



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년02월06일

(11) 등록번호 10-2493764

(24) 등록일자 2023년01월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04L 7/02 (2006.01) G01S 19/13 (2010.01)

H04L 9/40 (2022.01) H04W 56/00 (2009.01)

(52) CPC특허분류

H04L 7/02 (2021.08)

G01S 19/13 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0115621

(22) 출원일자 2021년08월31일

심사청구일자 2021년08월31일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020160068835 A*

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

국방과학연구소

대전광역시 유성구 북유성대로488번길 160 (수남동)

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

유명주

대전광역시 유성구 북유성대로488번길 160

김황남

서울특별시 서초구 서운로 104, 래미안 서초 에스티지S 205동 503호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 광장리앤코

전체 청구항 수 : 총 10 항

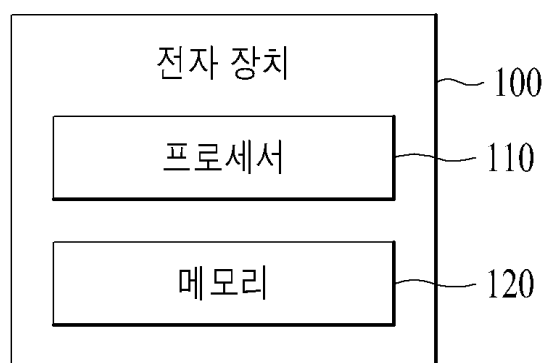
심사관 : 김성태

(54) 발명의 명칭 전자 장치의 시간 동기화 방법

(57) 요약

GPS(Global Positioning System) 메시지와 PPS(Pulse Per Second) 신호를 수신하고, GPS 메시지의 유효 여부를 확인하고, 확인 결과 GPS 메시지가 유효한 경우, GPS 메시지 및 PPS 신호를 기초로 운영체제의 시간을 동기화하고, 확인 결과 GPS 메시지가 유효하지 않은 경우, 무선 로컬 영역 네트워크(Wireless Local Area Network, WLAN) 상의 액세스 포인트(Access Point, AP)의 시간 정보를 기초로 운영체제의 시간을 동기화하는 전자 장치 및 그의 동작 방법을 제공한다.

대표도 - 도1



- | | |
|---|---|
| <p>(52) CPC특허분류
 H04L 63/123 (2013.01)
 H04W 56/00 (2013.01)</p> <p>(72) 발명자
 심후엽
 서울특별시 노원구 화랑로 564, 103동 202호
 주현태
 서울특별시 동대문구 고산자로34가길 35, 아크로빌
 103호</p> | <p>(56) 선행기술조사문헌
 KR1020210001873 A
 KR1020210106460 A*
 KR1020060031895 A
 KR1020120045181 A
 KR1020210105918 A
 US20160150451 A1
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌</p> |
|---|---|
-

명세서

청구범위

청구항 1

전자 장치의 시간 동기화 방법에 있어서,

GPS(Global Positioning System) 메시지와 PPS(Pulse Per Second) 신호를 수신하는 단계;

상기 GPS 메시지의 유효 여부를 확인하는 단계; 및

상기 확인 결과 상기 GPS 메시지가 유효한 경우, 상기 GPS 메시지 및 상기 PPS 신호를 기초로 운영체제의 시간을 동기화하고, 상기 확인 결과 상기 GPS 메시지가 유효하지 않은 경우, 무선 로컬 영역 네트워크(Wireless Local Area Network, WLAN) 상의 액세스 포인트(Access Point, AP)의 시간 정보를 기초로 상기 운영체제의 시간을 동기화하는 단계를 포함하고,

상기 시간 정보는 상기 액세스 포인트의 부팅 시간, 및 상기 액세스 포인트의 부팅 이후 소요된 시간 간격을 포함하고,

상기 동기화하는 단계는,

상기 액세스 포인트로부터 상기 시간 정보를 수신하는 단계;

상기 부팅 시간 및 상기 시간 간격의 합에서 상기 운영체제의 현재 시간을 뺀 제2시간 샘플을 계산하는 단계;

제2배열에 상기 제2시간 샘플을 저장하는 단계;

상기 제2배열이 가득 찼는지 검사하는 단계;

상기 검사 결과 상기 제2배열이 가득 찬 경우, 상기 제2배열에 저장된 제2시간 샘플들을 오름차순으로 정렬하고, 중간값 필터(Median Filter)를 적용하여 상기 정렬된 제2시간 샘플들의 평균 값을 계산하는 단계; 및

상기 평균 값을 기초로 상기 현재 시간을 갱신하는 단계를 포함하는, 시간 동기화 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 동기화하는 단계는,

상기 GPS 메시지에 포함된 GPS 시간 및 상기 PPS 신호에 기초한 상기 운영체제의 시간의 차분을 기초로 제1시간 샘플을 계산하는 단계;

기 설정된 시간 동안 계산된 제1시간 샘플들에 재귀 중간값 필터(Recursive Median Filter)를 적용하여 상기 제1시간 샘플들의 평균 값을 결정하는 단계; 및

상기 평균 값과 상기 운영체제의 타이머 인터럽트(Timer Interrupt)의 발생 주기를 기초로 상기 운영체제의 시간을 동기화하는 단계를 포함하는, 시간 동기화 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 GPS 메시지의 수신 주기는 상기 PPS 신호의 수신 주기보다 짧고,

상기 제1시간 샘플을 계산하는 단계는,

상기 GPS 메시지의 수신 주기와 상기 PPS 신호의 수신 주기 간의 차이로 인해 발생하는 동기화 오차를 보상하는 단계를 포함하는, 시간 동기화 방법.

청구항 4

전자 장치의 시간 동기화 방법에 있어서,

GPS(Global Positioning System) 메시지와 PPS(Pulse Per Second) 신호를 수신하는 단계;

상기 GPS 메시지의 유효 여부를 확인하는 단계; 및

상기 확인 결과 상기 GPS 메시지가 유효한 경우, 상기 GPS 메시지 및 상기 PPS 신호를 기초로 운영체제의 시간을 동기화하고, 상기 확인 결과 상기 GPS 메시지가 유효하지 않은 경우, 무선 로컬 영역 네트워크(Wireless Local Area Network, WLAN) 상의 액세스 포인트(Access Point, AP)의 시간 정보를 기초로 상기 운영체제의 시간을 동기화하는 단계를 포함하고,

상기 동기화하는 단계는,

상기 GPS 메시지에 포함된 GPS 시간 및 상기 PPS 신호에 기초한 상기 운영체제의 시간의 차분을 기초로 제1시간 샘플을 계산하는 단계;

기 설정된 시간 동안 계산된 제1시간 샘플들에 재귀 중간값 필터(Recursive Median Filter)를 적용하여 상기 제1시간 샘플들의 평균 값을 결정하는 단계; 및

상기 평균 값과 상기 운영체제의 타이머 인터럽트(Timer Interrupt)의 발생 주기를 기초로 상기 운영체제의 시간을 동기화하는 단계를 포함하고,

상기 GPS 메시지의 수신 주기는 상기 PPS 신호의 수신 주기보다 짧고,

상기 제1시간 샘플을 계산하는 단계는,

상기 GPS 메시지의 수신 주기와 상기 PPS 신호의 수신 주기 간의 차이로 인해 발생하는 동기화 오차를 보상하는 단계를 포함하고,

상기 보상하는 단계는,

제1길이를 가지는 제1배열에 상기 차분을 저장하는 단계;

상기 제1배열이 가득 찼는지 검사하는 단계; 및

상기 검사 결과 상기 제1배열이 가득 찬 경우, 상기 제1배열에 저장된 차분들 중에서 0에 가장 가까운 차분을 상기 제1시간 샘플로 결정하고, 상기 제1배열을 비우는 단계를 포함하고,

상기 제1길이는 상기 GPS 메시지의 수신 주기와 상기 PPS 신호의 수신 주기 간의 차이를 고려하여 설정되는, 시간 동기화 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 동기화하는 단계는,

상기 GPS 메시지에 포함된 GPS 시간과 상기 운영체제의 시간의 차이가 기 설정된 허용 범위를 초과하는지 판단하는 단계; 및

상기 판단 결과 상기 차이가 상기 허용 범위를 초과하는 경우, 상기 시간 정보를 기초로 상기 운영체제의 시간을 동기화하는 단계를 포함하는, 시간 동기화 방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 시간 정보는 상기 무선 로컬 영역 네트워크의 MAC 프레임(Media Access Control Frame)을 포함하고,

상기 MAC 프레임은 비콘 프레임(Beacon Frame) 및 TA 프레임(Timing Advertisement Frame)을 포함하고,

상기 비콘 프레임은 상기 시간 간격을 포함하고,
상기 TA 프레임은 상기 부팅 시간을 포함하는, 시간 동기화 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,
상기 GPS 메시지는 NMEA(National Marine Electronics Association) 메시지를 포함하고,
상기 확인하는 단계는,
상기 NMEA 메시지에 포함된 정보를 기초로 상기 GPS 메시지의 유효 여부를 확인하는 단계를 포함하는, 시간 동기화 방법.

청구항 9

전자 장치로서,
적어도 하나의 프로그램이 저장된 메모리; 및
상기 적어도 하나의 프로그램을 실행함으로써,
GPS(Global Positioning System) 메시지와 PPS(Pulse Per Second) 신호를 수신하고,
상기 GPS 메시지의 유효 여부를 확인하고,
상기 확인 결과 상기 GPS 메시지가 유효한 경우, 상기 GPS 메시지, 상기 PPS 신호를 기초로 운영체제의 시간을 동기화하고,
상기 확인 결과 상기 GPS 메시지가 유효하지 않은 경우, 무선 로컬 영역 네트워크(Wireless Local Area Network, WLAN) 상의 액세스 포인트(Access Point, AP)의 시간 정보를 기초로 상기 운영체제의 시간을 동기화하도록 구성된 프로세서를 포함하고,
상기 시간 정보는 상기 액세스 포인트의 부팅 시간, 및 상기 액세스 포인트의 부팅 이후 소요된 시간 간격을 포함하고,
상기 프로세서는,
상기 액세스 포인트로부터 상기 시간 정보를 수신하고,
상기 부팅 시간 및 상기 시간 간격의 합에서 상기 운영체제의 현재 시간을 뺀 제2시간 샘플을 계산하고,
제2배열에 상기 제2시간 샘플을 저장하고,
상기 제2배열이 가득 찼는지 검사하고,
상기 검사 결과 상기 제2배열이 가득 찬 경우, 상기 제2배열에 저장된 제2시간 샘플들을 오름차순으로 정렬하고, 중간값 필터(Median Filter)를 적용하여 상기 정렬된 제2시간 샘플들의 평균 값을 계산하고,
상기 평균 값을 기초로 상기 현재 시간을 갱신하는, 전자 장치.

