

# 도로안전성 조사 분석 차량을 위한 다중 센서 동기화 방안 연구

## A Study on Integration and Synchronization Method of Multi-Sensors for Road Safety Survey & Analysis Vehicle

윤천주\* · 성정곤\*\*

Yoon, ChunJoo · Sung, JungGon

### 1. 서론

도로의 시공이 도로 설계 기준에 따라 설계 및 시공되고 있기 때문에 도로를 주행하는 운전자들의 안전 욕구를 단순화하고 있다. 도로설계가 불합리한 구간은 운전자의 기대심리를 위배하게 되며 이는 곧 심리적으로 운전자에게 많은 부담을 주게 된다. 따라서 도로의 시공 후 운전자가 그 도로를 이용 시 느낄 수 있는 운전자의 주행 기대심리 등 인간요소에 대한 검토를 위하여 3차원적 도로 선형 정보, 도로 환경 정보 등을 수집·분석하는 과정이 필요하며 이를 위해 도로 안전 정보 수집 및 분석차량의 개발이 시급한 실정이다. 현재 교통사고 중 커브길이나 곡선부 등에서의 사고의 치사율은 직선로보다 2.79배 이상 높게 발생하고 있다.

도로의 안전성 확보를 위하여 2차원적 도로의 기하구조 요소들과 사고자료를 바탕으로 한 도로안전 연구가 계속 진행되고 있으나, 도로의 실제적인 3차원적 기하구조 분석의 측면에서 조사 분석 및 안전성 평가와 관련된 종합적 연구의 필요성이 증대되고 있다.

본 연구는 도로안전성 조사 분석 차량 개발 중 도로 기하구조 정보의 획득 센서에 필요한 동기화 방안을 마련하는데 목적이 있다.

도로 기하구조를 획득하는 각 센서는 독립적인 시간대를 가지므로 센서에 전달되는 정보 획득 지점에서 발생하는 동기화 신호는 각 센서가 취득하는 시간대와 정확하게 일치하지 않다<그림 1>. 따라서 정확한 위치기반의 도로 기하구조 요소를 획득 분석하기 위해서는 센서 동기화 및 획득 정보의 통합 방안이 마련되어야 한다.

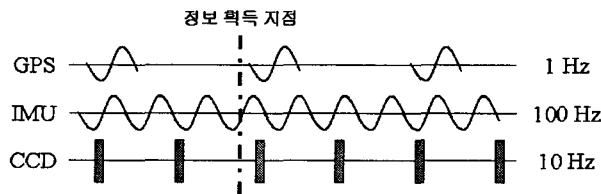


그림 1. 탑재 센서의 독립적인 센서 시간

### 2. 도로안전성 조사 분석 차량의 탑재 센서

도로안전성 조사 분석 차량의 탑재 센서는 크게 위치 정보 획득 센서, 도로 영상 정보 획득 센서로 나누어 볼 수 있다.

\* 정희원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 연구원 · 공학석사 · 031-9100-533(E-mail:cjyoon@kict.re.kr)

\*\* 정희원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 수석연구원 · 공학박사 · 031-9100-179(E-mail:jgsung@kict.re.kr)



### 2.1 위치 정보 획득 센서의 특징

도로안전성 조사 분석 차량의 위치 정보 획득 센서는 GPS(Global Positioning System), IMU(Inertial Measurement Unit)으로 구성되며 각각의 특징은 다음과 같다.

#### (1) GPS의 특징

GPS는 위성의 신호를 이용하여 위치 정보를 획득하는 위성 항법 센서로 도로안전성 조사 분석 차량에는 Novatel DL-4가 선정되어 탑재되었으며, 특징은 다음과 같다.

- ① 정밀한 위치 정보를 얻기 위하여 L1, L2 신호를 획득할 수 있는 2주파 수신기를 사용 가능
- ② 실시간 위성정보 및 반송파 정보 등 GPS 위치계산을 직접 수행할 수 있는 관련된 Raw 데이터 획득 가능
- ③ GPS수신기에서 1초마다 1개의 신호(1 PPS)를 획득 가능
- ④ 이동 중인 차량의 위치 정보를 기록하기 위해서는 데이터 기록시간(Logging Time)이 최소 1Hz ~ 최대 10Hz까지 가능
- ⑤ 외부에서 입력되는 동기화 신호(Event Mark)를 받을 수 있음.

#### (2) IMU의 특징

IMU는 관성을 이용하여 위치 정보를 획득하는 관성 항법 센서로 도로안전성 조사 분석 차량에는 Honeywell 1700을 탑재하였으며, 특징은 다음과 같다.

- ① IMU는 3축 자세와 3축 가속도 정보의 원자료(Raw data)를 제공할 수 있음
- ② 오차의 범위가 1.0 deg/√hr 이하 임
- ③ 데이터 기록시간(Logging Time)은 최소 100Hz이상임
- ④ 로깅 파일 내에 동기화에 필요한 Event Mark 생성이 가능

### 2.2 영상 정보 획득 센서의 특징

도로 영상 정보 획득 센서는 CCD 카메라(Couple-Charged Dievice)와 Frame Grabber로 나누어 볼 수 있다.

