

# 실내 측위를 위한 ICP 기반 GPS/IMU 데이터 정합 방법

박용희<sup>1</sup>, 강민구<sup>2</sup>, 최원석<sup>2</sup>, 최성곤<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>(주)리주비놀, <sup>2</sup>충북대학교,

paul@rjvnor.com, kkmng0157@chungbuk.ac.kr, wschoi@chungbuk.ac.kr, \*choisg@chungbuk.ac.kr

## The Data Alignment Method between GPS and IMU based on ICP for Indoor Positioning

Yong Hee Park<sup>1</sup>, Kang Min Gu<sup>2</sup>, Won Seok Choi<sup>2</sup>, Seong Gon Choi<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Rejuvenor Corp., <sup>2</sup>Chungbuk National Univ.

### 요약

본 논문은 IMU 데이터를 GPS 데이터에 정합하여 실내에서의 정밀 데이터를 측정할 수 있는 방안을 제시한다. GPS는 절대 좌표를 측정할 수 있는 대신 실내에서는 신호강도가 떨어져 정밀도가 크게 저하되거나 측정이 불가능한 경우가 발생할 수 있다. IMU는 데이터의 정밀도가 높고 공간 제약이 GPS에 비해 덜하지만 절대좌표를 알 수 없으며 누적 오차가 발생할 수 있다. 실내에서의 절대 좌표 측위는 공장 등 여러 분야에서 요구되며 장치의 개선 등 다양한 연구가 진행 중이다. 기존에는 GPS와 IMU 데이터를 실시간 오차를 보완하기 위한 방법으로 많이 활용되었다. 본 논문에서는 더 나아가 IMU의 데이터를 실내에서 측정하여 실외의 GPS 데이터와 정합해 실내의 절대 좌표를 측정하기 위한 방법을 제안한다. 시뮬레이션 결과에서는 두 데이터가 성공적으로 정합됨을 확인한다.

### I. 서론

본 논문에서는 Iterative Closest Point (ICP)를 활용해 Global Positioning System (GPS)와 Inertial Measurement Unit (IMU) 데이터를 정합하여 실내 절대 좌표를 측정하는 방법을 제안한다. GPS는 좌표 측정으로 많이 쓰이는 센서로 위도와 경도에 대한 정보를 알 수 있다. GPS는 정밀도가 가장 큰 문제로 꼽히며 이를 보완하기 위해 GPS-RTK 등의 연구가 이루어지고 있다. 하지만 실내에서 여전히 GPS는 신호강도의 문제 때문에 측정이 어려운 문제점이 있다.

IMU는 가속도, 자이로, 지자기 결합된 센서로 상대 좌표가 측정 가능한 센서이다. 이것은 데이터의 샘플링 수와 분해능이 매우 높지만 GPS와 같이 절대 좌표를 측정할 수 없다. GPS와 IMU는 칼만 필터 등 상호간의 단점을 보완하기 위해 많이 융합되어 활용된다[1].

실내의 위치 측위는 공장 등 목적에 따라 다양하게 요구되며 이를 위해 Ultra-wideband (UWB), 블루투스 비콘 등 여러 기술들이 연구되고 있다 [2]. 하지만 이러한 기술들 또한 오차범위가 크고 절대 좌표를 알 수 없다는 문제점이 있다. GPS와 IMU가 결합한 기술 또한 실내에서는 사용이 어렵다.

본 논문은 이미 많이 활용되고 있는 GPS와 IMU를 사용하여 실내 절대 좌표를 측정하는 방안을 제안한다. 이를 위해 ICP를 통하여 GPS와 IMU 데이터를 정합하고 실내에 대한 절대 좌표를 유추한다.