청구항 10

무인 이동체로서,
GPS 수신기;
무인 이동체 컨트롤러; 및
SBC(Single Board Computer)를 포함하고,
상기 SBC는,
적어도 하나의 프로그램이 저장된 메모리; 및
상기 적어도 하나의 프로그램을 실행함으로써,

GPS(Global Positioning System) 메시지와 PPS(Pulse Per Second) 신호를 수신하고,
 상기 GPS 메시지의 유효 여부를 확인하고,
 상기 확인 결과 상기 GPS 메시지가 유효한 경우, 상기 GPS 메시지, 상기 PPS 신호를 기초로 운영체제의 시간을 동기화하고,
 상기 확인 결과 상기 GPS 메시지가 유효하지 않은 경우, 무선 로컬 영역 네트워크(Wireless Local Area Network, WLAN) 상의 액세스 포인트(Access Point, AP)의 시간 정보를 기초로 상기 운영체제의 시간을 동기화하도록 구성된 프로세서를 포함하고,
 상기 시간 정보는 상기 액세스 포인트의 부팅 시간, 및 상기 액세스 포인트의 부팅 이후 소요된 시간 간격을 포함하고,
 상기 프로세서는,
 상기 액세스 포인트로부터 상기 시간 정보를 수신하고,
 상기 부팅 시간 및 상기 시간 간격의 합에서 상기 운영체제의 현재 시간을 뺀 제2시간 샘플을 계산하고,
 제2배열에 상기 제2시간 샘플을 저장하고,
 상기 제2배열이 가득 찼는지 검사하고,
 상기 검사 결과 상기 제2배열이 가득 찬 경우, 상기 제2배열에 저장된 제2시간 샘플들을 오름차순으로 정렬하고, 중간값 필터(Median Filter)를 적용하여 상기 정렬된 제2시간 샘플들의 평균 값을 계산하고,
 상기 평균 값을 기초로 상기 현재 시간을 갱신하는, 무인 이동체.

청구항 11

무인 이동체로서,
 GPS 수신기;
 무인 이동체 컨트롤러; 및
 SBC(Single Board Computer)를 포함하고,
 상기 SBC는,
 적어도 하나의 프로그램이 저장된 메모리; 및
 상기 적어도 하나의 프로그램을 실행함으로써,
 GPS(Global Positioning System) 메시지와 PPS(Pulse Per Second) 신호를 수신하고,
 상기 GPS 메시지의 유효 여부를 확인하고,
 상기 확인 결과 상기 GPS 메시지가 유효한 경우, 상기 GPS 메시지, 상기 PPS 신호를 기초로 운영체제의 시간을 동기화하고,
 상기 확인 결과 상기 GPS 메시지가 유효하지 않은 경우, 무선 로컬 영역 네트워크(Wireless Local Area Network, WLAN) 상의 액세스 포인트(Access Point, AP)의 시간 정보를 기초로 상기 운영체제의 시간을 동기화하도록 구성된 프로세서를 포함하고,
 상기 SBC는 GPIO(General-Purpose Input/Output) 핀과 USB(Universal Serial Bus) 포트를 포함하고;
 상기 무인 이동체 컨트롤러는 UART(Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) 회로와 시리얼 포트(Serial Port)를 포함하고;
 상기 GPS 수신기는,
 상기 GPIO 핀을 통해 상기 PPS 신호를 SBC로 송신하고,
 상기 USB 포트를 통해 상기 GPS 메시지를 SBC로 송신하고,

상기 UART 회로를 기초로 상기 시리얼 포트를 통해 상기 GPS 메시지를 상기 무인 이동체 컨트롤러로 송신하도록 구성된, 무인 이동체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 전자 장치의 시간 동기화 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 산업자동화, 자율주행, IoT 등의 기술이 발전함에 따라 실시간, 저지연 통신에 대한 필요성이 급증했고 Ultra-Low latency(ULL) 네트워크와 관련된 기술이 지속적으로 발전함에 따라 Time Sensitive Network(TSN), Deterministic Network(DetNet)와 같은 표준이 제정됐다. 초저지연, 시민감 네트워크(Time-Sensitive Network)에서는 전체 네트워크를 통제하는 컨트롤러에 의해 트래픽 셰이핑(Traffic shaping), 스케줄링(Scheduling), 자원 관리(Resource management) 등의 핵심 기능이 수행되며 네트워크의 성능을 극대화하기 위해서는 모든 노드들의 시간을 수 마이크로초 이하의 정밀한 수준으로 동기화해야 한다.

[0003] TSN 관련 표준을 제정하는 IEEE TSN TG은 기존에 채택된 표준들을 개량한 IEEE 1588v2 Precision Time Protocol(PTP), IEEE 802.1 AS-2011 등과 같은 표준을 재차 정의하고 있으며 무선 네트워크 환경에서도 정밀한 시간동기화를 수행하기 위해 IEEE 802.11 Timing Measurement(TM)를 사용하도록 802.1 AS 표준을 제정했다. 이외에도 802.11 Wireless LAN(WLAN), 802.15.4 Zigbee 등의 기술을 이용하여 무선 네트워크의 노드 간 시간을 정밀하게 동기화하는 다양한 기술들이 연구되고 있다.

[0004] IEEE 802.11 WLAN을 이용한 시간동기화 기법

[0005] 많은 시간동기화 기법 중 WLAN 기술을 활용하는 방안은 많은 연구자들에 의해 가장 활발하게 연구되고 있고 3차원 공간에서 지속적으로 이동하는 무인이동체에도 적용가능한 기법이다. 먼저, A. Mahmood et al.은 유선 네트워크에서 주로 사용되는 master-slave 프로토콜 기반의 IEEE 1588 precise time protocol(PTP)를 WLAN에서 구현하는 연구를 수행했다. 기본적으로 PTP는 delay compensation을 위해 two-way 방식으로 패킷을 교환하며 master 노드의 시간 정보를 slave 노드와 공유한다. WLAN에서 PTP를 구현하기 위해 저자들은 Access Point(AP)를 master로 간주하고 WLAN에 속한 모든 STA들의 시간을 동기화했다. 게다가 운영체제의 interrupt handling과 time stamping에 대한 여러 가지 딜레이, 지터링 뿐만 아니라 WLAN 모듈에서 발생할 수 있는 딜레이까지 정밀하게 측정하여 보상했다. R. Exel은 SW timestamping 기법이 내포한 non-deterministic delay를 배제하기 위하여 WLAN의 물리 계층(physical layer)에서 HW timestamping을 수행하는 PTP 기반의 시간동기화 기법을 제안했다. 이를 구현하기 위해 저자는 맞춤형으로 디자인(customized design)된 Field Programmable Gate Array(FPGA)를 설계하고 IEEE 802.11b 네트워크 모듈을 사용했다.

[0006] 하지만 A. Nasrallah et al.은 서버와 클라이언트, 또는 중단간 메시지 교환을 통해 시간을 동기화할 때 생성되는 동기화 전용 트래픽이 다른 예약 또는 일반 트래픽의 송수신에 부정적인 영향을 줄 수 있다고 밝혔다. 즉, PTP와 같은 two-way 메시지 교환 방식은 동기화를 위해 별도의 트래픽을 생성하고 이를 주기적으로 교환하기 때문에 전체 네트워크 throughput 측면에서 비효율적이라고 할 수 있다. 이러한 특성은 유선 네트워크 뿐만 아니라 무선 네트워크에도 동일하게 적용되기 때문에 대역폭을 최대한 활용하기 위해 one-way broadcasting 방식과 같이 메시지 교환 횟수를 감소시켜 시간동기화를 수행하는 여러 방법들이 연구되고 있다.

[0007] IoT 장치와 저가형 GPS 수신기를 이용한 시간동기화 기법

[0008] K. Koo et al.은 시간동기화를 위해 별도의 패킷을 교환하지 않고 저가형 GPS(Global Positioning System) 수신기와 PPS(Pulse Per Second) 신호를 이용하여 IoT 장치의 시간을 동기화하는 연구를 수행했다. 이를 위해 저자들은 GPS 수신기의 PPS signal pin과 IoT 장치 중 한 종류인 아두이노의 16 bit timer/counter pin을 직접 연결했다. 그리고 V. Le Cam et al. 또한 GPS 수신기에서 발생하는 PPS 신호를 사용하여 시간동기화를 수행했다. 나노초 수준의 동기화 정확성을 달성하기 위해 저자들은 IFSTTAR에 의해 개발된 PEGASE2 플랫폼과 240Mhz의 주파수로 동작하며 timestamping을 수행하는 8 channel 보드를 서로 연결했다. 저자들은 발생하는 여러 종류의 오버헤드, 지연 등을 감소시키고 더욱 정밀하게 시간동기화를 수행하기 위해 하드웨어를 추가적으로 사용했다.

[0009] 하지만 위에서 언급된 논문에서 제안된 시간동기화 시스템을 무인이동체에 그대로 적용하기에는 여러 제한사항

이 있다. 먼저, 무인이동체를 구성하는 기본 하드웨어 컴포넌트들의 특징을 고려했을 때 timestamping을 정밀하게 수행하는 하드웨어를 추가적으로 부착할 수 없다. 해당 논문에서는 고성능 컴퓨터, Network Interface Card(NIC), FPGA 등의 하드웨어를 사용하여 HW timestamping을 수행하는데 무인이동체에 주로 탑재되는 컨트롤러나 SBC(Single Board Computer)의 경우 이러한 하드웨어를 연결할 수 있는 인터페이스를 제공하지 않는다. 또한 SBC가 아두이노나 8 channel board와 같은 하드웨어로부터 별도로 시간정보를 전달받더라도 전송 및 처리 지연과 같은 여러 종류의 지연과 각종 오버헤드로 인해 오차가 커지는 문제가 발생할 수도 있다.

