

컨테이너 위치추적 및 관리시스템 개발

A Development of Container Positioning and Management System

최병길¹⁾ · 진세일²⁾ · 이광원³⁾ · 홍상기⁴⁾

Choi, Byoung Gil · Jin, Sea Il · Lee, Kwang Won · Hong, Sang Ki

¹⁾인천대학교 공과대학 토목환경시스템공학과 교수(E-mail: bgchoi@incheon.ac.kr)

²⁾인천대학교 대학원 토목환경시스템공학과 박사과정(E-mail: civil320@lycos.co.kr)

³⁾인천대학교 대학원 토목환경시스템공학과 박사과정(E-mail: yuwon75@korea.com)

⁴⁾인천대학교 대학원 토목환경시스템공학과 석사과정(E-mail: crimee@incheon.ac.kr)

Abstract

A monitoring system for container is the positioning and managing system, which has been rapidly updated recently, for logistics in real-time. GPS is a global positioning system which is capable of positioning container promptly with a reasonable amount of accuracy. Facility managers of ports or airports should load/unload/keep freight effectively. Transport companies or freight owners should allocate moving container properly and be able to prevent or cope with the loss or delay of freight. In this study, it is monitored and tested the movement of the containers fitted with GPS, and its accuracy and efficiency is analyzed.

1. 서론

본 연구의 목적은 GPS를 이용하여 관세자유지역의 컨테이너 이동을 실시간으로 모니터링하고 관리할 수 있는 시스템을 구축하는데 있다. 컨테이너 이동의 모니터링은 물류체계 정립에 매우 큰 부분을 차지하고 있다. 이동하고 있는 컨테이너의 현 위치가 신속하고 정확하게 파악이 이루어져야만 이동시 경로 및 예상 도착 시간 등을 유추할 수 있고, 최적의 이동경로를 선정 할 수 있으며, 체계적으로 관리할 수 있다.

GPS를 이용한 컨테이너 모니터링시스템은 현재 급속도로 발달되고 있는 실시간 물류추적 및 관리시스템이라 할 수 있다. GPS는 컨테이너 관리에 있어서 가장 기본적인 차량의 위치를 추적하는데 매우 편리하고 현재의 컨테이너 차량의 위치를 정확하고 신속하게 실시간으로 확인할 수 있는 범지구 위성 위치추적 시스템이다. 항만, 공항 등의 시설관리자는 효율적인 화물의 적재, 하역, 보관이 필요하고, 운송업체 또는 화물주는 최적으로 차량을 배차해야 하며, 화물분실, 운송지연 등의 문제를 사전에 예방하거나 대처할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 컨테이너 또는 컨테이너 차량의 위치를 실시간으로 파악할 수 있는 시스템의 개발이 필요하다. 또한, 컨테이너 차량의 수가 매우 많으므로 다수의 컨테이너 차량을 효과적으로 관리하기 위해서는 GPS를 이용한 컨테이너 모니터링시스템의 개발은 매우 중요하다.

2. 관세자유지역의 컨테이너 이동

현재의 운송은 복합적인 형태로 이루어지고 있으며 그 중 우리나라에서의 컨테이너 운송은 수출입과

직접적으로 연관되어 있어 관세자유지역에서 주로 사용하게 될 것이므로 이번 연구에서는 컨테이너 운송을 기준으로 연구를 하였다.

관세자유지역 제도는 기본적으로 외국물품 등을 반입해서 물류상의 부가가치 활동을 수행한 후 다시 외국으로 반출되는 물품을 주요 대상으로 하고 있다. 이러한 물품의 대표적인 예는 환적물품과 중계무역물품이라고 할 수 있다. 관세자유지역의 컨테이너는 외부에서 물품이 들어오는 반입, 외부로 물품이 나가는 반출로 구분할 수 있다. 관세자유지역으로의 반입은 외국물품의 반입과 내국물품의 반입으로 구분되며, 관세지역 외로의 반출은 국외반출과 관세영역으로의 반출로 구분할 수 있다. 외국물품의 반입 절차는 입항→하선→보관지역 반입의 순서를 거치게 된다. 반입되는 내국물품은 수출할 물품과 관세자유지역내에서 소비되는 물품으로 구분되는데, 수출할 물품의 반입절차는 운송인의 화물인수→검량 및 검수→화물 야적의 순서를 거치게 된다. 관세자유지역내에서 소비되는 물품의 반입 절차는 세계상의 이유로 신고하는 절차를 제외하면 일반지역의 화물운송과 같이 특별한 과정은 거치지 않는다.

