분할 다중접속(Code Division Multiple Access)
- DB: 데이터베이스 (Data Base)
- GPS: 위성 위치확인장치(Global Position System)
- IHOP: 통합 의장 및 도장 일정 계획 시스템 (Integrated Hull Outfitting and Painting)
- PDA: 개인용 디지털 보조기(Personal Digital Assistants)
- PE: 선행탑재 (Pre-Erection)
- RF통신: 무선 (Radio Frequency) 통신

조선소의 옥외 작업장(선행 탑재, 도장 및 의장 작업장)에 배치된 블록들은 선행 공정 일정 변화에 의해 당초 중일정 단계에서 계획했던 작업장 위치에서 작업이 수행되지 못하고, 수시로 작업장이 바뀐다. 또한 블록의 개수 또한 수십 또는 수백 개에 이르고 있기 때문에 블록 위치 파악 관리에 많은 어려움이 따르고 있다. 옥외작업장 블록 위치 파악 및 관리가 어렵기 때문에 일정 계획 준수 및 변화된 상황에 따른 작업 계획의 재수립이 어렵다. 따라서 어떤 블록이 어느 위치에서 어떤 공정을 수행하고 있는지를 정확히 파악할 수 있는 시스템의 개발이 요구되고 있다. 조립장의 블록 배치 연구(Lee and Lee 1996)는 일부 수행되었으나 위치 파악을 위한 방법론은 심도 있게 검토되지 못하였다. 한편 지리 정보 시스템을 위해서 GPS와 PDA를 통합한 정보 체계 연구 등이 있으며(Lee 2004), 본 연구에서는 이 개념의 기술을 조선소 옥외 블록의 위치를 정확히 추적하는 시스템에 적용하고자 한다. 이를 위해 조선소 옥외작업장 블록 위치 파악에 적용이 가능한 다양한 방법론을 검토하였으며, 이를 기반으로 블록 이동 작업 프로세스와 결합된 형태의 효율적인 옥외 블록 위치 추적 시스템의 모델을 개발 및 제시하였고 제안된 모델의 테스트베드 구현을 통해 그 가능성을 입증하였다. 블록 위치를 추적하는 시스템이 작업 일정에 따라 자동적으로 블록을 특정

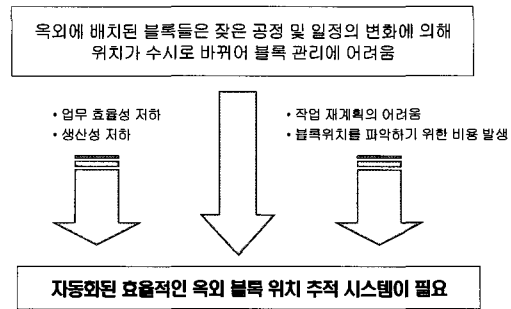


Fig. 1 Object of block tracing system

위치로 이동하도록 전자 작업 지시서를 통해 작업자에게 작업을 지시하면, 해당 작업자는 항상 휴대하고 있는 PDA로 이 작업 지시서를 수신한 후 해당 작업을 완료하고 난 뒤, 실제로 블록이 이동된 위치를 서버에 전송하여, 생산 관리 및 작업 관리자로 하여금 전체 생산 작업의 효율적인 재계획이 가능하도록 하는 시스템을 제안하고 기본 시스템을 개발하였다. Fig. 1은 본 연구 개발 목적을 도식화한 것이다.

2. 블록위치 추적시스템

2.1 블록 위치 추적 시스템 기능 요구 사항

옥외작업장에 배치된 블록은 선행 블록의 선행 탑재 또는 도장 공정 및 일정 변화에 의해 당초 계획했던 작업장과 동일한 작업이 가능한 대안 선회 작업장으로 이동하여 작업을 진행한다. 따라서 새롭게 지정된 작업장 정보 및 일정 계획 정보를 전달하고, 이동된 블록이 위치한 작업장 정보를 수신하여야 한다. 작업이 완료된 후에는 작업 정보를 개정하여야 한다. 그러나 종종 블록 위치를 입력하는 과정에서 작업자의 실수 또는 오류로 인하여 잘못된 작업장 정보가 입력될 경우를 보완할 방법이 필요하다. 따라서 블록의 위치 이동 상태를 작업자가 실시간으로 입력하여 블록의 이동 현황을 파악하고, 위치보정 시스템을 이용하여 작업자의 입력에 대한 오류를 판단, 관리자가 현황파악에 정확성을 기할 수 있는 기능이 부가적으로 필요하다. 이러한 기능을 수행하는 체계를 블록 위치 추적 시스템(BTS)으로 칭하고 시스템이 갖추

어야할 유스케이스를 Fig. 2에 표현하였다.