[0010] 무선 센서 네트워크의 시간동기화 기법

[0011] Structural Health Monitoring(SHM) 연구 커뮤니티에서는 무선 센서 네트워크의 노드들의 시간을 동기화하는 방법들이 활발하게 연구되고 있다. E. Sazonov et al.은 GPS 모듈로부터 수신한 PPS 신호를 이용하여 시간동기화 정확성을 향상시키기 위해 Wireless Intelligent Sensor and Actuator Network(WISAN) 플랫폼을 제안했고 넓은 공간에 분산 배치된 센서 노드 간 시간동기화 오차를 감소시켰다. 또한 R. Kim et al.은 TinyOS를 사용하는 Imote2 플랫폼을 사용하여 각 센서 노드의 시간을 정밀하게 동기화했다. 이 두 논문의 저자들은 GPS 수신기의 전력 소모량과 설치 및 운용 비용 등을 종합적으로 고려하여 네트워크 내 수많은 노드 중 coordinator 노드 또는 게이트웨이 노드에만 GPS 수신기를 연결했으며 매우 정확한 GPS 시간을 기준으로 시간동기화를 수행했다.

[0012] 하지만 무인이동체의 경우에는 정확한 위치, 속도, 시간 등의 정보를 파악하기 위해서 기본적으로 소형 GPS 수신기를 부착하고 있으므로 무인이동체로 구성된 네트워크에 특정 노드에만 선별적으로 GPS 수신기를 부착하여 시간을 동기화하는 방법을 그대로 적용할 필요는 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 시간 동기화 시 GPS(Global Positioning System) 메시지의 유효 여부를 확인하고, 확인 결과 GPS 메시지가 유효한 경우, GPS 메시지 및 PPS(Pulse Per Second) 신호를 기초로 운영체제의 시간을 동기화하고, 확인 결과 GPS 메시지가 유효하지 않은 경우, 무선 로컬 영역 네트워크(Wireless Local Area Network, WLAN) 상의 액세스 포인트(Access Point, AP)의 시간 정보를 기초로 상기 운영체제의 시간을 동기화하는 방법의 실시 예를 포함한다.

[0014] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 과제로 한정되지 않으며, 이하의 실시예들로부터 또 다른 기술적 과제들이 유추될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0015] 일 실시예에 따라, 전자 장치의 시간 동기화 방법에 있어서, GPS 메시지와 PPS 신호를 수신하는 단계; 상기 GPS 메시지의 유효 여부를 확인하는 단계; 상기 확인 결과 상기 GPS 메시지가 유효한 경우, 상기 GPS 메시지 및 상기 PPS 신호를 기초로 운영체제의 시간을 동기화하고, 상기 확인 결과 상기 GPS 메시지가 유효하지 않은 경우, 무선 로컬 영역 네트워크 상의 액세스 포인트의 시간 정보를 기초로 상기 운영체제의 시간을 동기화하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 일 실시예에 따라, 전자 장치로서, 적어도 하나의 프로그램이 저장된 메모리; 및 상기 적어도 하나의 프로그램을 실행함으로써, GPS 메시지와 PPS 신호를 수신하고, 상기 GPS 메시지의 유효 여부를 확인하고, 상기 확인 결과 상기 GPS 메시지가 유효한 경우, 상기 GPS 메시지, 상기 PPS 신호를 기초로 운영체제의 시간을 동기화하고, 상기 확인 결과 상기 GPS 메시지가 유효하지 않은 경우, 무선 로컬 영역 네트워크 상의 액세스 포인트의 시간 정보를 기초로 상기 운영체제의 시간을 동기화하도록 구성된 프로세서를 포함할 수 있다.

[0017] 일 실시예에 따라, 무인 이동체로서, GPS 수신기; 무인 이동체 컨트롤러; 및 SBC(Single Board Computer)를 포함하고, 상기 SBC는, 적어도 하나의 프로그램이 저장된 메모리; 및 상기 적어도 하나의 프로그램을 실행함으로써, GPS 메시지와 PPS 신호를 수신하고, 상기 GPS 메시지의 유효 여부를 확인하고, 상기 확인 결과 상기 GPS 메시지가 유효한 경우, 상기 GPS 메시지, 상기 PPS 신호를 기초로 운영체제의 시간을 동기화하고, 상기 확인 결과 상기 GPS 메시지가 유효하지 않은 경우, 무선 로컬 영역 네트워크 상의 액세스 포인트의 시간 정보를 기초로 상기 운영체제의 시간을 동기화하도록 구성된 프로세서를 포함할 수 있다.

[0018] 기타 실시예들의 구체적인 사항은 상세한 설명 및 도면들에 포함된다.

발명의 효과

- [0019] 본 개시에 따르면, IoT 장치들로 이루어진 무인이동체의 시간을 정밀하게 동기화할 수 있고 GPS 신호를 수신할 수 없는 극한의 상황에서도 시간동기화의 정확성을 유지할 수 있다. 이를 바탕으로 Unmanned Aerial Vehicle(UAV), Unmanned Ground Vehicle(UGV)과 같은 무인이동체들로 구성된 초저지연 네트워크, 시민감 네트워크를 구축할 수 있다. 또한 본 개시는 저가의 IoT 장치들과 GPS 수신기, WLAN 모듈 등을 사용하여 정밀하게 시간을 동기화하는 시스템이므로 무인 이동체 뿐 아니라 다양한 IoT 및 모바일 플랫폼에도 쉽게 적용할 수 있다. 또한 시간동기화가 중요한 통신 기지국, 센서 네트워크에도 저비용으로 해당 시스템을 구현할 수 있기 때문에 생산성이 증대되고 관련 산업의 경쟁력 제고에 기여할 수 있다는 장점이 있다.
- [0020] 발명의 효과는 이상에서 언급한 효과만으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위 기재로부터 당해 기술 분야의 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1 은 본 개시에 따른 전자 장치를 나타낸다.
- 도 2 는 본 개시에 따른 실시예가 사용되는 환경을 나타낸다.
- 도 3 은 본 개시에 따른 하드웨어 구성의 일 실시예를 나타낸다.
- 도 4 는 본 개시에 따른 하드웨어 구성의 일 실시예를 나타낸다.
- 도 5 는 GPS 메시지와 PPS 신호에 기초한 시간 동기화 방법의 블록 선도를 나타낸다.
- 도 6 은 본 개시에 따른 액세스 포인트의 시간 정보의 일 실시예를 나타낸다.
- 도 7 은 본 개시에 따른 방법의 일 실시예의 각 단계를 나타낸다.
- 도 8 는 본 개시에 따른 방법의 일 실시예의 각 단계를 나타낸다.
- 도 9 는 본 개시에 따른 방법의 일 실시예의 각 단계를 나타낸다.
- 도 10 는 본 개시에 따른 방법의 일 실시예의 각 단계를 나타낸다.
- 도 11 은 본 개시에 따른 방법의 일 실시예의 각 단계를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 실시 예들에서 사용되는 용어는 본 개시에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 판례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 개시에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 개시의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [0023] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다.
- [0024] 명세서 전체에서 특별한 언급이 없는 한, "무인 이동체"는 "UAV(Unmanned Aerial Vehicle)", "UGV(Unmanned Ground Vehicle)", "USV(Unmanned Surface Vehicle)", "UUV(Unmanned Underwater Vehicle)"등, 알려진 형태의 인간이 탑승하지 않는 이동체를 포함한다.
- [0025] 이하에서는 도면을 참조하여 본 개시의 실시예를 설명한다.
- [0026] 도 1 은 본 개시에 따른 전자 장치를 나타낸다.
- [0027] 전자 장치(100)는 프로세서(110) 및 메모리(120)를 포함한다. 도 1 에 도시된 전자 장치(100)에는 본 실시예들과 관련된 구성요소들만이 도시되어 있다. 따라서, 전자 장치(100)에는 도 1 에 도시된 구성요소들 외에 다른 범용적인 구성요소들이 더 포함될 수 있음은 당해 기술분야의 통상의 기술자에게 자명하다.
- [0028] 프로세서(110)는 전자 장치(100)가 운영체제의 시간을 동기화하기 위한 전반적인 기능들을 제어하는 역할을 한다. 예를 들어, 프로세서(110)는 전자 장치(100) 내의 메모리(120)에 저장된 프로그램들을 실행함으로써, 전자

장치(100)를 전반적으로 제어한다. 프로세서(110)는 전자 장치(100) 내에 구비된 CPU(central processing unit), GPU(graphics processing unit), AP(application processor) 등으로 구현될 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

[0029] 메모리(120)는 전자 장치(100) 내에서 처리되는 각종 데이터들을 저장하는 하드웨어로서, 메모리(120)는 전자 장치(100)에서 처리된 데이터들 및 처리될 데이터들을 저장할 수 있다. 또한, 메모리(120)는 전자 장치(100)에 의해 구동될 애플리케이션들, 드라이버들 등을 저장할 수 있다. 메모리(120)는 DRAM(dynamic random access memory), SRAM(static random access memory) 등과 같은 RAM(random access memory), ROM(read-only memory), EEPROM(electrically erasable programmable read-only memory), CD-ROM, 블루레이 또는 다른 광학 디스크 스토리지, HDD(hard disk drive), SSD(solid state drive), 또는 플래시 메모리를 포함할 수 있다.