국외 반출은 수출할 물품의 반출과 환적물품 및 중계무역물품의 반출로 구분할 수 있다. 수출할 물품의 반출절차는 수출 물품의 반입절차와 거의 같고, 환적물품 및 중계무역물품의 반출 절차는 출고→운송→야적→선적의 순서를 거치게 된다. 인천항에서의 컨테이너는 반입, 반출, 양하, 적하 등 4가지로 구분할 수 있으며, 인천항 외부에서의 컨테이너의 흐름은 인천항과 제조업체 또는 판매업체의 저장창고까지의 이동이다. 인천항 외부에서의 컨테이너의 흐름은 도로를 따라 이동하는 단순과정이므로 인천항 내부의 흐름에 대해 살펴보면 다음과 같다.

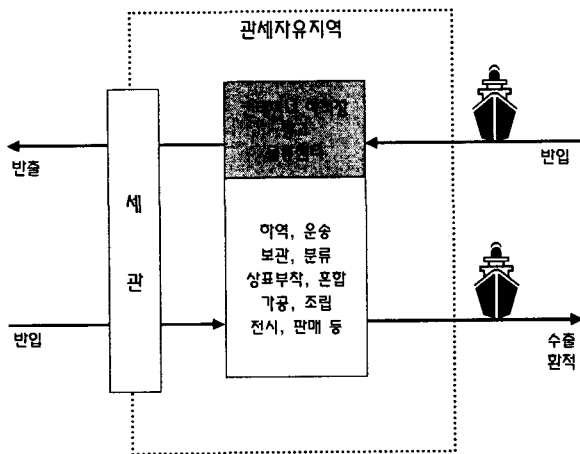


그림 1. 관세자유지역의 컨테이너 이동

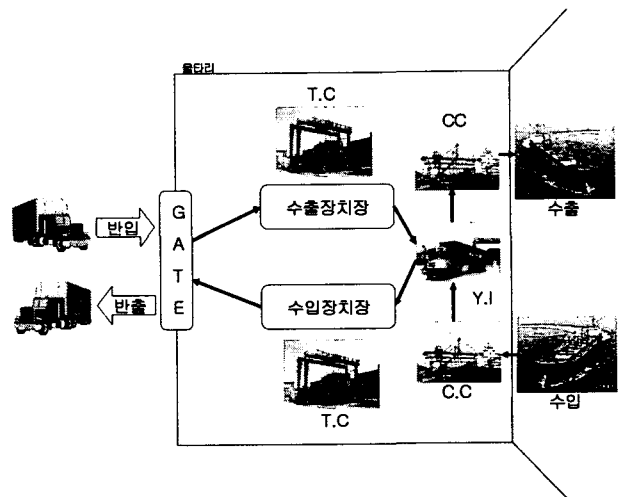


그림 2. 인천항의 컨테이너 이동

3. 무선 데이터 통신

3.1 무선인터넷 시스템

무선인터넷은 휴대형 단말기를 통하여 무선으로 인터넷에 접속하여 인터넷 서비스를 이용하는 것으로 사용자가 이동중에 무선망(Wireless Network)을 통하여 인터넷 서비스를 제공받을 수 있는 환경과 기술이다. 국내에서는 1999년부터 무선 데이터 서비스 관련 인프라 및 소프트웨어 역량을 확보한 이동전화 사업자들이 본격적인 마케팅 활동을 전개하여 무선 데이터 시장이 급격히 형성되기 시작했다. 2000년에는 이동전화를 통한 주식매매, 은행거래 등이 확산되어 여러 곳에 서비스 사이트가 구축되고 있다.

무선인터넷은 기존의 이동통신망을 이용하게 된다. 이동통신 기술은 CDMA(Code Division Multiple

Access ; 코드분할 다중접속) 기술이 이미 상용화되어 일반 휴대폰에 적용되고 있으며, 현재는 차세대 이동통신 기술이라고 불리는 IMT-2000(International Mobile Telecommuni - cations ; 차세대 영상이동 전화) 기술이 상용화되어 일부 이동통신사에서 서비스를 시작하였다. IMT-2000은 공통 주파수 사용과 글로벌 로밍 서비스로 이동 통신 가입자가 세계 어느 지역으로 이동하더라도 하나의 단말기로 음성, 데이터, 영상 등 멀티미디어 통신 서비스를 이용할 수 있는 차세대 이동통신으로서 최고 2Mbps의 속도 (고속 이동시 144Kbps, 저속 이동시 384Kbps, 정지 상태에서 2Mbps)로 데이터를 송수신할 수 있는 기술이다.

