

# DGPS를 이용한 선박 접안 시뮬레이션 시스템의 설계

최재석\* · 모수종\* · 정성훈\* · 윤희철\* · 임재홍\*\*

\*한국해양대학교 대학원, \*\*한국해양대학교 전파·정보통신공학부 교수

## Design of simulation system using DGPS when the ship coming alongside the pier

Jae-Suk Choi\* Soo-Jong Mo\* Sung-Hun Jung\* Hee-Chul Yoon\* Jae-Hong Yim\*\*

\*graduate school of national korea maritime university, Busan 606-791, Korea

\*\* Division of Radio and Information Communication Engineering, Korea Maritime University

**요약** : 선박의 접안 시 현재 중·대형 선박은 체계화된 접안 시스템 없이 주선박의 선수와 선미 및 예인선에서 무전기를 이용한 통신에 의존하여 선박을 접안하고 있다. 본 논문에서는 이를 보완하고자 DGPS를 이용한 선박접안 시뮬레이션 시스템을 설계하고자 한다. 주선박의 서버는 경·위도 좌표 값, 헤딩, 속도 등의 정보를 이용하여 선박과 부두와의 거리, 진행방향등을 구하고, 예인선과의 실시간 위치정보의 공유를 통한 정밀측정으로 안전하게 접안을 유도한다. 주 선박 및 예인선의 조타수는 PDA의 클라이언트 프로그램으로 실시간 전송되는 선박의 상태 및 각종 정보를 통해 진행상황을 알 수 있다. 또한, 시뮬레이션 프로그램으로 계산된 선박의 유도경로 데이터를 데이터베이스화하여 최적의 접안 경로를 제시함으로써, 기존의 접안환경보다 정밀한 상황 판단의 방법을 제시하였다.

**핵심용어** : 선박의 접안, 접안시스템, DGPS, PDA, 데이터베이스, 최적의 접안경로

**ABSTRACT** : The present system of medium and large size ship when that's ship come alongside the pier, are not systemic. The steersman only depend on radio-communication, not visibility. This treatise bridge a gap of current system from development of simulation program. The main-server get a distance from ship to pier and ship's direction using longitude and latitude, heading, rate. The steersman of main ship and tug will see all situation with PDA client program. The PDA client program directly display a location information from main-server. And ship's most suitable path be calculated simulation program using database system. This method will induce more detail situation information and the most suitable path when the ship coming alongside the pier.

**KEY WORDS**: Simulation program, Monitoring Program, DGPS, The most suitable path

## 1. 서 론

### 1.1 연구 배경

GPS(Global Positioning System)는 1970년대 미국에서 군사적인 목적과 항법을 위해 개발된, 위성을 이용하는 전 세계적인 위성항법시스템이다. 사용자가 위성의 위치정보를 수신함으로써 위치, 속도 및 시간을 정확하게 계산할 수 있는 시스템으로, 우리나라에는 1980년대 후반부터 보급되기 시작하였다. 군사용으로 개발된 이 시스템이 민간용으로 사용이 허가되면서 여러 국가에서 개발이 이루어졌다. 그러나 수신기가 결정하는 위성까지의 거리자료에 여러 가지 오차요인이 복합적으로 영향을 미치기 때문에 GPS단독으로 10~30m이상의 정밀도로 위치를 결정하는 것은 사실상 불가능하다. 이러한 단점을 보완하기 위해 선택된 방법이 DGPS(Differential GPS)이다. 이 방

법은 정확히 위치가 측정된 기준국에서 사용자에게 오차값을 전송하여 오차를 제거함으로써 사용자 위치의 정확도를 향상시키는 방법이다. GPS의 오차를 줄이는 방법 중 가장 손쉽게 구현 가능한 방법으로 현재 많은 분야에서 정확한 위치를 얻기 위해서 사용되고 있다.