블록 위치 추적 시스템에 필요한 기능 요구 사항, 각 요구사항 별 구현 방법과 필요한 하부 모듈을 Table 1에 정리하였다.

2.2 BTS 구성 요소

블록을 이동시킬 때, 이동에 관여하는 작업자가 이동이 끝난 후에 PDA를 이용하여 블록의 이동

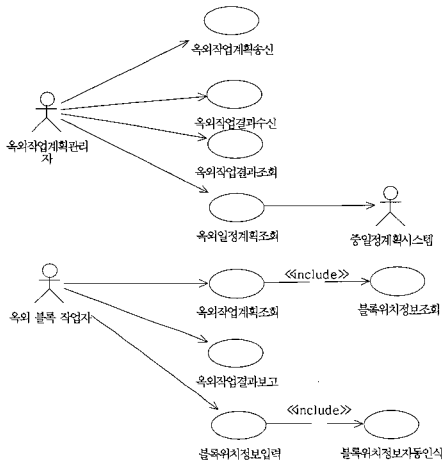


Fig. 2 Use case view of BTS

Table 1 Functional requirement of BTS

기능요구사항	구현방법	필요 모듈
작업자에게 옥외 작업 정보 전달 기능	서버로부터 작업자 PDA에 작업 정보 송신	BTS 서버 PDA
옥외 작업 정보 및 블록 위치정보 저장 기능	서버에 Database 구축	Database
블록 이동 정보 및 작업장 정보 보고 기능	작업자의 PDA로부터 서버에 전달	BTS 서버 PDA
잘못된 블록 위치 정보의 오류 발견 및 보정기능	GPS를 이용한 오류 인식	GPS 위치 보정 장치
데이터 전달을 위한 송수신 기능	CDMA 통신을 이용한 서버와 PDA간 통신	CDMA 통신 모듈

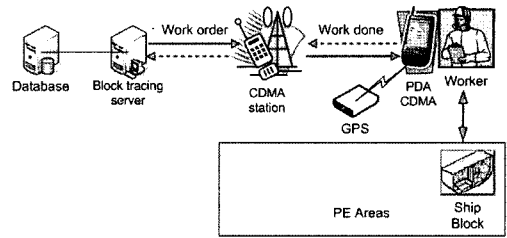


Fig. 3 System configuration of block tracing system

위치를 입력한다. 그러나 일부 작업자의 잘못된 블록 위치를 입력하거나 작업 결과를 입력하지 않음으로 인하여 블록위치를 오인할 수 있는 다양한 상황에 대처하기 위한 위치보정방법을 고안하였다. 위치보정을 통해 다양한 예외 상황에서도 효율적으로 옥외 블록의 위치를 추적할 수 있는 시스템으로 보완하였다. 개발된 위치보정 장치는 GPS를 이용한 하드웨어 장치로써 블록을 이동하는 작업자가 이동 작업을 완료한 후 이동된 위치를 서버로 전송할 때 위치보정 장치로부터 위도 및 경도 좌표 값을 자동으로 얻어와 서버에 함께 전송함으로써 작업 관리자가 잘못된 입력 등의 예외 상황에 대처할 수 있도록 하였다. 본 연구에서 제안하는 옥외블록 위치 추적 시스템은 데이터베이스, 서버 시스템, PDA 시스템, GPS 위치보정 시스템으로 구성되어 있다. Fig. 3에 시스템의 구조를 간단히 나타냈다.

블록의 위치를 추적하는 서버 시스템은 블록이 놓인 옥외 작업장 지번의 위도 및 경도 데이터를 저장하고 있으며, 작업자가 이동작업을 완료한 후 서버에 전송한 지번정보와 위치보정 장치로부터 읽어드린 위도 및 경도 좌표 값을 이용하여 저장된 데이터와 비교 검토를 하여 GPS 자체의 에러 범위를 벗어나는 데이터에 대해서는 추후 다시 위치를 체크하게 함으로써 작업자의 입력 오류를 보정할 수 있게 된다. Fig. 4는 블록위치 추적시스템의 구현(deployment)도를 표시한 것이다.