[0030] 시간 동기화 시스템의 상호 전환

[0031] 일 실시예에서, 전자 장치(100)는 운영체제의 시간을 동기화할 수 있다. 구체적으로, 전자 장치(100)는 GPS 수신기로부터 GPS 메시지와 PPS 신호를 수신한 다음, GPS 메시지의 유효 여부를 확인하여 GPS 메시지가 유효한 경우 GPS 메시지 및 PPS 신호를 기초로 운영체제의 시간을 동기화하고, GPS 메시지가 유효하지 않은 경우 무선 로컬 영역 네트워크(Wireless Local Area Network, WLAN) 상의 액세스 포인트(Access Point, AP)의 시간 정보를 기초로 운영체제의 시간을 동기화할 수 있다.

[0032] 일 실시예에서, GPS 수신기는 GPS 메시지의 유효 여부를 판정할 수 있는 기초 정보를 포함하는 GPS 메시지를 전자 장치(100)로 송신할 수 있고, 전자 장치(100)는 기초 정보를 이용하여 GPS 메시지가 유효한지 판단할 수 있다. 보다 구체적으로, GPS 메시지는 위치, 시간, 위성 개수, 속도, 체크섬(Checksum) 등의 정보가 포함된 NMEA(National Marine Electronics Association) 메시지를 포함할 수 있다. GPS 수신기는 NMEA 메시지를 포함하는 GPS 메시지를 전자 장치(100)로 송신할 수 있고, 전자 장치(100)는 NMEA 메시지에 포함된 정보를 기초로 GPS 메시지가 유효한지 판단할 수 있다. 예를 들어, GPS 수신기가 GPS 위성으로부터 GPS 신호를 정상적으로 수신하지 못하는 경우 NMEA 메시지의 일부 정보가 소실될 수 있으며, 전자 장치(100)는 NMEA 메시지의 일부 정보가 소실된 경우, GPS 메시지가 유효하지 않다고 판단할 수 있다. 또 다른 예를 들어, 전자 장치(100)는 NMEA 메시지의 체크섬을 확인하여, 이를 기초로 GPS 메시지의 유효 여부를 판단할 수도 있다.

[0033] GPS 메시지의 유효 여부를 판정할 수 있는 기초 정보는 측위 오차(Position Error) 값일 수 있고, 측위 오차는 위도, 경도, 높이의 구면좌표계 기준 값이거나 미터 또는 피트 단위의 3차원 직교좌표계 기준 값일 수 있다. 이 경우 전자 장치(100)는 측위 오차가 기 설정된 범위 이내인지 검사하여 GPS 메시지의 유효 여부를 확인할 수 있다.

[0034] 일 실시예에서, GPS 수신기는 GPS 메시지의 유효 여부를 판정할 수 있는 기초 정보를 이용하여 GPS 메시지가 유효한지 판단할 수 있다. 이 경우 GPS 수신기는 GPS 메시지의 유효 여부를 나타내는 정보를 GPS 메시지에 추가하여 전자 장치(100)로 송신할 수 있다. 전자 장치(100)는 GPS 수신기로부터 GPS 메시지의 유효 여부를 나타내는 정보를 수신하여 이를 기초로 GPS 메시지가 유효한지 판단할 수 있다.

[0035] 도 2 는 본 개시에 따른 실시예가 사용되는 환경을 나타낸다. 제1 UGV(211)와 제1 UAV(212)는 GPS 위성(210)으로부터 GPS 신호를 수신할 수 있는 공간에 위치할 수 있다. GPS 신호를 수신할 수 있는 공간은 야외 공간은 물론 GPS 리피터를 통해 GPS 신호를 수신할 수 있는 실내 공간을 포함할 수 있다. GPS 수신기는 제1 UGV(211) 및 제1 UAV(212)에 탑재되어 GPS 위성(210)으로부터 수신되는 GPS 신호를 이용하여 GPS 메시지를 생성할 수 있다. 전자 장치(100)는 제1 UGV(211) 및 제1 UAV(212)에 탑재되어, GPS 수신기로부터 GPS 메시지와 PPS 신호를 수신한 다음, GPS 메시지의 유효 여부를 확인하여 GPS 메시지가 유효한 경우 GPS 메시지 및 PPS 신호를 기초로 운영체제의 시간을 동기화할 수 있다. 다시 말해, 전자 장치(100)는 전자 장치(100)의 운영체제 시간을 GPS 메시지에 포함된 GPS 시간(GPS Time)에 동기화되도록 조절할 수 있다.

[0036] 제2 UGV(221)와 제2 UAV(222)는 GPS 위성(210)으로부터의 GPS 신호를 수신할 수 없는 GPS 음영지역에 위치할 수 있다. GPS 음영지역은 GPS 신호를 수신할 수 없는 실내 공간을 포함할 수 있다. 이 경우 GPS 수신기는 제2 UGV(221) 및 제2 UAV(222)에 탑재되지만 GPS 위성(210)으로부터 GPS 신호를 수신하기 어려울 수 있고, 이 경우 GPS 수신기가 GPS 메시지를 생성하더라도 이는 유효하지 않을 수 있다. 전자 장치(100)는 제2 UGV(221) 및 제2 UAV(222)에 탑재되어, GPS 수신기로부터 GPS 메시지와 PPS 신호를 수신한 다음, GPS 메시지의 유효 여부를 확인하여 GPS 메시지가 유효하지 않은 경우 무선 로컬 영역 네트워크(Wireless Local Area Network, WLAN) 상의 액세스 포인트(Access Point, AP)의 시간 정보를 기초로 운영체제의 시간을 동기화할 수 있다. 액세스 포인트에는

지상통제장치(220)가 포함될 수 있다. 일 실시예에서, 지상통제장치(220)는 제2 UGV(221) 및 제2 UAV(222)에 탑재된 전자 장치(100)와 함께 무선 로컬 영역 네트워크를 구성하고, 이를 통해 제2 UGV(221) 및 제2 UAV(222)로 시간 정보를 송신할 수 있으며, 제2 UGV(221) 및 제2 UAV(222)에 탑재된 전자 장치(100)는 수신한 시간 정보를 기초로 운영체제의 시간을 동기화할 수 있다. 다시 말해, 전자 장치(100)는 전자 장치(100)의 운영체제 시간을 액세스 포인트의 시간에 동기화되도록 조절할 수 있다. 일 실시예에서, 액세스 포인트는 외부와 인터넷 연결을 통해 액세스 포인트의 시간 정보를 갱신할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 액세스 포인트는 GPS 신호를 정상적으로 수신할 수 있는 공간에 위치한 별도의 GPS 수신기로부터 시간 정보를 수신하고, 액세스 포인트의 시간 정보를 갱신할 수 있다.

[0037] 일 실시예에서, 제1 UGV(211) 또는 제1 UAV(212)는 GPS 위성(210)으로부터의 GPS 신호를 수신할 수 없는 GPS 음영지역으로 이동할 수 있다. 제1 UGV(211) 또는 제1 UAV(212)가 음영지역으로 이동하기 전, 전자 장치(100)는 유효한 GPS 메시지 및 PPS 신호를 기초로 운영체제의 시간을 동기화하다가 제1 UGV(211) 또는 제1 UAV(212)가 음영지역으로 이동한 다음, GPS 메시지가 유효하지 않게 되어 전자 장치(100)는 무선 로컬 영역 네트워크 상의 액세스 포인트의 시간 정보를 기초로 운영체제의 시간을 동기화할 수 있다.

[0038] 일 실시예에서, 제2 UGV(221) 또는 제2 UAV(222)는 GPS 위성(210)으로부터의 GPS 신호를 수신할 수 있는 공간으로 이동할 수 있다. 제2 UGV(221) 또는 제2 UAV(222)가 GPS 신호를 수신할 수 있는 공간으로 이동하기 전, 전자 장치(100)는 무선 로컬 영역 네트워크 상의 액세스 포인트의 시간 정보를 기초로 운영체제의 시간을 동기화하다가 제2 UGV(221) 또는 제2 UAV(222)가 GPS 신호를 수신할 수 있는 공간으로 이동한 다음, GPS 메시지가 유효하게 되어 전자 장치(100)는 유효한 GPS 메시지 및 PPS 신호를 기초로 운영체제의 시간을 동기화할 수 있다.

[0039] 무인 이동체의 하드웨어 구성

[0040] 도 3 은 본 개시에 따른 하드웨어 구성의 일 실시예를 나타낸다. 소형 무인 이동체에 용이하게 탑재될 수 있도록, 전자 장치(100)는 SBC(Single Board Computer)(320)일 수 있다. 일 실시예에서, 무인 이동체는 GPS 수신기(300), 무인 이동체 컨트롤러(310) 및 SBC(320)를 포함할 수 있다. 무인 이동체 컨트롤러(310)는 UART(Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) 회로와 시리얼 포트(Serial Port)를 포함하고, 시리얼 포트에 연결된 GPS 수신기(300)로부터 GPS 메시지를 수신할 수 있다.

[0041] 일 실시예에서, SBC(320)는 USB(Universal Serial Bus) 포트를 통해 무인 이동체 컨트롤러(310)와 연결될 수 있다. 이 경우, SBC(320)는 USB 포트를 통해 무인 이동체 컨트롤러(310)로부터 GPS 메시지를 수신하고, 이를 기초로 운영체제의 시간을 동기화할 수 있다.

[0042] 도 4 는 본 개시에 따른 하드웨어 구성의 일 실시예를 나타낸다. 소형 무인 이동체에 용이하게 탑재될 수 있도록, 전자 장치(100)는 SBC (321)일 수 있다. 일 실시예에서, 무인 이동체는 GPS 수신기(301), 무인 이동체 컨트롤러(311) 및 SBC(321)를 포함할 수 있다. 무인 이동체 컨트롤러(311)는 UART 회로와 시리얼 포트를 포함하고, 시리얼 포트에 연결된 GPS 수신기(301)로부터 GPS 메시지를 수신할 수 있다.

