

무인선박의 복합 센서 결합을 위한 시각동기화 방안 연구

임준후* · 최광호 · 이유담 · † 이형근

*한국항공대학교 항공전자정보공학과

요 약 : 위성 항법 시스템 (GPS : Global Positioning System)은 3차원 위치는 물론 정확한 시각정보를 제공할 수 있는 항법시스템으로 항해에 있어 필수적인 요소이다. 최근 무인선박에 대한 연구가 활발히 진행되며, GPS에 대한 중요성이 증대되고 있다. 무인선박은 자율 항해를 위하여 GPS와 관성 센서, 라이다, 카메라 등의 기타 보조 센서를 결합한 데이터를 활용한다. 복합 센서를 활용한 자율 항해에 있어 각 센서들간의 시각동기 또한 중요한 요소이다. 본 논문은 GPS를 활용하여 소프트웨어/하드웨어적인 시각동기화 기법을 제안한다. 제안된 기법은 embedded Linux platform을 활용하여 GPS로부터 획득한 시각동기화 신호를 기준으로 시각동기화된 복합 센서 데이터를 취득하는 방안이다. 제안된 기법의 성능 평가를 위하여, GPS 가용/불가용 구간을 모사한 환경에서 GPS, 관성 센서, 고도계를 결합한 실제 데이터를 활용하였다.

핵심용어 : GPS, 무인선박, 복합센서, 시각동기화, Embedded Linux Platform

서론

■ GPS(Global Positioning System)는 선박의 위치를 획득할 수 있는 전지구적 항법 시스템

- 대천위성항법중앙사무소에서는 총 17국의 DGPS 기준국을 운영 [1]

■ 최근 무인선박의 연구로 인하여 GPS의 중요성이 증가

- GPS, 관성항법, 라이다, 카메라 등의 센서 활용 [2]



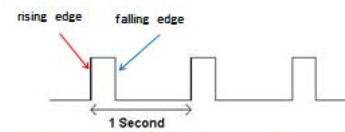
서론

■ 시각동기화

- 무인 선박에 활용되는 GPS와 다른 센서들의 결합을 위한 필수적인 요소

■ GPS-PPS (Pulse Per Second)

- GPS 시간에 동기된 초당 펄스 신호

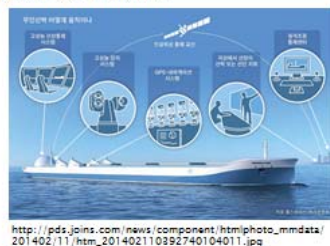


- Rising edge 신호를 활용하여 시각동기화 수행
- 단점 : GPS 신호를 수신하지 못하는 경우 제공되지 않음

서론

■ 무인선박 [3]

- 항해사 및 탑승자의 안정성, 편리성, 에너지 절감
- 군사 분야 : 안전에 위험성이 없는 분야 (기뢰 및 어뢰 탐지, 침투)
- 민간 분야 : 수중 탐지
- 해상 교통 관제시스템 (VTS : Vessel Traffic Service)
 - ✓ 선상 방위 데이터 활용
 - ✓ 전자 컴퍼스 / 기계식 Gyro
- 위치 획득 센서
 - ✓ GPS
- 기타 보조 센서
 - ✓ 관성항법, 라이다
 - ✓ 카메라, 무선 장비 등



시각동기화 방안

■ 소프트웨어적 동기화

- GPS Time 활용
- 구현 용이
- 단점
 - ✓ GPS message 수신에 시간 소요
 - ✓ GPS Time parsing에 시간 소요

■ 하드웨어적 동기화 [4]

- PPS 활용
- 구현 복잡
- 단점
 - ✓ PPS 신호를 획득할 수 있는 장치가 필요
 - ✓ GPS 수신 불가 지역에서 PPS 신호 획득 불가

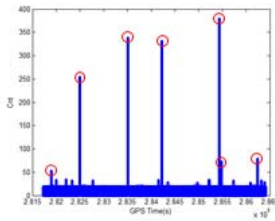
† 교신저자 : hyknlee@kau.ac.kr

* 주저자 : 정희원, limjh@kau.kr

GPS 신호 단절 구간에서의 PPS

데이터 분석

- 실험 시간 : 약 80분
- 데이터 획득 주기 : 20Hz



Embedded Linux Platform

BeagleBone Black

- Implementation

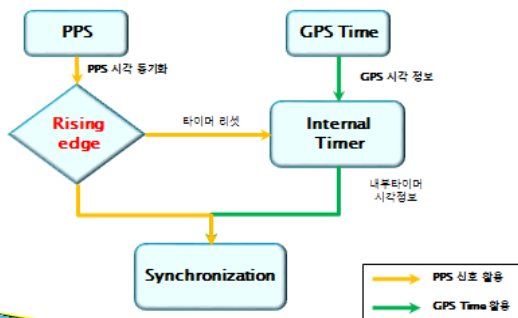
X P8_1	GND P8_2
...	...
	GPIO-IN
...	...



