



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0037362
(43) 공개일자 2012년04월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 5/02 (2010.01) G01S 3/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7017352
(22) 출원일자(국제) 2010년06월08일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2011년07월22일
(86) 국제출원번호 PCT/US2010/037709
(87) 국제공개번호 WO 2011/011118
국제공개일자 2011년01월27일
(30) 우선권주장
12/509,391 2009년07월24일 미국(US)

(71) 출원인
트루포지션, 인크.
미국 펜실베이니아 19312 벌윈 수트 200 체스터브룩
블러바드 1000
(72) 발명자
불, 제프리, 에프.
미국 18914 펜실베이니아주 첼폰트 에스펜 코트 100
코헨, 벤자민, 에이치.
미국 19355 펜실베이니아주 델번 크레스트사이드 웨
이 102
노가드, 아담, 더블유.
미국 17552 펜실베이니아주 엠티. 조이 버터컵 레인
4131
(74) 대리인
백만기, 양영준

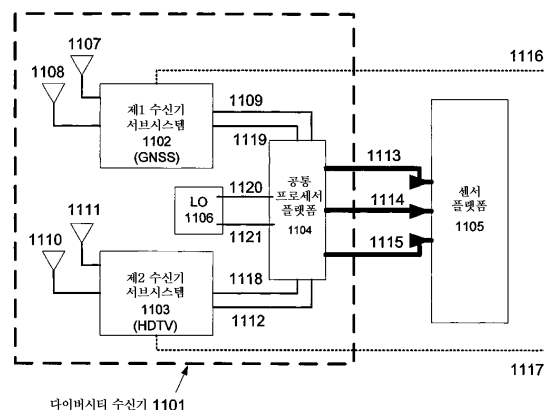
전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 발명의 명칭 다이버시티 시간 및 주파수 위치확인 수신기

(57) 요약

넓은 주파수 범위에 걸쳐 방송 전파(airwave)를 모니터링하고, 중요한 주파수들이 재밍되고 있거나 기타의 방식으로 간섭받고 있는 때를 검출하며, 간섭이 제거될 수 있도록 간섭 소스의 위치를 파악하는 능력을 제공하기 위해, 광대역 소프트웨어 정의된 무선장치(SDR; Software Defined Radio)를 이용하는 광역 센서 네트워크가 개시된다. 또한, 다이버시티 수신기가 개시된다. 다이버시티 수신기는 WLS의 센서 플랫폼을 위치확인하고 동기화하는데 이용하기 위한 위치, 시간 및 주파수 기준을 발생시킨다. 실시예에서, 다이버시티 수신기는 지상 브로드캐스트 수신기를 포함하는 제1 수신기 서브시스템과, 제1 링크 수단을 통해 제1 수신기 서브시스템에 결합된 공통 프로세서 플랫폼(CPP)을 포함한다. 제1 수신기 서브시스템은 제1 링크 수단을 통해 CPP에 안정된 시간 기준 및 위치 정보를 제공한다. 또한, 다이버시티 수신기는, 다이버시티 수신기를 센서 플랫폼에 결합시키고 시간 및 주파수 기준과 위치 데이터를 센서 플랫폼에 제공하기 위한 제2 링크 수단을 포함한다.

대표도 - 도11



특허청구의 범위

청구항 1

무선 위치확인 시스템(WLS; Wireless Location System)의 센서 플랫폼들을 위치확인하고 동기화하는데 사용하기 위한 위치, 시간, 및 주파수 기준을 발생시키기 위한 다이버시티 수신기(diversity receiver)로서,

지상 브로드캐스트 수신기를 포함하는 제1 수신기 서브시스템;

제1 링크 수단을 통해 상기 제1 수신기 서브시스템에 결합된 공통 프로세서 플랫폼(CPP; Common Processor Platform) - 상기 제1 수신기 서브시스템은 상기 제1 링크 수단을 통해 상기 CPP에 안정된 시간 기준 및 위치 정보를 제공함 -; 및

상기 다이버시티 수신기를 센서 플랫폼에 결합시키고 또한 시간 및 주파수 기준들과 위치 데이터를 상기 센서 플랫폼에게 제공하기 위한 제2 링크 수단

을 포함하는 다이버시티 수신기.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 지상 브로드캐스트 수신기는 HDTV 수신기를 포함하는, 다이버시티 수신기.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 지상 브로드캐스트 수신기는, 브로드캐스터 위치(broadcaster location)들, 채널 할당들 및 타이밍 특성들과 파라미터들을 포함한 보조 정보(aiding information)를 통신하는 보조 신호를 수신하기 위한 안테나를 포함하는, 다이버시티 수신기.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 지상 브로드캐스트 수신기는, 브로드캐스터 위치들, 채널 할당들 및 타이밍 특성들과 파라미터들을 포함한 보조 정보를 수신하기 위한 보조 정보 인터페이스를 포함하는, 다이버시티 수신기.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 보조 정보 인터페이스는 상기 지상 수신기를 랜드사이드(landside) 보조 서버 또는 네트워크에 결합시키도록 구성되는, 다이버시티 수신기.

청구항 6

제1항에 있어서, 제3 링크 수단을 통해 상기 CPP에 연동된(operatively coupled) GNSS 수신기를 포함하는 제2 수신기 서브시스템을 더 포함하고, 상기 제2 수신기 서브시스템은 상기 제3 링크 수단을 통해 상기 CPP에게 제2의 안정된 시간 기준 및 위치 정보를 제공하는, 다이버시티 수신기.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 GNSS 수신기는, GNSS 보조 신호의 수신을 위한 보조 정보 인터페이스를 포함하고, 상기 보조 신호는, 위성 성상도 궤도 정보(satellite constellation orbital information)와, 클록 드리프트, 대기층 신호 지연, 및 전리층 지연을 보정하는데 이용되는 기타의 정보를 통신하고, 그에 의해 GNSS 수신기의 위치 추정과 시간 및 주파수 기준들의 정확도가 향상될 수 있는, 다이버시티 수신기.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 GNSS 수신기는 랜드사이드(landside) 보조 서버 또는 네트워크로부터 보조 정보를 수신하기 위한 보조 정보 인터페이스를 포함하는, 다이버시티 수신기.

청구항 9

제7항 또는 제8항에 있어서, 상기 GNSS 수신기는, 어떠한 GNSS 신호들도 이용가능하지 않을 때 시간 및 주파수

기준들이 제공되는 정적 타이밍 모드에서 동작하도록 구성되는, 다이버시티 수신기.

청구항 10

제6항에 있어서, 상기 CPP는, 고정 시간(time to fix), 신호 품질, 또는 오퍼레이터 선호도에 기초하여 1차 및 2차 수신기 서브시스템을 지정하도록 구성되는, 다이버시티 수신기.

청구항 11

제6항에 있어서, 상기 CPP에 연동된 기준 발진기를 더 포함하고, 상기 CPP는, 상기 제1 및 상기 제3 링크 수단을 통해 상기 제1 및 상기 제2 수신기 서브시스템들과 통신하고, 상기 수신기 서브시스템들로부터 안정된 시간 신호들을 수신하며, 상기 기준 발진기를 규율(discipline)하기 위해 상기 시간 신호들 중 적어도 하나를 이용하도록 구성되며, 상기 기준 발진기는 안정된 주파수 기준을 상기 CPP에게 제공하는, 다이버시티 수신기.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 CPP는, 상기 제1 및 상기 제2 수신기 서브시스템들 중 하나를 선택하거나, 또는 상기 센서 플랫폼에 제공될 최적화된 시간 기준, 주파수 기준 및 시간스탬프를 생성하기 위해 상기 수신기 서브시스템들에 의해 제공된 정보를 하이브리드화하도록 또한 구성되는, 다이버시티 수신기.

청구항 13

위치확인 센서들의 네트워크를 포함하는 무선 위치확인 시스템(WLS; Wireless Location System)에서 사용하기 위한 제1 위치확인 센서로서,

HDTV 수신기를 포함하는 제1 수신기 서브시스템;

제1 링크 수단을 통해 상기 제1 수신기 서브시스템에 결합된 공통 프로세서 플랫폼(CPP) - 상기 제1 수신기 서브시스템은 상기 제1 링크 수단을 통해 상기 CPP에게 안정된 시간 기준 및 위치 정보를 제공함 -;

다이버시티 수신기를 센서 플랫폼에 결합시키고 또한 시간 및 주파수 기준들과 위치 데이터를 상기 센서 플랫폼에게 제공하기 위한 제2 링크 수단;

제3 링크 수단을 통해 상기 CPP에 연동된 GNSS 수신기를 포함하는 제2 수신기 서브시스템 - 상기 제2 수신기 서브시스템은 상기 제3 링크 수단을 통해 상기 CPP에게 제2 안정된 시간 기준 및 위치 정보를 제공함 -; 및

상기 CPP에 연동된 기준 발진기

를 포함하고,

상기 CPP는 상기 제1 및 상기 제3 링크 수단들을 통해 상기 제1 및 상기 제2 수신기 서브시스템들과 통신하고, 상기 수신기 서브시스템들로부터 안정된 시간 신호들을 수신하며, 상기 기준 발진기를 규율하기 위해 상기 시간 신호들 중 적어도 하나를 이용하도록 구성되며, 상기 기준 발진기는 안정된 주파수 기준을 상기 CPP에게 제공하는, 제1 위치확인 센서.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 HDTV 수신기는, 브로드캐스터 위치들, 채널 할당들 및 타이밍 특성들과 파라미터들을 포함하는 보조 정보를 통신하는 보조 신호를 수신하기 위한 안테나를 포함하는, 제1 위치확인 센서.

청구항 15

제13항에 있어서, 상기 HDTV 수신기는, 브로드캐스터 위치들, 채널 할당들 및 타이밍 특성들과 파라미터들을 포함하는 보조 정보를 수신하기 위한 보조 정보 인터페이스를 포함하는, 제1 위치확인 센서.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 보조 정보 인터페이스는 지상 수신기를 랜드사이드 보조 서버 또는 네트워크에 결합시키도록 구성되는, 제1 위치확인 센서.

청구항 17

제13항에 있어서, 상기 GNSS 수신기는 GNSS 보조 신호의 수신을 위한 보조 정보 인터페이스를 포함하고, 상기 보조 신호는, 위성 정상도 궤도 정보와, 클록 드리프트, 대기층 신호 지연, 및 전리층 지연을 보정하는데 이용되는 기타의 정보를 통신하고, 그에 의해 GNSS 수신기의 위치 추정과 시간 및 주파수 기준들의 정확도가 향상될 수 있는, 제1 위치확인 센서.

청구항 18

제13항에 있어서, 상기 GNSS 수신기는 랜드사이드 보조 서버 또는 네트워크로부터 보조 정보를 수신하기 위한 보조 정보 인터페이스를 포함하는, 제1 위치확인 센서.

청구항 19

제17항 또는 제18항에 있어서, 상기 GNSS 수신기는, 어떠한 GNSS 신호들도 이용가능하지 않을 때 시간 및 주파수 기준들이 제공되는 정적 타이밍 모드에서 동작하도록 구성되는, 제1 위치확인 센서.

청구항 20

제13항에 있어서, 상기 CPP는, 고정 시간, 신호 품질 또는 오퍼레이터 선호도에 기초하여 1차 및 2차 수신기 서브시스템을 지정하도록 구성되는, 제1 위치확인 센서.

청구항 21

제13항에 있어서, 상기 CPP는, 상기 제1 및 상기 제2 수신기 서브시스템들 중 하나를 선택하거나, 상기 센서 플랫폼에게 제공될 최적화된 시간 기준, 주파수 기준, 및 시간스탬프를 생성하기 위해 상기 수신기 서브시스템들에 의해 제공되는 정보를 하이브리드화(hybridize)하도록 또한 구성되는, 제1 위치확인 센서.

청구항 22

무선 위치확인 시스템(WLS)의 위치확인 센서의 위치를 결정하기 위한 시스템으로서,

전체 타이밍 정보(gross timing information)를 획득하기 위한 수단;

지상 신호들에 대한 보정 계수(correction factors)들을 획득하기 위한 수단;

지상 브로드캐스트 신호들을 획득하기 위한 수단; 및

상기 지상 신호들 및 상기 보정 계수들을 이용하여 상기 센서의 위치를 계산하고, 상기 계산된 위치가 정의된 공차(defined tolerance) 내에 있을 때까지 상기 계산된 위치를 개선(refine)하기 위한 수단

을 포함하고,

상기 계산된 위치는 상기 WLS의 후속 동작에 사용하는데에 이용가능한, 시스템.

청구항 23

제22항에 있어서, 상기 전체 타이밍 정보는 국제 원자 시간(IAT; International Atomic Time)의 10ms 이내까지 정확한, 시스템.

청구항 24

무선 위치확인 시스템(WLS)의 위치확인 센서의 위치를 결정하기 위한 방법으로서 - 상기 위치확인 센서는 GNSS 신호들을 수신할 수 없음 -,

전체 타이밍 정보를 획득하는 단계;

지상 신호들에 대한 보정 계수들을 획득하는 단계;

지상 브로드캐스트 신호들을 획득하고, 상기 지상 신호들과 상기 보정 계수들을 이용하여 상기 센서의 위치를 계산하는 단계;

상기 계산된 위치가 정의된 공차 내에 있을 때까지 상기 계산된 위치를 개선하는 단계; 및

상기 계산된 위치를 상기 WLS의 후속 동작에서 사용하기 위해 저장하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 25

제24항에 있어서, 상기 전체 타이밍 정보는 국제 원자 시간(IAT)의 10ms 이내까지 정확한, 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 출원은, 그 전체를 참조로서 인용하는, 2008년 12월 30일 출원된 발명의 명칭이 "Interference Detection, Characterization and Location in a Wireless Communications or Broadcast System"인 미국 출원 번호 제 12/346,598호의 일부 계속 출원(continuation-in-part)인, 2009년 7월 24일 출원된 발명의 명칭이 "Diversity Time and Frequency Receiver"인 미국 출원 번호 제 12/509,391호의 우선권을 주장한다.

[0002] 본 출원의 한 양태는 일반적으로, 특히 네트워크-기반의 무선 위치확인 시스템(WLS; Wireless Location System)을 이용하여, 무선 통신 및 브로드캐스트 네트워크의 지리적 커버리지 내의 간섭하는 송신기들을 검출하고 위치확인하는 것에 관한 것이다. 추가적으로, 본 출원은, 타이밍 및 위치 발생 모두를 위한 다이버시티 수신기의 이용을 포함한, 본 출원의 도 4나 및 상기 언급한 출원 번호 제 12/346,598호에 도시된 다이버시티 타이밍 수신기(diversity timing receiver)의 개선에 대해 설명한다.

