

# IT기술을 이용한 건설현장 내 위치관제 기법

김현수\* · 도승복\* · 최현영\* · 장용구\*\* · 전홍수\*\*

\*텔릿와이어리스솔루션즈, \*\*한국건설기술연구원

## Position Tracking Method in Construction field using IT Technology

Hyun-soo Kim\* · Seoung-bok Do\* · Hyun-young Choi\* · Young-gu Jang\*\* · Heung-su Jeon\*\*

\*Telit Wireless Solutions, \*\*Korea Institute of Construction Technology

E-mail : Hyunsoo.Kim@telit.com

### 요 약

본 논문은 건설 현장을 출입하는 작업자나 공사차량의 위치추적 및 인식 기법에 관한 것으로, 건설 현장에서 이동체의 위치추적은 안전사고 예방, 사고시 긴급 구난 등의 목적과 함께 불법 차량이 현장을 출입하면서 발생하는 자재 도난 및 사고를 방지하기 위함이다. 이를 실현하기 위해 정보통신 기술(IT)을 현장에 접목시켜 건설 현장용 지원시스템을 구축하는 것은 매우 바람직한 융합 기술이다. 본 논문에서는 현장에 적합한 무선통신망을 이용해서 작업자 및 이동 차량의 연속적인 위치를 검출하는 기법을 제안 및 구현하였고, 가상 게이트웨이 구축 및 활용 기법을 제안하여 이동체의 건설 현장 진출입 여부를 판단하는데 활용하였다. 또한 다양한 현장 시험을 통해 제안된 기법들을 검증하였다.

### ABSTRACT

This paper proposed the position tracking and recognition method of workers and cars in construction field. The reason why the position of workers and cars has to be tracked is to prevent the safety accident, emergency rescue, and theft of building materials by unauthorized people and car, etc. To realize the tracking, it needs to adopt the Information Telecommunication technology to the construction field as an integrated support system. In this paper, we proposed the continuous positioning tracking algorithm for workers and moving cars using the selected wireless communication network. And we proposed the virtual gateway method to detect the entrance status of moving workers and cars. All of these proposed methods are evaluated in real construction field using the prototype of support system made by ourselves.

### 키워드

건설현장 지원시스템, IT기술, 연속 측위, 위치 추적, 위치 관제, 가상 게이트웨이

## I. 서 론

가장 최신의 건설-IT로써 대표적인 사례는 건설현장의 작업자, 관리자, 그리고 현장을 출입하는 작업 및 운반 차량의 위치를 검출하고 이를 무선통신망을 이용하여 실시간 위치를 추적하는 기술이다.

이러한 위치추적을 가능하게 한 것은 통상적으로 건설현장에서 사용되는 무전기의 데이터 채널을 활용한 방법과 와이파이 신호를 이용한 무선 통신 기법의 사용이다. 무전기는 400MHz대의 주파수대이기 때문에 수 킬로미터의 통달거리를 달

성할 수 있으며 음성통화를 제공한다. 와이파이 통신은 2.4GHz대의 주파수이므로 통달거리가 수 백미터 이내이고 TCP/IP 통신을 제공한다.

이동체의 위치를 검출하는 기법은 일반적으로 많이 사용하는 상용 위성항법 체계인 GPS, GLONASS, COMPASS 등의 수신기를 채용하고 있으며, 이들 시스템은 터널과 같이 위성신호를 수신하지 못하는 지역에서는 위치 검출이 불가능한 단점이 있다. 이를 보완하기 위해 차량은 관성센서와 차량의 속도정보를 결합한 추측항법(Dead-Reckoning Navigation)을 사용할 수 있으며, 이는 단기적으로 연속적인 위치를 제공하지만 시

간이 지날수록 오차가 증가하는 단점이 있다. 작업자의 경우는 마찬가지로 관성센서를 활용하여 개인 휴대항법 (Personal Dead-Reckoning or Pedestrian DR)을 사용하지만 시간에 따라 오차가 누적되는 단점은 유사하다. 본 논문에서는 GNSS를 이용한 위치추적방법과 MEMS INS 센서를 이용한 추측항법을 모두 이용하여 이동체의 위치를 검출하였으며 각각 장점과 단점이 매우 뚜렷하게 나타나는 결과를 확인하였다.