3.2 모바일 무선인터넷 플랫폼

PDA는 어플리케이션이 고정된 전자수첩과는 전혀 다른 종류로 노트북보다 더 작은 초소형 컴퓨터들을 지칭한다. PDA는 보통 입력장치로 펜을 사용하는 소형 컴퓨터(Small Computer)들을 의미하지만 제작 회사 또는 언론에 의해 다른 종류로 구분이 되기도 한다. 휴대성을 강조하기 위하여 소형화된 반도체 기술과 무선통신 기술을 채택하여 언제, 어느 곳에서라도 손쉽게 정보를 교환할 수 있도록 설계되어 있다. 휴대 정보 단말기는 PC와 같은 기능과 휴대용 이동 정보처리 기능, 무선통신망 기능을 갖춘 단말기를 말하며, 키보드가 아닌 펜, 음성인식에 기반한 사용자 환경을 제공함으로써 일반인이 쉽게 사용할 수 있는 저가형 휴대정보 단말기이다. 또한 외부포트를 통해 각종 기기를 연결하여 데이터를 획득, 처리할 수 있으므로 확장성이 크다.

3.3 블루투스

블루투스 기술은 작고, 저렴한 가격, 저전력 소모(100mW이하)로 근거리 송·수신기를 모바일 디바이스(Mobile device)에 직접 또는 PC카드와 같은 어댑터를 통해 탑재되어 무선 환경을 제공해 주는 하나의 기술적인 규격 사양이다. 다종 기기간의 통신을 지원하는 블루투스가 만들어 내는 네트워크를 WPAN(Wireless Personal Area Network)이라 한다. WPAN이 구축하는 환경에서는, 사용자가 휴대하고 있는 정보기기가 근처에 있는 다른 정보기기와 블루투스로 무선 접속된다. 그리고 휴대 전화기를 게이트웨이를 통해서, 외부의 네트워크와 정보 콘텐츠를 송수신할 수 있게 된다.

이것으로 종래에 단독으로 기능했던 휴대형 정보 단말기가 주변기기나 외부 네트워크에 접속되어 있던 기기와 제휴하여, 사용자에게 편리한 기능과 지금까지 실현하기 어려웠던 고도의 기능을 실현할 수 있게 한다. 블루투스 시스템은 1:1 그리고 1:다 점간의 연결을 지원한다. 여러 대의 컨테이너에 장착된 GPS칩으로부터 통제실로 실시간으로 위치데이터를 전송하기 위한 적절한 방식이 필요하다. 또한 CDMA나 무선랜과 같이 통신을 위한 별도의 비용이 필요 없을 뿐만 아니라 블루투스 기술은 작고, 저렴한 가격, 저전력 소모(100mW이하)로 통신이 가능하며 별도의 조작 없이 마스터가 슬레이브를 찾아 연결을 설정하므로 처음 셋팅 후 컨테이너에 부착하면 다음에 조작할 필요가 없다. 그리고 다른 무선 통신 방식에 비해 투과성이 좋아 장치장과 같이 컨테이너가 쌓여있는 곳에서 효율적이다.

4. GPS에 의한 위치추적 프로그램 개발

데이터베이스 설계에서는 GPS의 NMEA신호에 의한 컨테이너의 다양한 정보를 화면상에 표시할 때 각각의 지도정보의 테이블로 GPS의 관련 정보 및 컨테이너정보들을 연결하였으며 GPS의 NMEA 메시지를 활용하기 위해서 각각의 코드가 의미하는 것을 알고 각 코드에 따른 상관관계를 분석하였다. GPS로부터의 GGA와 VTG등의 NMEA 메시지를 통하여 기본 테이블을 작성하고 이를 데이터베이스로 구축함으로써 컨테이너를 모니터링하는데 위치정보 및 속성정보를 나타낸다.