배경기술

[0003] 노이즈 존재하의 무선 신호의 특성정의(characterization)는 고전적인 무선 문제이다. 이른바 "동일 채널(co-channel)" 또는 "인접 채널" 간섭, 불요 신호(spurious signal)들은 통상의 동작 동안에 수신기가 처리해야 하는 무선 노이즈의 일부로서 간주된다.

[0004] 전통적인 무선 및 텔레비전 방송으로부터 양방향 지상 및 위성 무선 통신에 이르기까지 무선 통신의 이용이 증가함에 따라, 무선 전송의 가치는 증가하고 있다. 그리고, 무선 전송의 가치가 증가함에 따라, 서비스 거부 공격(denial of service attack)과 같은 의도적인 간섭 문제도 역시 증가하고 있다.

[0005] 간섭 무선 신호의 검출 및 간섭 신호의 특성정의는 본 분야에 공지되어 있다. 대체로 미국(US) 연방 통신 위원회(FCC) 강화된 9-1-1 체제의 후원하에, 광역 배치에 적합한 위치정보서비스(geolocation) 기술들이 생성되어 왔다. 예를 들어, 큰 도시 환경에서 다중경로(multipath)를 완화하는 시스템의 능력을 검증하기 위해 필라델피아와 볼티모어에서 1995년 및 1996년의 수개월 동안에 몇 차례 실험이 수행되었다. 1996년에, TruePosition은 텍사스 휴스턴에, 이 지역에서의 기술의 유효성 및 E9-1-1 시스템과 직접 인터페이스하는 능력을 검사하기 위해 사용된 첫 번째 상용 시스템을 텍사스 휴스턴에 구축하였다. 1997년에, 뉴저지주의 350 평방 마일 영역에서 위치확인 시스템(location system)이 테스트되었고 곤경에 처한 실제 사람들로부터의 실제 9-1-1 콜을 위치 확인하기 위해 사용되었다.

[0006] 이하에서는, 넓은 영역에 걸쳐 포괄적인 간섭 무선 신호를 위치확인하는데에 적용할 수 있는 네트워크-기반의 위치정보서비스 기술의 개요가 제공된다.

[0007] 위치정보서비스(Geolocation) 기술

[0008] 위치정보서비스는, 무선 전파의 전파(propagation) 특성을 이용함으로써 무선 주파수(RF) 신호의 소스(source)를 결정하는 프로세스이다. 무선 전파가 그 근원지로부터 전파함에 따라, 전파는 모든 방향으로 구면파처럼 확산한다. 전파는 고정된 속도로 이동하기 때문에 시간 지연을 보이며, 구면형 확산 때문에 피상 전력 감소(apparent reduction in power)를 동반한다. 따라서, 고정된 근원지에 관하여 고정된 수신지에서, RF 신호는 특정한 방향으로부터 비롯하고, 근원지와 수신지간의 거리에 비례하는 시간 지연을 나타내고, 근원지와 수신지간의 거리에 비례하는 양만큼의 전력 감소를 나타내는 것으로 보인다.

[0009] 시간 지연을 활용하는 위치정보서비스 기술은, 도달 시간(TOA; Time-of-Arrival) 및 도달 시간차(TDOA; Time-Difference-of-Arrival) 기술이라 알려져 있다. 무선 전파의 전력 변화 특성을 활용하는 위치정보서비스 기술은, 도달 전력(POA; Power-of-Arrival) 및 도달 전력차(PDOA; Power-Difference-of-Arrival) 기술이라 알려져 있다. 도달 각도(AoA; Angle-of-Arrival) 위치정보서비스 기술은, RF 소스가 발생하는 것으로 보이는 방향을 측정한다. 무선 전파는 또한, 소스가 움직이거나 소스를 수신하는 센서가 움직일 때 도플러 효과(Doppler

effect)의 결과로서 주파수에서의 피상적 변화(apparent change)를 겪는다. 주파수 편이량은 소스와 수신 센서 간의 상대 속도 뿐만 아니라 소스의 중심 주파수에도 의존한다. RF 신호 전파의 이러한 특성을 활용하는 위치 정보서비스 기술은, 도달 주파수차(FDOA; Frequency-Difference-of-Arrival) 기술이라 알려져 있다.

[0010] 각각의 위치정보서비스 기술은, 위치확인 정확성 면에서 상이한 성능 수준을 제공하며, 광역 센서 네트워크(WASN; Wide Area Sensor Network) 내의 센서들(즉, SDR(software defined radios))에 상이한 요건을 부과한다. WASN의 핵심적 잇점은, RF 신호의 근원지를 결정하기 위해 무선 전파의 전파 특성(propagation characteristics)들 모두의 활용을 허용하도록 전력에서 캘리브레이트되고 시간 및 주파수에서 동기화된 센서 플랫폼이다. SDR의 다채널 RF-대-IF 스테이지는, SDR이 입사 RF 에너지의 AoA를 결정하기 위해 방향 발견 안테나 어레이를 이용하는 것을 허용한다. 각각의 접근법은 별개로 이용되거나, 다른 기술, 즉 하이브리드 위치정보서비스와 결합될 수 있다.

[0011] 도달-시간(TOA; Time-of-Arrival) 기반의 위치정보서비스:

[0012] 네트워크-기반의 TOA 위치확인, 네트워크 기반의 수신기들에서의 무선 브로드캐스트의 상대적 도달 시간을 이용한다. 이 기술은 개개의 수신기 위치(SDR)들간의 거리와 개개의 수신기 타이밍에서의 어떤 차이(케이블 지연, SDR 설계에서의 차이 또는 무선 그룹 지연)가 알려질 것을 요구한다. 그 다음, 무선 신호 도달 시간은 수신기 위치에서 정규화되어, 장치와 각각의 수신기 사이에서의 비행 시간(time-of-flight)만을 남겨놓는다. 무선 신호는 알려진 속도로 이동하기 때문에, 수신기들에서의 도출되고 정규화된 도달 시간으로부터 거리가 계산될 수 있다. 보다 많은 수신기들 중 3개의 수신기로부터의 수집된 도달 시간 데이터가 정확한 위치 결정을 위해 이용될 수 있다.

[0013] 도달 시간차(Time-Difference-of-Arrival; TDOA) 기반의 위치정보서비스:

[0014] TDOA는 협동하지 않는 방사체(emitter)들에 대한 가장 정확하고 유용한 시간-기반의 위치정보서비스 기술이다. TDOA는 WASN 내의 SDR들간의 정밀한 시간 동기화를 요구한다. 2개의 센서가 RF 신호를 동시에 수신하고 이들 수신된 신호들간의 시간 지연이 결정될 때, 그 초점들에서 2개의 센서를 갖고 있는 쌍곡선은, 발생 신호의 잠재적 위치를 기술한다. 다른 2개와 시간적으로 동기화되고 동일한 신호를 동시에 수신하는 제3 센서의 추가는 또 다른 쌍곡선을 제공한다. 이들 두 쌍곡선의 교차점은 RF 에너지 소스로서의 고유한 위치를 알려준다. 훨씬 더 많은 센서들의 추가는 중층결정된 솔루션(overdetermined solution)을 이용하여 더 큰 위치확인 정확성을 준다. TDOA 위치확인 정확성은 적분 시간 및 신호대 잡음비와 같은 많은 다른 요인들 뿐만 아니라 위치확인중인 신호의 대역폭에 의존한다. 전송기(예를 들어, 모바일 전화)의 위치를 파악하기 위해 TDOA를 이용하는 것에 관한 추가적인 상세사항은, 일반 양도된 미국특허 번호 5,327,144호-"Cellular telephone location system" 및 6,047,192호 -"Robust, Efficient, localization system"에서 찾아 볼 수 있다.

[0015] 전송기(예를 들어, 모바일 전화)의 위치를 파악하기 위해 TDOA 하이브리드를 이용하는 것에 관한 추가적인 상세사항은, 일반 양도된 미국특허 번호 제6,108,555 - "Enhanced time difference localization system" 및 6,119,013호 - "Enhanced time-difference localization system"에서 찾아 볼 수 있다.

[0016] 도달 각도(AoA; Angle-of-Arrival) 기반의 위치정보서비스:

[0017] WASN의 SDR은 다채널 위상 및 주파수 가간섭성 회로(coherent circuit)를 가짐으로써, RF 신호의 도달 각도(AoA)를 결정하기 위해 위상 간섭측정 안테나 어레이를 이용할 수 있도록 허용한다. 사실상, AoA는 RF 에너지가 발생된 방향을 가리킨다. 2개 이상의 지리적으로 분리된 장소에서 AoA를 결정함으로써 고유한 위치가 추정될 수 있다. 고유한 위치확인, 2개 이상의 방향선의 교차점에 의해 표시된다. AoA는 장소들간의 정교한 시간 및 주파수 동기를 요구하지 않으며 AoA 정보를 시스템 제어기/중앙 프로세서에 제공한다. 또한, AoA 정확성은 UDOA에서와 같이 방사체의 대역폭에 의존하지 않기 때문에, 협대역 신호에 관한 위치정보를 구하는 능력을 제공한다. 전송기(예를 들어, 모바일 전화)의 위치확인을 위해 AoA를 이용하는 것에 관한 추가적인 상세사항은, 일반 양도된 미국특허 번호 제4,728,959 - "Direction finding localization system"에서 찾아볼 수 있다. 전송기(예를 들어, 모바일 전화)의 위치확인을 위해 AoA/TDOA 하이브리드를 이용하는 것에 관한 상세사항은, 일반 양도된 미국특허 번호 제6,119,013 - "Enhanced time-difference localization system"에서 찾아볼 수 있다.

[0018] 도달 전력(POA; Power-of-Arrival) 및 도달 전력차(PDOA; Power-Difference-of-Arrival) 기반의 위치정보서비스:

[0019] 방사체의 근사적 위치는 다양한 장소에서 그 전력을 측정함으로써 결정될 수 있다. 측정은, 상당한 시간 길이 동안 일정한 전력을 전송하는 방사체들에 대해, 복수의 센서를 이용하여 동시에 수행되거나, 하나의 센서를 수

개의 장소로 이동시킴으로써 시간 멀티플렉싱된 방식으로 수행될 수 있다. 전력 기반의 위치정보서비스 기술은, 앞서 기술된 다른 위치정보서비스 기술들만큼 엄격한 시간 및 주파수 동기화 요건을 갖지 않는다. 그러나, 빠른 페이딩(fast fading) 및 섀도우 페이딩(shadow fading)은 이 방법의 정확성을 제한할 수 있다.

[0020] 무선 신호의 전력은, 대기에 의한 무선 전파의 감쇄와, 자유 공간 손실, 평면 대지 손실, 및 회절 손실의 결합된 효과의 결과로서 거리에 따라 감소하기 때문에, 거리의 추정은 수신된 신호로부터 결정될 수 있다. 짧게 말하면, 전송기와 수신기간의 거리가 증가함에 따라, 방사된 무선 에너지는 구면에 걸쳐 확산되는 것처럼 모델링된다. 이 구면 모델은, 수신기에서의 무선 전력이 적어도 거리의 제곱만큼 감소된다는 것을 의미한다.

[0021] POA

[0022] 도달 전력은 단일의 네트워크 노드(SDR)와 전송기 사이에 사용되는 친밀도 측정치(proximity measurement)이다. POA 위치확인 기술은 네트워크-기반의 SDR들에서의 무선 브로드캐스트의 상대적 도달 전력을 이용한다.

[0023] 신호 전파 모델링 및 이력 캘리브레이션 데이터를 이용하여, 수신기 위치에서 무선 신호 도달 전력이 정규화될 수 있고, 이로써 장치와 각각의 수신기간의 경로 손실만이 남게 된다. 3개 이상의 수신기로부터 수집된 도달 전력 데이터는 근사 위치를 구하는데 이용될 수 있다.

[0024] PDOA

[0025] PDOA는, 위치를 계산하기 위해 복수의 수신기들에서 수신된 무선 전력의 절대 차이(absolute difference)를 이용한다. PDOA 위치확인 기술은, 수신기 위치들이 미리 알려질 것을 요구한다. 신호 전파 모델링 및/또는 이력 캘리브레이션 데이터는 위치 추정을 개선하기 위해 사용될 수 있다. 공통 시간-기반을 이용하여 3개 이상의 수신기로부터 수집된 전력 데이터는 근사적 위치를 구하는데 이용될 수 있다.

[0026] 도달 주파수 차이(FDOA; Frequency-Difference-of-Arrival):

[0027] 방사체의 근사 위치를 결정하기 위해 FDOA를 이용하는 것은 다양한 장소에서 신호의 주파수를 측정함으로써 수행된다. 측정은, 상당한 시간 길이 동안 전송하는 방사체에 대해, 복수의 센서들을 이용하여 동시에 수행되거나, 하나의 센서를 수개의 장소로 이동시킴으로써 시간 멀티플렉싱된 방식으로 수행될 수 있다.

[0028] 도달 주파수 차이(FDOA)는 복수의 수신기들에서 수신된 신호 주파수 오프셋의 측정을 이용한다. 상이한 도플러-유도된 주파수 오프셋으로 인해, FDOA는 이동하는 전송기의 속도와 진로방향(heading)을 제공한다. 위치 추정용으로 FDOA를 이용하기 위해, 전송기 또는 수신기(들) 중 어느 한쪽 또는 양쪽 모두가 반드시 이동 중에 있어야 한다.

[0029] FDOA 및 TDOA 기술들 양쪽 모두는 정확한 타이밍 소스(공통 클럭 및 공통 주파수 기준)를 요구하기 때문에, 양쪽 기술들은, 일반양도된 미국특허 제6,876,859호 - "Method for estimating TDOA and FDOA in a wireless location system."에 기술된 바와 같은 위치 측정을 위해 동시에 사용될 수 있다.

[0030] 하이브리드 위치정보서비스 기술:

[0031] 전술된 모든 기술들은, 사용된 기술이나 기술들의 혼합에 대해 최상의 위치 추정을 할 수 있도록 각각의 위치확인 기술의 확률을 높여주는, 가중된 최소 자승(Weighted Least Squares) 또는 제약된 최소 자승(Constrained Least Squares) 알고리즘과 같은 기술을 이용함으로써, 방사체의 위치확인을 위해 사용될 수 있다.