DGPS 시스템의 기준국에서 보정신호를 계산하여 주변의 사용자에게 무선통신망을 이용하여 전송하고, 이동하는 사용자는 그 보정신호를 수신하여 DGPS수신기에 인가함으로써 DGPS에 의한 정확한 위치정보를 얻게 된다. 그러나 이동체일 경우 DGPS의 오차 범위가 1~10m이므로 매우 정밀한 위치 측정이 요구되는 선박 접안 시 사고의 위험을 내포하고 있다. 또, 다른 대안으로는 RTK-GPS(Real Time Kinematic GPS)가 있다. 광범위한 관측점의 좌표들을 1~2cm의 정밀도로 빠른 시간 내에 획득하기 위해 개발된 실시간 이동측량기법이다. 그러나 선박접안 시뮬레이션 시스템에서의 RTK-GPS의 문제점

은 단가가 비싸고 선박의 항해 시 주로 사용되는 GPS가 RTK-GPS의 1~2cm 오차범위 정밀도까지는 필요하지 않다는 것이다(김창수, 2003).

### 1.2 연구목적

현재 중·대형 선박의 접안 시 체계화되거나, 자동화된 어떠한 시스템 없이 주선박의 선미, 선수, 예인선에서의 무전기를 이용한 통신만으로 의존하고 있다. 도선사가 승선해서 접안을 주도하지만 무전기와 육안으로만 상황과약을 해야 하기 때문에 실제 선박의 접안 시 정밀한 유도가 힘든 실정이다. 이를 보완하기 위한 연구가 많이 진행되고 있다. 1963년에는 영국에서 대형 선박의 접안을 쉽게 하기 위해서 유선 텔레비전을 도입하기도 하였다.

우리나라의 경우는 아직 도선사에게만 할당되고 특별한 접안 시스템이 개발되어 있지는 않고 있다. 우리나라의 항구에서 선박의 평균 접안대기시간은 10~13시간으로 접안이 오래 걸리는 문제로 해외 선박업체들은 한국을 외면하고 있는 실정이다. 이를 좀더 능률적이고 빠르게 접안을 시행하기 위해 이 시스템을 연구하고 시뮬레이션을 통해 DGPS를 이용하여 정밀도를 향상시키고자 한다. RTK-GPS를 사용하게 되면 불과 몇 mm의 오차만 가지게 되나 대양에서의 GPS의 효율성을 감안하게 된다면, 이러한 고성능의 GPS는 필요가 없다. 따라서 본 논문에서는 DGPS를 사용하여 1~10m의 오차율을 시뮬레이션을 통한 데이터의 수집으로 최적 경로를 구하고자 한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 선박운동모델

선박의 이동에 대한 운동방정식은 계산의 간편성을 위해 KT모델을 사용하였다. 이 논문에서 필요로 하는 선박의 높은 조종 운동 재현이 아니므로 타의 조작에 따른 선박의 조종 운동을 1차적으로 근사할 수 있는 Nomoto의 KT운동모델을 사용한다. 선회각 속도, 선속, 조타 등을 식(1)-(3)을 이용하여 표현하였다.

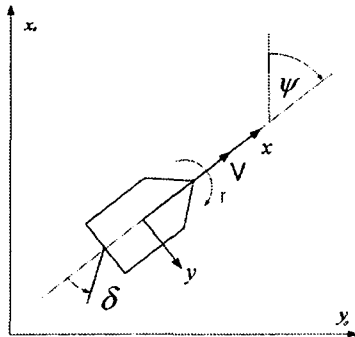


Fig.1 The ship's coordinate

좌표계는 지구 고정 좌표계  $O_0-X_0Y_0$ 와 이동하는 선체 중앙에 원점을 둔  $O-XY$  선체 고정 좌표계를 사용하였다.

$$T + r = K\delta \tag{1}$$

$$T_c V + V = V_{order} \tag{2}$$

$$T_E \delta + \delta = \delta_{order} \tag{3}$$

여기서,  $V$ : 선속,  $V_{order}$ : 명령타각,  $r$ : 선회각속도,  $\delta$ : 타각,  $\delta_{order}$ : 명령타각,  $K$ ,  $T$ : 조종성능지수,  $T_E$ : 조타 시정수,  $T_c$ : 선속 시정수를 각각 의미한다(임남권, 2003).

### 2.2 RTK-GPS

GPS의 신호체계상 반송파에 의한 위치결정 방법이 코드에 의한 위치결정보다 정밀도면에서 더 우위에 있다. 하지만 반송파에 의한 단독 측위도 후처리 상대 측위 기법보다는 정밀도가 떨어지는 단점을 가지고 있다. 광범위한 관측점의 정밀 좌표들을 실시간으로 획득하기 위해서는 이동 측량을 수행하는 동시에 후처리 자료처리 기법이 갖는 정밀도에 근접한 결과를 산출할 수 있는 방법이 요구된다. 이런 목적을 위해 개발된 것이 RTK 고정밀 이동 측량 기법으로서, 기본개념은 정밀한 위치를 확보한 기준점의 반송파 오차 보정치를 이용하여 사용자가 실시간으로 수 cm의 정밀도를 유지하는 관측치를 산출할 수 있는 것이다.