[0043] 일 실시예에서, SBC(321)는 GPIO(General-Purpose Input/Output) 핀 및 USB 포트를 통해 GPS 수신기(301)와 연결될 수 있다. 이 경우, SBC(321)는 USB 포트를 통해 GPS 수신기(301)로부터 GPS 메시지를 수신하고, GPIO 핀을 통해 GPS 수신기(301)로부터 PPS 신호를 수신할 수 있다. SBC(321)는 GPS 메시지와 PPS 신호를 기초로 운영체제의 시간을 동기화할 수 있다. 구체적으로, SBC(321)는 NTP(Network Time Protocol) 데몬(Daemon)을 실행하여, GPS 메시지와 PPS 신호를 기초로 운영체제의 시간을 동기화할 수 있다. 일 실시예에서, GPS 수신기(301)는 SBC(321)로 PPS 신호를 송신함과 동시에 SBC(321)와 무인 이동체 컨트롤러(311)로 GPS 메시지를 송신하도록 설정될 수 있다. 구체적으로, GPS 수신기(301)는 SBC(321)로 PPS 신호의 상승 에지(Rising Edge)를 송신함과 동시에 SBC(321)와 무인 이동체 컨트롤러(311)로 GPS 메시지를 송신하도록 설정될 수 있다. 본 실시예의 하드웨어 구성은 SBC(321)가 GPIO 핀 및 USB 포트를 통해 GPS 수신기(301)와 직접 연결되기 때문에 SBC(320)가 무인 이동체 컨트롤러(311)로부터 USB 포트를 통해 GPS 메시지를 수신하는 경우보다 전송 및 처리 지연 또는 오버헤드를 회피할 수 있게 되어, 더욱 정밀한 시간 동기화가 가능하다.

[0044] GPS 시간 정보와 PPS 신호를 이용한 시간 동기화

[0045] 도 5 는 본 개시에 따라 GPS 메시지와 PPS 신호를 이용한 시간 동기화 과정을 나타내는 블록 선도이다. 일 실시예에서, 전자 장치(100)는 GPS 메시지가 유효한 경우 GPS 메시지에 포함된 GPS 시간(θ_r^+)과 PPS 신호에 기초한 운영체제의 시간(θ_c^-)을 기초로 NTP의 Kernel Discipline 알고리즘을 이용하여 운영체제의 시간을 동기화할 수

있다. 구체적으로, PPS 신호에 기초한 운영체제의 시간(θ_c^-)은 전자 장치(100)가 PPS 신호를 탐지하여 인터럽트(Interrupt)를 발생시킨 시점의 운영체제 시간일 수 있다.

[0046] 일 실시예에서, 전자 장치(100)는 GPS 메시지에 포함된 GPS 시간(θ_r^+)과 PPS 신호에 기초한 운영체제의 시간(θ_c^-)의 차분(V_d)을 기초로 제1시간 샘플을 계산할 수 있다. 일 실시예에서, 제1시간 샘플은 GPS 메시지에 포함된 GPS 시간(θ_r^+)과 PPS 신호에 기초한 운영체제의 시간(θ_c^-)의 차분(V_d)일 수 있다. 일 실시예에서, 전자 장치(100)는 도 5의 Phase Detector를 이용하여 GPS 메시지에 포함된 GPS 시간(θ_r^+) 및 PPS 신호에 기초한 운영체제의 시간(θ_c^-)을 입력 받아 그 차분(V_d)을 출력할 수 있다.

[0047] 전자 장치(100)는 보다 정확한 시간 동기화를 위해 시간 동기화의 기준이 되는 시간에만 시간 동기화를 하도록 설정될 수 있고, 기준 시간은 PPS 신호에 기초한 운영체제의 시간이 될 수 있다. 보다 구체적으로, 기준 시간은 전자 장치(100)가 PPS 신호를 탐지하여 인터럽트(Interrupt)를 발생시킨 시점의 운영체제 시간일 수 있다. 전자 장치(100)가 PPS 신호를 1초에 한번 수신하는 반면 GPS 메시지를 1초에 한번을 초과하는 빈도로 수신한다면, PPS 신호를 수신하고 다음 PPS 신호를 수신하기 이전, GPS 메시지를 추가로 수신하여 GPS 메시지에 포함된 GPS 시간(θ_r^+)과 PPS 신호에 기초한 운영체제의 시간(θ_c^-)의 차분(V_d)을 계산할 때 불필요한 시간 오차가 누적되는 문제가 생길 수 있다. 따라서 일 실시예에서, 전자 장치(100)는 GPS 메시지에 포함된 GPS 시간(θ_r^+)과 PPS 신호에 기초한 운영체제의 시간(θ_c^-)의 차분(V_d)을 보정한 값을 제1시간 샘플로 할 수 있다. 구체적으로, 전자 장치(100)는 GPS 메시지의 수신 주기와 상기 PPS 신호의 수신 주기 간의 차이로 인해 발생하는 동기화 오차를 보상하기 위해, 도 5의 Raw-offset Filter를 이용하여 GPS 메시지에 포함된 GPS 시간(θ_r^+)과 PPS 신호에 기초한 운영체제의 시간(θ_c^-)의 차분(V_d)을 입력 받아 차분(V_d)을 보정한 제1시간 샘플을 출력할 수 있다. 보다 구체적으로, 전자 장치(100)는 동기화 오차를 보상하기 위해 제1길이를 가지는 제1배열에 GPS 메시지에 포함된 GPS 시간(θ_r^+)과 PPS 신호에 기초한 운영체제의 시간(θ_c^-)의 차분(V_d)을 저장하고, 제1배열이 가득 찼는지 검사할 수 있다.

[0048] 전자 장치(100)는 검사 결과 제1배열이 가득 차지 않은 경우, 다음 GPS 메시지를 수신 받아 이를 기초로 GPS 메시지에 포함된 GPS 시간(θ_r^+)과 PPS 신호에 기초한 운영체제의 시간(θ_c^-)의 차분(V_d)을 계산하여 제1배열에 저장할 수 있다. 이렇게 제1배열에 제1길이 개수의 차분(V_d)값이 누적되면 제1배열이 가득 차게 된다.

[0049] 전자 장치(100)는 검사 결과 제1배열이 가득 찬 경우, 제1배열에 저장된 차분들 중에서 0에 가장 가까운 차분을 제1시간 샘플로 결정하고, 제1배열을 비울 수 있다. 이 때 제1길이는 GPS 메시지의 수신 주기와 상기 PPS 신호의 수신 주기 간의 차이를 고려하여 설정될 수 있다. 보다 구체적으로, 제1길이는 PPS 신호의 수신 주기를 GPS 메시지의 수신 주기로 나눈 값을 기초로 설정될 수 있다. 따라서 이 경우 전자 장치(100)는 GPS 메시지를 1초에 한번을 초과하는 빈도로 수신하더라도 PPS 신호의 수신 주기인 1초에 한번 운영체제의 시간을 동기화할 수 있다.

[0050] 일 실시예에서, 전자 장치(100)는 제1시간 샘플들의 잡음(Noise)을 제거하기 위해, 기 설정된 시간 동안 계산된 제1시간 샘플들의 산술 평균 값을 제1시간 샘플들의 평균 값(V_s)으로 할 수 있다. 일 실시예에서, 전자 장치(100)는 제1시간 샘플들의 잡음(Noise)을 제거하기 위해, 도 5의 Clock Filter를 이용하여 기 설정된 시간 동안 계산된 제1시간 샘플들에 재귀 중간값 필터(Recursive Median Filter)를 적용하여 제1시간 샘플들의 평균 값(V_s)을 결정할 수 있다. 일 실시예에서, 도 5의 Phase Detector, Raw-offset Filter 및 Clock Filter는 전자 장치(100)의 NTP 데몬에서 실행될 수 있다.

[0051] 일 실시예에서, 전자 장치(100)는 제1시간 샘플들의 평균 값(V_s)과 운영체제의 타이머 인터럽트(Timer Interrupt) 또는 틱 인터럽트(Tick Interrupt)의 초당 발생 횟수(f_{os})를 기초로 운영체제의 시간을 동기화할 수 있다. 구체적으로, 전자 장치(100)는 제1시간 샘플들의 평균 값(V_s)과 운영체제의 타이머 인터럽트의 초당 발생 횟수(f_{os})를 기초로 타이머 인터럽트의 발생 주기를 갱신할 수 있다.

[0052] 일 실시예에서, 전자 장치(100)는 다음 수학적 식 1을 이용하여 목표 타이머 인터럽트 발생 주기(V_c)를 계산할 수 있다.

수학적 식 1

$$V_c = \frac{10^9 + V_s}{f_{os}}$$

[0053]

[0054] 위 수학적식에서, V_c 는 목표 타이머 인터럽트 발생 주기이며, 단위는 나노초(ns)이다. V_s 는 제1시간 샘플들의 평균 값이며, 단위는 나노초(ns)이다. f_{os} 는 운영체제의 타이머 인터럽트의 초당 발생 횟수이다.

[0055] 일 실시예에서, 전자 장치(100)는 도 5의 Phase/Frequency Prediction 블록을 이용하여 제1시간 샘플들의 평균 값(V_s)을 입력 받아 GPS 메시지에 포함된 GPS 시간(θ_r^+)과 PPS 신호에 기초한 운영체제의 시간(θ_c^-) 사이의 위상 차이 및 주파수 차이의 예측 값을 출력할 수 있다. 일 실시예에서, 전자 장치(100)는 도 5의 Clock Adjustment 블록을 이용하여 Phase/Frequency Prediction 블록에서 출력된 예측 값을 입력 받아 목표 타이머 인터럽트 발생 주기(V_c)를 계산하여 출력할 수 있다.

[0056] 전자 장치(100)는 목표 타이머 인터럽트 발생 주기(V_c)를 기초로 도 5의 VFO(Variable Frequency Oscillator)를 이용하여 운영체제의 현재 타이머 인터럽트 발생 주기를 목표 타이머 인터럽트 발생 주기(V_c)로 갱신할 수 있다. 일 실시예에서, 운영체제의 타이머 인터럽트 발생 주기를 갱신하는 과정은 운영체제의 커널(kernel)에서 수행될 수 있다. 전자 장치(100)는 갱신된 타이머 인터럽트를 기초로 운영체제의 현재 시간을 결정할 수 있다.