2.3 시스템 DB 자료 구조

본 연구에서 제안하는 위치 추적 시스템은 작업 관리자가 옥외 일정 계획 데이터에서 추출한 블록

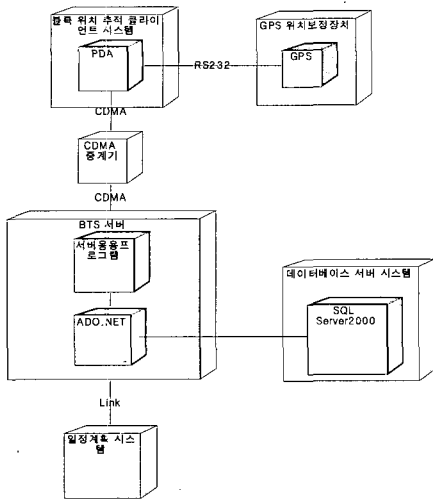


Fig. 4 Deployment diagram of BTS.

Table 2 Typical data for IHOP plan

호선	블록	지번	공정	현재좌표
1397	B13C	42A	GB	위도 37도29.1234분 경도 126도55.1234분

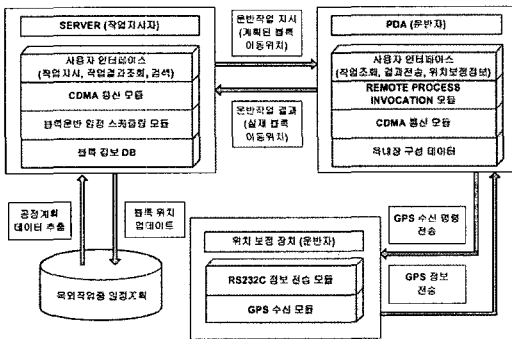


Fig. 5 Data flow between BTS sub-modules

위치 지정 및 선행탐재, 선행의장, 도장 작업의 작업 계획서를 블록 운반자 또는 옥외 작업자에게 전자 작업 지시서의 형태로 PDA 전달한다. 블록 운반자 또는 작업자는 작업 지시서에 따라 작업을 수행한 후 블록의 이동 구역 및 현재 위치를 입력한다. 입력 시점에 위치 보정장치로부터 현재 위치의 GPS 데이터를 전송받아 작업 결과와 함께

서버의 DB에 저장한다. DB에 저장된 이동 위치 정보를 작업 관리자가 확인하고 시스템은 정해진 알고리즘에 따라 운반자의 입력 오류를 판단하여 작업 관리자에게 통보한다. Table 2는 전형적인 블록의 옥외 작업장 작업 정보 예이다.

Fig. 5는 BTS 시스템의 하부 모듈 간의 계획 데이터, 작업 완료 데이터의 흐름을 개략적으로 나타낸 것이다.

BTS 시스템의 서버, PDA, 일정 계획 시스템, GPS 간에는 작업 정보, 블록정보, 작업장 정보를 주고받는다. 이러한 정보의 구조화를 위해서 다음과 같은 데이터 객체로 도출하여 DB화 하였다.

- IHOP: 옥외 선행 탐재, 도장, 의장 일정 계획과 블록의 작업장 지정 정보를 나타낸다. 블록 일련번호, 선박 호선 번호, 작업시작일, 작업종료일, 작업구역명 필드로 구성된다.
- BLOCK: 블록의 일반적인 정보를 담고 있다. 선박 호선 번호, 블록번호, 현재위치, 블록상태, 등록일자 필드로 구성된다.
- WORKS: 이동작업 지시, 진행과정, 완료 후 보고에 관련된 내용을 담고 있다. 일련번호, 선박번호, 블록번호, 현재위치, 요청위치, 작업자, 작업상태, 작업시각, 완료시각, 보고시각, 지시시각 필드로 구성된다.
- AREA: 작업구역에 대한 일반적인 정보를 담고 있다. 작업구역 명, 도크 번호, 길이, 폭, 높이, 기준 좌표의 필드로 구성하였다.
- TRNS: 이동 작업자에 대한 정보를 담고 있다. 작업자 번호, 작업자 이름, 전화번호 등의 필드로 구성된다.

Fig. 6은 DB schema를 표현한 것이다.