[0032] 현대 사회의 무선 시스템에 대한 높은 의존성으로 인해, 무선 시스템의 장애에 대한 취약성이 생긴다. 무선 장비는, 부주의든 의도적이든 상관없는 재밍 및 간섭에 의한 장애에 대해 상대적으로 보호되지 못하고 있다. 무선 신호를 검출, 분류, 및 위치확인하는 넓은 영역에 걸쳐 전개될 수 있는 시스템은, 중요한 무선 신호에 대한 간섭을 찾기 위해 방송 전파(air wave)를 모니터링하는 데에 유용할 것이다. 관심대상의 지리적 영역에 걸쳐 의도적 및 비의도적 간섭 소스를 식별하고 위치확인하기 위해 광역 센서 네트워크(Wide Area Sensor Network)에서 전술된 하나 이상의 위치정보서비스 기술을 이용하는 것이 유익할 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0033] 또한, 본 명세서에서 기술된 솔루션에 의해 해결되는 또 다른 문제는, WLS의 하나 이상의 위치확인 센서들의 정

확한 위치를 결정하기 위한 개선된 방법 및 시스템의 필요성에 관한 것이다. 특히, 센서들의 네트워크와 함께 TOA 또는 TDOA 기술을 이용한 위치정보서비스는, [위치 결정 엔티티(PDE; Positioning Determining Entities), 신호 수집 시스템(SCS; Signal Collection System), 또는 위치 측정 유닛(LMU; Location Measurement Unit)이라고도 알려진] 센서들의 위치가 알려질 것과, 센서들이 시간에 있어서 서로 엄격하게 동기화될 것을 요구한다. 센서들의 네트워크를 이용한 주파수 도달차(FDOA) 위치정보 서비스 기술은, 센서들의 위치가 알려질 것과, 센서들이 주파수에 있어서 서로 엄격하게 동기화될 것을 요구한다. 정적 센서들에서 GNSS 수신기들을 이용하는 것은, 높은 수준의 시간 및 주파수 동기화 성능을 달성할 뿐만 아니라 센서들의 위치를 결정하기 위한 편리한 방법을 제공한다. 그러나, GNSS 수신기들은 방해받지 않는 공중 시야(view of sky)를 가질 때에만 이러한 수준의 위치확인 및 동기화 성능을 제공할 수 있다. 많은 동작상의 배치 시나리오에서, 맑은 공중 시야, 또는 상당한 부분의 공중 시야조차도 실현하기 어렵다. 따라서, 시간 및 주파수에서 WLS내의 다른 센서들과 동기화할 뿐만 아니라 센서의 위치를 결정하기 위해 센서 플랫폼 내에 하이브리드 또는 폴백(fallback) 기술을 포함시켜, 사실상, 센서들을 동기화하고 그들의 위치를 결정하기 위한 다이버시티(diversity)를 제공하는 것이 유익할 것이다.

과제의 해결 수단

- [0034] 이하의 요약은, 본 발명의 실시예의 다양한 양태들의 개요를 제공한다. 이 요약은, 개시된 주제의 모든 중요한 양태들의 철저한 설명을 제공하거나 본 발명의 범위를 정의하기 위한 것이 아니다. 오히려, 이 요약은 실시예들의 이하의 상세한 설명에 대한 도입부로서 역할하기 위한 것이다.
- [0035] 넓은 주파수 영역에 걸쳐 방송파를 모니터링하고, 중요한 주파수들이 채워지고 있거나 기타의 방식으로 간섭받고 있는 때를 검출하며, 간섭이 제거될 수 있도록 간섭 소스의 위치를 파악하는 능력을 제공하기 위해 광대역 소프트웨어 정의된 무선장치(SDR)를 이용하는 광역 센서 네트워크가 개시된다. WASN은 전송된 위치정보서비스 기술들 중 하나 이상을 이용한다. 또한, WASN은, 인가된 전송기들이 인가된 것보다 더 많은 전력을 전송하고 있지 않다는 것을 확인하기 위해 인가된 전송기들의 전송 전력을 추정할 뿐만 아니라, 인가되지 않은 전송기들을 검출하고 위치를 파악할 수 있다.
- [0036] 또한, 다이버시티 수신기(시간 및 주파수 동기화 유닛)가 개시된다. 이 다이버시티 수신기는, WLS의 센서 플랫폼을 위치확인하고 동기화시키는데 사용하기 위한 위치, 시간, 및 주파수 기준을 발생시킨다. 실시예에서, 다이버시티 수신기는, 지상 브로드캐스트 수신기를 포함하는 제1 수신기 서브시스템과, 제1 링크 수단을 통해 제1 수신기 서브시스템에 결합된 공통 프로세서 플랫폼(CPP; Common Processor Platform)을 포함한다. 제1 수신기 서브시스템은 제1 링크 수단을 통해 CPP에 안정된 시간 기준 및 위치 정보를 제공한다. 또한, 다이버시티 수신기는 다이버시티 수신기를 센서 플랫폼에 결합하고 시간 및 주파수 기준과 위치 데이터를 센서 플랫폼에 제공하기 위한 제2 링크 수단을 포함한다.
- [0037] 더 구체적인 다이버시티 수신기의 실시예에서, 지상 브로드캐스트 수신기는 HDTV 수신기를 포함한다. 지상 브로드캐스트 수신기는, 브로드캐스터 위치, 채널 할당 및 타이밍 특성과 파라미터들을 포함하는 보조 정보를 전달하는 보조 신호를 수신하기 위한 안테나를 포함할 수 있다. 대안으로서, 또는 추가하여, 지상 브로드캐스트 수신기는, 브로드캐스터 위치, 채널 할당 및 타이밍 특성과 파라미터들을 포함하는 보조 정보를 수신하기 위한 보조 정보 인터페이스를 포함할 수 있다. 이 예에서, 보조 정보 인터페이스는 지상 수신기를 랜드사이드(landside) 보조 서버 또는 네트워크에 결합시키도록 구성된다.
- [0038] 추가의 실시예에서, 다이버시티 수신기는, 제3 링크 수단을 통해 CPP에 연동된(operatively coupled) GNSS 수신기를 포함하는 제2 수신기 서브시스템을 더 포함한다. 제2 수신기 서브시스템은, 제3 링크 수단을 통해 제2의 안정된 시간 및 주파수 기준과 위치 정보를 CPP에 제공한다. GNSS 수신기는, GNSS 수신기의 위치 추정과 시간 및 주파수 기준의 정확성을 향상시키기 위해 사용되는, 위성 성상도 궤도 정보(satellite constellation orbital information)와, 클록 드리프트, 대기층 신호 지연, 및 전리층 지연을 보정하는데 사용되는 기타의 정보를 전달하는 GNSS 보조 신호의 수신을 위한 보조 정보 인터페이스를 포함할 수 있다. 또한, GNSS 수신기는 랜드사이드 보조 서버 또는 네트워크로부터 보조 정보를 수신하기 위한 보조 정보 인터페이스를 포함할 수 있다. 게다가, GNSS 수신기는, 제한된 (적어도 하나의) GNSS 신호들이 이용가능할 때 시간 및 주파수 기준을 제공하는 정적 타이밍 모드에서 동작하도록 구성될 수 있다. GNSS 수신기의 위치, 고도, 및 속도가 알려지면, 적어도 하나의 GNSS 위성 신호가(또는, 지상 소스나 위성 소스로부터의, WAAS(Wide Area Augmentation System)와 같은 타이밍 브로드캐스트가) 수신될 수 있을 때 GNSS 정적 타이밍 모드가 인에이블된다. 정적 타이밍 모드에서, GNSS 수신기는, LMU가 위치확인하고자 하는 인입 신호에 시간스탬핑할 수 있도록 하기에 충분한 정확도

를, PPS(1 Pulse-Per-Second) 타이밍 신호에 제공할 것이다. 만일 하나보다 많은 GNSS 위성 신호 또는 WAAS 브로드캐스트가 수신될 수 있다면, 타이밍 정확도가 개선된다. 전형적으로 타이밍 정확도는, 정적 타이밍 모드를 이용하여 시야내 하나의 GNSS 위성당 100 나노초(ns) RMS(Root-Mean-Square)이다. 추가적 위성이 수신되면, 타이밍 정확도는 20 ns RMS로 개선될 수 있다. CPP는, 고정 시간(time-to-fix), 신호 품질, 또는 오퍼레이터 선호도에 기초하여, 1차 및 2차 수신기 서브시스템을 지정하도록 구성될 수 있다.

[0039] 역시 또 다른 실시예에서, 다이버시티 수신기는 CPP에 연동된 기준 발진기를 포함하고, CPP는, 수신기 서브시스템으로부터 안정된 시간 신호들을 수신하고 기준 발진기를 규율하기 위해 시간 신호들 중 적어도 하나를 이용하기 위해, 제1 및 제2 수신기 서브시스템과 통신하도록 구성된다. 또한, CPP는, 센서 플랫폼에 제공될 최적화된 시간 기준, 주파수 기준, 및 시간스탬프를 생성하기 위해 수신기 서브시스템에 의해 제공된 정보를 하이브리드화(hybridize)하거나 제1 및 제2 수신기 서브시스템 중 하나를 선택하도록 더 구성된다.

[0040] 전술된 내용에 추가하여, 청구항, 도면, 및 본 발명의 일부를 형성하는 텍스트에서 다른 양태들이 기술된다. 당업자라면, 본 발명의 하나 이상의 다양한 양태들은, 본 발명의 개시된 양태들을 달성하기 위한 회로 및/또는 프로그래밍을 포함하지만, 이것으로만 제한되지 않음을 이해할 것이다. 이 회로 및/또는 프로그래밍은, 시스템 설계자의 설계 선택에 따라 본 명세서의 양태들을 달성하도록 구성된 하드웨어, 소프트웨어, 및/또는 펌웨어의 사실상 임의 조합일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0041] 이하의 상세한 설명 뿐만 아니라 전술된 요약은 첨부된 도면과 함께 읽을 때 더욱 잘 이해될 것이다. 본 발명을 설명하기 위한 목적으로, 본 발명의 예시적 구성이 도면에 도시되어 있지만, 본 발명은 특정한 방법 및 수단으로 제한되는 것은 아니다.

도 1은 광역 센서 네트워크(Wide Area Sensor Network)의 주요 기능 노드들을 개략적으로 도시한다.

도 2는 분산형 센서 네트워크 수신기의 주요 기능 노드들을 개략적으로 도시한다.

도 3은 분산형 센서 네트워크 수신기에 의해 사용되는 SDR(Software Defined Radio)의 주요 기능 노드들을 개략적으로 도시한다.

도 4는 분산형 센서 네트워크 수신기의 타이밍 기준 서브시스템의 주요 기능 노드들을 개략적으로 도시한다.

도 5는 광역 센서 네트워크에 대한 예시적 사용자 인터페이스를 도시한다.

도 6은 광역 센서 네트워크에 대한 또 다른 예시적 사용자 인터페이스를 도시한다.

도 7은 GNSS(Global Navigation Satellite System) 제머(jammer)를 검출하고 위치확인하는데 있어서 WASN의 이용례를 도시한다.

도 8은 불량 기지국(rogue base station)을 검출하고 위치확인하는데 있어서 WASN의 이용례를 도시한다.

도 9a는 간헐적인 비-고의적 간섭자를 검출하고 위치확인하는데 있어서 WASN의 이용례를 도시한다.

도 9b는 간헐적인 비-고의적 간섭자를 검출하고 위치확인할 때 WASN 사용자 인터페이스의 예시적 시각화를 도시한다.

도 10은 도 1-9b의 양태들을 구현하도록 구성될 수 있는 컴퓨팅 시스템의 한 예를 도시한다.

도 11은 위치확인, 타이밍 및 주파수 다이버시티 수신기의 실시예의 기능 컴포넌트와 센서 플랫폼(LMU, PDE 또는 SCS)과의 상호접속을 개략적으로 도시한다.

도 12는 서비스 영역에 걸쳐 배치된 센서 집단을 도시한다.

도 13은, GPS 신호에 액세스하지 않지만 지리적으로 다양한 방향으로부터 복수의 지상 브로드캐스트(예를 들어, HDTV 신호)를 수신할 능력을 갖는 LMU에 대한 정확한 위치를 결정하는 문제를 해결하기 위한 예시적 방법을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0042] 본 발명의 다양한 실시예들의 철저한 이해를 제공하기 위해 이하의 상세한 설명 및 도면에 소정의 특정한 상세사항이 개시된다. 소정의 공지된 상세사항은 본 발명의 다양한 실시예들을 불필요하게 불명확하게 하지 않도록

이하의 상세한 설명에서 개시되지 않을 것이다. 또한, 당업자라면, 이하에서 설명되는 하나 이상의 세부내용들 없이도 본 발명의 다른 실시예들을 실시할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 마지막으로, 다양한 방법들이 이하의 설명에서 단계들 및 시퀀스들을 참조하여 설명되지만, 이와 같은 설명은 본 발명의 실시예들의 명확한 구현을 제공하기 위한 것이며, 단계들 및 단계들의 시퀀스는 본 발명을 실시하는데 필요한 것으로 여겨져서는 안된다.