#### (1) CCD 카메라의 특징

CCD 카메라에서 획득되는 기본적인 정보는 도로 선형 정보를 취득하기 위한 영상 정보로 이를 GPS 및 IMU와 통합하여 활용하며, 본 차량 제작에 사용된 CCD 카메라의 특징은 다음과 같다.

- ① 고속 환경에서 선명한 영상을 취득하기 위하여 Progressive Area Scan 카메라임.
- ② 전방 및 측방에 대한 넓은 정보를 얻기 위하여 1024×768 pixel 이상 이미지를 얻을 수 있음.
- ③ 정확한 순간의 영상을 촬영하기 위하여 셔터 스피드는 1/1,000sec 이하까지 지원.
- ④ 저장되는 데이터 형식은 기본적인 bmp이외에, 데이터 저장공간 등을 고려하여 jpg형식의 이미지 포맷을 지원
- ⑤ 외부에서 입력되는 동기화 신호(Event Mark)를 받을 수 있음

#### (2) Frame Grabber의 특징

Frame Grabber의 주요 기능은 CCD 카메라에서 촬영된 영상을 컴퓨터로 전송 및 저장하는 기능 수행하는 장비로 도로안전성 조사 분석 차량에서 탑재한 프레임 그레버는 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

- ① Frame Grabber는 동기화 장비의 신호를 받을 수 있음
- ② 윈도우즈 기반으로 RGB & PCI(32bits)를 지원

### 3. 다중 센서 통합 및 동기화 방안

2절에서 언급한 도로안전성 조사·분석 차량의 탑재 센서들로부터의 획득 정보를 활용하기 위해서는 동일한 취득 위치에서의 센서 동기화가 이루어져야 하며, 이를 바탕으로 획득 정보의 통합이 필요하다. 본 논



문에서는 3가지의 하드웨어적인 다중 센서 통합 및 동기화 방안을 비교·분석하였다.

### 3.1 GPS 신호를 이용한 동기화 방안

GPS의 1 PPS(Pulse Per Second) 신호를 이용한 조합 방안은 GPS는 1초마다 위치 데이터를 수신할 수 있고, 1 PPS 신호를 내보낼 수 있는 특성을 이용한 방법이다. GPS에서 얻을 수 있는 1 PPS 신호를 CCD 카메라에 입력하여 GPS와 CCD 카메라를 GPS 시간으로 동기화 하는 방법이다. GPS에서 나오는 1 PPS 신호는 약 5V정도의 Pulse를 가지며 이 신호를 직접 CCD카메라에 입력하면 영상을 그랩(Grab)하므로 1초마다 정확한 GPS 시간에 영상을 취득할 수 있다.

GPS의 1 PPS 신호가 IMU센서에는 직접 입력되지 않으므로 IMU센서는 GPS에서 나오는 1 PPS 신호를 컴퓨터에서 받아들여 다시 IMU센서에 보내어 IMU 데이터 로깅시 로깅파일 내에 mark를 생성해야 한다. 그러므로 GPS와 CCD는 GPS시간으로 동기화 되지만, IMU는 다시 컴퓨터 시간으로 동기화되므로 시간의 오차가 생긴다. 이 동기화 방법의 개념도는 <그림 2>와 같다.

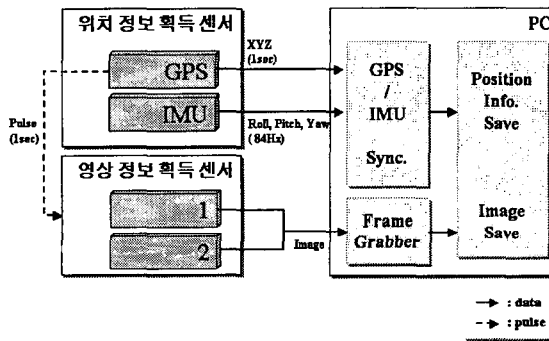


그림 2. GPS 신호를 이용한 동기화 방안

### 3.2 외부 신호 발생 장치를 이용한 동기화 방안

외부 신호 발생장치(이하 트리거(Trigger)라 한다.)를 이용한 동기화 방안은 GPS의 1 PPS 신호를 이용하지 않고, 외부 신호 발생장치에서 제공하는 전압신호를 GPS와 CCD에 동시에 전송함으로써 GPS와 CCD 카메라를 외부 신호 발생장치내의 정밀한 시간으로 동기화 하는 방법이다.

트리거에서 나오는 전압신호(약 5V)를 CCD 카메라에 입력하기 위해서는 전압신호를 CCD 카메라 신호로 변환하는 컨버터(Converter)가 필요하다. 이 컨버터를 통하여 전압신호를 CCD 카메라에 입력하면 트리거에서 신호가 발생할 때마다 영상을 취득할 수 있다. GPS는 트리거에서 나오는 전압신호를 입력하면 수신 데이터에 mark가 동시에 생성된다.