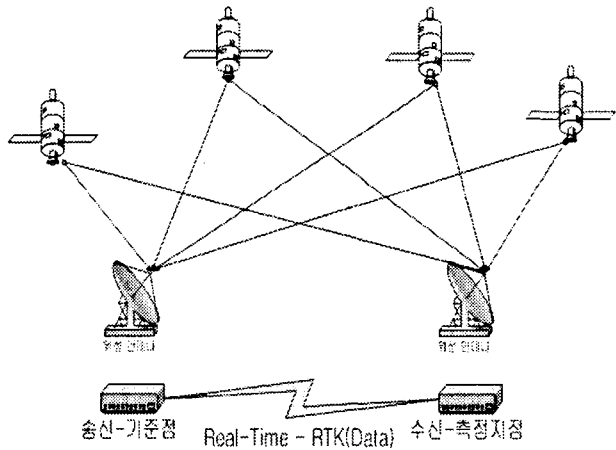


Fig.2 RTK-GPS의 구성도

RTK의 기본개념은 Fig.2와 같이 오차보정을 위해 기준국에서 전송되는 데이터가 반송파 수신 자료라는 점을 제외하고는 DGPS의 개념과 매우 유사하다. 다만 RTK가 각 위성에 대한 반송파 측정치를 지속적으로 제공하여야 하고, 정보의 전송장애로 발생할 수 있는 오차의 한계가 DGPS보다 상대적으로 크기 때문에 보다 안정적이고도 신속한 통신 시스템이 요구되는 차이점이 있다.

### 2.3 DGPS

DGPS 시스템은 기본 GPS에 수반하는 여러 공통 오차요인을 차분 방법으로 제거함으로써 정밀도를 높인다. 움직이는 물체에 있어서는 10 m 이내, 정지한 대상에 대해서는 1 m 이내의 위치 측정을 가능하게 해주는 DGPS는 기본 GPS에 비해 높은 정밀도를 제공한다. DGPS는 배나 비행기의 항법에 사용될 수 있을 뿐만 아니라, 자동차 및 고정밀성이 요구되는 측지 등에 까지 응용될 수 있는 계기를 얻었다.

DGPS는 Fig.3과 같이 두 개의 GPS 수신기를 필요로 한다. 하나의 수신기는 정지하고 다른 하나는 이동하면서 위치측정을 시행한다. 정지한 수신기가 DGPS 개념의 핵심이 되는 것으로 이 정지된 수신기는 실제 위성을 이용한 측정값과 기준점이 결정된 실제 값과의 차이를 계산한다. GPS 수신기는 4개 이상의 위성으로부터 시각정보를 담은 신호를 수신하여 위치 측정에 이용한다.

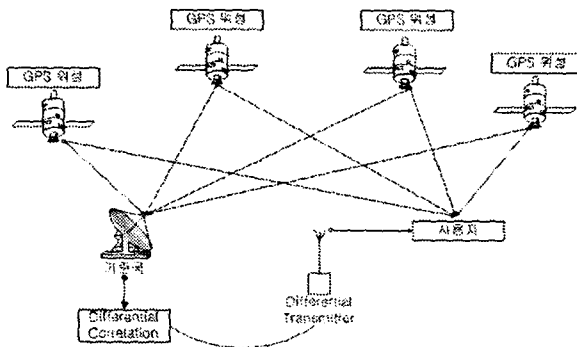


Fig.3 DGPS의 구성도

DGPS에는 후처리 DGPS, RTK-DGPS, Inverted DGPS의 3종류로 나누어진다. 후처리 DGPS는 기준국 수신기와 이동국 수신기간의 전파를 이용한 연결은 필요하지 않으며, 근처에 직접 보정 값을 받을 수 있는 기지국이 없어도 가능하다. 이러한 이유로 GIS용 데이터 취득에 이용되며, 수도관, 가스관, 전신주조사 등에도 이용할 수 있다.