- [0043] 이제 본 발명의 실시예들을 설명할 것이다. 먼저, 문제의 상세한 개요를 제공한 다음, 그 솔루션들의 더 상세한 설명을 제공한다.
- [0044] 무선 시스템은 현실의 많은 분야에서 풍부하다. 현대 생활의 모든 양태들이 무선 기술에 의해 상당히 영향을 받고 있다. 모바일 전화에 의한 "언제, 어느 곳이라도"라는 편리성이든, 위성 텔레비전에 의한 엔터테인먼트이든, 무선 기술은 현대 사회의 생산성과 웰빙에 큰 영향을 주고 있다. 최근, 현대 사회의 많은 중요한 인프라구조는 위성 네비게이션 시스템에 의존하게 되었다. 위성 네비게이션 시스템은, 중요한 자산의 소재를 결정하고, 공항으로부터의 이착륙을 포함한 항공기 네비게이션을 보조하며, 통신 인프라구조에 대한 타이밍 정보를 제공하기 위해 사용된다. 현대 사회의 무선 시스템에 대한 지대한 의존성은 무선 시스템의 장애에 대한 취약성을 낳게 되었다.
- [0045] 무선 장비는, 부주의에 의한 것이든 의도적인 것이든 관계없는 재밍 및 간섭에 의한 장애에 대해 상대적으로 보호되지 못하고 있다. 무선 신호를 검출, 분류, 및 위치확인하는 넓은 영역에 걸쳐 배치될 수 있는 시스템은, 중요한 무선 신호에 대한 간섭을 찾기 위해 방송 전파(air wave)를 모니터링하는 데에 유용할 것이다. 추가적으로, 이와 같은 시스템은 무선 서비스 품질의 최적화를 포함한 많은 다른 목적들을 위한 도구로서 사용될 수 있다. 이 시스템은, 관심 대상의 방사체(emitter)의 위치를 추정하기 위해 다수의 공지된 네트워크-기반의 위치 정보서비스 기술들 중 임의의 것을 이용할 수 있다.
- [0046] 또한, 이와 같은 시스템은 RF 전력-대-주파수 및 시간을 측정함으로써 RF 채널의 효율적 이용을 결정할 수 있다. OTA(over-the-air) TV에 대한 디지털 TV 포맷으로의 향후의 전환과 더불어, 이와 같은 능력은, 무면허(unlicensed) "유향 대역(white space)" 전송기들이 어디에 배치될 수 있는지, 및 이들이 디지털 OTA TV 서비스를 간섭하지 않고 얼마큼 많은 전력을 전송할 수 있는지를 결정할 수 있도록 허용한다.
- [0047] 광역 서비스 센서 네트워크는, 넓은 주파수 대역과 넓은 지리적 영역에 걸쳐 중요한 무선 신호에 대한 재밍 및 간섭을 검출하고 위치확인하는 능력을 갖는 패시브 수신 시스템일 수 있다. 예시적인 WASN이 도 1에 도시되어 있다. WASN은, 광역 즉각 대역폭(wide instantaneous bandwidth)이 가능한 SDR(Software Defined Radio)(102)의 네트워크, 시스템 제어기/중앙 프로세서(105), 및 시스템 제어기/중앙 프로세서(105)를 SDR(102)과 상호접속시키는 백홀 통신 네트워크(103)로 구성된다. 추가적으로, 데이터베이스(106)는 시스템의 한 컴포넌트일 수 있으며, 하나 이상의 사용자 인터페이스 단말(107) 뿐만 아니라 제어기/중앙 프로세서(105)에 접속될 수 있다. WASN은, 허용된 전송기 특성의 저장 및 다양한 캠페인의 결과를 보관(archive)하기 위해 데이터베이스(106)를 이용할 수 있다. 데이터베이스(106)는 또한, 지리, 지형, 무선 모델링, 및 장소 명칭 정보의 다중층을 갖는 맵 저장을 위해 사용될 수 있다.
- [0048] 시스템 제어기/중앙 프로세서(105)는 또한, 대략적 시간 정보(coarse time information)를 제공하는 NTP 시간 서버(108)로의 접속, 및 예를 들어, 인터넷과 같은 외부 통신 네트워크(109)에 대한 인터페이스를 가진다. 일반적으로, SDR(102)은, 무선 신호를 위치확인하는 다양한 위치정보서비스 기술들의 이용을 허용하도록 시간 및 주파수 동기화될 수 있다.
- [0049] WASN은 가변 갯수의 SDR로 구성될 수 있다. 시간 및 위치 멀티플렉싱된 WASN은, 모니터링될 지리적 영역에 걸쳐 직렬적 방식으로 한 장소에서 다른 장소로 이동되는 하나의 SDR로 구성될 수 있다. 이러한 구성은, 장시간 동안 전송하는 물리적으로 정지된 전송기들의 검출, 분류, 및 위치 결정에 적합한 최소 비용의 것을 나타낸다. WASN은, 무선 셀룰러 시스템의 기지국 네트워크와 비슷한 모니터링될 지리적 영역 전체에 걸쳐 분산된 많은 수의 정지 SDR들로 구성될 수 있다. 이러한 구성은, 짧은 시간 동안만 전송하는 일시적 신호의 검출, 분류 및 위치 확인에 더 적합하다.
- [0050] WASN의 기본적 컴포넌트는 그것을 포함하는 SDR이다. 예시적인 SDR의 블록도가 도 2 및 3에 도시되어 있다. SDR의 핵심적 잇점은, 인터페이스에 관해 그 프로그래머블 로직을 재프로그래밍함으로써 그 구성을 변경하는 능력이다. SDR은, 하나 이상의 다채널 RF 대 중간 주파수(IF) 스테이지, 스위치 매트릭스, 한 세트의 아날로그-대-디지털(A/D) 변환기, 프로그래머블 로직, 프로그래머블 디지털 신호 프로세서, 제어 프로세서, 메모리, 동기

화 유닛 및 통신 인터페이스로 구성될 수 있다. 다채널 RF 대 중간 주파수(IF) 스테이지는, 그들이 접속된 안테나에 의해 수신된 한 대역의 RF 신호들을 취하고 그 신호들을 필터링하여 그 대역폭을 제한하며, 그 신호들을 증폭하고, 그 신호들을 IF로 변환하는 역할을 한다. SDR은 주파수 가간섭성(coherence)을 제공하는 하나의 다채널 RF 대 IF 스테이지의 모든 채널들에 대해 공통의 로컬 발진기를 포함할 수 있다. 복수의 다채널 RF 대 IF 스테이지는 상이한 로컬 발진기들을 이용할 수 있지만, 시간 및 주파수 동기화 유닛에 의해 공통의 시간 및 주파수 기준이 제공될 수 있다. 스위치 매트릭스는, 많은 수의 다채널 RF 대 IF 스테이지로부터 특정한 채널들을 선택하고, 그 채널들을 A/D들에 제공하는 역할을 한다. A/D들은 지정된 샘플링 레이트에서 복수의 채널의 아날로그 신호를 디지털 포맷으로 변환한다.

[0051] 일단 디지털 포맷으로 변환되고 나면, 신호는 프로그래머블 로직 스테이지에 의해 운용될 수 있다. 프로그래머블 로직의 핵심적인 특징은 그 능력을 변경하기 위해 인터페이스에 관해 로직을 재프로그래밍하는 능력이다. 프로그래머블 로직의 전형적인 동작은 I 및 Q 검출이며, 나아가, 추가적 대역통과 필터링 및 샘플 레이트의 테시메이션, 특정한 신호 검출, 및 메모리 저장이다. 프로그래머블 디지털 신호 처리(DSP) 스테이지는 프로그래머블 로직 스테이지로부터의 신호를 더 처리할 수 있는 다수의 프로그래머블 디지털 신호 프로세서로 구성될 수 있다. 디지털 신호 프로세서에 의해 수행되는 신호 처리의 예는, 검출, 복조, 등화, 및 위치확인 처리이다. 제어 프로세서는 SDR의 모든 자원을 제어하고 조율할 수 있다. 통신 인터페이스는, 시스템 제어기/중앙 프로세서에 의한 SDR의 제어와 데이터의 전송을 허용하기 위해 SDR 외부 인터페이스를 제공한다.

[0052] WASN은 SDR들간의 시간 및 주파수 동기화를 제공할 수 있다. SDR들의 동기화는 다양한 위치정보서비스 기능들을 구현하는 능력 뿐만 아니라 신호 및 이벤트들의 매우 정확한 시간 태깅(time tagging)을 허용한다. 2곳 이상의 지리적으로 떨어진 장소들을 시간 및 주파수 동기화하기 위한 전형적인 기술은, GPS 타이밍 수신기를 이용하는 것이다. GPS 타이밍 수신기들은, WASN 내의 각각의 GPS 타이밍 수신기가 4개 이상의 GPS 위성들로부터 신호를 수신할 수 있을 때 매우 양호한 시간 및 주파수 동기화 성능을 제공할 수 있다. GPS 신호는 약 -130 dBm의 전력 레벨에서 지구를 비추도록 설계된다. 이 전력 레벨은 매우 낮으며 주변 환경에 의해 더욱 감소될 수 있다. 결과적으로, 충분한 갯수의 GPS 위성 신호들이 수신될 수 없고, 그에 따라 WASN 내의 하나 이상의 SDR들은 다른 SDR들과 시간 및 주파수 동기화될 수 없는 많은 환경이 있다. 이러한 상황은 시간 및 주파수 동기화를 제공하는 기술들과 복수의 신호를 이용하여 회피될 수 있다. 도 4는 다양한 기술들을 이용하는 SDR의 시간 및 주파수 동기화 유닛을 도시한다. 각각의 타이밍 수신기는 그 각각의 신호로부터 매우 정확한 시간 클록을 제공한다. 이 예에서, 신호는 매 초마다 날카로운 상승 엣지(rising edge)를 제공하는 주기적 파형이다. 시간 및 주파수 동기화 유닛의 프로세서는 이들 1 PPS 신호를 수신하고, 지능적으로 이들을 결합하거나, 단 하나만 이용한 경우에는 단순히 하나를 선택한 다음, 기준 발진기를 그 신호에 따라 규율한다.

[0053] 시스템 제어기/중앙 프로세서는 WASN의 자원을 제어하고, 각 자원의 건강과 상태를 모니터링하며, SDR들에 의해 제공된 정보를 이용하여 신호의 위치를 결정할 수 있다. 시스템 제어기/중앙 프로세서는 SDR들에게 주파수 및 대역에 동조하도록 명령하고, 그 주파수 및 대역에서 데이터를, 언제, 얼마나 오랫동안 수집할 것인지를 명령할 수 있다. 추가적으로, 시스템 제어기/중앙 프로세서는, 신호 검출, 신호 특성정의, 및 신호 분류와 같은 특정한 기능들을 수행하도록 SDR에게 명령할 수 있다. 시스템 제어기/중앙 프로세서는 중앙 데이터베이스에 저장될 데이터를 결정할 수도 있다.

[0054] 간섭 검출

[0055] 동기 광역 센서 네트워크는, 넓은 지역에 걸쳐 간섭을 찾기 위해 중요한 주파수 채널들을 모니터링하고, 간섭이 발생하는 때를 검출하며, 간섭을 특성정의하고, 그 소스를 위치확인하는 능력을 제공할 수 있다. GPS 주파수 채널들은 중요한 주파수의 한 예이다. GPS 위성으로부터의 신호들은, 원격통신 네트워크의 동기화로부터, 상업용 항공기의 자동화된 착륙 및 이륙을 포함한 국가 항공 트래픽 시스템에 대한 네비게이션의 제공에 이르기까지, 다수의 중요한 응용을 위해 사용된다. 따라서, GPS 신호들은, 모니터링하여 이 신호들이 비-고의적 간섭 또는 의도적 간섭에 의해 손상되지 않음을 보장하기 위해 중요하다. WASN은, 사실상 시간적으로 연속이거나 일시적인 이와 같은 간섭을 검출하고 위치확인하는 능력을 제공할 수 있다.

[0056] 간섭 검출 및 위치확인 관심대상의 신호 또는 신호들의 연역적 지식에서부터 시작할 수 있다. 연역적 지식은, 신호들이 점유하는 주파수 채널 및 그 스펙트럼 특성(예를 들어, 스펙트럼 밀도 함수)과 같은 기타의 특성을 포함할 수 있다. WASN에서 간섭에 대해 중요한 주파수 채널의 모니터링, 간섭 검출, 및 간섭의 위치확인을 위한 예시적인 프로세스는 다음과 같다:

[0057] ● 한 그룹의 SDR에 대해 동시에 관심대상의 대역폭에 걸쳐 미리결정된 지속기간 동안 시간 영역 데이터를 포착

하고 저장.

- [0058] ● 시간 영역 데이터를 I/Q 검출하고, 대역제한하고, 비트 해상도를 증가시키고, 데시메이트, 즉, 시간 영역 데이터의 샘플 레이트를 낮추기 위해, SDR들의 프로그래머블 로직에 구현된 디지털 다운컨버터를 통해 포착된 데이터를 전달.
- [0059] ● 결과 데이터를 동등한 시간 블록들로 분할
- [0060] ● 각각의 시간 블록을 복소 주파수 영역으로 변환
- [0061] ● 각각의 주파수 빈(bin)의 전력 통계치를 결정
- [0062] ● 적법 신호의 스펙트럼 마스크를 적용
- [0063] ● 주파수 마스크로부터 상당히 이탈된 전력을 갖는 주파수 빈들을 식별함으로써 간섭을 식별.
- [0064] ● 신호가 충분한 대역폭을 가진다면 TDOA를 이용하고, 신호가 충분한 대역폭을 가지지 않고 요구되는 SDR에서 AoA 안테나가 어레이들이 이용가능하지 않다면 AoA를 이용하고, 또는 PDOA를 이용하여, 간섭을 위치확인.
- [0065] ● 향후의 검색을 위해 그 결과를 데이터베이스에 저장.
- [0066] 진술된 프로세스는, 간섭에 대해 중요한 주파수를 모니터링하고 만일 간섭이 존재한다면 간섭을 위치확인하고 간섭을 특성정의하라는 명령시에 또는 연속적 방식으로, WASN을 가로질러 구현될 수 있다.
- [0067] 신호 검출
- [0068] WASN은, 배치된 넓은 영역에 걸쳐 신호를 검출하고, 특성정의하며, 위치확인하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 능력은 SDR의 주파수 범위에 걸쳐 모든 신호들의 측량과 분류를 허용한다. WASN은 적법 신호들을 점검하고 분류하여 적법 신호들의 특성이 요구되는 사양 내에 있다는 것을 보장할 수 있다. 적법 신호들의 데이터베이스는, 인가되지 않은 FM 무선국들 및 비디오 신호와 같은 잠재적인 비적법 신호들을 식별하기 위해 WASN의 결과와 비교될 수 있다. WASN의 신호 검출 능력은, 무면허 유희 대역 전송기들이 위치할 수 있는 맵 뿐만 아니라 적법 디지털 TV 신호를 간섭하지 않고 사용자가 방출할 수 있는 전송 전력의 맵을 제공할 수 있다.
- [0069] 예시적인 신호 검출 프로세스는 다음과 같다:
- [0070] ● 한 그룹의 SDR에 대해 동시에 관심 대상 대역폭에 걸쳐 미리결정된 지속기간 동안에 시간 영역 데이터를 포착하고 저장.
- [0071] ● 시간 영역 데이터를 I/Q 검출하고, 대역제한하고, 비트 해상도를 증가시키고, 데시메이트, 즉, 시간 영역 데이터의 샘플 레이트를 낮추기 위해, SDR들의 프로그래머블 로직에 구현된 디지털 다운컨버터를 통해 포착된 데이터를 전달.
- [0072] ● 결과 데이터를 동등한 시간 블록들로 분할
- [0073] ● 각각의 시간 블록을 복소 주파수 영역으로 변환
- [0074] ● 각각의 주파수 빈(bin)의 전력 통계치를 결정
- [0075] ● 노이즈 플로어(noise floor)에 있는 전력을 갖는 주파수 빈들을 식별
- [0076] ● 노이즈 플로어 위의 주파수 빈에서의 신호들을 특성정의.
- [0077] ● 신호가 충분한 대역폭을 가진다면 TDOA를 이용하고, 신호가 충분한 대역폭을 가지지 않고 요구되는 SDR에서 AoA 안테나 어레이들이 이용가능하지 않다면 AoA를 이용하고, 또는 PDOA를 이용하여, 간섭을 위치확인.
- [0078] ● 향후의 검색을 위해 그 결과를 데이터베이스에 저장.
- [0079] 신호 분류
- [0080] WASN은 넓은 지리적 영역 주변에 산재된 시간 및 주파수 동기화된 센서들의 네트워크로 구성되기 때문에 이전에 이용가능했던 것보다 더 큰 레벨의 신호 분류를 허용할 수 있다. 이것은 신호들의 근원 위치를 결정하는 능력을 제공할 수 있다. 추가적으로, 일단 위치가 결정되고 나면, 신호에 의해 전송된 절대 전력을 추정하는 능력을 제공하기 위해 쉽게 이용할 수 있는 환경의 전파 모델이 이용될 수 있다. 따라서, WASN은, 배치된 지리적 영역에 걸쳐 대부분의 신호 또는 모든 신호를 분류하는 능력을 제공할 수 있다. 신호 특성은 다음과 같은 것들