[0057] 무선 로컬 영역 네트워크 액세스 포인트의 시간 정보를 이용한 시간 동기화

[0058] 일 실시예에서, 전자 장치(100)는 GPS 메시지가 유효하지 않은 경우, 무선 로컬 영역 네트워크 상의 액세스 포인트의 시간 정보를 기초로 상기 운영체제의 시간을 동기화할 수 있다. 도 6은 본 개시에 따른 액세스 포인트의 시간 정보의 일 실시예를 나타낸다. 일 실시예에 따라, 액세스 포인트의 시간 정보는 무선 로컬 영역 네트워크의 MAC 프레임(Media Access Control Frame)을 포함할 수 있다. MAC 프레임은 비콘 프레임(Beacon Frame) 및 TA 프레임(Timing Advertisement Frame)을 포함할 수 있다.

[0059] 일 실시예에 따라, TA 프레임은 프레임을 구분하는 "태그 숫자(Tag Number)", 프레임의 길이를 나타내는 "태그 길이(Tag Length)", 외부 시간 사용 가능 여부를 나타내는 "시간 가용성(Timing Capabilities)", 시간 값의 표준 편차를 나타내는 "시간 오차(Time Error)", 몇 번째 시간 정보인지 나타내는 "시간 갱신 카운터(Time Update Counter)" 필드를 포함할 수 있다.

[0060] 일 실시예에 따라, TA 프레임은 액세스 포인트의 부팅 시간(T_{TA})을 포함할 수 있고, 비콘 프레임은 액세스 포인트의 부팅 이후 소요된 시간 간격(T_{TSF})을 포함할 수 있다. 예를 들어, 비콘 프레임은 액세스 포인트의 부팅 이후 비콘 프레임이 전자 장치(100)로 송신될 때까지 소요된 시간 간격을 포함할 수 있다. 전자 장치(100)의 운영체제의 시간을 동기화하기 위해, 전자 장치(100)는 비콘 프레임에 포함된 시간 간격(T_{TSF})과 TA 프레임에 포함된 부팅 시간(T_{TA})을 기초로 액세스 포인트의 현재 시간을 결정할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(100)는 비콘 프레임에 포함된 시간 간격(T_{TSF})과 TA 프레임에 포함된 부팅 시간(T_{TA})을 기초로 액세스 포인트가 비콘 프레임을 송신한 시간(T_{AP})을 결정할 수 있다. 일 실시예에서, 전자 장치(100)는 비콘 프레임에 포함된 시간 간격(T_{TSF})과 TA 프레임에 포함된 부팅 시간(T_{TA})을 더하여 액세스 포인트가 비콘 프레임을 송신한 시간(T_{AP})을 계산할 수 있다.

[0061] 다른 실시예에 따라, 액세스 포인트의 부팅 시간은 비콘 프레임에 포함될 수 있다. 이 경우, 전자 장치(100)는 별도의 TA 프레임을 수신하지 않고 비콘 프레임에 포함된 시간 간격(T_{TSF}) 및 부팅 시간(T_{TA})을 기초로 액세스 포인트가 비콘 프레임을 송신한 시간(T_{AP})을 계산할 수 있다.

- [0062] 일 실시예에 따라, 전자 장치(100)는 액세스 포인트가 비콘 프레임을 송신한 시간(T_{AP})을 기초로 운영체제의 현재 시간을 갱신할 수 있다. 일 실시예에 따라, 전자 장치(100)는 액세스 포인트가 비콘 프레임을 송신한 시간(T_{AP})을 운영체제의 현재 시간(T_{Node})으로 할 수 있다.
- [0063] 일 실시예에 따라, 전자 장치(100)는 무선 통신 지연시간 및 각종 처리로 인한 지연시간과 오버헤드를 고려하고, 측정 값의 잡음을 제거하기 위해 액세스 포인트가 비콘 프레임을 송신한 시간(T_{AP})을 기초로 운영체제의 현재 시간(T_{Node})을 결정 할 수 있다. 구체적으로, 전자 장치(100)는 액세스 포인트의 부팅 이후 비콘 프레임을 전자 장치(100)로 송신할 때까지 소요된 시간 간격(T_{TSF})과 액세스 포인트의 부팅 시간(T_{TA})을 더하여 액세스 포인트가 비콘 프레임을 송신한 시간(T_{AP})을 계산한 다음, T_{AP} 에서 운영체제의 현재 시간(T_{Node})을 뺀 제2시간 샘플을 계산할 수 있다. 전자 장치(100)는 제2배열에 제2시간 샘플을 저장하고, 제2배열이 가득 찼는지 검사할 수 있다.
- [0064] 전자 장치(100)는 검사 결과 제2배열이 가득 차지 않은 경우, 액세스 포인트로부터 다음 시간 정보를 수신 받아, 액세스 포인트의 부팅 이후 비콘 프레임을 전자 장치(100)로 송신할 때까지 소요된 시간 간격(T_{TSF})과 액세스 포인트의 부팅 시간(T_{TA})을 더하여 액세스 포인트가 비콘 프레임을 송신한 시간(T_{AP})을 계산한 다음, T_{AP} 에서 운영체제의 현재 시간(T_{Node})을 뺀 제2시간 샘플을 계산하고, 제2배열에 제2시간 샘플을 저장할 수 있다. 이렇게 제2배열에 제2시간 샘플이 누적되면 제2배열이 가득 차게 된다.
- [0065] 전자 장치(100)는 검사 결과 제2배열이 가득 찬 경우, 제2배열에 저장된 제2시간 샘플들을 오름차순으로 정렬하고, 중간값 필터(Median Filter)를 적용하여 정렬된 제2시간 샘플들의 평균 값($T_{DiffMean}$)을 계산할 수 있다. 전자 장치(100)는 평균 값($T_{DiffMean}$)을 기초로 운영체제의 현재 시간(T_{Node})을 갱신할 수 있다. 보다 구체적으로, 전자 장치(100)는 평균 값($T_{DiffMean}$)을 기초로 아래 수학적 식 2 를 이용하여 운영체제의 현재 시간(T_{Node})을 갱신할 수 있다.

수학적 식 2

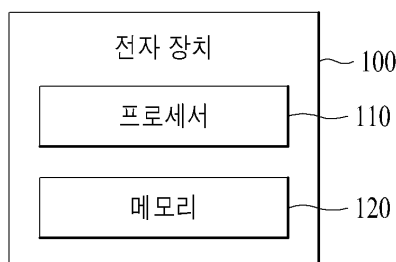
- [0066]
$$T_{Node_new} = T_{Node} + T_{DiffMean}$$
- [0067] 위 수학적식에서 T_{Node_new} 는 갱신된 운영체제의 시간, T_{Node} 는 운영체제의 현재 시간, $T_{DiffMean}$ 은 제2시간 샘플들의 평균 값이다.
- [0068] 전자 장치(100)는 T_{Node_new} 를 운영체제의 시간으로 하여 운영체제의 현재 시간(T_{Node})을 갱신할 수 있다.
- [0069] 도 7 은 일 실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법을 나타낸다.
- [0070] 도 7 의 동작 방법의 각 단계는 도 1 의 전자 장치(100)에 의해 수행될 수 있으므로, 도 1 과 중복되는 내용에 대해서는 설명을 생략한다.
- [0071] 단계 S700 에서, 전자 장치(100)는 GPS 메시지와 PPS 신호를 수신할 수 있다.
- [0072] 단계 S710 에서, 전자 장치(100)는 GPS 메시지의 유효 여부를 확인할 수 있다. GPS 메시지는 NMEA(National Marine Electronics Association) 메시지를 포함하고, 전자 장치(100)는 NMEA 메시지에 포함된 정보를 기초로 GPS 메시지의 유효 여부를 확인할 수 있다.
- [0073] 단계 S721 에서, 전자 장치(100)는 GPS 메시지가 유효한 경우, GPS 메시지 및 PPS 신호를 기초로 운영체제의 시간을 동기화할 수 있다.
- [0074] 단계 S722에서, 전자 장치(100)는 GPS 메시지가 유효하지 않은 경우, 전자 장치(100)는 무선 로컬 영역 네트워크 상의 액세스 포인트의 시간 정보를 기초로 운영체제의 시간을 동기화할 수 있다.