그림 1. 공사현장 입구

통상적으로 건설현장 입구는 대부분 관리 목적으로 게이트를 구비하고 있으나 실제로 통제가 이루어지지 않고 있는 것으로 파악되며 공사 차량과 일반 차량의 구분이 안 될 경우 자제도난이나 안전사고의 위험을 유발할 수 있으므로 이에 대한 관리가 매우 절실한 것으로 분석된다. 또한 현장 관리자가 자리를 비우는 사이 차량이 진출입하는 경우 현장 내부에 몇 대의 차량이 있는지 전혀 알 길이 없으므로 관리자가 주기적으로 현장 실사를 수행해야 하는 번거로움이 있다. 만약 현장 진출입을 항상 해야 하는 작업자나 공사 차량의 위치를 무선통신을 통해 파악할 수 있고 이를 통해 공사 현장 출입구가 진출입 여부를 자동으로, 원격으로 파악할 수 있다면 위와 같은 번거로움과 손실을 막을 수 있다는 기대가 있다.

이를 위해 본 논문에서는 관리가 잘 되지 않는 단순하고 물리적인 게이트보다 가상 게이트웨이 개념을 도입하여 건설-IT의 장점을 최대화 하고자 건설현장 출입구를 대표하는 두 점의 정확한 위치를 검출하여 현장마다 이를 DB화 하고, 위치가 검출 및 추적되는 모든 이동체를 가상 게이트웨이에 매핑함으로써 건설현장의 출입 여부를 정확히 판단하는 기법을 제안하였다.

## II. 가상 게이트웨이의 구축

현장의 가상 게이트웨이는 현장 출입구 양쪽의 적당한 지점을 지정하여 고정밀 GPS 측량장비로 위치를 검출한다. 반복 검출된 위치는 통상 2미터

이내의 위치 정확도를 갖도록 한다.



그림 2. 가상게이트웨이 측량

여기서 통상적으로 측량지점의 위치오차를 2미터로 지정한 이유는 사진과 같이 공사현장은 대개 주변에 장애물이 있으므로 GPS의 특성상 위치에 편향오차나 신호 감쇄에 의한 분산 오차가 추가적으로 발생하는 현상이 있다. 따라서 본 연구에서는 이를 감안하여 통상적으로 Differential GPS시의 정확도인 약 2미터를 기준으로 제시하였다.



그림 3. 가상게이트웨이 측량 결과

그림과 같이 가상 게이트웨이 측량 결과는 통상 2미터 이내의 위치오차를 갖고 두 지점간의 간격이 위치 오차 범위 내에서 약 27미터를 나타내고 있다.

## III. 이동체 위치 추적 기법

### 1. 위성항법을 이용한 이동체 위치 추적 기법

GPS나 GLONASS를 포함하는 위성항법만을 이용하여 위치 검출을 수행한 경우, 일반 상용 제품은 건설현장 내에서 좋은 결과를 보이지 못한다. 특히 한쪽에 건물에 걸쳐 있거나 터널 입구와 같은 건설 현장에서는 수신기가 위치 결정을 전혀 하지 못하는 경우도 발생하므로 가상 게이트웨이의 통과 여부를 전혀 알 수가 없다.

아래 결과는 게이트웨이 진입 직후에 위치를 놓치고, 진출 직후에 위치 검출을 시작하는 특성을 보인다.