블루투스를 통해 들어오는 항법메시지를 통하여 컨테이너들의 위치 및 상태 정보를 구현할 수 있으며 사용자의 요구에 맞는 인터페이스로의 구축이 가능하다. 물류 베이스맵에서의 컨테이너의 이동경로를 정확하고 쉽게 알기 위한 기능으로 단계별로 지도 화면을 확대, 축소, 이동 시킬 수 있는 기능을 수행하며 지역에 맞은 지도설정에는 좌표계 설정과 배송지역을 검색할 수 있는 지도기능이 있다. 또한 GPS를 이용한 컨테이너의 위치를 모니터링하는 부분으로 지도상에 컨테이너의 위치를 직접 구현하도록 한다. 컨테이너 모니터링시스템에 기본이 되는 지도로는 물류 베이스맵을 사용함으로써 정확한 위치정보가 입력되도록 하며 이동경로, 차량의 현재 위치, 소요시간 검색 기능 등을 설정하도록 하였다.

모듈설계는 프로그램의 각 기능을 실제로 코딩하기 전에 개략적으로 설계하는 것이다. 모델링된 프로세스를 효과적으로 수행할 수 있도록 하기 위한 것으로 데이터베이스의 각종 정보를 불러들이고 원하는 작업을 수행하여 그 결과를 출력하는 일련의 과정들을 각각의 기능별로 구분하여 모듈화 하였다. 모니터링 프로그램은 Visual Basic6.0을 사용하여 프로그램을 작성하였다. 프로그램 내에서는 NMEA(LLQ) 메시지를 각 정보별로 분류하게 되고, 분류된 정보를 이용하여 위치데이터를 산출하고, 위치데이터를 이용하여 모니터링 프로그램 내에서 시각화하는 것이다. 모니터링을 하면서 UTC, 현재시각, 속도, 진행방향, 점진적 위치 구현, 현재의 절대 좌표, 관측된 위성수, 모호정수의 결정여부 등을 제공함으로써 사용자가 보다 객관적인 판단을 할 수 있도록 하였다.

GPS를 이용한 컨테이너의 위치추적 시스템에서 가장 중요한 부분으로 컨테이너의 현재 위치를 모니터링하는 부분으로 지도상에 컨테이너의 위치를 직접 구현하게 하였다. 지도는 1:1,000 수치지도를 사용하였으며 컨테이너의 위치 좌표를 지도위에 표시하게 된다. 또, 지도상에 표시를 남기게 되면 컨테이너의 이동 경로를 쉽게 알 수 있다.

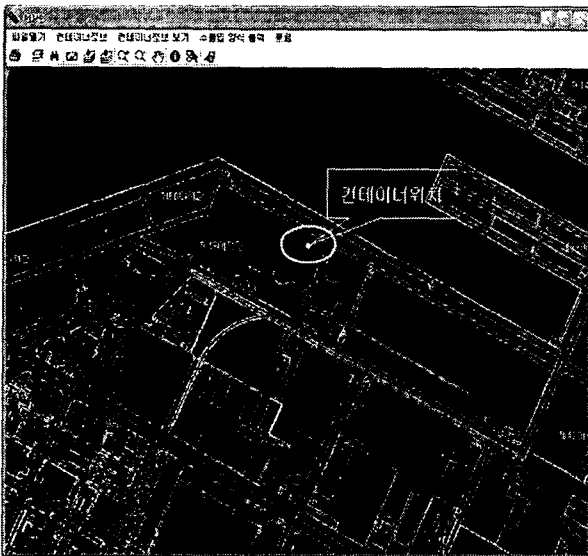


그림 3. 컨테이너 위치 화면



그림 4. 컨테이너 이동경로 화면

5. 컨테이너 이동의 정확도 분석

컨테이너 차량 정차상태에서 15분간 GPS 데이터를 수신하여 그 결과를 분석한 결과 아래와 같은 결과를 얻었다. 정지상태에서 수신한 경위도 좌표를 TM좌표로 변환하였고 교내에 설치한 기지국에서 얻은 좌표를 이용하여 보정한 결과 x좌표는 -76.0375m, y좌표는 -314.0325m, z좌표는 -5.1687m를 보정하였다. 이와 같이 보정한 값이 큰 이유는 GPS 타원체인 WGS84좌표를 우리나라의 타원체인 Bessel로 변환하였기 때문이다. 보정한 값에 대한 GPS 데이터의 정확도를 분석하여 보면 Δx 를 구한 결과 그림 5

