

## Seamless u-Transportation 서비스를 위한 UVS 개발

김도윤\*, 성상학\*, 박종호\*, 이재훈\*\*, 박주영\*\*  
 위드로봇(주)\*, 고려대학교 제어계측공학과\*\*

### Development of UVS for the seamless u-Transportation service

Do Yoon Kim\*, Sang Hak Sung, Jong Ho Park, Jae Hoon Lee, Ju Young, Park \*\*

Withrobot Co., Ltd\*, Korea University, Department of Control and Instrumentation Engineering\*\*

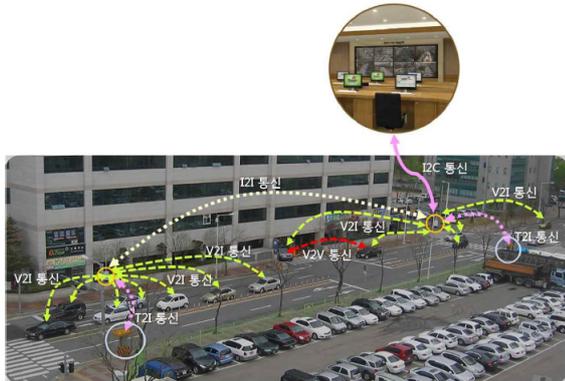
**Abstract** - 유비쿼터스 교통 환경에서 GNSS 전파 수신 신호 상태와 상관없이 차량의 위치 정보 및 차량의 돌발 상황에 대한 서비스를 제공하기 위한 관성 항법 장치의 개발에 대해 소개한다. 제안된 시스템은 위치 파악에 많은 오차를 유발시키는 고도 부분을 분리하였고, GNSS 신호 유무에 상관없이 동작할 수 있는 시스템을 제안하였다. IMU에서는 100Hz의 속도로 위치를 파악하며, 움직이는 차량의 위치를 120초 이내에서는 GNSS 전파 수신하는 환경과 유사한 위치 오차 내에서 동작이 가능함을 실험을 통해 보였다.

GPS 신호의 위치 정확도가 많이 떨어지는 곳이 증가하는 추세이다. 항시 서비스를 목표로 하고 있는 uT 관점에서는 이와 같은 문제를 해결하기 위해 차량의 돌발 상황을 감지하기 위해 장착한 관성 센서들이 이용하여 관성 항법으로 차량의 위치를 파악하고, GNSS 신호가 있는 경우는 보다 정밀한 위치 추종을, GNSS 신호가 없는 경우에도 일정 시간 동안은 현재의 위치를 추종할 수 있는 UVS 장치를 제작하였다.

본 논문에서는 관성 센서와 GPS 조합으로 구성된 UVS 시스템을 소개하고, 제안된 시스템의 성능을 검증하기 위해 GPS 신호가 수신되지 않은 환경에서 차량의 위치 파악 성능을 실험을 통해 확인하였다.

## 1. 서 론

기존 지능형 교통체계(ITS) 기반 서비스는 도로에 설치된 검지기를 이용하여 교통 정보를 간헐적으로 수집하여 이뤄지고 있으나 통신 및 정보처리 기술의 발전으로 개별 차량의 주행 정보를 직접적으로 실시간 수집하는 것이 가능하게 되었다. 교통체계를 구성하는 이용자와 교통수단, 교통 시설물간에 항시적인 상호연계로 사용자가 언제 어디서든지 필요한 서비스를 제공받을 수 있는 유비쿼터스 교통환경을 u-Transportation(uT)이라고 하고, 이를 위한 기반 구조를 u-Transportation Sensor Network(u-TSN)이라고 한다[1].



<그림 1> u-TSN 통신 예

u-TSN 환경은 크게 세 가지 - 차량에 장착되는 UVS(Ubiquitous Vehicle Sensor)와 노면 도로에 장착되는 UIS(Ubiquitous Infrastructure Sensor), uT 교통정보센터 UTC(Ubiquitous Transportation Center) - 로 구성된다. 각각은 멀티 홉(multi hop) 연결이 가능한 통신 매체를 가지고 있어 서로 통신 연계가 가능하며, 차량 간 통신(V2V), 차량과 도로 시설물간 (V2I), 도로 시설물간(I2I), 도로시설물과 교통정보센터간(I2C) 등을 예로 들 수 있다.