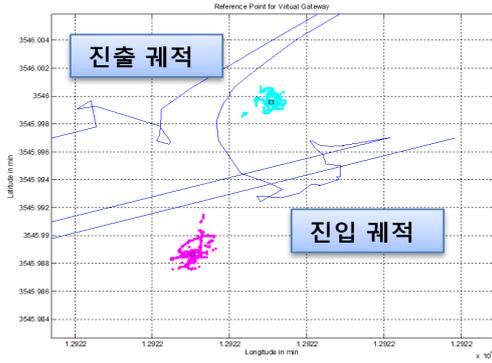


그림 4. GPS이용한 가상게이트웨이 검출

2. 추측항법을 이용한 이동체 위치 추적기법

1) 개인 휴대항법

개인 휴대항법은 GPS가 가용하지 않은 상황에서도 위치를 검출할 수 있게 하는 기법으로 작업자용이나 관리자용으로 적용될 수 있는 유용한 기법이다.

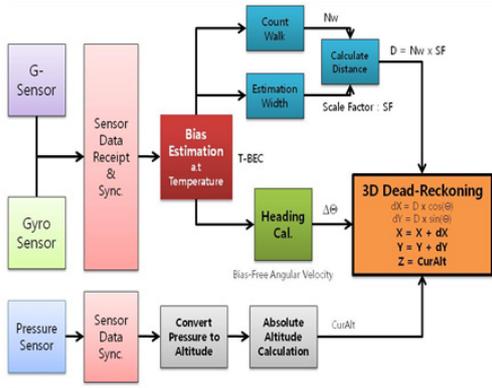


그림 5. PDR 블록도

하지만 이동 방향에 약간의 오차가 있어도 최종 위치에 많은 오차를 나타낼 가능성이 높다. 개인 휴대항법을 보완하는 방법은 GPS가 가용한 상황에서 GPS에 의한 위치 및 방향 보정이 가능하고, GPS가 가용하지 않은 경우는 실내의 무선통신을 이용한 위치보정 방법, 또는 이동 기준점 통과시 단순 보정법 등을 들 수 있다.

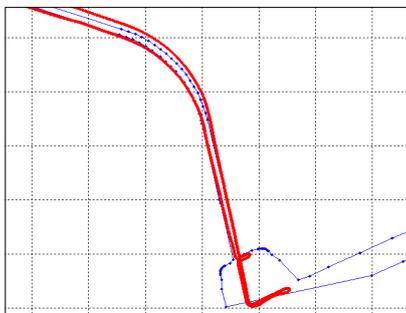


그림 6. 터널DB를 이용한 맵 보정

실내에서는 이동 경로가 확실하게 결정되어 있으므로 여기서는 현장 내부의 시설 DB를 이용하여 위치와 방향을 보정하는 기법을 이용하였다.

2) 차량용 추측항법

추측항법은 가속도 관성센서와 차량의 차속펄스 정보를 이용하여 이전 위치로부터 현재 위치를 추측하는 기법으로 GPS 불능지역에서 탁월한 위치검출 성능을 보인다.

$$dX = D \times \cos(Q)$$

$$dY = D \times \sin(Q)$$

여기서 D: 이동거리, Q: 각도 변화

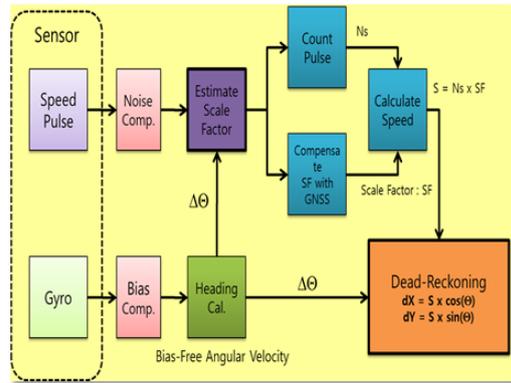


그림 7. 차량용 DR 블록도

이동차량을 이용한 추측항법의 경우는 개인휴대항법과는 달리 차량의 속도정보를 실시간으로 차량으로부터 수집할 수 있기 때문에 보다 정확하게 차량의 위치를 결정할 수 있다.



그림 8. 터널 및 건물내에서의 DR 측위

하지만 추측항법은 이전 위치에서 현재의 센서 값을 이용하여 현재 움직임을 추측하는 기법이기 때문에 센서의 측정 데이터에 미세한 오차만 있어도 시간에 따라 오차가 누적되어 큰 위치오차를 유발시키는 단점이 있다. 따라서 약간의 시작 오차 또는 중간 오차로 인해 터널 출구에서 큰 위치오차가 발생하게 된다.