에서 보는 바와 같이 최대값과 최소값의 차이는 0.37m이며 1:1,000 수치도와 비교하여 볼 때는 170433.45로 $\pm 0.2m$ 이었다. Δy 는 그림 6과 같이 최대값과 최소값의 차이는 0.5m이며 수치지도와 비교한 값은 441133.3으로 $\pm 0.3m$ 이다. Δz 는 그림 7에서 보는 바와 같이 최대값과 최소값의 차이는 0.37m이며 수치지도와의 차이는 170433.45로 $\pm 0.2m$ 이었다. Δx 와 Δy 의 값보다 Δz 의 값이 상대적으로 크게 나왔으나 컨테이너의 높이가 2.89m이므로 컨테이너의 층을 나타내기에는 충분하였다.

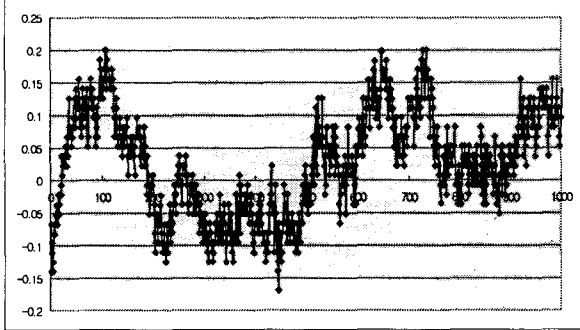


그림 5. 정지상태에서의 Δx

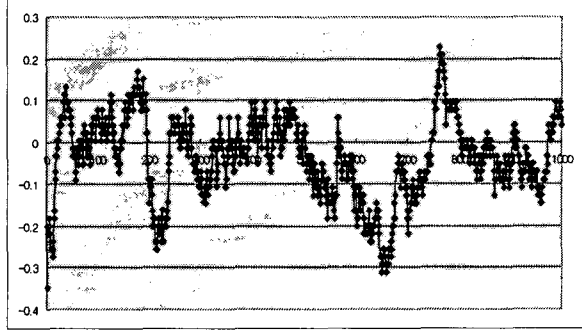


그림 6. 정지상태에서의 Δy

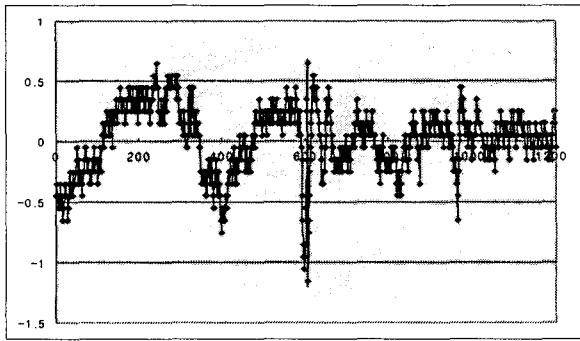


그림 7. 정지상태에서의 Δz

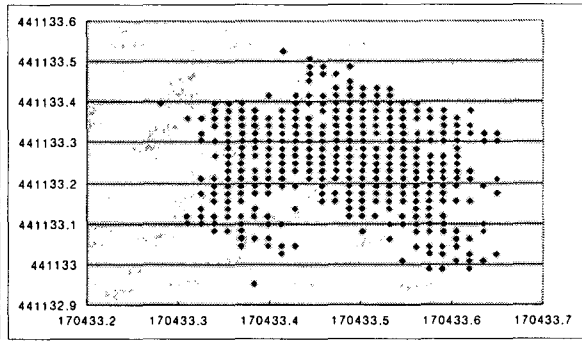


그림 8. 정지상태에서의 $\Delta x, \Delta y$

시속 20km의 속도로 도로중심선을 따라 왕복하여 측정한 결과 그림 9와 같이 약 1~2m 정도의 오차를 보였으며 높이에서는 그림 10과 같이 약 2m 정도의 오차를 나타내었다. 자동차로 도로중심선을 따라서 이동하였지만 운전의 미숙으로 인하여 생기는 오차를 감안한다면 오차의 정도는 더 줄 것으로 보인다. 높이에서는 정지측량시 보다 오차가 더 발생하였으며 GPS 데이터의 최고 정점에서의 높이와 수치지도를 바탕으로 실제측량한 데이터를 비교해보면 약 1m 정도의 오차를 가지고 있다.