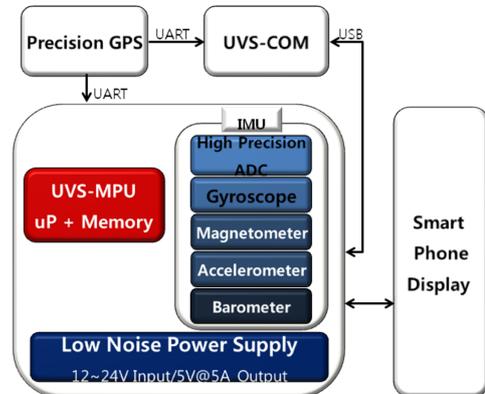
이 중 본 논문의 핵심이 되는 UVS는 차량의 위치를 매초 측정하여 UIS를 거쳐 UTC로 전달함과 동시에 차량의 충돌, 전복과 같은 돌발 상황을 스스로 파악하여 인접한 다른 차량의 UVS 및 UIS에 V2V 또는 V2I 방식으로 전달하는 기능을 가지고 있다. 이와 같은 서비스가 uT 고유 특성인 항시 서비스(seamless service)가 되기 위해서는 차량의 위치 및 상태를 실시간으로 주변 상황에 영향을 받지 않고 측정할 수 있어야 한다.

현재까지 차량의 위치를 관별하는 방법으로 가장 널리 사용되는 방법은 GPS와 같은 위성항법장치 GNSS의 사용이 일반적이다. GNSS를 이용한 위치 추종은 일정한 위치 오차는 항상 존재하지만 이러한 오차가 시간 흐름에 따라 누적되지 않고 전파를 수신할 수 있는 환경에서는 일정 성능을 항상 보장받을 수 있다는 장점이 있어 위치 기반 서비스를 제공하는데 널리 사용되고 있다. 하지만 최근 지하 시설물, 고가도로, 터널이 늘어남에 따라 GPS 신호가 정상적으로 수신되지 않은 곳이 증가하고 있으며, 고층 빌딩이 증가함에 따라 멀티 패스 페이딩에 의해

## 2. 본 론

### 2.1 UVS 소개

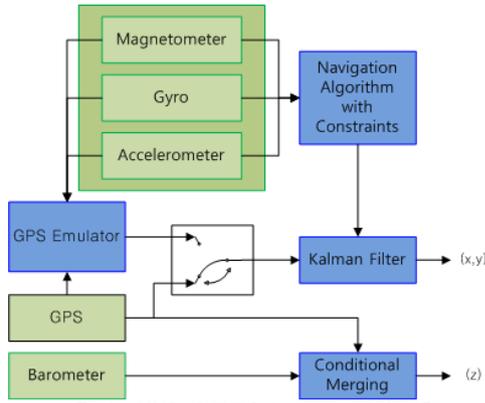
제작된 UVS의 하드웨어 구성 요소는 <그림 2>와 같다. 소형, 저가 시스템을 구축하기 위해 MEMS 기반 관성 센서들이 사용되었다. 기존 IMU와의 구성면에서 차이점은 현재 MEMS 기술의 한계로 Z축(지구 중력 방향)에 대한 민감도가 X, Y축(평면) 방향에 비해 떨어지는 것을 보완하기 위해 Barometer가 추가로 사용되었으며, 정밀 16비트 ADC 및 온도 보상 회로를 추가하여 센서 출력의 오프셋, 드리프트 현상을 제거하는데 힘썼다.