을 포함할 수 있다:

- [0081] ● 중심 주파수
- [0082] ● 대역폭
- [0083] ● 변조 타입
- [0084] ● (디지털 변조된 경우) 심볼 레이트
- [0085] ● 2차원 위치(위도 및 경도)
- [0086] ● 절대 전력
- [0087] 도 1은 WASN의 주요 기능 노드들을 개략적으로 도시한다. 지리적으로 분산된 수신기 네트워크(101)가 도시되어 있다. 대표적 안테나들을 구비한 3개 이상의 수신기(102)들 각각이 유선 또는 무선 데이터 백홀 네트워크(103)를 통해 제어기(105)에 접속되어 있다. 제어기(105)는, 태스킹, 스케줄링, 신호 검출, 신호 특성정의 및 위치 추정을 수행하는 맞춤형 소프트웨어를 구비한 범용 컴퓨터 처리 서버이다. 제어기(105)는 데이터베이스 시스템(106)에 의해 서비스받으며, 캘리브레이션 데이터, 이력 위치 데이터, 지리적 데이터, 및 전파 모델이 위치 추정 처리에 이용될 수 있도록 허용한다. 제어기(105)는 또한, (내부 데이터 버스, 근거리 통신망 또는 광역 데이터 네트워크와 같은) 디지털 데이터 링크를 통해, 광역 센서 네트워크와의 인간-기계-인터페이스로서 역할하는 사용자 인터페이스(107)에 접속된다. 사용자 인터페이스(107)를 통해 다양한 동작, 관리, 준비, 유지보수 동작들이 달성될 수 있다. 이 예에서 사용자 인터페이스(107)는, 클라이언트 프로세서 플랫폼 상에서 실행 중인 소프트웨어 애플리케이션으로서 구현된다.
- [0088] NTP(Network Time Protocol; 108) 노드는 TCP/IP 기반의 디지털 데이터 링크를 통해 제어기(105)에 안정된 시간 기준을 제공한다. NTP의 동작 상세사항은 RFC 778, RFC 891, RFC 956, RFC 958, 및 RFC 1305에서 찾아볼 수 있다. 네트워크(109)는, GPS 보조 데이터 또는 적법 방사체들의 목록과 같은 보조 정보를 WASN에 제공하는, 인터넷과 같은 외부 네트워크를 나타낸다.
- [0089] 도 2는 도 1에 도시된 SDR(Software Defined Radio) 수신기(102)의 더 상세한 도면을 도시한다. 도시된 바와 같이, 제1 안테나 구조물(201)은 SDR 네트워크(101)를 동기화시키는데 필요한 공통 시스템 시간 기준의 OTA(over the air) 결정을 허용한다. 이 예에서 시스템 시간 및 주파수 기준은, 내부 아날로그 및 디지털 버스(206)를 통해 타이밍 수신기(203)로부터 동조가능한 광대역 디지털 수신기(204) 및 통신 인터페이스(205)에까지 배포된다.
- [0090] 제2 세트의 안테나(202)는 동조가능한 광대역 디지털 수신기(204)를 서비스한다. 제2 안테나 구조물(202)은 도달 각도(Angle-of-Arrival) 신호 위치 결정을 위한 전문화된 지향성 안테나를 포함할 수 있다.
- [0091] 동조가능한 광대역 디지털 수신기(204)는 양호하게는 SDR(Software Defined Radio)로서 구현된다. 통신 인터페이스(205)는 백홀 네트워크(103)를 통해 위치 관련 정보 및 타이밍 정보를 제어기(105)에 라우팅하고 브릿징하는 역할을 한다.
- [0092] 도 3은, 다중대역의, 동조가능한, 다채널 광대역 SDR의 기능 스테이지를 개략적으로 도시한다. 안테나 구조물(302)은 복수의 수신 안테나가 복수의 시간 및 주파수 동기화 소스 뿐만 아니라 하나의 SDR을 위해서도 사용되는 것을 허용한다. 안테나들은 RF 스테이지(301)에 접속되고, 여기서 증폭, 필터링, 및 관심대역의 중간 주파수(IF)로의 변환이 수행된다. 복수의 RF-대-IF 스테이지(301)는 관심 대역의 수신을 지원하여, 매우 넓은 대역폭이 요구될 때 발생하는 증폭기 및 필터 고유의 제약을 극복하기 위해 이용된다.
- [0093] 다양한 RF-대-IF 스테이지(301)는 아날로그 스위치 매트릭스(303)에 피딩되어 관찰할 대역을 SDR이 선택할 수 있도록 한다. 다채널 출력은 아날로그-대-디지털 변환기(A/D)(304)에 전달되고, 여기서 복수 채널의 대역 제한된 신호가 디지털 표현으로 변환된다. SDR의 로직(305)과 디지털 신호 프로세서(들)(307) 스테이지는, 필터링, 다운-컨버팅, 복조, 및 디지털 기저대역 신호 분석을 처리한다. 제어부(308)는, 샘플 레이트, 수신된 신호의 관심 대역폭 선택 저장, 및 SDR에 의해 서빙되는 엔티티들의 상호접속 및 다양한 관리 태스크의 동적 제어를 설정한다. SDR 메모리(306)는, SDR의 제어 및 수신된 신호의 저장 모두를 위해 요구되는 RAM, ROM, 및 고속 RAM으로 구성된다.
- [0094] 도 4는, 시간 및 주파수 기준으로서 SDR에 서빙하는 다이버시티 타이밍 수신기(400)와 연관된 안테나 구조물의 더 상세한 도면을 제공한다. 타이밍 수신기(400)에서, 제1 타이밍 수신기(401) 및 제2 타이밍 수신기(402)가

이용된다. 듀얼 타이밍 수신기들(401, 402)은 하나의 수신기가 방해받는 경우에 클록 및 주파수 기준의 결정을 허용한다. 듀얼 타이밍 수신기(401, 402) 구조는 또한, 하나의 수신기가 일시적으로 방해받는 경우에 증가된 홀드오버(holdover)를 제공한다.

- [0095] 제1 타이밍 수신기(401)는, 디지털 데이터 링크(405) 및 아날로그 타이밍 링크(407)를 통해 중앙 프로세서에 접속되어, 제1 타이밍 수신기(401)로부터 프로세서로의 아날로그 타이밍 신호의 전달을 허용할 뿐만 아니라 수신기와 프로세서 사이에서 동작 메시징 및 타이밍 관련 메시지가 전달되는 것을 허용한다.
- [0096] 제2 타이밍 수신기(402)는, 디지털 데이터 링크(406) 및 아날로그 타이밍 링크(408)를 통해 중앙 프로세서에 접속되어, 제1 제2 수신기(403)로부터 프로세서로의 아날로그 타이밍 신호의 전달 뿐만 아니라 수신기와 프로세서 사이에서 동작 메시징 및 타이밍 관련 메시지가 전달되는 것을 허용한다.
- [0097] 프로세서(403)는 데이터 피드백 제어 링크(409) 및 아날로그 타이밍 링크(410)를 통해 기준 발진기(404)에 접속되어, 기준 발진기(404)로부터 프로세서로의 아날로그 타이밍 신호의 전달을 허용할 뿐만 아니라 발진기 주파수의 정밀 제어를 허용한다.
- [0098] 프로세서(403)는, 어떤 타이밍 수신기가 신호를 더 잘 수신하는지에 따라 SDR에 시간 및 주파수 기준을 제공하기 위해 기준 발진기(404)를 어느 한 타이밍 수신기에 따라 규율할 수 있다.
- [0099] SDR에는 아날로그 타이밍 신호(411)를 통해 시간 및 주파수 기준이, 디지털 링크(412)를 통해 타이밍 메시징이, 아날로그 주파수 기준(413)이 제공된다.
- [0100] 사용자 인터페이스
- [0101] WASN은 넓은 영역에 걸쳐 무선 신호를 검출하고 복수 차원으로 특성정의하는 능력을 제공할 수 있다. 이들 차원들 중 일부는 다음과 같다:
- [0102] ● 시간
- [0103] ● 주파수
- [0104] ● 전력
- [0105] ● 위치
- [0106] WASN의 사용자 인터페이스는 사용자에게 자원의 제어뿐만 아니라 그 결과의 디스플레이도 제공할 수 있다. 상기 데이터의 4개 차원은 2개 형태로 디스플레이될 수 있다. 그 첫 번째 형태가, 도 5에서, 타임 슬라이더로 표시된 특정 시간에 대해, 및 주파수 및 대역폭 슬라이더로 표시된 특정 주파수 및 대역폭에 대해, 위치에 있어서 위도와 경도 범위에 걸쳐 전력의 등고선 지도(contour plot)로서 도시되어 있다. 다른 형태는, 도 6에 도시된 바와 같이, 위도와 경도의 범위에 걸쳐 커서를 위치시킴으로써 정의된 2D 위치를 구비한 시간 및 주파수 대 전력의 3-D 플롯이다.
- [0107] 도 5는 WASN에서의 사용자 인터페이스의 한 예를 도시한다. 예시적인 캠페인을 디스플레이하는 사용자 인터페이스의 예시적 스크린샷(501)이 도시되어 있다. 3-D 맵(501)은, 검사된 대역폭에 걸쳐 위치 프로세서 및 계산된 절대 방사 전력(503)에 의해 결정된 위도(503)축 및 경도(502)축을 이용해 방사기의 위치를 디스플레이한다. 검사된 대역폭(506)은 바(bar) 디스플레이(505) 상에 도시되어 있다. 검사된 대역폭의 중심 주파수(508)는 주파수 바 디스플레이(507) 상에 디스플레이되어 있다. 스펙트럼 검사의 시간은 타임 바(509) 상에서 선택될 수 있다.
- [0108] 이 예에서 사용자 인터페이스(500)는 입력 및 출력 모두를 제공하며 시간에 관한 신호 및 위치 데이터를 저장하기 위해 WASN의 데이터베이스 설비를 이용한다. 각각의 바 디스플레이는, 사용자가 마우스-구동 포인트-앤-클릭 인터페이스를 이용하여, 조절가능한 대역폭, 중심 주파수, 및 기간(time span)에 대해 신호 전력 및 위치를 결정하도록 허용한다.
- [0109] 도 6은 또 다른 그래픽 사용자 인터페이스 예를 도시한다. 이 예에서는, 2차원 거리 맵(street map)으로서 도시된 지리 맵과 함께, 전력(602), 시간(603), 및 주파수(604)의 3차원 맵(601)이 이용된다. 위치 결정은 고도(altitude or elevation)를 포함할 수 있다. 신호 및 위치 정보를 저장하는 영구적 데이터베이스를 이용하여, 과거 위치 및 신호 데이터 뿐만 아니라 실시간 캠페인 데이터를 보여주기 위해 사용자 인터페이스가 이용될 수 있다.

- [0110] 애플리케이션들:
- [0111] 애플리케이션은 시스템 제어기/중앙 프로세서 상에 존재할 수 있으며 다수의 동작을 수행하기 위해 WASN의 기능을 활용할 수 있다. WASN 애플리케이션은 다음과 같은 것들을 포함할 수 있다:
- [0112] 간섭 검출 및 위치추정
- [0113] 간섭 검출 및 위치확인 애플리케이션은, "간섭"으로서 정의될 인가되지 않은 신호들의 존재를 검출하기 위해 사용자 정의된 중요 대역, 채널 및 주파수를 모니터링하는 WASN의 기능을 이용한다. 간섭 검출을 보조하기 위해 인가된 신호의 연역적 특성들이 이용된다. 일단 검출되고 나면, 간섭의 위치가 결정된다. 간섭 검출 및 위치확인 캠페인의 결과는 데이터베이스에 저장되고 및/또는 사용자 인터페이스 상에 디스플레이된다.
- [0114] 신호 측량(signal survey)
- [0115] 신호 측량 애플리케이션은, WASN의 배치된 영역에 걸쳐 모든 신호들의 특성과 위치를 결정하기 위해 WASN의 신호 검출 기능을 이용한다. 신호 측량 캠페인의 결과는 데이터베이스에 저장되고 및/또는 사용자 인터페이스 상에 디스플레이된다.
- [0116] 인가되지 않은(unauthorized) 전송기 검출 및 위치결정
- [0117] 인가되지 않은 전송기 애플리케이션은, 잠재적 불법 전송기들을 식별하기 위해 신호 측량 캠페인의 출력을 인가된 신호들의 목록과 비교한다.
- [0118] 스푸퍼(spoof) 검출
- [0119] 스푸핑 신호는 한명 이상의 사용자를 혼동시키기 위해 또는 스푸핑하기 위해 유효 신호로서 가장된 신호이다. 예를 들어, 스푸핑 GNSS 신호는 GNSS 수신기를 속여 수신기가 사실이 아닌 위치가 있다고 결정하도록 시도할 것이다. WASN은 스푸핑 신호를 획득하고 특성정의함으로써 스푸핑 신호를 검출하고 위치확인한다. 스푸핑 신호의 특성은 적법 신호(들)의 특성과 비교되고 상당한 편차가 있을 때 WASN이 주목한다. 스푸핑된 GNSS 신호의 예를 이용하여, 이 신호의 절대 전력 레벨이 결정될 수 있으며, 적법 GNSS 신호보다 훨씬 크다면, 그 신호는 스푸핑 신호로서 식별된다. 스푸핑 GNSS 신호를 식별하는 또 다른 방법은, 수신된 신호가 현재 이용가능하지 않은 위성(예를 들어, 가시선 밖의 위성)으로 식별된다고 결정하는 것이다. GNSS 시스템의 현재 예는 미국 NavStar GPS(Global Positioning System)이다.
- [0120] 스펙트럼 이용
- [0121] 스펙트럼 이용 애플리케이션은, RF 에너지가 전송되고 있는 시간의 퍼센트를 결정하기 위해 검출된 신호로부터의 전송을 상당한 시간 길이에 걸쳐 모니터링한다. 추가적으로, RF 에너지가 전송되고 있는 시간의 퍼센트는 이 특정한 전송기가 제공하는 지리적 커버리지를 정량화한다. 스펙트럼 이용 캠페인의 결과는 보관을 위해 데이터베이스에 저장되고 및/또는 사용자 인터페이스 상에 디스플레이된다.
- [0122] 무면허 "유휴 대역(white space)" 전송기 전력 및 배치
- [0123] 무면허 "유휴 대역" 애플리케이션은, 전송기의 전송 전력을 추정할 뿐만 아니라 디지털 TV 전송기를 식별하고 위치확인하기 위해 WASN 신호 검출 기능을 이용한다. 이 정보와 함께 WASN은, WASN의 지리적 영역에 걸쳐 인가되고 면허된 디지털 TV 전송기를 간섭하지 않고 "유휴 대역" 전송기가 전송할 수 있는 전력 레벨을 결정한다.
- [0124] 실례 - GNSS 재머 검출 및 위치확인
- [0125] 이 실례에서, 지리적으로 분산된 광대역 소프트웨어 수신기들의 네트워크와 함께 위치 측정 유닛(LMU) 네트워크를 이용하는 배치된 무선 위치확인 시스템이 사용된다. 또한, GNSS 시스템은 미국 NavStar GPS인 것으로서 기술된다. 다른 GNSS 시스템들(Galileo, GLONASS, Compass 등) 또는 복수의 GNSS 시스템으로부터의 위성들의 조합이, GPS 시스템과 함께 또는 이를 대체하여 사용될 수 있다.
- [0126] 현재의 LMU 네트워크에는, 업링크 또는 다운링크 위치추정을 위한 개별적인 광대역 수신기들과, 공통 클럭 기준을 수신하기 위한 GPS 수신기가 장착된다. LMU 네트워크 자체는, 저전력 GPS 재머로부터 상대적으로 보호받으며, 이상적으로는, 재머를 검출하고 위치확인하도록 위치한다. LMU GPS 수신기는 대개 최소한의 부근 장애물과 함께 설치되며, 이상적으로는 부근 구조물 위의 고도에 설치된다.
- [0127] GPS 광대역 CDMA 신호는 약한 신호이며 극 궤도의 우주선(space vehicle)으로부터 방사된다. 야외의 GPS 수신