2.4 데이터 송수신을 위한 통신 방법

블록 위치 추적 시스템은 PE장 작업 일정 계획에 따라 자동적으로 블록을 특정 작업장 위치로 이동하도록 전자 작업 지시서를 통해 작업자에게 작업을 지시한다. 서버로부터 작업 지시서를 PDA에 전송한다. 해당 작업자는 항상 휴대하고 있는 PDA로 이 작업 지시서를 수신한 후 해당 작업을



Fig. 6 Database schema of BTS

완료하고 블록이 이동된 위치를 다시 서버에 전송한다. 작업 관리자는 블록 위치 정보를 이용하여 일정 변경 작업이 가능하여야 한다. 따라서 작업 지시서 또는 작업 계획서를 서버와 PDA 사이에 전달할 통신 수단이 필요하다. 통신 수단으로는 무선 인터넷, CDMA, RF¹⁾ 통신 등을 들 수 있다. 서버와 PDA 사이의 통신을 방해할 수 있는 조선소 공장의 환경을 고려해 볼 때, RF 통신이나 무선 인터넷과 같은 방법에 비해 CDMA 망의 신뢰성이 높으며, CDMA 망은 기간 통신 사업자들이 이미 구축해 놓은 인프라를 활용할 수 있다는 장점을 가진다. RF 통신은 통신비용이 들지 않는 장점을 가지며, 조선소 환경과 같이 통신 범위가 넓고 자료 양이 많지 않은 경우에 적합할 것이라고 판단하였으나 통신 범위 안에 장애물이 놓여 있는 환경에서는 데이터 전송조차 이루어지지 않는 경우가 발생했다. 통신 신뢰성을 높이기 위해서는 고가의 RF 통신 장비를 사용하여야 하지만 주파수 사용 허가를 얻는 절차 문제와 시스템 통합 문제, 경제성 등의 여러 가지 문제점을 가지는 것으로 조사되었다. 따라서 통신 신뢰성이 보장되며, 별도 중계기 등의 설치가 필요치 않는 CDMA 망을 현재 개발 계획의 통신방식으로 채택했다. 작업자가 입력할 블록 위치 정보는 CDMA 데이터 통신을 이용하여 서버로 전달되어 모니터링 가능하다. 서버에서는 블록 위치정보를 데이터베이스

1) RF는 방사주파수라는 뜻이다. 원래는 전자파를 이용한 무선 장비를 통칭하며, 최근에는 약 100~300 Mhz 이상의 고주파 무선통신 방법을 RF로 칭한다.

화하여 저장하며, 이 데이터는 작업의 재조정, 재분할 등을 위하여 가공된다.

2.5 GPS를 이용한 위치보정 장치

위치 보정 장치는 GPS 기반으로 개발되었다. 인공위성을 이용한 항법시스템 GPS는 미국 국방성의 주도로 개발이 시작되었으며, 위성 그룹과 위성을 감시 제어하는 지상관제 그룹, 그리고 사용자 그룹으로 구성되어 있다. GPS는 현재 단순한 위치정보 제공에서부터 항공기, 선박, 자동차의 자동항법 및 교통관제, 유조선 충돌방지, 대형 토목공사의 정밀 측량, 지도제작 등 광범위한 분야에 응용되고 있으며, GPS수신기는 개인 휴대용에서부터 위성 탑재용까지 다양하게 개발되어 있다. 본 연구에서는 연구 목적에 부합하는 GPS 수신장치를 개발하여 PDA와 연동하여 작동할 수 있도록 제작하였다. Fig. 7은 본 연구를 통해 개발된 GPS 수신 장치, 안테나 그리고 PDA 간의 구성도이다.

본 연구의 GPS 모듈은 SiRFStarII chipset을 사용하였으며, 인터페이스는 RS-232C 방식을 사용하였다(Sirf Technology Inc. 2004). GPS수신기를 GPS Engine이라고 부르기도 하는데, GPS수신기는 GPS신호를 수신하기 위한 전용 안테나와 보드로 구성되어 있다. 본 연구에서는 GPS 필터링 펌웨어를 개발하여 GPS 표준 프로토콜에서 위치 보정에 필요한 좌표 데이터만 처리할 수 있도록 개발 하였다. 위치 보정장치의 GPS 수신 칩은 표준 규격을 제공하는 업체의 제품을 사용하였으며 RS232C 통신을 통해 위치 정보를 PDA가 수신