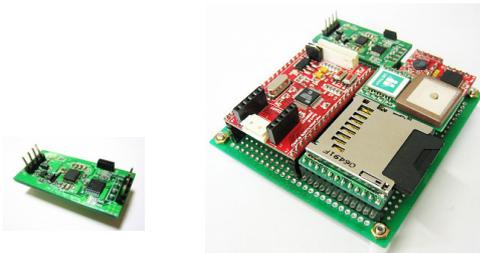
<그림 2> UVS 하드웨어 구성 요소

각 센서들의 상호 연동되는 구조는 <그림 3> 과 같다. 지자기 센서, 자이로 센서, 가속도 센서 등으로 구성된 관성센서유닛(IMU)의 출력은 네비게이션 알고리즘을 통해 GPS의 출력과 동일한 위도, 경도 좌표계로 변환된다. GPS의 고도 정보는 많은 오차가 있으며, 이 오차가 전체 시스템에 많은 영향을 미치므로 제안된 시스템에서는 고도 정보는 별도로 처리한다[3] [4]. IMU의 출력은 GPS 수신기에서 측정된 결과와 함께 칼만 필터를 통해 센서 융합된 결과를 출력함과 동시에 GPS 애플레이터의 학습 입력으로 들어간다[2]. 평소 GPS 신호가 수신될 경우 GPS 애플레이터는 IMU 출력 대비 GPS 신호의 출력 성향을 학습하고 있다가, GPS 신호가 출력되지 않을 때 GPS 출력을 대신해 주는 역할을 담당한다. IMU는 100Hz로 동작하며, GPS와 융합은 1Hz로 동작한다.

아울러 GPS 신호 중 많은 오차를 포함하고 있는 고도 정보는 별도로 분리되어 압력 기반 고도 센서의 출력과 센서 융합하여 보다 정밀한 결과를 출력한다. IMU 부분은 <그림 4>의 좌측 사진과 같이 가로 4cm, 세로 2cm의 크기로 제작이 되었으며 데이터를 처리하고, 저장하기 위한 전체 보드는 <그림 4>의 우측 사진과 같이 제작되었다. 프로세서는 ARM Cortex-M3를 사용하며 처리된 결과는 SD 카드로 저장하거나 PC와 USB를 통해 전송할 수 있도록 구성되어 있다.



〈그림 3〉 UVS 소프트웨어 블록 다이어그램



〈그림 4〉 제작된 3축 가속도/자이로 IMU(좌)와 UVS(우)

## 2.2 실험 결과

실험은 크게 세 가지로 나누어 진행되었다. 첫 번째는 제작된 IMU의 성능을 검증하기 위해 GPS 신호의 도움없이 IMU만으로 이동하는 차량의 궤적을 추출하는 실험이다. 두 번째는 GPS와 IMU의 신호 출력력을 융합하되 부분부분 GPS 신호가 사라지는 경우 IMU만으로 GPS 신호가 있는 것처럼 차량의 이동 궤적이 나타나는지를 파악하는 실험이다. 마지막으로 IMU의 관성 센서를 이용하여 차량의 돌발 상황 파악이 원활하게 되는지를 파악하여 UVS가 제공해야 하는 서비스 구현이 가능한지를 파악하는 실험이다.

첫 번째 실험을 과천 대공원 주차장 외곽에서 수행되었으며, 〈그림 5〉의 좌측에서 실선이 IMU에서 측정된 이동 차량의 시간별 궤적이다. 차량은 시속 50km/h~70km/h로 이동하였으며, 궤적상의 원 표시는 10초 간격을 의미한다. 120초 이내에는 상용 GPS의 성능에 해당하는 30m 이내의 오차를 보이고 있으며, 그 이후로는 시간에 따른 오차 누적으로 위치 추종이 힘든 것을 확인할 수 있다. 오차는 차량의 진동, 노면 상태에 종속적이며, 위 공간 이외에도 다양한 환경에서 실험을 한 결과 120초까지는 기존 GPS의 오차 범위를 추종할 수 있음을 확인하였다.