### II. 관련 연구

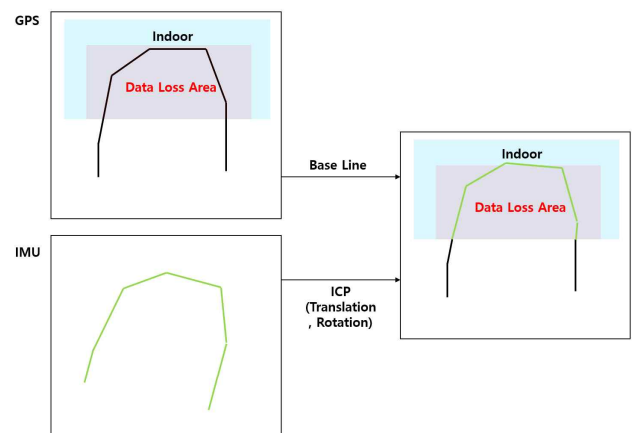
좌표계를 측정하기 위해 GPS를 많이 활용하지만 실내에서는 지붕과 벽 등에 위성파의 신호가 저하되어 사용이 어렵다. 이에 따라, 실내 측위에 대한 많은 연구들이 진행되었다. UWB는 이를 목적으로 개발된 기술로 500MHz 이상의 대역폭을 활용한 무선통신 기술이다. 오차 범위는 10cm 급으로 실내를 측정하지 못하는 GPS에 비해서는 매우 유효하지만 IMU의 정밀도에 비해서는 매우 떨어진다[3].

Bluetooth Low Energy (BLE)를 통한 실내 측위 또한 다양한 연구가 진행 중이다. 흔히 사용되는 bluetooth 모듈을 통해 삼각 측위 등의 기법을 활용하여 실내의 위치를 측정할 수 있다. 하지만 측위의 기준이 RSSI의 신호 정보는 다양한 간섭에 민감하여 측정 값이 매우 불안정한 문제점이 있다[4].

ICP는 한 point cloud가 다른 지점에서 scan된 point cloud가 있을 경우 이 둘을 합쳐 정합하도록 하는 알고리즘이다. 이는 3D 카메라, 유전자 등에서 교집합이 있는 두 객체를 정합할 때 자주 사용된다.

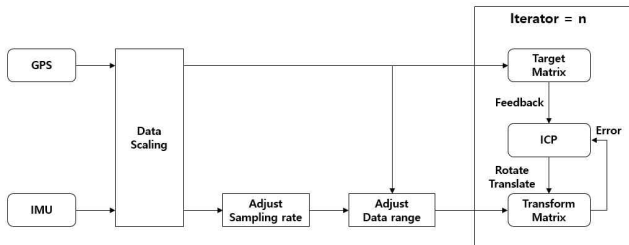
본 논문은 분해능과 샘플링 수가 높은 실내 좌표 데이터를 측정하기 위해 GPS와 IMU를 활용한다. 이를 위해 측정 가능한 GPS 데이터와 IMU 데이터를 정합한다.

### III. 본론



<그림 1> 실내 데이터 측정 방안

그림 1은 본 논문에서 제안한 방법의 구체적인 방안을 설명한다. GPS는 실내로 진입하는 순간 정확도가 크게 저하된다. IMU는 실내에서의 영향이 없지만 자신의 좌표를 알 수 없다. 이를 보완하기 위해 본 논문에서는 실외에서 측정된 GPS의 데이터를 기준점으로 하여 IMU 데이터를 이동, 회전하여 절대 좌표를 기준으로 맞추어 준다. 이 때 IMU의 데이터는 실내에서 또한 기록이 되며 해당 데이터를 실내 측위 데이터로 활용할 수 있도록 한다.

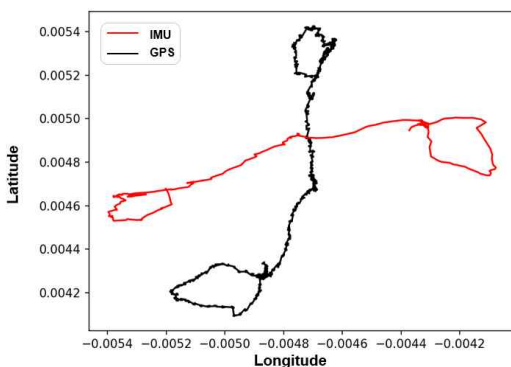


<그림 2> 기능 구조도

그림 2는 전체적인 기능의 구조도를 보여준다. 측정된 GPS의 위도와 경도 IMU의 데이터는 X, Y 좌표에의 위치 데이터로 변환한다. 또한 ICP는 연산량이 매우 많기 때문에 각 데이터의 평균치만큼 스케일을 상호 간 조정해준다. 그리고 IMU의 데이터 샘플링 수는 GPS에 비해 매우 많기 때문에 이를 맞추어준다. 또한 GPS에서의 손상된 데이터가 아닌 실외의 데이터를 기준으로 정합하기 때문에 IMU의 데이터 범위를 그에 맞춰준다. 이후 ICP는 설정된 수만큼 반복된다.