Inverted DGPS는 버스의 정확한 위치정보를 관리국에 송신하는 시스템으로 DGPS와 다른 점은 통신 방향과 보정 장소가 다르다는 것이다. 관리국에 기준이 되는 수신기가 설치되어 있다면 각 버스에서 전송한 위치자료를 보정할 수 있고 보정된 정확한 각 버스의 위치정보를 지도에 표현할 수 있으므로 저렴한 시스템이다(정성훈, 2004).

### 3. 선박 접안 시스템의 설계

DGPS를 이용한 선박접안 시뮬레이션 시스템은 크게 주선박의 서버인 시뮬레이션 프로그램과 PDA 클라이언트로 나눌 수 있다.

Fig.5의 전체 시스템 블록도에서 보는 바와 같이 주선박의 서버는 GPS수신기와 Gyro Compass로부터 경·위도 위치, heading, 속도를 받아서 선박의 현재 위치, 방향, 속도, 예인선의 위치, 부두와의 거리등을 모니터링해서 실시간 처리를 통한 그래픽으로 출력한다. 이 정보를 TCP/IP 프로토콜을 이용하여 무선 AP(Access Point)를 통해 조타수와 도선사, 예인선에서 가지고 있는 PDA에 실시간으로 정보를 제공하여 작업상황을 한눈에 파악할 수 있도록 한다.

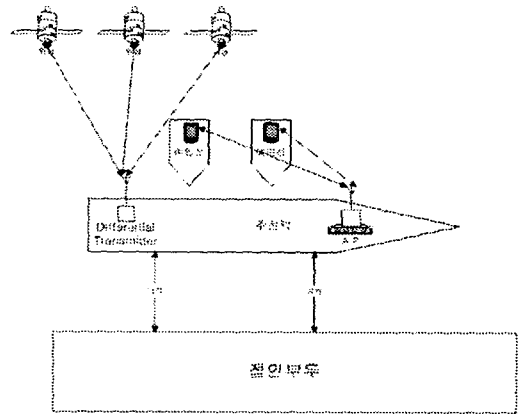


Fig.4 접안 시스템의 구성도

또한 비상시를 대비하여 경보음을 스피커로 출력해주는 경보장치 연동모듈과 쌍방향 인터페이스가 가능하도록 한다.

시뮬레이션 프로그램은 실제 일어날 수 있는 상황에 대한 가상데이터를 기반으로 하여 시뮬레이션을 실시하여 데이터를 축적한다. 실제 측정에서 DGPS의 오차범위는 정밀하게 측정해야 하는 선박 접안 시 매우 큰 오차가 될 수 있으므로, 시뮬레이션을 통해 얻어진 데이터를 프로세스 모듈과 데이터베이스와 연동하여 시뮬레이션을 수행하고 최적의 경로를 예상하여 보여준다. 또한 저장된 데이터를 이용하여 진행과정을 미리 시뮬레이션 함으로써 안전한 선박접안을 가능하게 한다.

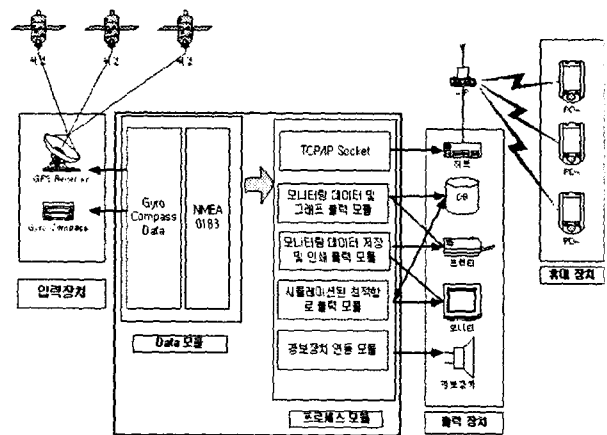


Fig.5 전체 시스템의 블록도

### 3.1 주선박의 서버 설계

Fig.6에서 보듯이 주선박의 시스템은 선박 접안 프로그램과 선박 접안 시뮬레이션 프로그램으로 구성된다. 선박 접안 시뮬레이션 프로그램은 주선박의 운동 시뮬레이션을 실시한다.