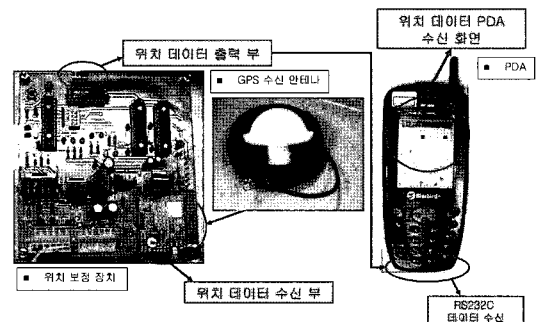


Fig. 7 Hardware configuration of GPS module

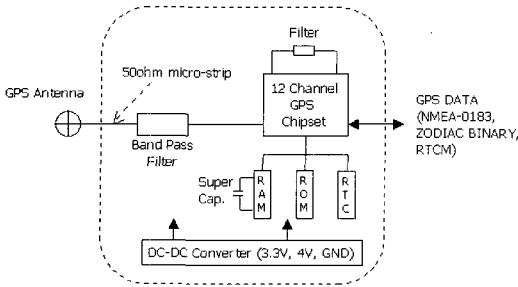


Fig. 8 Hardware components of GPS engine

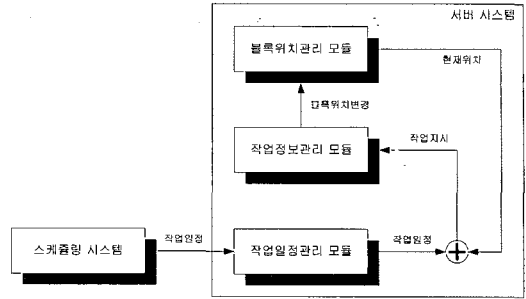


Fig. 9 Modules of server application

할수 있게 개발하였다. Fig. 8은 간략화하여 표현한 GPS수신기의 블록다이어그램이다.

서버 시스템은 DB에 기록된 기준 좌표를 사용하여 작업 지시자에게 블록의 위치 이동 오류를 알리게 하였고, PDA에서는 GPS 모듈을 사용하여 GPS데이터를 수신할 수 있도록 개발하였다.

2.6 서버 시스템

서버 시스템은 일정 계획이 담긴 DB로부터 블록 이동 작업 지시를 생성하고, 입력 받은 블록의 위치 정보, 작업장 기준 정보 등을 저장한다. 서버 시스템 개발을 위한 전산 환경 및 언어로는 Dot NET 및 C#을 이용하였다. 블록의 현재위치 정보를 관리하는 블록위치관리 모듈, 작업지시 및 작업결과 정보를 관리하는 작업정보관리 모듈, 일정 계획 시스템에서 생성된 작업일정 정보를 관리 하는 작업일정관리 모듈로 이루어진다. 작업일정관리 모듈은 외부 일정 계획 시스템에서 생성된 블록이동과 관련된 작업일정 정보와 블록의 현재 위치를 이용하여 작업 지시서를 생성하는 기능을 수행한다. 작업정보관리 모듈은 작업지시정보와 작업결과를 관리하며, 블록이동이 완료된 경우, 해당 블록의 위치를 블록위치관리 모듈에 등록하는 기능을 수행한다. 그리고 블록위치관리 모듈은 블록의 현재 위치와 블록의 신규 등록, 블록소멸정보(블록이 조립된 경우)를 관리한다.

Fig. 9는 서버 응용 프로그램의 모듈을 설명한 것이다, Fig. 10은 서버에서 하루 모듈을 실행시킨 화면이다. Fig. 11, 12 와 13은 각각 블록 위치관리, 작업정보관리, 작업 일정 관리 모듈의 실