#### IV. 시뮬레이션

시뮬레이션에서 사용된 GPS 데이터는 SLAM을 위한 localization 데이터 셋을 제공하는 ETH zurich에서 가져왔다 [5]. IMU 데이터는 GPS 데이터를 기준으로 임의로 생성하였다. 데이터의 개수는 GPS, IMU 각각 1294개 이다.



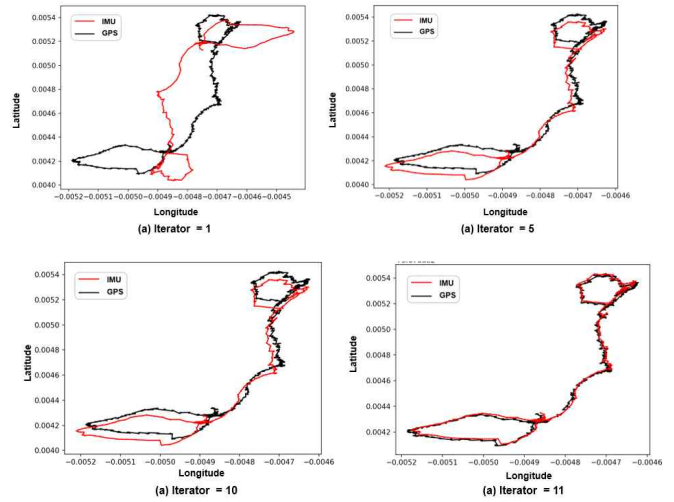
<그림 3> GPS/IMU 데이터 예시

그림 3은 GPS 평균 데이터만큼 IMU의 데이터를 시프트 한 값을 보여준다.

그림 4는 ICP의 반복 횟수별 데이터 정합 결과이다. 본 시뮬레이션 결과에서 초기 ICP를 수행하였을 때 정합을 위한 변화가 크지만 횟수가 늘어날수록 그 변화가 점점 줄어들음을 확인할 수 있다. ICP의 수행을 11회 반복하였을 때 둘의 데이터가 정합됨을 확인할 수 있다.

#### V. 결론

본 논문에서는 실내 측위를 위해 GPS와 IMU를 정합하는 방법을 제안하였다. 이를 위해 몇 가지 데이터를 전처리 한 후 ICP를 데이터가 정합될 때까지 반복 수행하였다. 시뮬레이션 결과로 데이터가 GPS와 IMU의 데이터가 정합됨을 확인하였다.



<그림 4> ICP 반복 횟수별 데이터 정합 결과

IMU는 누적 오차가 발생한다는 문제점이 있다. 본 논문에서 제안한 방법은 실외에서 실내로 진입하는 순간은 측위를 정확히 할 수 있지만 실내에 머무는 시간이 많을수록 누적 오차를 대처하지 못한다. 이러한 문제점은 개선될 필요 있으며 추후 다른 기기와 협업 등으로 보완한 방법을 연구할 계획이다.

\*교신저자: 최성근(choisg@chungbuk.ac.kr)

#### ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 “지역지능화 혁신인재양성(Grand ICT연구센터) 사업의 연구결과로 수행되었음”(IITP-2022-2020-0-01462). 또한, 이 논문은 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2019R1A2C1006167).

#### 참고 문헌

- [1] Francois Caron, "GPS/IMU data fusion using multisensor Kalman filtering: introduction of contextual aspects", Information Fusion, pp. 221-230, 2006.
- [2] 정필성, "UWB 시스템에서 실내 측위를 위한 순환 신경망 기반 거리 추정", Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 24, No. 4: pp. 494-500, 2020.
- [3] 박상준, "UWB 측위 기술 소개 및 기술 동향", 위치인식정보 및 공간정보기술, 2017.
- [4] Xiaohu Ge, "실내 위치 기반 서비스 제공을 위한 효율적인 실내 위치 측위 시스템", Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, pp. 1368-1371 2015,
- [5] A.L. Majdik, "The Zurich Urban Micro Aerial Vehicle Dataset for Appearance-based Localization, Visual Odometry, and SLAM", ETH zurich, 2017.