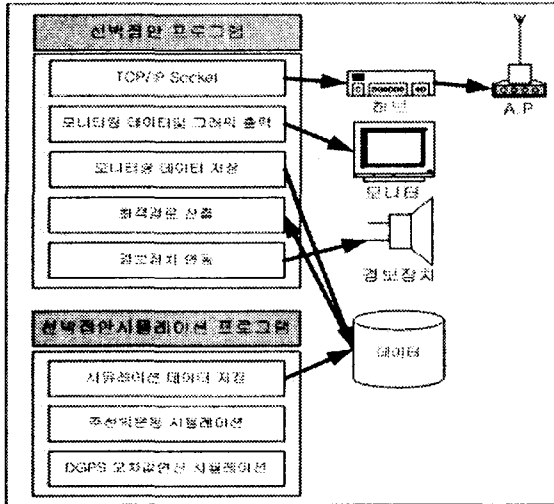


Fig.6 주선박의 시스템 블록도

DGPS의 오차값을 고려하여 여러 가지 가상 데이터를 기반으로 하여 데이터를 축적하여 최적의 경로를 산출하는 기초 데이터를 구축한다.

선박 접안 프로그램은 DGPS 수신기와 Gyro Compass로부터 받은 정보를 모니터에 표현하고 모니터링 한 입력 및 가용 데이터를 데이터베이스에 저장한다. 이 데이터와 유사한 데이터를 찾아 시뮬레이션하거나 시뮬레이션 된 값을 찾아 최적경로를 산출해서 이를 사용자에게 보여준다. 또한 모니터 화면에 출력한 정보를 실시간으로 조타수와 도선사, 예인선의 PDA에 전송해서 보다 넓은 시야확보와 기민한 상황대처를 가능하게 한다.

### 3.2 클라이언트 프로그램 설계

클라이언트 프로그램은 데이터를 서버에서 AP를 통해 PDA로 실시간 전송한다.

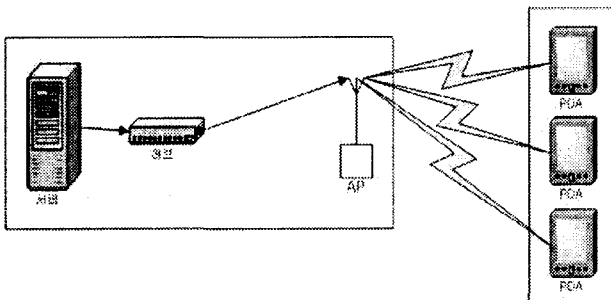


Fig.7 클라이언트 시스템 구성도

클라이언트 프로그램은 TCP/IP 소켓 프로그램과 Windows CE PDA의 소켓 통신을 사용한다. 아직 PDA에서는 UDP소켓을 지원하지 않고 TCP/IP 프로토콜만을 지원하기 때문에 UDP를 사용해 브로드 캐스팅하는 방식보다 TCP/IP의 소켓 연결이 실시간전송에 어려움이 있을 수 있다. TCP/IP 소켓은 Fig.8에서 확인할 수 있다.

이를 위해 본 논문에서는 802.11b방식의 무선 랜을 사용하여 서버에서 PDA로 전송되는 데이터를 실시간 전송이 가능하도록 한다. 무선 랜은 IEEE 802.11이 가장 보편적으로 사용해 왔던 방식이다. 안정적이고 호환성이 좋았지만 비교적 저속이었던 관계로 11Mbps급인 IEEE 802.11b가 점차적으로 많이 사용되고 있다. 실시간 전송을 위해 802.11b를 사용하고, 차후 802.11a가 대중화될시에는 이를 사용해서 구현하도록 한다. 무선랜 기반의 PDA환경을 구축할시 생각할 수 있는 예외 상황은 AP와의 거리 문제와 AP의 유효범위 내에서 발생할 수도 있는 사각지대에서의 통신 단절이다.