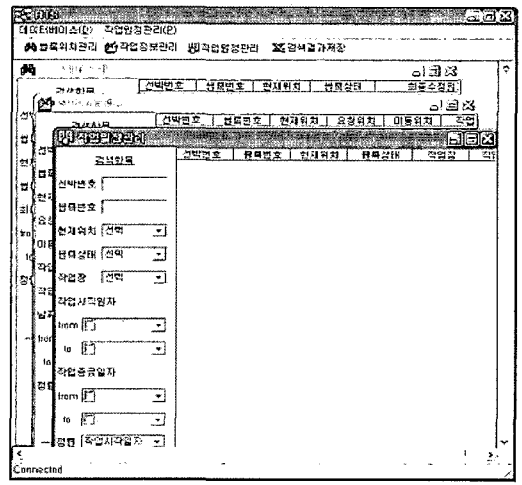


Fig. 10 Application programs on BTS the server

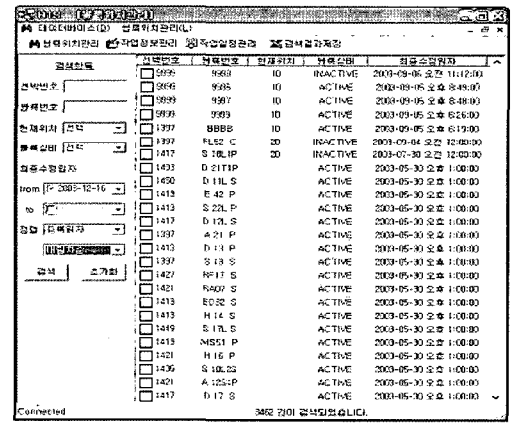


Fig. 11 Application view of block position data management

행화면의 일부를 보인 것이다.

블록 위치 관리 모듈에서 기준 좌표와 입력 좌표에 대한 직선 방정식을 이용한 알고리즘을 통해 현재 블록이 선택 구역에 위치 이동이 적절히 이루어졌는지 판단하게 하였다. Fig. 14와 같이 실제 이동 구역이 존재하며 작업 입력자가 최대 오차 범위 내에서 입력한 현재 위치 값이 실제 블록의 이동 위치로 인식하여 처리하게 된다.

각 작업장은 사각형이며 블록 다각형으로 가정하였다. 이 사각형을 이루는 네 점들이 각각 $P_1(x_1, y_1) \sim P_4(x_4, y_4)$ 이며, 이들이 반시계 방향으로 입력되었다고 가정하였다. 따라서 각 작업장을 이루는 외곽선은 네 꼭지점을 이용하여 순차적으로 구성할 수 있다. 따라서 어떤 점이 작업장의 내부에 있다면, 이 선분들의 왼쪽에 있어야 한다는 것을 의미한다. 이를 이용하여 각 점이 작업장의 내부 또는 외부에 있는지 판별하게 된다.

Fig. 15에서 보여 지듯이 입력 오류가 발생했을 때 블록 위치 관리 모듈에서는 리스트 상에 메시지 박스 출력 및 입력 오류로 예상되는 리스트를 다른 색 및 체크 박스로 나타내 표시하여 준다. 작업 지시자는 입력 오류로 예상되는 블록 내역을 근거로 확인 작업을 거쳐 입력오류를 보정할 수 있게 된다.