- [0075] 도 8 은 일 실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법을 나타낸다.
- [0076] 도 8 의 동작 방법의 각 단계는 도 1 의 전자 장치(100)에 의해 수행될 수 있으므로, 도 1 과 중복되는 내용에 대해서는 설명을 생략한다.
- [0077] 단계 S810 에서, 전자 장치(100)는 GPS 메시지에 포함된 GPS 시간 및 PPS 신호에 기초한 운영체제의 시간의 차분을 기초로 제1시간 샘플을 계산할 수 있다.
- [0078] GPS 메시지의 수신 주기는 상기 PPS 신호의 수신 주기보다 짧을 수 있고, 전자 장치(100)는 GPS 메시지의 수신 주기와 상기 PPS 신호의 수신 주기 간의 차이로 인해 발생하는 동기화 오차를 보상할 수 있다.
- [0079] 단계 S820 에서, 전자 장치(100)는 기 설정된 시간 동안 계산된 제1시간 샘플들에 재귀 중간값 필터를 적용하여 제1시간 샘플들의 평균 값을 결정할 수 있다.
- [0080] 단계 S830 에서, 전자 장치(100)는 평균 값과 운영체제의 타이머 인터럽트의 발생 주기를 기초로 운영체제의 시간을 동기화할 수 있다.
- [0081] 도 9 는 일 실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법을 나타낸다.
- [0082] 도 9 의 동작 방법의 각 단계는 도 1 의 전자 장치(100)에 의해 수행될 수 있으므로, 도 1 과 중복되는 내용에 대해서는 설명을 생략한다.
- [0083] 단계 S910에서, 전자 장치(100)는 제1길이를 가지는 제1배열에 GPS 메시지에 포함된 GPS 시간 및 PPS 신호에 기초한 운영체제의 시간의 차분을 저장할 수 있다. 제1길이는 상기 GPS 메시지의 수신 주기와 상기 PPS 신호의 수신 주기 간의 차이를 고려하여 설정될 수 있다.
- [0084] 단계 S920 에서, 전자 장치(100)는 제1배열이 가득 찼는지 검사할 수 있다.
- [0085] 단계 S930 에서, 전자 장치(100)는 검사 결과 제1배열이 가득 찬 경우, 제1배열에 저장된 차분들 중에서 0에 가장 가까운 차분을 제1시간 샘플로 결정하고, 제1배열을 비울 수 있다.
- [0086] 도 10 는 일 실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법을 나타낸다.
- [0087] 도 10 의 동작 방법의 각 단계는 도 1 의 전자 장치(100)에 의해 수행될 수 있으므로, 도 1 과 중복되는 내용에 대해서는 설명을 생략한다.
- [0088] 단계 S1000 에서, 전자 장치(100)는 GPS 메시지와 PPS 신호를 수신할 수 있다.
- [0089] 단계 S1010 에서, 전자 장치(100)는 GPS 메시지의 유효 여부를 확인할 수 있다. GPS 메시지는 NMEA(National Marine Electronics Association) 메시지를 포함하고, 전자 장치(100)는 NMEA 메시지에 포함된 정보를 기초로 GPS 메시지의 유효 여부를 확인할 수 있다.
- [0090] 단계 S1021 에서, 전자 장치(100)는 GPS 메시지가 유효한 경우, GPS 메시지 및 PPS 신호를 기초로 운영체제의 시간을 동기화할 수 있다.
- [0091] 단계 S1022 에서, 전자 장치(100)는 GPS 메시지가 유효하지 않은 경우, GPS 메시지에 포함된 GPS 시간과 운영체제의 시간의 차이가 기 설정된 허용 범위를 초과하는지 판단할 수 있다.
- [0092] 단계 S1032 에서, 전자 장치(100)는 판단 결과 차이가 허용 범위를 초과하는 경우, 액세스 포인트의 시간 정보를 기초로 운영체제의 시간을 동기화할 수 있다.
- [0093] 도 11 은 일 실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법을 나타낸다.
- [0094] 도 11 의 동작 방법의 각 단계는 도 1 의 전자 장치(100)에 의해 수행될 수 있으므로, 도 1 과 중복되는 내용에 대해서는 설명을 생략한다.
- [0095] 단계 S1100 에서, 전자 장치(100)는 액세스 포인트로부터 시간 정보를 수신할 수 있다. 시간 정보는 액세스 포인트의 부팅 시간 및 액세스 포인트의 부팅 이후 소요된 시간 간격을 포함할 수 있다.
- [0096] 단계 S1110 에서, 전자 장치(100)는 액세스 포인트의 부팅 시간 및 액세스 포인트의 부팅 이후 소요된 시간 간격의 합에서 운영체제의 현재 시간을 뺀 제2시간 샘플을 계산할 수 있다.
- [0097] 단계 S1120 에서, 전자 장치(100)는 제2배열에 제2시간 샘플을 저장할 수 있다.

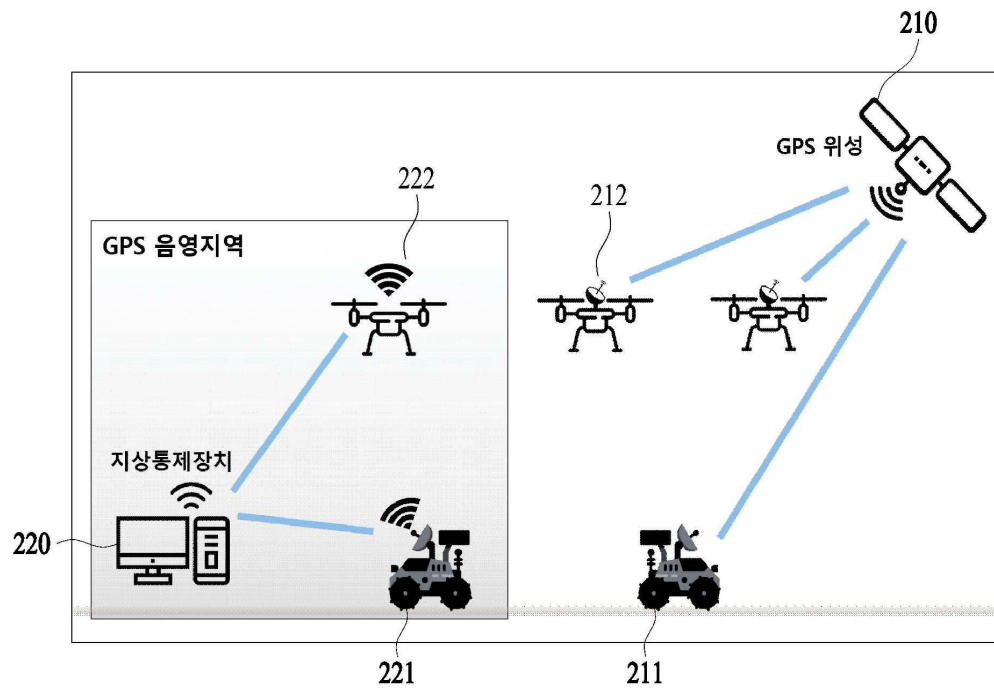
- [0098] 단계 S1130 에서, 전자 장치(100)는 제2배열이 가득 찼는지 검사할 수 있다.
- [0099] 단계 S1140 에서, 전자 장치(100)는 검사 결과 제2배열이 가득 찬 경우, 제2배열에 저장된 제2시간 샘플들을 오름차순으로 정렬하고, 중간값 필터를 적용하여 정렬된 제2시간 샘플들의 평균 값을 계산할 수 있다.
- [0100] 단계 S1150 에서, 전자 장치(100)는 평균 값을 기초로 운영체제의 현재 시간을 갱신할 수 있다.
- [0101] 전술한 실시예들에 따른 전자 장치는, 프로세서, 프로그램 데이터를 저장하고 실행하는 메모리, 디스크 드라이브와 같은 영구 저장부(permanent storage), 외부 장치와 통신하는 통신 포트, 터치 패널, 키(key), 버튼 등과 같은 사용자 인터페이스 장치 등을 포함할 수 있다. 소프트웨어 모듈 또는 알고리즘으로 구현되는 방법들은 상기 프로세서상에서 실행 가능한 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드들 또는 프로그램 명령들로서 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체 상에 저장될 수 있다. 여기서 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체로 마그네틱 저장 매체(예컨대, ROM(read-only memory), RAM(random-access memory), 플로피 디스크, 하드 디스크 등) 및 광학적 판독 매체(예컨대, 시디롬(CD-ROM), 디브이디(DVD: Digital Versatile Disc)) 등이 있다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템들에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 판독 가능한 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 매체는 컴퓨터에 의해 판독가능하며, 메모리에 저장되고, 프로세서에서 실행될 수 있다.
- [0102] 본 실시 예는 기능적인 블록 구성들 및 다양한 처리 단계들로 나타내어질 수 있다. 이러한 기능 블록들은 특정 기능들을 실행하는 다양한 개수의 하드웨어, 소프트웨어, 또는 이들의 조합들로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시 예는 하나 이상의 마이크로프로세서들의 제어 또는 다른 제어 장치들에 의해서 다양한 기능들을 실행할 수 있는, 메모리, 프로세싱, 로직(logic), 룩 업 테이블(look-up table) 등과 같은 직접 회로 구성들을 채용할 수 있다. 구성 요소들이 소프트웨어 프로그래밍 또는 소프트웨어 요소들로 실행될 수 있는 것과 유사하게, 본 실시 예는 데이터 구조, 프로세스들, 루틴들 또는 다른 프로그래밍 구성들의 조합으로 구현되는 다양한 알고리즘을 포함하여, C, C++, 자바(Java), 어셈블러(assembler) 등과 같은 프로그래밍 또는 스크립팅 언어로 구현될 수 있다. 기능적인 측면들은 하나 이상의 프로세서들에서 실행되는 알고리즘으로 구현될 수 있다. 또한, 본 실시 예는 전자적인 환경 설정, 신호 처리, 데이터 처리 또는 이들의 조합 등을 위하여 종래 기술을 채용할 수 있다. "매커니즘", "요소", "수단", "구성"과 같은 용어는 넓게 사용될 수 있으며, 기계적이고 물리적인 구성들로서 한정되는 것은 아니다. 상기 용어는 프로세서 등과 연계하여 소프트웨어의 일련의 처리들(routines)의 의미를 포함할 수 있다.
- [0103] 본 실시 예에서 설명하는 특정 예시들로서, 어떠한 방법으로도 기술적 범위를 한정하는 것은 아니다.
- [0104] 본 명세서(특히 특허청구범위에서)에서 "상기"의 용어 및 이와 유사한 지시 용어의 사용은 단수 및 복수 모두에 해당하는 것일 수 있다. 또한, 범위(range)를 기재한 경우 상기 범위에 속하는 개별적인 값을 포함하는 것으로서(이에 반하는 기재가 없다면), 상세한 설명에 상기 범위를 구성하는 각 개별적인 값을 기재한 것과 같다. 마지막으로, 방법을 구성하는 단계들에 대하여 명백하게 순서를 기재하거나 반하는 기재가 없다면, 상기 단계들은 적당한 순서로 행해질 수 있다. 반드시 상기 단계들의 기재 순서에 한정되는 것은 아니다. 모든 예들 또는 예시적인 용어(예들 들어, 등등)의 사용은 단순히 기술적 사상을 상세히 설명하기 위한 것으로서 특허청구범위에 의해 한정되지 않는 이상 상기 예들 또는 예시적인 용어로 인해 범위가 한정되는 것은 아니다. 또한, 당업자는 다양한 수정, 조합 및 변경이 부가된 특허청구범위 또는 그 균등물의 범주 내에서 설계 조건 및 팩터에 따라 구성될 수 있음을 알 수 있다.