기의 안테나에서, GPS 신호 강도는 130 - 160 dbm 또는 약 1×10^{-16} 와트이다. 이용되는 파장이 주어지면, 지면 및 주변 구조물로부터의 반사는 훨씬 더 감소된다. 각각의 위성을 추적하고 이용하는 능력을 결정하는 것은, 신호 전력-대-단위 대역폭 당 노이즈 전력의 비율이다. 따라서, GPS 재머(심지어, 비의도적인 재머)는 통상, 광대역 화이트/그레이 노이즈를 전송하여 국부적 노이즈 플로어를 증가시키고, 따라서 임의의 로컬 GPS 수신기를 방해한다. 재머의 위치를 파악하기 위해, 문제는 먼저 재머(들)를 검출하는 것이고, 둘째는 재머의 위치를 파악하는 것이다.

[0128] 도 7에 도시된 바와 같이, 무선 통신 시스템(701)은, 지리적 서비스 영역에 걸쳐 커버리지를 제공하도록 분포된 셀들을 포함한다. 통신 네트워크를 위한 무선 장비는, SDR 수신기와 함께 위치한 셀 사이트(704)에 하우징되어, 지리적으로 분산되고 공유된 기능과 안테나 지원을 SDR 네트워크에 제공한다. 무선 브로드캐스트를 동반한 GNSS 시스템(이 예에서는 GPS 시스템)이 705에 도시되어 있다.

[0129] GPS 재머(702)는, 전송 전력 및 지면 클러터(ground clutter)에 의해 결정되는 영역(703)에 걸쳐 전파하는 재밍 무선 신호를 전송한다. 전파 패턴(703)은 또한, 지향성 전송 안테나에 의해 성형(shape)될 수도 있다.

[0130] 공지된 방법을 이용하여, GPS 수신기 서브시스템은 재밍의 존재를 검출하고 외부 당사자들에게 경고할 수 있다. 이와 같은 재밍은 단일의 LMU 또는 한 그룹의 LMU들로 제한될 수 있다. 공지된 비-군사용 GNSS 재머들은 수십 미터 내지 수십 킬로미터의 범위를 가지나, 대개는, 비교적 저전력의 휴대용 장치일 가능성이 크다.

[0131] 의도적 또는 비의도적 GNSS 재밍 소스를 검출하기 위하여, LMU는 가시(visible) GPS 위성의 전체 사이클에 걸쳐 베이스라인 신호 대 노이즈 비율(SNR)을 유지할 수 있다. 임계 SNR을 넘어가면, 재머 위치확인 이벤트가 개시될 수 있다.

[0132] 작고 및/또는 저전력의 GNSS 재머의 경우, GNSS 재머의 위치는, 도달 시간(TOA) 또는 도달 전력(POA) 기반의 레인징(ranging), 또는 전송 전력, RF 환경, 및 신호 지속기간에 따라 TDOA 또는 AOA와 같은 기술을 이용하여 결정될 수 있다. GPS 재머 수신기를 인에이블하기 위해 현재의 LMU GPS 수신기 안테나에 대한 수정이나 GPS 수신기를 광대역 SDR로 대체하는 것이 이용될 수 있다. 대규모 GNSS 재밍 이벤트의 경우, 영향받는 LMU들이 플롯팅되고 LMU 커버리지 영역의 무게 중심이 재머 위치로서 결정될 수 있다. 예비적인 TOA 또는 POA 기반의 위치확인에 기초한 TDOA 및/또는 AOA 위치 결정을 위해 LMU들이 선택될 수 있다. 재머의 더 정확한 위치확인을 제공하기 위하여, 배치된 위치확인 기술과 재밍 신호(들)의 전력 및 대역폭과 위치확인 기술에 기초하여 LMU들이 추가로 선택될 수 있다.

[0133] 만일 LMU가 재머 부근에 위치해 있고 그 GPS 신호를 잃는다면, 협력자로서 LMU가 이용될 수 없는 경우조차도 재머의 전송된 기준 신호를 수집하기 위해 그래도 아직 LMU가 잠재적으로 이용될 수 있다. 대략적인 타이밍(coarse timing)을 위해 네트워크로부터의 타이밍 또는 메시지를 모니터링하는 다운링크 비컨(beacon)을 이용하여 기준 신호가 수집되고, 압축되어, 양호한 타이밍 기준을 갖는 협력 LMU들에게 배포될 수 있다.

[0134] 일반적인 콜 위치 결정의 경우, 기준 신호를 검출하고 복조하기 위한 정확한 타이밍을 갖지 않는 LMU를 이용하는 기술이 여전히 이용될 수 있다. 이와 같은 LMU는 협력자로서 이용될 없는데, 이것은 그 타이밍이 위치확인 프로세싱을 위해 충분히 정확하지 않기 때문이다. 그러나, 다운링크 모니터링 및/또는 네트워크 타이밍을 통해, LMU는 재머의 전송된 기준 신호의 검출과 복조를 위해 이용될 수 있다.

[0135] GNSS 재밍 소스를 위치확인하는 경우, TDOA 또는 AOA 위치확인이 수행될 수 있다. GNSS 재밍 신호가, 변동하며 항상 켜져 있는 노이즈 소스 타입이라고 가정하면, LMU 또는 이와 유사한 장치는 특정한 시간 간격으로 그 신호의 샘플을 수집할 수 있다. 상관(correlation)을 수행하고 위치를 결정하기 위해, 데이터는 압축되어 협력하는 LMU에 전송될 수 있다.

[0136] 클린 톤(clean tone) 또는 일련의 톤이고 시간에 관해 변동하지 않는 재밍 소스를 시스템이 위치확인하고 있는 경우, TDOA 위치를 계산하는 프로세스와 유사하게, 각각의 영향받는 LMU 위치에서의 SNR의 전력 레벨 영향에 기초하여 위치를 계산하기 위해, 협력 LMU들 모두에서 그 베이스라인 SNR로부터의 GPS 신호의 SNR 변경이 사용될 수 있다. 도달 시간차 대신에, 재밍 신호의 전력 경사도(POA 또는 PDOA)가 이용될 수 있다.

[0137] 실례- GNSS 스푸퍼 검출 및 위치확인

[0138] 또 다른 실시예에서, 본 발명에 따라 GNSS 스푸퍼를 위치확인하기 위해, 함께 위치한 광대역 및 GPS 수신기들과 함께 지리적으로 분산된 LMU 네트워크가 이용될 수 있다.

- [0139] GNSS 스푸핑은, 전형적으로 수신기 고도의 우주선(space vehicle)에 의해 전달되며 고전력의 GNSS 위성 전송을 모방하는 전송기를 통상 포함한다. 어떤 경우에는, 스푸핑을 목적으로 우주선을 모방하기 위하여 수신기의 시야에 있지 않은(예를 들어, 가시선 밖의) 우주선의 식별 정보가 이용될 수 있다.
- [0140] 스푸퍼가 GNSS 위성 전송을 모방하고 있을 때, 분산형 수신기 네트워크는 스푸핑 신호의 신호 전력에서의 증가를 이용한 스푸핑 전송기의 검출을 허용한다.
- [0141] 우주선을 모방하기 위해 수신기의 시야에 있지 않은 우주선의 식별 정보가 이용되는 경우, 궤도 정비로 인해 이용할 것으로 예상되지 않는 위성의 추가가 검출될 수 있다.
- [0142] 양쪽 모두의 경우에서, PDOA, TOA, TDOA, AoA, 또는 하이브리드 기술을 통해 스푸핑 전송기의 위치를 결정하기 위해 광대역 스푸핑 신호가 이용될 수 있다.
- [0143] 실례-IMSI 감지기(catcher) 검출
- [0144] 본 명세서에서 참고용으로 인용하는, 일반 양도된 미국 특허 출원 제11/948,244호 "Autonomous configuration of a wireless Location System"에 기술된 바와 같이, 기지국 비컨(beacon) 전송을 통해 GSM, CDMA, CDMA-2000, 및 UMTS 무선 통신 시스템을 검출, 식별, 및 위치확인하기 위해, LMU 네트워크의 광대역 다운링크 수신기들이 이용될 수 있다. 자율 구성(Autonomous Configuration) 애플리케이션에서, 기지국 식별 및 주파수 할당에 대한 변경 뿐만 아니라 새로운 기지국이 결정될 수 있다.
- [0145] (IMSI 감지기(catcher)라고도 불리는) 불량 기지국 트랜시버(rogue BTS)는, 유럽 특허 EP1051053호 "Method for identifying a mobile phone user or for eavesdropping on outgoing calls" 및 미국 특허 출원 제 11/996,230호 "Acquiring Identity Parameters by Emulating Base Stations"에 기술되어 있다. 기술된 바와 같이, 불량 BTS는, 기존의 기지국에 속하는 비컨을 전송함으로써 무선 네트워크를 시뮬레이션하고 로컬 무선 통신 네트워크에 속하는 기지국을 모방한다. 제어기로서 SMLC(Serving Mobile Location Center)와 지리적으로 분산된 수신기들의 LMU 네트워크의 검출, 식별, 및 위치확인 기능을 이용하여, 중복되고 모방된 기지국 비컨들이 검출, 식별, 및 위치확인될 수 있다.
- [0146] 도 8은, 본 발명에 따른 분산형 네트워크 기반의 IMSI 감지기 불량 BTS 위치확인기의 예를 도시한다. 저전력 IMSI 감지기(802)는, 전력, 식별자, 및 이웃 목록을 포함한 정보를 로컬 비컨들(807, 808, 809) 상에서 수집한다. 그 다음, IMSI 감지기(802)는 지리적 영역(803)에 걸쳐 전파하는 자신의 모방 비컨을 브로드캐스트한다. 타겟 모바일/사용자 장비(801)는, IMSI 감지기의 에뮬레이팅된 네트워크에 대한 위치 업데이트를 수행한다.
- [0147] 이 예에서의 SDR 수신기들은, 클로스 셀(804), 인접 셀(805), 및 근접 셀(806)에 함께 위치해 있다. 클로스 셀(804), 인접 셀(805), 및 근접 셀(806)이 과거에 이미 검출, 식별, 위치확인 및 저장되었다면, SDR 수신기들은 모방 비컨(803)을 검출하고 불량 BTS를 식별할 수 있다. SDR 네트워크는 불량 BTS를 위치확인하도록 조정되고 불량 BTS에 관한 정보는 분석 및 액션을 위해 사용자 인터페이스에 전달된다.
- [0148] 도 9a에서, WASN의 예시적 사용이 도시되어 있다. 이 예에서, 센서 수신기들(901, 902, 903)은 무선 통신 및 브로드캐스트 시스템에 의해 서빙되는 지리적 영역에 걸쳐 분산된다. 전혀 다른 시간들에서, 간섭 신호들(904, 905, 906)이 검출되고 위치확인된다. 도 9b는 결과적인 사용자 인터페이스 디스플레이를 도시한다. 맵 디스플레이(907) 상에서, 간섭 신호들(904, 905, 906)의 소스들이 지리적으로 디스플레이된다(908, 909, 910). 간섭의 시간 및 지속기간은 타임 바 디스플레이(911) 상에 디스플레이되고, 간섭 이벤트들(904, 905, 906)이 912, 913, 914로서 지리적으로 도시되어 있다. 스펙트럼 바(915)는 이벤트(904)에 대해 주파수에 관한 전력의 분포를 디스플레이한다. 나침도(compass rose, 916)는 그레이 아웃(gray out)되어, 이벤트(904)에 대해 어떠한 heading(heading)도 이용가능하지 않음을 보여준다. 속도 표시기(917)는 제로의 속도를 가리키고 있으며, 이것은 나침도와 함께, 이벤트(904)가 시간 기간(912)에 걸쳐 정지되어 있음을 나타낸다.
- [0149] 다이버시티 시간 및 주파수 위치확인 수신기
- [0150] 센서들의 네트워크와 함께 TOA 또는 TDOA 기술을 이용한 위치정보서비스는, (위치 결정 엔티티(PDE), 신호 수집 시스템(SCS), 또는 위치 측정 유닛(LMU)라고도 알려진) 센서들의 위치가 알려지고, 센서들이 시간에 관해 서로 엄격하게 동기화될 것을 요구한다. 센서들의 네트워크를 구비한 FDOA 위치정보서비스 기술은 센서들의 위치가 알려지고 센서들이 주파수에 관해 서로 엄격하게 동기화될 것을 요구한다. 정적 센서들에서 GPS/GNSS 타이밍 수신기를 이용하는 것은, 높은 수준의 시간 및 주파수 동기화 성능을 달성할 뿐만 아니라 센서들의 위치를 결정하는 편리한 방법을 제공한다. 그러나, GPS/GNSS 타이밍 수신기들은 방해받지 않은 공중 시야를 가질 때에만

이러한 수준의 위치확인 및 동기화 수준을 제공할 수 있다. (TruePosition, Inc사에 양도된) 2002년 2월 26일자 미국특허 번호 제6,351,235호, "Method and System for Synchronizing Receiver Systems of a Wireless Location System"에 기술된 바와 같이, GPS 수신기는, 각각의 LMU(및 그에 따라 일반적으로 WLS)에게 업링크 TOA 및 TDOA(U-TDOA) 위치확인을 위한 공통의 고정밀 타이밍 기준을 제공하고, (2005년 12월 29일 출원되고 (TruePosition, Inc에 양도된) 미국특허 출원 제11/321,893호, "GPS Synchronization For Wireless Communications Stations"에 기술된 바와 같이), EOTD(Enhanced Observed Time Difference), AFLT(Advanced Forward Link Trilateration), ELFT(Enhanced Forward Link Trilateration), OTDOA(Observed Time Difference of Arrival), 및 A-GNSS(Assisted GNSS)와 같은 다운링크 기술들에 대한 보조 메시지를 생성하기 위해 이용된다.