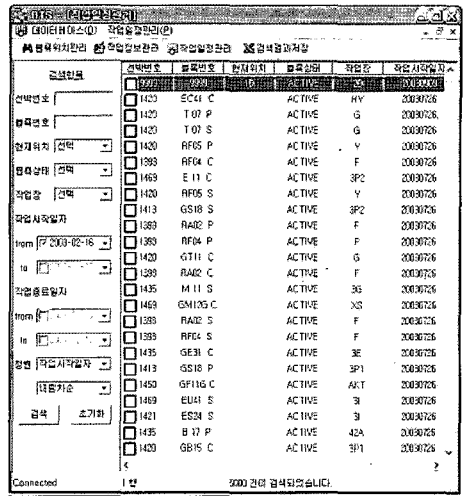


Fig. 13 Application view of scheduling data

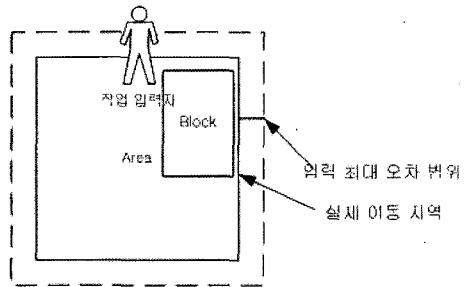


Fig. 14 Example of block position error

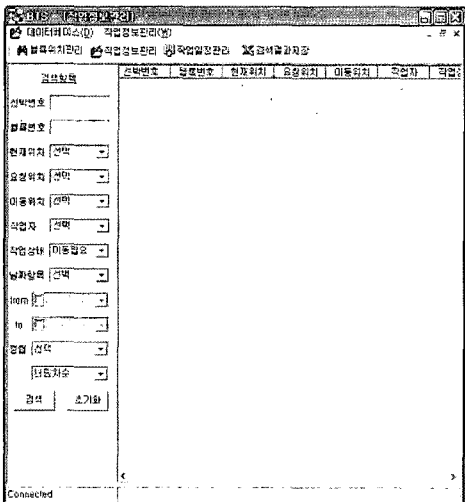


Fig. 12 Application view of work order of a block

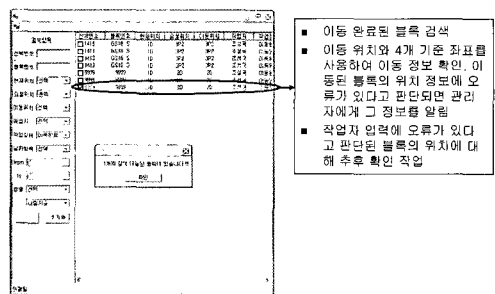


Fig. 15 Section view of server application

2.7 PDA 블록 위치 추적 프로그램

본 시스템에 사용된 PDA 장비는 안정성이 입증된 StrongArm 마이크로프로세서와 Windows CE .NET 기반의 제품이며, CDMA 통신 모듈을 가지고

있다. PDA 내에 설치된 BTS 소프트웨어 모듈은 작업지시정보를 수신하는 작업정보수신 모듈과 작업결과보고 모듈로 이루어진다. 작업지시정보 모듈을 통해 서버에서 생성된 작업 지시서를 수신하고, 해당 작업이 완료된 경우 작업결과보고 모듈을 통해 작업보고를 수행한다(Fig. 16).

PDA의 응용 프로그램은 C#으로 개발되었으며 .NET 프레임워크가 설치되어야 실행이 가능하다. 응용 프로그램이 포함된 폴더에서 config 파일을 실행시키면(Fig. 17), 시스템 설정화면이 나타나고, 여기서 Initial Catalog와 데이터베이스 서버의 IP 주소 등을 입력한 후 설정 버튼을 누른다. User Id와 Password는 데이터베이스 사용자의 아이디와 패스워드이고 Logon Id와 Logon Password는 작업자의 아이디와 패스워드를 나타낸다. Timer Interval은 서버 시스템으로부터 작업 지시서 수신하는 주기이다. Fig. 18은 PDA의 사용자 로그인 화면이다.

작업지시서 수신화면에서 작업 보고 할 항목을 선택한 후 작업보고 메뉴를 누르면 Fig. 19와 같은 작업보고 화면이 나타난다. 작업 보고 화면에서 작업일시, 이동위치를 입력한 후 작업보고 버튼을 누름으로써 작업 결과를 보고한다. 그러나 블록 위치 오류 인식을 위해 GPS모듈을 통해 블록 위치 정보를 얻어오기 위해 Fig. 20과 같은 화면이 실행되면서 GPS 모듈을 통해 위치 정보 수신이 이루어지며 약 2~3초 정도의 지연시간이 발생한다. GPS 정보를 수신한 후 활성화되는 받기 완료 버튼을 누르면 서버로 작업 보고가 이루어지게 된다.