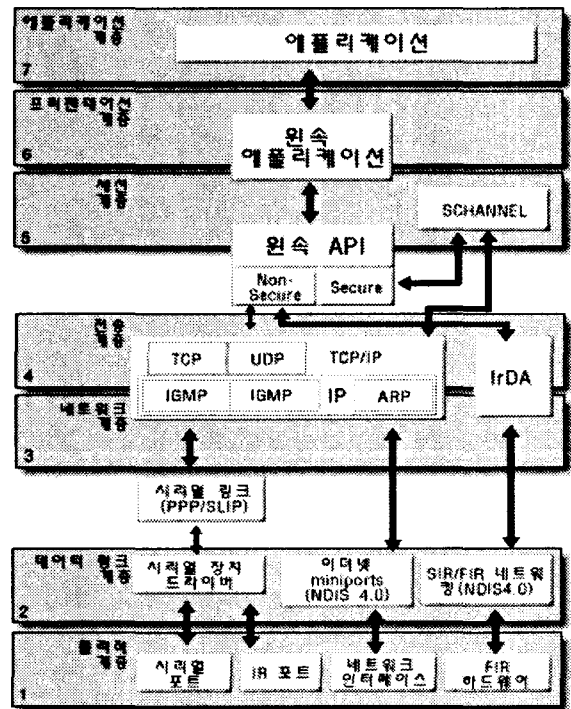


Fig.8 소켓 구성 계층

첫 번째로 AP로부터 거리가 멀어지는 경우 통신환경이 끊어졌다고 생각할 수 있다. 이 상황 발생시 무선 랜 기기에서는 일시적인 통신단절로 보고 약간의 시간을 두고 통신이 되는 것처럼 만든다. 두 번째 문제는 유효범위 내에서 발생할 수도 있는 사각지대에서의 통신 단절이다. 이 문제는 주로 선체 내에서 PDA를 사용할 시 발생할 수 있다. 이 문제의 해결 방법은 AP를 추가하는 방법으로 해결할 수 있지만 원천적인 문제

해결은 아니므로 향후 연구를 통해 해결할 수 있도록 한다.

#### 4. 결론 및 향후 연구과제

현재 국내에서 선박의 접안 시 체계적인 시스템이 없이 도선사만으로 이루어지기 때문에 대기 시간이 매우 길고, 무전기를 이용한 통신만으로 접안이 이루어지기 때문에 매우 불편했다. 본 논문에서는 이에 대한 연구를 통해 DGPS와 연동된 서버상의 접안시스템 모듈과 시뮬레이션 모듈을 설계하였으며, 클라이언트로 무선 랜 기반의 PDA모듈을 설계하였다. 이 시스템을 구현하고 충분한 시뮬레이션을 통해 실제 선박의 접안 시 필요한 데이터를 데이터베이스에서 충분히 수집한다. 이를 통해 도선사와 조타수, 예인선에서는 선박접안 과정을 한눈에 확인할 수 있다. 현재보다 폭넓은 상황과악이 가능하고 예외상황에 대한 기민한 대처가 가능하다.

그러나 몇 가지 문제점이 있다. 시뮬레이션을 통해 데이터를 수집한다고 하더라도 전국에 있는 모든 부두에 적용하기에는 너무 많은 시뮬레이션이 필요하다는 것이다. 이를 위한 해결책으로는 RTK-GPS를 이용하여 시뮬레이션이 필요 없이 즉시 사용가능하게 할 수 있지만, 추가비용이 만만치 않다는 점이 문제가 된다. 또 다른 문제로는 선박의 외형이다. 접안시의 시스템이기 때문에 선박의 폭과 너비가 매우 중요한 문제가 되지만, 현재 같은 급의 선박이라도 선체의 길이, 폭이 동일하지는 않다. 이 문제는 선박에 시스템 설치 시 그 선박에 대한 외형의 데이터를 입력하는 방법으로 해결할 수 있지만 향후 연구를 수행할 필요성이 있다고 생각한다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 김창수(2003): DGPS 보정신호 전송을 위한 휴대전화 인터페이스 모듈의 설계 및 구현, pp.10-14
- [2] 이태오, 정성훈, 임재홍: “해저광케이블 작업을 위한 모니터링 시스템의 설계 및 구현(2002)”, 한국해양정보통신학회 2002 춘계종합학술대회 논문집, 제 6 권, 제 1 호, pp.205-208
- [3] 임남관(2003): 선박충돌회피지원 시스템을 위한 자동제어, 한국항해항만학회지, vol.27 N.4 pp.376 발췌
- [4] 정보 조사 분석팀(2000): “무선통신, GPS 기술/시장 보고서”, 한국전자통신 연구원
- [5] 정성훈(2004), ENC 基盤 海上作業 모니터링 시스템의 設計 및 具現, pp.34-49
- [6] 허윤정, 정장해, 박필호, 박종욱, 조정호(1999): “GPS 측위 기법에 따른 정밀도 비교 분석”, 한국 우주 과학회 가을 학술대회