트리거에서 신호가 IMU센서에는 직접 입력되지 않으므로 IMU센서는 트리거에서 나오는 전압신호를 컴퓨터에서 받아들여 다시 IMU센서에 보내어 mark를 생성해야 한다. 그러므로 GPS와 CCD는 GPS시간으로 동기화 되지만, IMU는 다시 컴퓨터 시간으로 동기화되므로 시간의 오차가 생긴다. 이 동기화 방법의 개념도는 <그림 3>과 같다.

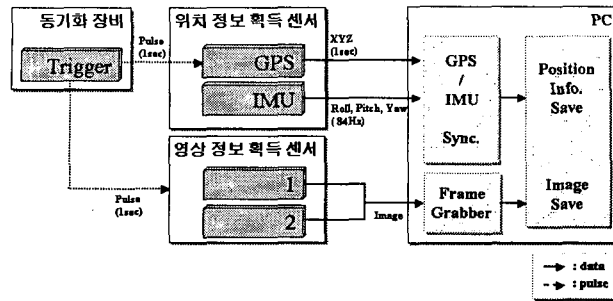


그림 3. 외부 신호 발생 장치를 이용한 동기화 방안

### 3.3 외부 컨트롤러를 이용한 동기화 방안

외부 컨트롤러를 이용한 통합 방안은 GPS의 1 PPS 신호 및 트리거 신호 모듈을 이용하기 위한 방법이다. 또, 기존 GPS, IMU, CCD 등의 센서 이외에 거리 측정장치인 DMI와 레이저 스캐너 등을 추가할 경우 유용한 방법이다.

외부 컨트롤러는 컨트롤러에 연결된 각종 센서에서 주는 신호를 이용하여 동기화 신호를 줄 수 있고, 컨트롤러 내부에서 신호를 발생시켜 동기화 신호를 발생시킬 수도 있다. 동기화 신호를 주고받을 때 외부 컨트롤러는 항상 GPS시간 정보를 가지고 있으므로 각각의 센서에서 주고받는 시간을 GPS 시간으로 로깅(logging)할 수 있다.

로깅 되는 GPS시간 이외의 각 센서에서 취득되는 데이터는 컨트롤러를 통하여 외부 컴퓨터에 자동 저장된다. 이 동기화 방법은 컨트롤러에서 모든 것을 조절할 수 있고, DMI나 레이저 스캐너 등 다른 센서를 추가하기 쉬운 장점이 있으나 자체 개발을 해야 한다.

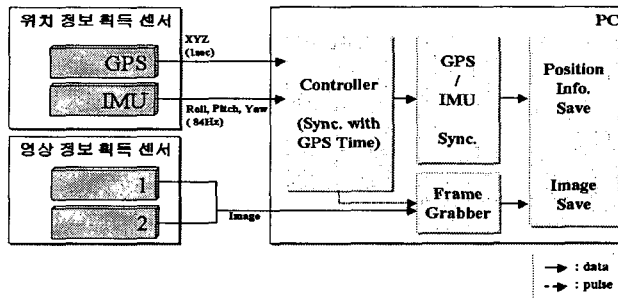


그림 4. 외부 컨트롤러를 이용한 동기화 방안

## 4. 결론 및 향후 연구 방향

<표 1>은 도로 기하구조 정보를 수집하는데 있어서 동기화 기준이 될 수 있는 3가지 항목으로 동기화 방안별로 비교를 한 결과이며, 외부 컨트롤러를 이용한 동기화 방안이 가장 적합한 것으로 판단된다.



표 1. 동기화 방안 비교

구분	GPS 신호를 이용한 동기화 방안	외부 신호 발생 장치를 이용한 동기화 방안	외부 컨트롤러를 이용한 동기화 방안
시간 기준으로 동기화	○	○	○
위치 기준으로 동기화	×	○	○
직접적인 센서 동기화	×	×	○
제작	· IMU 동기화시 오차발생 · 별도의 추가적인 컨트롤러 불필요	· IMU 동기화시 오차발생 · 상용화 되어 있는 신호 장비 이용 가능	· 자체 개발

향후 각 장비를 제작하여 실질적인 실험을 수행하여 도로안전성 조사 분석 차량을 운용하면서 센서의 정보 획득 정확도 등을 비교·분석 연구를 수행할 예정이다. 또한 획득 데이터 획득 및 처리 방안, 획득 데이터를 이용한 종합적인 도로선형 분석을 통한 실시간인 도로안전성을 분석할 수 있는 차량 및 시스템을 개발에 관한 연구를 진행하고자 한다.

참고문헌

- 1) 한국건설기술연구원, 도로안전성 조사·분석 차량 개발 1차년도 최종보고서, 2003. 12
- 2) Farrell, J., The Global Positioning System and Inertial Navigation, 1999
- 3) Jekeli, C., Inertial Navigation Systems with Geodetic Applications, 2000