시각동기와 알고리즘

하드웨어 기반 소프트웨어를 활용한 동기화

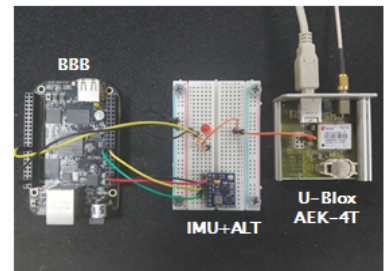
- PPS / GPS Time 활용



Embedded Linux Platform

BeagleBone Black + GPS + IMU + ALT

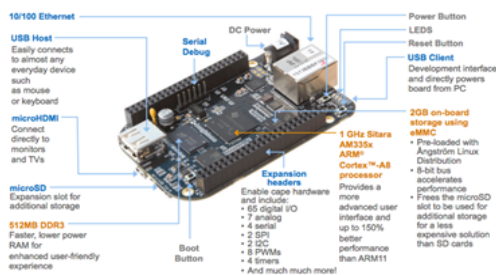
- GPS : U-Blox AEK-4T
 - ✓ USB / 1Hz
- IMU : MPU 6050
 - ✓ I2C / 20Hz
- ALT : BMP108
 - ✓ I2C / 1Hz



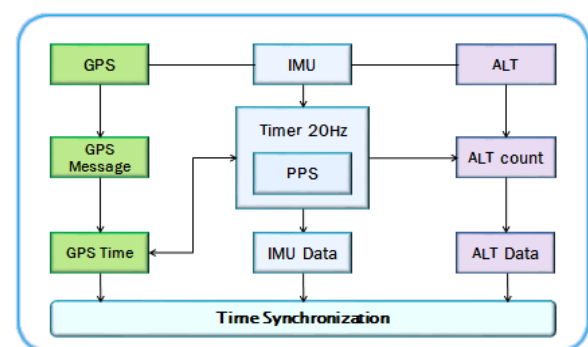
Embedded Linux Platform

BeagleBone Black

- GPS 및 기타 센서 결합을 위한 Embedded Linux board



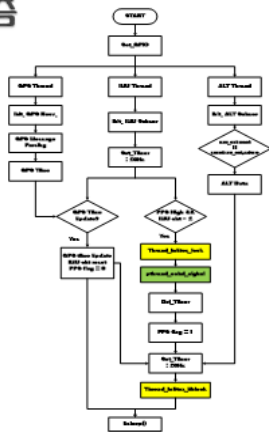
시각동기와 알고리즘



시각동기와 알고리즘

Main loop

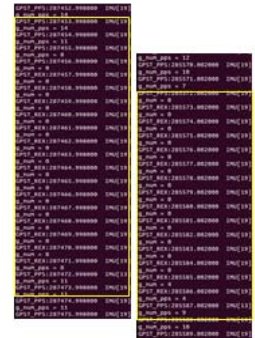
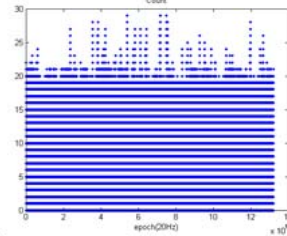
- GPS/INS/ALT 결합
- Thread_mutex_lock
 - ✓ 스레드간 데이터 보호
- Thread_cond_signal
 - ✓ 스레드간 데이터 업데이트 가능 신호
- Timer reset : Hardware
 - ✓ PPS signal
- Count reset : Software
 - ✓ GPS time
- PPS 비가용 시
 - ✓ Internal timer 활용
 - ✓ 수신기에서 제공되는 GPS time으로 시간정보 활용



실험 결과

Logging data check

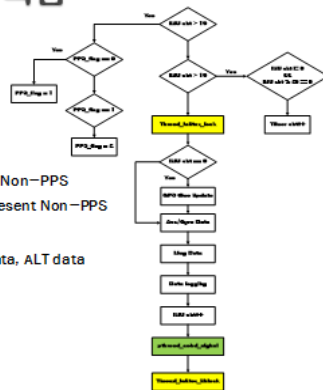
- 실험 시간 : 약 18.5 시간
- GPST_PPS : PPS update
- GPST_REX : Internal timer (GPS Time)



시각동기와 알고리즘

Timer loop

- Count > 19
 - ✓ Internal timer update
- PPS_flag
 - ✓ 0 : PPS Update
 - ✓ 1 : Previous PPS & Present Non-PPS
 - ✓ 2 : Previous Non-PPS & Present Non-PPS
- Data logging
 - ✓ GPS time, INS data, Mag data, ALT data



결론

최근 무인선박의 연구로 언어어 GPS의 중요성이 증가

- GPS(Global Positioning System)는 선박의 위치를 획득할 수 있는 전기 구력 망영 시스템
- GPS, 관성항법, 라이다, 카메라 등의 센서 활용 [2]

GPS와 기타 센서와의 결합을 위한 시각동기와 알고리즘에 대한 연구

- 소프트웨어와 하드웨어적인 동기화 방안의 결합 알고리즘 제안
 - ✓ GPS 가용 구간 : PPS 신호 동기화
 - ✓ GPS 비가용 구간 : GPS Time과 내부 타이머 count 동기화

GPS-PPS를 기반으로 시각동기화된 복합 센서 데이터 획득 가능

참고문헌

- http://www.molit.go.kr/USR/mof_policyData/m_35302/dtl?id=230
- http://pds.joins.com/news/component/htmlphoto_mmdata/201402/11/htm_201402110392740104011.jpg
- 임신태, "선박 자율항해를 위한 GPS/Gyro 데이터 융합 시스템 설계," 전북대학교 박사학위논문, 2015.08.21.
- Gasparini, L., et al. "A digital circuit for jitter reduction of GPS-disciplined 1-pps synchronization signals." Advanced Methods for Uncertainty Estimation in Measurement, 2007 IEEE International Workshop on. IEEE, 2007.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부 산업기술혁신사업(과제번호: 10050551)의 지원을 받았으며, 주 저자는 해양수산부 해양교통 전문인력 양성사업(GNSS 부분)의 지원을 받았습니다.

실험 결과

PPS processing time check