- [0151] 2007년 11월 30일 출원된 미국특허 출원 제11/948,244호, "Automated Configuration of a Wireless Location System"에서 언급하고 있는 바와 같이, GPS 타이밍 신호는 또한 매우 정확한 주파수 기준 신호를 생성한다. 다른 GNSS 시스템들은 동작시 유사한 주파수 정확도를 제공할 것으로 예상된다.
- [0152] GNSS 시스템에 추가하여, 지상 무선 브로드캐스트 시스템들은 또한, 타이밍 기준, 주파수 기준, 및 TOA 또는 TDOA 기술을 이용한 LMU 위치확인을 모두 제공하기 위해 이용될 수 있다. 이렇게 제공된 위치는, 지상 무선 브로드캐스트 수신기 안테나의 위치이고, 그 다음, 이것은, 수신기, 안테나 및 연관된 케이블링을 통한 신호 지연에 대해 캘리브레이션될 수 있다.
- [0153] 많은 동작상의 배치 시나리오에서, 맑은 공중 시야, 또는 상당한 부분의 맑은 공중 시야조차도 가능하지 않을 것이다. 따라서, 시간 및 주파수에서 무선 위치확인 네트워크 내의 다른 센서들에 동기화시키는 것 뿐만 아니라 센서들의 위치를 결정하여, 사실상, 센서들을 동기화시키기 위한 다이버시티를 제공하고 그들의 위치를 결정하기 위해 센서 플랫폼 내에 하이브리드 또는 폴백 기술을 포함시키는 것이 유용하다.
- [0154] 알려진 위치의 지상 브로드캐스트 전송기에 기초하여 수신기의 위치를 결정하기 위한 기술은 최근에 개발되었다 (2001년 6월 21일 출원된 미국특허출원 제09/887,158호, "Position Location using Broadcast Digital Television Signals"; 2003년 5월 6일자 미국특허 제6,559,800호, "Position Location Using Broadcast Analog Television Signals"; 2005년 4월 12일자 미국특허 번호 제6,879,286호 "Position Location Using Ghost Canceling Reference Television Signals"; 및 1996년 4월 23일자 미국특허번호 제5,510,801호, "Location Determination System And Method Using Television Broadcast Signals"를 참조한다). 또한, 지상 (다운링크) 브로드캐스트는, 무선 신호의 TOA, TDOA 및/또는 FDOA 처리를 위해 필요한 시간 및 주파수에서의 센서들의 동기화를 위해 센서들에 의해 이용될 수 있다.
- [0155] 센서들을 위치확인하고 동기화시키기 위해 그 파형 내에서 정보를 전송하는 GPS와 달리, 이들 기술들은 외부 서버로부터 이와 같은 정보의 전달을 위한 통신 링크를 요구한다. 전체 결과는, 실내를 포함한 훨씬 넓은 범위의 환경에 걸쳐 시간 및 주파수에서 서로 동기화되고 센서들의 위치를 결정할 수 있는 센서들의 네트워크이다.
- [0156] GNSS 수신기 및 지상 브로드캐스트 수신기들 모두를 포함하는 위치 다이버시티 방법의 이용은, (2개의 수신기가 1차 및 예비용으로 동작하는) 폴백, 및 GNSS 시그널링이 지상 브로드캐스트 시그널링과 결합되는 하이브리드를 허용한다. 2005년 7월 12일자의 미국특허 번호 제6,917,328호, "Radio Frequency Device for Receiving TV Signals and GPS Satellite Signals and Performing Positioning"은 위치확인을 위한 이와 같은 한 하이브리드를 기술하고 있다.
- [0157] 일단 시간 및 주파수 동기화 유닛의 다이버시티 위치확인 수신기 컴포넌트를 통해 타이밍 수신기에 대한 위치가 얻어지고, 센서의 수신 안테나를 배치하기 위해 임의의 오프셋팅 캘리브레이션이 수행되며, (미국특허 출원 제 11/948,244호에 기술된 바와 같이) 타이밍 수신기 및 센서로의 케이블링에 있어서 고유한 신호 지연을 완화시키기 위해 임의의 타이밍 기준 신호 지연이 조절되고 나면, 계산된 위치, 주파수 기준, 및 조절된 타이밍 신호는, TOA 또는 U-TDOA 위치 추정, 또는 다양한 모바일-기반의 위치확인 기술에 대한 보조 메시지를 생성하기 위해 사용될 수 있다.
- [0158] 실례
- [0159] 밀집한 도시 구역에서, (LMU 또는 PDE라고도 알려진) 센서들의 설치에 문제가 되는데, 이것은 많은 배치 영역에서 구조물들이 공중 시선을 방해하기 때문이다. LMU는 전형적으로 무선 안테나 및 케이블링을 BTS와 공유하기 (또는 BTS 회로 내에 통합될 수 있기) 때문에, 위치 선정은, LMU의 설치를 용이하게 하기 위해서가 아니라 BTS 커버리지를 최적화하도록 이루어진다. GPS/GNSS 수신기의 예상되는 장애를 극복하기 위한 다이버시티 위치 및

타이밍 소스의 추가는, LMU 위치가 자동으로 결정되고 타이밍 기준 신호가 보조 지상 브로드캐스트 네트워크로부터 얻어지는 것을 허용한다. 자동 위치 결정은, LMU 위치 데이터베이스를 자동으로 채우기 위해, 또는 LMU 위치에 대한 수동 입력된 측량 데이터를 검사 또는 대체하기 위해 사용될 수 있다. 만일 위치가, 하루의 작은 퍼센트 동안에도 GPS 수신기로부터 양호한 타이밍을 얻기에 충분한 시야의 GPS 성상도(constellation)를 가진다면, 이 시간에는, 그 위치에서 GPS가 이용가능하지 않을 때 TV 신호가 사용될 수 있도록 디지털 TV 신호의 캐리브레이션 인자를 결정하기 위해 사용될 수 있다. 이것은, 수신기들이 GPS를 보고 있지 않을 때 TV 신호에서의 드리프트(drift)를 책임지지 못하지만, 여전히 타이밍 수신기 홀드오버 성능을 향상시킬 것이다.

[0160] 도 11은, 위치, 시간 및 주파수 동기화 유닛(1101)의 기능 컴포넌트들과 (LMU, PDE, 또는 SCS라고도 알려진) 센서 플랫폼(1105)과의 상호접속을 개략적으로 도시하고 있다. 다이버시티 수신기(1101)는, 디지털 데이터 링크(1109, 1112)를 통해 공통 프로세서 플랫폼(1104)에 접속된 2개 이상의 수신기 서브시스템(1102, 1103)을 포함한다. 이 예에서, 수신기 서브시스템들(1102, 1103)은 1차(1102) 및 2차(1103)로 간주되지만, 실제로는, 공통 프로세서 플랫폼(1104)은, 고정 시간, 신호 품질, 또는 오퍼레이터 선호도에 기초하여, 1차 및 2차(또는 백업 수신기)를 지정할 것이다. 수신기들(1102, 1103)이 하이브리드 구성으로 사용될 때, 양쪽 수신기들 모두가 1차이다.

[0161] 공통 프로세서 플랫폼은, 타이밍 링크(1113)를 통한 타이밍 기준(예를 들어, 1PPS 신호)의 전달, 주파수 인터페이스(1114)를 통한 주파수 기준(공칭 10MHz)의 전달, 데이터 상호접속(1115)을 통한 위도, 경도, 및 고도의 포맷으로 된 위치 데이터 및 시간스탬프의 전달을 위해 센서 플랫폼(1105)에 상호접속된다.

[0162] 이 예에서, 제1 수신기 서브시스템(1102)은 GNSS 수신기이다. GNSS 수신기에는 GPS 안테나(1107)가 장착되고 선택사항으로서 GNSS 보조 신호의 수신을 위해 제2 안테나(1108)가 장착될 수 있다. 보정 정보(correction information)라고도 알려진 보조 신호 정보는, 위성 성상도 궤도 정보, 클록 드리프트, 대기층 신호 지연, 및 전리층 지연을 포함한다. 보조 시그널링의 일부 구현에서, GPS(또는 GNSS) 안테나(1107)는 보조 신호 안테나(1108)와 결합될 수 있다.

[0163] 보정 정보라고도 알려진 보조 신호 정보는 위성 성상도 궤도 정보, 클록 드리프트, 대기층 신호 지연, 및 전리층 지연을 포함한다. 보조 시그널링의 일부 광대역 구현에서, GPS(또는 GNSS) 안테나는 보조 신호 안테나와 결합될 수 있으며; 그렇지 않은 경우 별개의 안테나가 이용될 수 있다.

[0164] GPS 보조 무선 신호 시스템은, 미국의 WAAS(Wide Area Augmentation System), 유럽 연합의 EGNOS(European Geostationary Navigation Overlay Service), 일본의 MSAS(Multi-functional Satellite Augmentation System), 인도의 GAGAN(GPS Aided Geo Augmented Navigation) 뿐만 아니라 Starfire, Starfix, Quasi-Zenith, 및 OMNISTAR와 같은 다양한 상용 D-GPS(Differential-GPS)를 포함한다.

[0165] WAAS는 SBAS(Satellite Based Augmentation System) 대 GPS(GNSS 시스템의 주요예)의 기능 예이다. WAAS는 GPS 신호와 유사한 정지궤도 위성들로부터의 신호를 전송하며, 따라서, GPS 위성 신호와 결합되어 사용될 때 제공하는 시간 및 주파수 기준 뿐만 아니라 GPS 수신기의 위치 추정의 정확도를 향상시키기 위해 다채널 GPS 수신기에 의해 처리될 수 있다. 이러한 더 높은 정확도는, 다채널 수신기에 의해 처리되는 GPS/WAAS 신호의 수가 증가함에 따라 정확도 개선을 제공하는 GPS/WAAS 수신기에서 중층결정된 네비게이션 솔루션(overdetermined navigation solution)의 이용을 통해 발생한다. 만일 어떠한 GPS 신호도 이용가능하지 않다면, GPS/WAAS 수신기가 정지되어 있고 그 3차원 위치가 알려져 있는 경우, WAAS만으로부터의 신호는 시간 및 주파수 기준을 제공한다. 이것은 동작의 "정적 타이밍 모드"라 알려져 있다. 따라서, 이 "정적 타이밍 모드"에서, 타이밍 기준 리던던시(redundancy)가 제공된다. 이러한 능력은, 양호한 성능을 위해 충분한 갯수의 GPS 위성을 수신하기 위한 맑은 공중 시야가 수신기 위치에서 이용가능하지 않지만 WAAS 위성의 맑은 시야가 존재하는 밀집한 도시 환경에서 특히 유용하다. WAAS 위성은 정지궤도이기 때문에, 지향성 안테나는 수신된 신호 레벨을 더 향상시키기 위해 이용되는 보조 신호 안테나(1108)를 위한 것일 수 있다.

[0166] 제1 수신기 서브시스템(1102)에는 선택사항으로서 보조 신호 접속(1116)이 장착될 수 있으며, 이 보조 신호 접속(1116)은 유선 접속을 통해 랜드사이드(landside) 보조 서버 또는 네트워크에 보조 정보를 제공한다. 제1 수신기 서브시스템(1102)은, 인터페이스(1119)를 통해 안정된 시간 기준(공칭 1 PPS 신호)과, 데이터 링크(109)를 통해 계산된 위치와 일시(time-of-day)를 포함하는 직렬 데이터 스트림을 CPP(1104)에 출력한다.

[0167] 이 예에서, 제2 수신기 서브시스템(1103)은 HDTV 브로드캐스트 수신기이다. 본 명세서에서 HDTV란, 미국 및 몇 개의 북미 및 아시아 국가들에서의 ATSC(Advanced Television Standards Committee) 표준, 유럽에서의

DVB(Digital Video Broadcasting), 및 일본에서의 ISDB(Integrated Services Digital Broadcasting)를 포함하는 무선 신호 브로드캐스팅 및 인코딩 프로토콜을 말한다. 지상 브로드캐스트 수신기는, 동기화된 타이밍을 제공하기 위해 사용될 수 있는 DVB-H 또는 T-DMB에 대한 모바일 TV 수신기를 포함할 수 있다.

[0168] HDTV 수신기(1103)에는 안테나(또는 안테나 어레이)(1110)가 장착되며, 보조 신호의 수신을 위한 제2 안테나(1111)가 선택사항으로서 장착될 수 있다. HDTV 수신기의 경우, 보조 정보는, 브로드캐스터 위치, 채널 할당 및 타이밍 특성과 파라미터들을 포함할 수 있다.

[0169] 제2 수신기 서브시스템(1103)에는, 유선 접속을 통해 랜드사이드(landside) 보조 서버 또는 네트워크에 보조 정보를 제공하는 보조 신호 접속(1117)이 장착될 수 있다. 제2 수신기 서브시스템(1103)은, 인터페이스(1118)를 통해 안정된 시간 기준(공칭 1 PPS 신호)과, 데이터 링크(1112)를 통해 계산된 위치와 일시를 포함하는 직렬 데이터 스트림을 CPP(1104)에 출력한다.

[0170] 공통 프로세서 플랫폼(CPP)(1104)은, 특별히 만들어진 고성능 컴퓨터 서버 하드웨어 상에서 실행중인 소프트웨어 애플리케이션이다. CPP(1104)는, 듀플렉스 데이터 링크들(1112, 1109)을 통해 무선 신호 수신기 서브시스템(1102, 1103)에 데이터를 송수신한다. 제1 및 제2 수신기(1102, 1103)는 제1 및 제2 시그널링 인터페이스(1118, 1119)를 통해 안정된 타이밍 신호(공칭 1 PPS 타이밍 신호)를 공통 프로세서 플랫폼(1104)에 전달한다. CPP(1104)는 링크(1120)를 통해 기준 발진기(1106)를 규율하기 위해 타이밍 신호를 이용한다. 기준 발진기(1106)는, 공칭 위상 고정 루프(PPL)를 구비한 오븐-제어 수정 발진기(OXCO; Oven-Controlled Crystal Oscillator)이지만, 더 긴 홀드오버 시간을 위해 루비듐이나 세슘 발진기일 수 있다. 기준 발진기(1106)는 링크(1121)를 통해 안정된 주파수 기준(공칭 10 MHz 사인파)을 CPP(1104)에 출력한다.