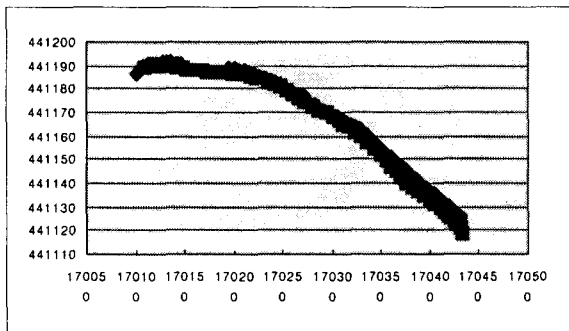


그림 9. 왕복직선주행시 x, y

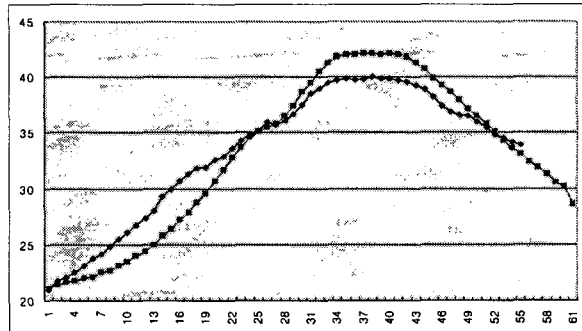


그림 10. 왕복직선주행시 z

6. 결론

항내 컨테이너 야적장에서 컨테이너의 효율적인 관리를 위하여 위치추적기법 및 무선데이터 통신기법을 이용한 최적의 컨테이너 관리기법을 제시하였으며 이를 통한 컨테이너 관리시스템을 개발하였다. 인천항에서 시범 운용하여 컨테이너 관리시스템의 성능분석을 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. 항내 컨테이너 차량의 속도제한이 20km/h 인걸 감안하여 실험한 결과 Δx , Δy 는 $\pm 1m$ 로 컨테이너의 폭이 2.43m 길이가 13.71m인걸 감안하면 모니터링시 컨테이너의 정확한 위치를 표시할 수 있었으며 정지시 Δx , Δy 는 $\pm 0.2 \sim \pm 0.3m$ 로 폭이 2.43m인 컨테이너의 정확한 위치를 나타낼 수 있었다. 정지시의 Δz 는 $\pm 0.2m$ 로 컨테이너의 높이가 2.89m인 컨테이너의 층을 나타내기에는 충분하였다. GPS를 이용하여 항만이나 공항, 공업단지등 제한된 지역내에서 컨테이너 관리시스템은 향후 컨테이너 관리에 적용 운용시 생산성 및 경제성을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 지정 인천대학교 동북아전자물류연구센터의 지원에 의한 것입니다.

참고문헌

- 백인정(2002), 블루투스를 이용한 자동차문 개폐장치 연구, 석사학위논문, 아주대학교, pp. 3
- 임재혁(2001), 블루투스 개요, 남서울대 공학연구지, 제 2권 제 1호, pp. 2, pp. 12
- 임찬혁(2002), GPS와 전자도로 지도를 활용한 위치 인식 알고리즘, 석사학위논문, 고려대학교, pp. 10~11
- 장용남(2002), 전략적 물류관리론, 두남출판사, pp. 14~21
- 정진우(2000), GPS의 OTF 측위기법을 이용한 구조물의 변위 측정에 관한 연구, 석사학위논문, 인천대학교, pp. 10~11, pp. 20
- 차득기(2004), GPS 측량일반, 성림출판사
- 채희영(2003), 블루투스를 이용한 데이터 및 음성 무선전송 임베디드 시스템 구현, 석사학위논문, 아주대학교, pp. 2~4
- Hayashi N.,(1996), *Low-Cost Sensor Constraint GPS Vehicle Navigation in an Urban Environment*, The 9th International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation, pp. 1409~1411
- Ibrahim, F. A.,(2000), *DGPS-Adided INS Land Vehicle Navigation Systems*, University of Detroit Mercy, pp. 15~17
- O'Connor, L. M.,(1997), *Carrier-Phase Differential GPS for Automatic Control of Land Vehicle*, University of Stanford, pp. 1~15
- Sun, J.,(1998), *Development and Testing of a Real-Time DGPS/INS Integrated System*, University of Calgary, pp. 24~58