도면

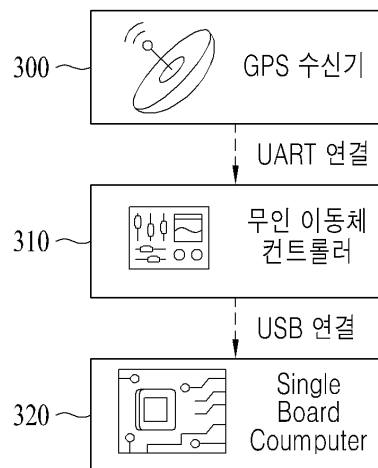
도면1



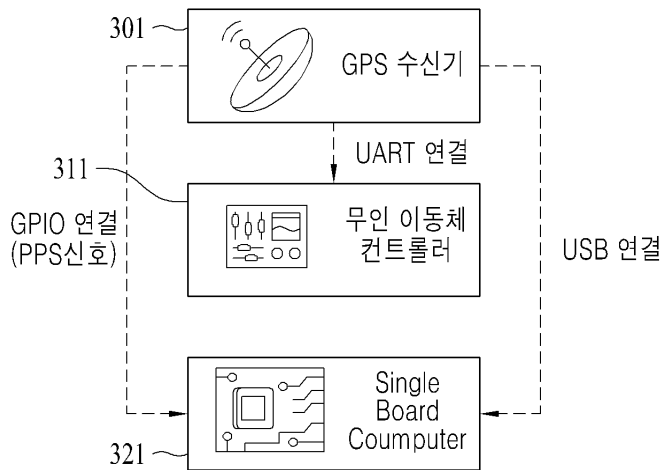
도면2



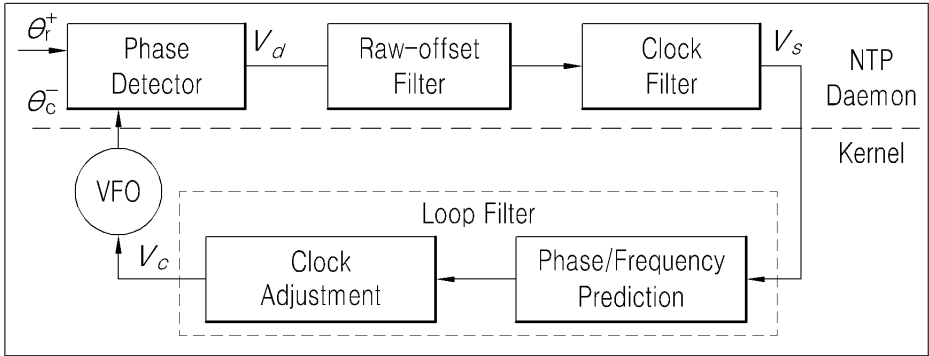
도면3



도면4



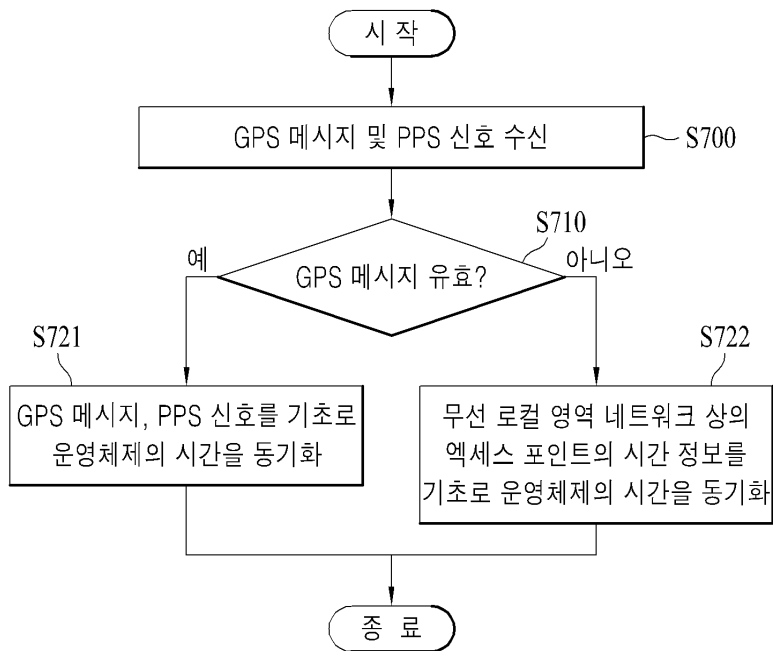
도면5



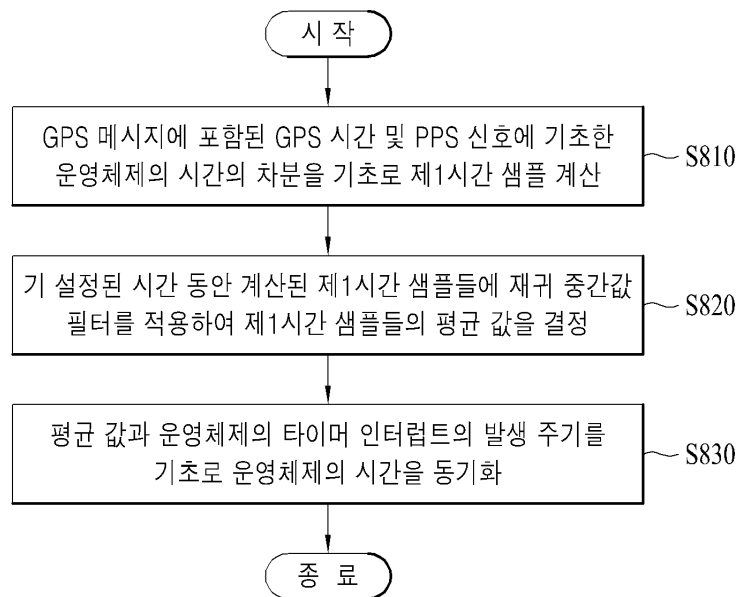
도면6

1byte	→	Tag Number
1byte	→	Tag Length
1byte	→	Timing capabilities
2byte	→	Year
1byte	→	Month
1byte	→	Day
1byte	→	Hours
1byte	→	Minutes
1byte	→	Seconds
2byte	→	Milliseconds
1byte	→	Reserved
5byte	→	Time error
1byte	→	Time update counter

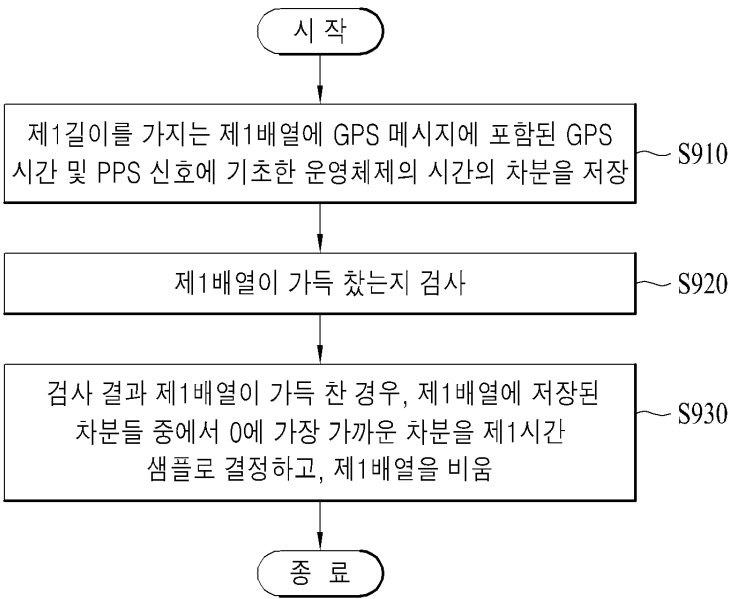
도면7



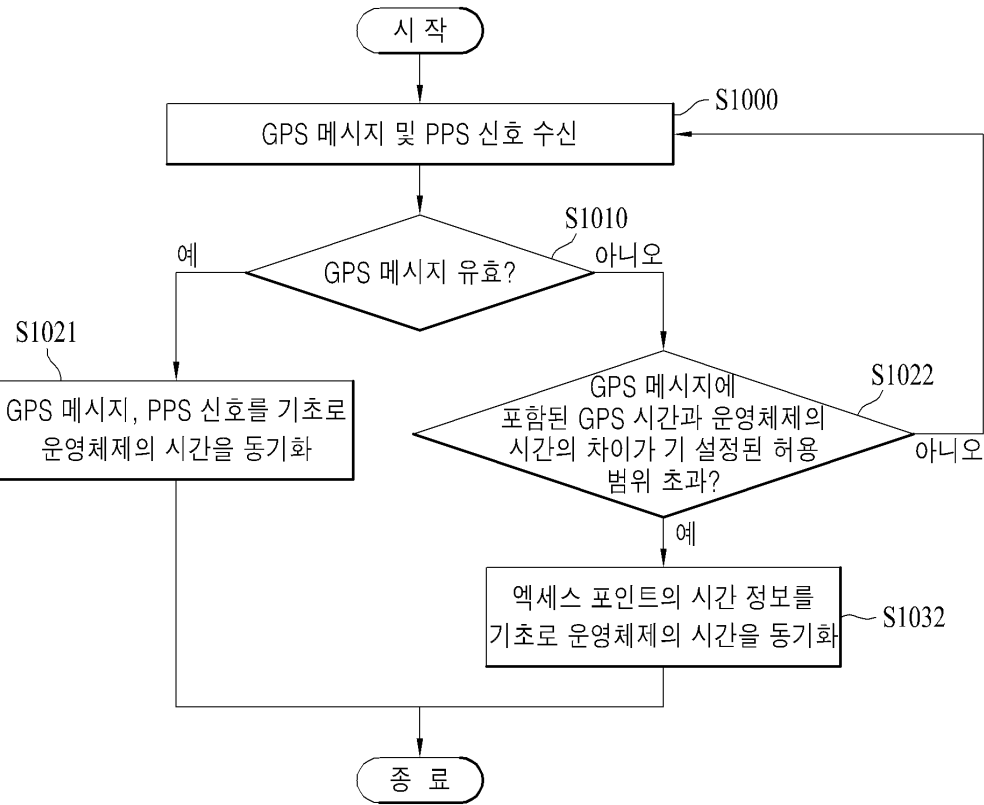
도면8



도면9



도면10



도면11