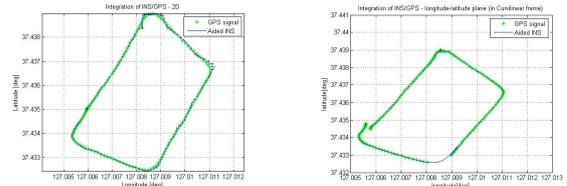


〈그림 5〉 과천 대공원 주차장 외곽 주행 - IMU 궤적

〈그림 6〉은 동일한 공간에서 GPS 신호와 융합을 한 후 파악된 궤적을 출력한 것이다. 별 표시는 GPS 신호가 수신한 위치를 표시하였으며, 1Hz로 수신된다. 실선은 IMU를 통해 파악되는 위치이며 연산 속도는 100Hz이다. 따라서 IMU에서 누적되는 위치 오차는 GPS 신호에 의해 보정되며 GPS 신호를 수신하지 못하는 그 사이 시간에는 IMU가 궤적을 추정하는 모습을 확인할 수 있다. 이러한 성능은 차선 구별 서비스를 제공하려는 uT 환경에서 고속으로 이동 시 실시간으로 위치를 파악해야 하는 경우에 유용하다. 〈그림 6〉의 우측은 주행 중에 GPS 신호가 수신되지 못한 경우를 실험한 것으로 궤적 하단에 실선으로만 표시된 부분이 GPS 신호가 수신되지 않아 IMU만으로 궤적을 추종한 경우이다.

〈그림 7〉은 차량의 이동 경로 중 터널이 있는 경우로, 터널에 진입하면 IMU로 궤적이 파악되는 경우이다. 기존의 상용 네비게이션의 경우 터널 진입 전에 평균 이동 속도를 산출하여 터널 내부에서는 평균 속도

로 이동할 것이라는 가정으로 단말기에 표시하고 있다. 반면 uT의 UVS에서는 IMU의 도움으로 차량의 실제 변경되는 이동 상황을 모니터링 할 수 있으며, 터널 내에서 발생할 수 있는 돌발 상황에도 적용이 가능하다.



〈그림 6〉 과천 대공원 주차장 외곽 주행 - IMU와 GPS 융합



〈그림 7〉 관문 사거리 터널 통과 실험

〈그림 8〉은 건물 내부 주차장을 이동한 경우로, GPS 신호가 수신되지 않아도 주차장 내부를 이동한 차량 이동 궤적이 파악되는 것을 확인할 수 있다.



〈그림 8〉 실내 주차장 주행 실험

마지막으로 차량의 돌발 상황 검출은 IMU의 가속도 센서를 이용하여 차량의 추돌 방향, 전복 유무를 검출하였고 모의 차량 실험으로 그 유용성을 검증하였다.

## 3. 결 론

언제 어디서나 교통 이용자가 원하는 서비스를 제공하고자 하는 uT에서는 GNSS 신호 수신 여부와 관계없이 차량의 위치를 파악하는 기능이 매우 중요하다. 본 연구에서는 MEMS 기반 관성 센서들을 조합하여 차량의 돌발 상황을 검출함과 동시에 차량의 위치를 파악할 수 있는 구조를 제안하였다. 제안된 시스템으로 다양한 실험을 통해 GNSS 신호가 수신될 경우 GNSS 단독 신호로 위치를 추정하는 것보다 좀 더 자주 그리고 정밀하게 위치를 파악할 수 있으며, GNSS 신호가 수신되지 않은 경우는 약 120초 이내에는 GNSS 신호를 수신한 경우와 유사한 정도의 위치 정보를 제공할 수 있음을 보였다.

후속 연구로 차량별 통신, 노면 기지국과의 통신 실험이 수행되고 있으며, 고층 빌딩이 밀집된 곳에서 멀티 패스 페이딩 효과를 제거하는 것이 남아있다.

## 감사의 글

본 연구는 국토해양부 교통체계효율화사업의 연구비 지원(06-교통핵심-A01-01)에 의해 수행되었습니다.

## [참 고 문 헌]

- [1] 고중협, 임계춘, 김태형, 강연수, "u-Transportation 센서 네트워크 시스템 기본 설계," 대한통신학회 하계 학술대회 특별세션, 2009
- [2] R. G. Brown and P.Y.C Hwang, "Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering," Wiley & Sons, 1997
- [3] J-H Wang and Y Gao, "GPS-based Land Vehicle Navigation System Assisted by a Low-Cost Gyro-Free INS Using Neural Network," The Journal of Navigation, Tzzy, 57, pp.417-428
- [4] J-H Wang, "Intelligent MEMS INS/GPS Integration for Land Vehicle Navigation," Calgary Univ. Ph.D Thesis, 2006