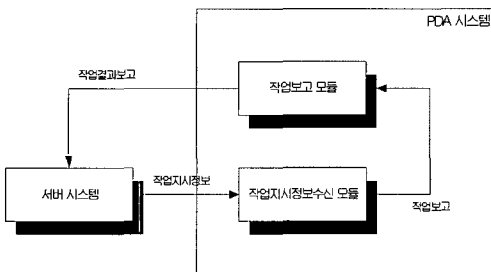


Fig. 16 Application modules in PDA

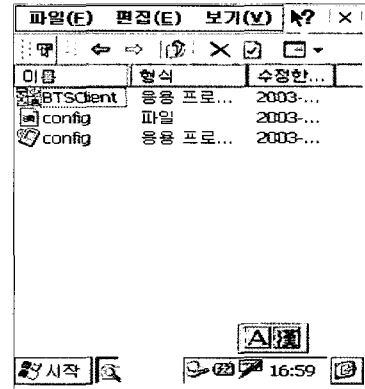


Fig. 17 Applications in PDA

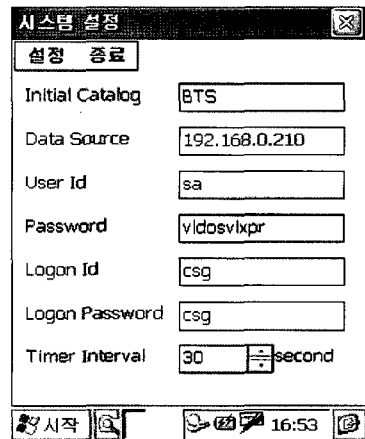


Fig. 18 Application setting for PDA

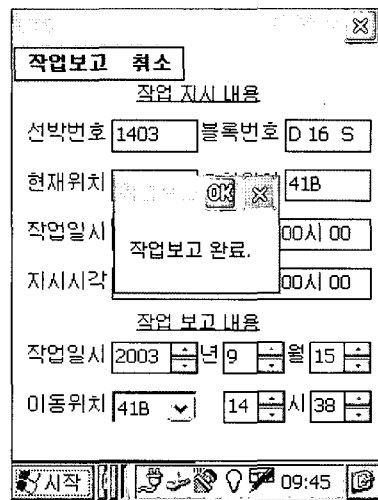


Fig. 19 Report application for work report

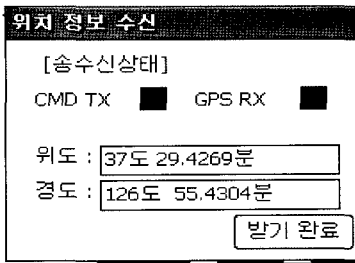


Fig. 20 Position data from GPS module

3. 결론

조선소 탑재, 선형 의장, 도장 작업이 이루어지는 옥외 작업장에 있는 블록들은 선후행 공정의 일정 변화에 따라 중일정 단계에서 계획되었던 작업장에서 작업이 수행되지 못한다. 따라서 빈번한 작업장 위치 변경 관리가 체계적으로 이루어지지 않아 작업장 별로 부하가 일정하지 않고, 효율적인 작업관리가 어려운 상황이다. 이러한 문제점을 효율적으로 극복하여 궁극적으로 선박 건조 생산성을 향상시킬 수 있는 방법론을 제시하고자 하는 것이 본 연구의 주된 목적이다. 이러한 목적 하에 조선소 옥외 작업장에 있는 블록의 위치를 효율적으로 추적하기 위한 시스템을 제안하고 시스템 하부 구성 요소의 실제 구현에 적용이 가능한 대안을 검토하였다. 이러한 기술적 검토와 실험을 수행한 후 현실적으로 가장 타당한 방법론으로 판단 블록위치 추적 시스템의 초기 모델을 제시하였고 그 테스트 베드를 구축하였다. 이러한 기본 모델에 덧붙여 작업자의 입력 오류 등 발생할 수 있는 경우에 대처하기 위하여 GPS를 기반으로 하는 위치 보정 장치를 개발하였고, 이를 기본 모델과 통합하여 운영이 가능하도록 하는 블록 위치 추적 시스템의 프로토타입을 구현하였다.

본 연구에서 제시한 위치추적 시스템의 프로토타입은 효율적인 블록 위치추적 시스템에 대한 방법론을 제시하고 있으며, 실용화 가능성을 제시하였다고 사료된다. 제안된 위치추적 시스템을 실제

현장에 원활하게 적용하기 위해서는 위치보정장치에 대한 독립된 전원 공급 장치 개발 및 각 조선소의 고유한 업무 절차에 대한 적용 연구 및 개발이 추가적으로 필요할 것으로 생각된다.

후 기

본 연구는 과학기술부 지원 국가지정연구실 사업인 '고정밀 선박외판 가공을 위한 지능형 생산정보'에서 수행되었습니다. 또한 연구의 일부는 산업자원부에서 추진하는 차세대 신기술 사업의 하나로 수행되고 있는 '글로벌 정보 공유 및 지식기반의 차세대 생산시스템 개발' 과제의 지원을 받아 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- Lee, K.J. and Lee, J.K., 1996, "A Spatial Scheduling System and its Application to Shipbuilding: DAS-CURVE," Expert Systems With Applications, Vol. 10, No. 3, pp. 311-324.
- Lee, Y.W., 2004, Design and Implementation of a Geocomputing Platform for LBS and Modular Mobile Mapping : an Approach Based on .NET, Seoul National University, Ph. D. Thesis, pp. 3-59.
- Sirf Technology Inc., 2004, <http://www.sirf.com/sirfarch2.html> .



< 신 종 계 >

< 이 장 현 >