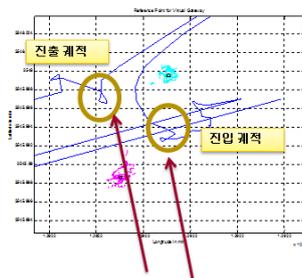
그림 9. DR 측위 오차

따라서 추측항법을 이용한 경우, 가상 게이트웨이의 입구는 잘 통과했지만 건설현장 터널 내부 주행 시간동안의 오차로 인해 결국 출구에서 게이트웨이를 통과하지 못하는 오류를 나타냈다.

#### IV. 가상게이트웨이 기반 진출입 기법

건설현장의 제약상 현장의 이동차량이 추측항법을 지원하지 못하는 경우 위성항법만을 이용하여 하므로 아래와 같은 출입 추적 기법을 제안한다.

- 현장 진입시
  - . GPS의 마지막 위치(Last Position)와 주행방향(Last Angle)을 검출
  - . LP+LA 이용한 가상게이트웨이 상대거리 추측
  - . 최소 상대거리 검출 통과시 진입으로 판단
  - . 추측항법의 경우 진입시 정상 검출
- 현장 진출시
  - . 진출후 GPS의 첫위치(First Position)와 방향(First Angle) 검출
  - . FP+FA 이용한 가상게이트웨이 상대거리 검출
  - . 상대거리 검출값의 증가 경향으로 진출 판단
  - . 추측항법은 각도보정 및 위치보정 후 판단



진출입 인식 시점

그림 10. GPS 이용 가상게이트웨이 진출입 검출

본 논문에서 제안한 가상 게이트웨이 기법을 이용하여 위성항법만을 이용한 단말기와 추측항법을 이용한 단말기에 대한 진출입 기법을 적용한 결과는 그림과 같이 인식 시점은 다르지만 인

식 결과는 동일함을 알 수 있다.

이 결과는 실제 현장에서 측정된 GPS데이터와 차량 추측항법 데이터, 사용자 개인휴대항법 측위 결과 데이터를 모두 활용하여 결과를 도출하였다.



그림 11. DR 이용 가상게이트웨이 진출입 검출

여기서 제안된 방법을 이용하여 위성항법/추측항법을 모두 이용한 경우 100% 진출여부를 판단할 수 있었음을 확인하였다.

#### V. 결론

본 논문에서는 건설 현장에 상주하는 작업자와 공사 차량의 위치를 일반적인 위성항법 단말기만으로 위치 검출을 할 경우는 가상 게이트웨이에 매핑시 진출입 판단이 어렵다. 이에 개인휴대항법인 PDR과 차량용 추측항법인 ADR을 구현할 수 있는 단말기가 적용될 경우의 가상 게이트웨이 진출입 관리 기법을 제안하였으며, 실제 터널 건설현장에서 위 기법을 검증하였으며 이를 건설현장 지원시스템에 적용 가능성을 확인하였다.

#### ACKNOWLEDGEMENT

본 연구는 국토교통과학기술진흥원(KAIA)의 3차원 위치인식 및 무선통신 통합기술을 활용한 친환경 지하구조물 건설현장지원시스템 개발의 연구비 지원(12첨단도시C01)에 의해 수행되었습니다.

#### 참고문헌

[1] Paul D. Groves, "Principles of GNSS, Inertial, and Multi-sensor Integrated Navigation Systems", Artech House, pp. 335-342, 2008.  
 [2] Scotte Gleason, Demoz Gebre-Egziabher, "GNSS Application and Methods", Artech House, pp. 177-189, 2009.S. K.  
 [3] H. S. Kim, S. B. Do and Y. G. Jang, "A Study on the position tracking of vehicles in construction field based on the virtual gateway," in Proc. KICS Autumn Conf. Commun. 2013 (KICS 2013), pp. 413-414, Jeju Island, Korea, November 2013.