[0171] 시간, 주파수 기준 및 시간스탬프 정보, 및 진보된 에러 추정을 이용하여, 공통 프로세서 플랫폼(1104)은, 최상의 수신기를 선택하거나, 최적화된 시간, 주파수 및 시간스탬프를 생성하기 위해 (예를 들어, Kalman 필터링을 이용하여) 인입 정보를 하이브리드화한다. 공통 프로세서 플랫폼(1104)은 각 타입의 정보에 대해 센서(1105)로의 별개의 피드(feed)를 이용한다. 제1 인터페이스(1113)는 타이밍 펄스를 전달하는데 이용되는 반면, 제2 인터페이스(1114)는 주파수 기준 신호의 전달을 위해 이용되고, 제3 인터페이스(1115)는 시간스탬프 정보, 수신기 위치, 및 위치 에러 파라미터를 전달한다.

[0172] 대안적 실시예

[0173] 광역 센서 배치에서 다이버시티 타이밍 및 위치 수신을 제공하는 시간 및 주파수 동기화 유닛을 이용하여, 비용 절감이 달성될 수 있다. 다이버시티 타이밍 및 위치확인 수신기 모듈이 장착된 전체 센서 집단의 한 서브셋을 이용하면, 나머지 센서들(특히, GPS/GNSS 커버리지가 간헐적이거나 존재하지 않는 영역 또는 실내 장착된 센서들)은, 센서 위치, 타이밍 및 주파수 기준의 계산을 위해 HDTV 수신기 서브시스템만을 이용할 수 있다.

[0174] 도 12에 도시된 바와 같이, 한 집단의 센서들(1204, 1205)이 서비스 영역(1201)에 걸쳐 배치된다. 이들 센서들은 대체로, 셀룰러 타워와 같은 기준의 무선 시스템 안테나(1206)와 함께 위치하지만, 단독 유닛(standalone unit)으로서 배치될 수도 있다.

[0175] 전체 센서 집단의 서브셋(1205)은 GPS/GNSS 위협 영역(challenged area)에 마운트되거나 GNSS 수신기가 장착되지 않는다. 이 센서들의 서브셋(1205)에는, 위치, 타이밍 및 주파수 기준의 발생을 위해 지상 브로드캐스트(예를 들어, HDTV) 수신기 서브시스템만 장착된다. GNSS 위성(1202)은 시간, 주파수 기준 발생 및 수신기 위치를 위한 한 세트의 타이밍 신호를 제공하는 반면, 지상 브로드캐스트 시스템 타워(1203)는, 타이밍, 주파수 기준 발생 및 수신기 위치가 결정될 수 있는 제2 세트의 신호를 제공한다.

[0176] 다이버시티 타이밍 및 위치확인 수신기 모듈로 강화된 서브 그룹의 센서들(1204)은, 최적의 센서 위치, 상기 센서들에 대한 타이밍 및 주파수 기준을 발생시킨다. 또한, 이들 강화된 (예를 들어, GPS 및 HDTV 다이버시티 타이밍 및 위치확인 수신기들이 장착된) 센서들(1204)은, 중앙 서버(1207)에, 그리고 그 다음, 비-강화된 또는 신호-결핍 센서들(1205)에 시그널링을 공급하는 역할을 한다.

[0177] LMU UTD OA, AOA, 또는 하이브리드(UTDOA/AoA, UTDOA/A-GPS 등) 수신기에서 위치확인 다이버시티 풀백을 가능케 하기 위해, 또는 지상 브로드캐스트 수신기를 구비하지만 GNSS 수신기를 구비하지 않은 더 낮은 비용의 LMU 설치를 가능케 하기 위해, GNSS와 지상 브로드캐스트 타이밍 신호 모두를 수집하고 분석과 포워딩을 위해 그 신호를 중앙집중형 SMLC(1207)에 전송하는 복수개의 지리적으로 분산된 센서들의 능력이 이용된다.

[0178] 도 13은, GPS 신호에 액세스하지 않지만 지리적으로 다양한 방향으로부터 복수의 지상 브로드캐스트(예를 들어,

HDTV 신호)를 수신하는 능력을 갖는 LMU에 대한 정확한 위치를 결정하는 문제를 해결하는 예시적 방법을 도시한다.

[0179] 제1 단계(1301)는 다이버시티 시간, 위치 및 주파수 기준 수신기 서브시스템의 초기화이다. 만일 GNSS 수신기 서브시스템을 통해 타이밍이 획득될 수 없다면(또는 만일 LMU 플랫폼이 설치된 GNSS 수신기 서브시스템을 갖고 있지 않다면), 대안적인 시간, 위치 및 주파수 기준 프로시저에 진입한다. 제2 단계(1302)에서, LMU의 백홀을 통해 전체 타이밍이 획득된다. 이 초기 타이밍은 국제 원자 시간(IAT)의 10ms 미만 내에서 정확할 필요가 있다. 디지털 육상 트랜스포트(예를 들어, T1/E1 또는 이더넷)로부터 유도된 네트워크 타이밍은 충분히 정확하다. 이러한 전체 타이밍은, 가시적(visible) 지상 브로드캐스트 전송기로부터의 정밀 타이밍의 획득에 이용될 것이다.

[0180] 제3 단계(1303)는, 중앙 서버로부터의 지상 신호에 대한 보정 계수(correction factor)를 획득하는 것이다(공칭 SMLC 서버는 무선 위치확인 시스템에서 타이밍 서버의 역할을 한다). 보정 계수들은, GNSS 및 지상 브로드캐스트 신호 수신기 모두를 장착한 LMU로부터 얻어진다. 단계(1303)에서, GNSS 및 지상 브로드캐스트 신호 모두를 볼 수 있는 모든 또는 선택된 LMU들은, 수개의 지상 브로드캐스트 신호로부터 타이밍에서의 오프셋을 결정하기 위해 이용된다. 이들 오프셋은, 보고측 LMU 및 지상 브로드캐스트 신호 전송기들의 정확한 위치에 관한 정보에 추가하여, 타이밍 보정 계수의 계산을 허용한다. 계산된 타이밍 오프셋과 신호 브로드캐스터의 아이덴티티는 다른 LMU들로의 포워딩과 저장을 위해 중앙 서버에 포워딩된다.

[0181] 다음 단계(1304)에서, (GNSS 수신기 없이 배치된 LMU들을 포함한) GNSS 시그널링을 액세스하지 않는 LMU 집단은, (각각의 LMU에 대하여) 가시적인 모든 지상 브로드캐스트 전송기들에 대하여, 각각의 LMU에 대한 전송기 위치와 타이밍 오프셋을 중앙 서버에게 요구한다. 그 다음, LMU 세트 각각은 신호 수집을 수행하고, 지상 브로드캐스트 신호와, 포워딩된 전송기 위치와, 자체-위치확인을 위한 포워딩된 타이밍 보정을 이용하여, 제약된 최소 제곱 위치확인 계산을 수행한다.

[0182] 다음 단계(1305)에서, GNSS 신호 액세스없는 LMU들은 지상 브로드캐스트 유도된 위치확인 결과를 평균화 함수 내에 삽입한다. 만일 위치당 평균화 함수 조정(컨버전스)이 필요한 공차(tolerance) 범위 내에 있다면, LMU는 그 계산된 위치를 저장한다. 만일 위치가 공차 내에 있지 않다면, 추가적인 타이밍 및 타이밍 오프셋 정보의 계산의 반복적 프로세스가 1306에서 개시된다.

[0183] 단계(1306)에서 개시되는 재귀적 동작에 대한 또 다른 잠재적 접근법은, GNSS 가시성이 결핍된 LMU들이 1시간 동안 매초마다 전송기당 1개의 지상 브로드캐스트 신호 획득을 수행하고, 포워딩된 보정 계수를 이용하여 LMU 위치를 계산하고, 평균화된 결과를 취하는 것일 것이다. 이것은 3600개의 샘플과 매우 정확한 위치를 산출할 것이다. 이 프로세스 동안에 매 5분마다 보조 데이터를 얻는 것으로 충분할 것이다. 일단 타이밍 모드에 있게 되면, 정확한 타이밍을 유지하기 위해 매 30분마다 보조 데이터로서 보정 계수를 얻는 것으로 충분할 것이다.

[0184] 결론

[0185] 앞서 언급된 임의의 양태는 방법, 시스템, 컴퓨터 판독가능한 매체, 또는 임의 타입의 제조품으로 구현될 수 있다. 본 명세서에서 사용된 용어, 회로는 전문화된 하드웨어 컴포넌트를 포함할 수 있다. 동일하거나 다른 실시예들에서, 회로는 펌웨어 또는 스위치에 의해 기능(들)을 수행하도록 구성된 마이크로프로세서를 포함할 수 있다. 동일하거나 다른 실시예들에서, 회로는 기능(들)을 수행하도록 동작할 수 있는 로직을 구현한 소프트웨어 명령어들이 메모리, 예를 들어, RAM 및/또는 가상 메모리에 로딩될 때 구성될 수 있는 하나 이상의 범용 처리 유닛 및/또는 멀티-코어 처리 유닛을 포함할 수 있다. 회로가 하드웨어와 소프트웨어의 조합을 포함하는 실시예에서, 구현자(implementer)는 로직을 구현하는 소스 코드를 기입할 수 있으며, 소스 코드는 범용 처리 유닛(들)에 의해 처리될 수 있는 머신 판독가능한 코드로 컴파일될 수 있다.

[0186] 도 10은 본 발명의 양태에 따라 구성된 컴퓨팅 시스템의 한 예를 도시한다. 컴퓨팅 시스템은, 처리 유닛(1021), 시스템 메모리(1022), 및 시스템 메모리를 포함한 다양한 시스템 컴포넌트들을 처리 유닛(1021)에 결합시키는 시스템 버스(1023)를 포함하는, 컴퓨터(1020) 등을 포함할 수 있다. 시스템 버스(1023)는, 다양한 버스 아키텍처들 중 임의의 것을 이용하여, 메모리 버스 또는 메모리 제어기, 주변장치 버스, 및 로컬 버스를 포함한 수개 타입의 버스 구조 중 임의의 것일 수 있다. 시스템 메모리는 판독 전용 메모리(ROM)(1024) 및 랜덤 액세스 메모리(RAM)(1025)를 포함한다. 기동(start up) 동안에서와 같이, 컴퓨터(1020) 내의 요소들간 정보의 전송을 도우는 기본적 루틴을 포함하는 기본 입력/출력 시스템(1026)(BIOS)은 ROM(1024)에 저장된다. 컴퓨터(1020)는, 하드 디스크로부터 판독하거나 하드 디스크에 기록하기 위한 하드 디스크 드라이브(1027)와, 착탈식 자기

디스크(1029)로부터 판독하거나 이에 기록하기 위한 자기 디스크 드라이브(1028)와, CD ROM 또는 기타의 광학 매체와 같은 착탈식 광 디스크(1031)로부터 판독하거나 이에 기록하기 위한 광 디스크 드라이브(1030)를 더 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 본 발명의 양태를 구현한 컴퓨터 실행가능한 명령어는 ROM(1024), 하드 디스크(미도시), RAM(25), 착탈식 자기 디스크(1029), 광 디스크(1031), 및/또는 처리 유닛의 캐쉬(1021)에 저장될 수 있다. 하드 디스크 드라이브(1027), 자기 디스크 드라이브(1028), 및 광 디스크 드라이브(1030)는, 각각, 하드 디스크 드라이브 인터페이스(1032), 자기 디스크 드라이브 인터페이스(1033), 및 광 드라이브 인터페이스(1034)에 의해 시스템 버스(1023)에 접속된다. 드라이브 및 그 연관된 컴퓨터 판독가능한 매체는, 컴퓨터 판독가능한 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈, 및 컴퓨터(1020)용의 기타의 데이터에 대한 비휘발성 저장을 제공한다. 비록 본 명세서에서 기술된 환경은, 하드 디스크, 착탈식 자기 디스크(1029), 및 착탈식 광 디스크(1031)를 채용하고 있지만, 당업자라면, 자기 카세트, 플래시 메모리 카드, 디지털 비디오 디스크, 베르누이(Bernoulli) 카트리지, 랜덤 액세스 메모리(RAM), 판독 전용 메모리(ROM) 등과 같은 컴퓨터에 의해 액세스가능한 데이터를 저장할 수 있는 다른 타입의 컴퓨터 판독가능한 매체도 역시, 동작 환경에서 사용될 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0187] 운영 체제(1035), 하나 이상의 애플리케이션 프로그램(1036), 기타의 프로그램 모듈(1037) 및 프로그램 데이터(1038)를 포함한 다수의 프로그램 모듈이, 하드 디스크, 자기 디스크(1029), 광 디스크(1031), ROM(1024) 또는 RAM(1025) 상에 저장될 수 있다. 사용자는, 키보드(1040) 및 포인팅 장치(1042)와 같은 입력 장치를 통해 컴퓨터(1020) 내에 명령과 정보를 입력할 수 있다. (도시되지 않은) 다른 입력 장치들로는, 마이크로폰, 조이스틱, 게임 패드, 위성 디스크, 스캐너 등이 포함될 수 있다. 이들 및 다른 입력 장치들은 종종 시스템 버스에 결합된 직렬 포트 인터페이스(1046)를 통해 처리 유닛(1021)에 접속되지만, 병렬 포트, 게임 포트 또는 유니버설 직렬 버스(USB)와 같은 다른 인터페이스들에 의해 접속될 수도 있다. 디스플레이(1047) 또는 다른 타입의 디스플레이 장치도 역시, 비디오 어댑터(1048) 및 케이블(1057)과 같은 인터페이스를 통해 시스템 버스(1023)에 접속될 수 있다. 디스플레이(1047) 외에도, 컴퓨터는 전형적으로 스피커 및 프린터와 같은 (도시되지 않은) 다른 주변 출력 장치를 포함한다. 도 10의 시스템은 또한, 호스트 어댑터(1055), SCSI(Small Computer System Interface) 버스(1056), 및 SCSI 버스(1056)에 접속된 외부 저장 장치(1062)를 포함한다.

[0188] 컴퓨터(1020)는 원격 컴퓨터(1049)와 같은 하나 이상의 원격 컴퓨터로의 논리적 접속을 이용하여 네트워크된 환경에서 동작할 수 있다. 원격 컴퓨터(1049)는, 또 다른 컴퓨터, 서버, 라우터, 네트워크 PC, 피어 장치 또는 기타의 공통 네트워크 노드, 가상 머신일 수 있으며, 비록 도 10에는 메모리 저장 장치(1050)만이 도시되어 있지만, 전형적으로, 컴퓨터(1020)에 관련하여 기술된 요소들의 전부 또는 많은 수를 포함할 수 있다. 도 10에 도시된 논리적 접속은 근거리 통신망(LAN)(1051) 및 광역 네트워크(WAN)(1052)를 포함할 수 있다. 이와 같은 네트워크 환경은, 사무실, 범기업적 컴퓨터 네트워크, 인트라넷 및 인터넷에서 아주 흔하다.

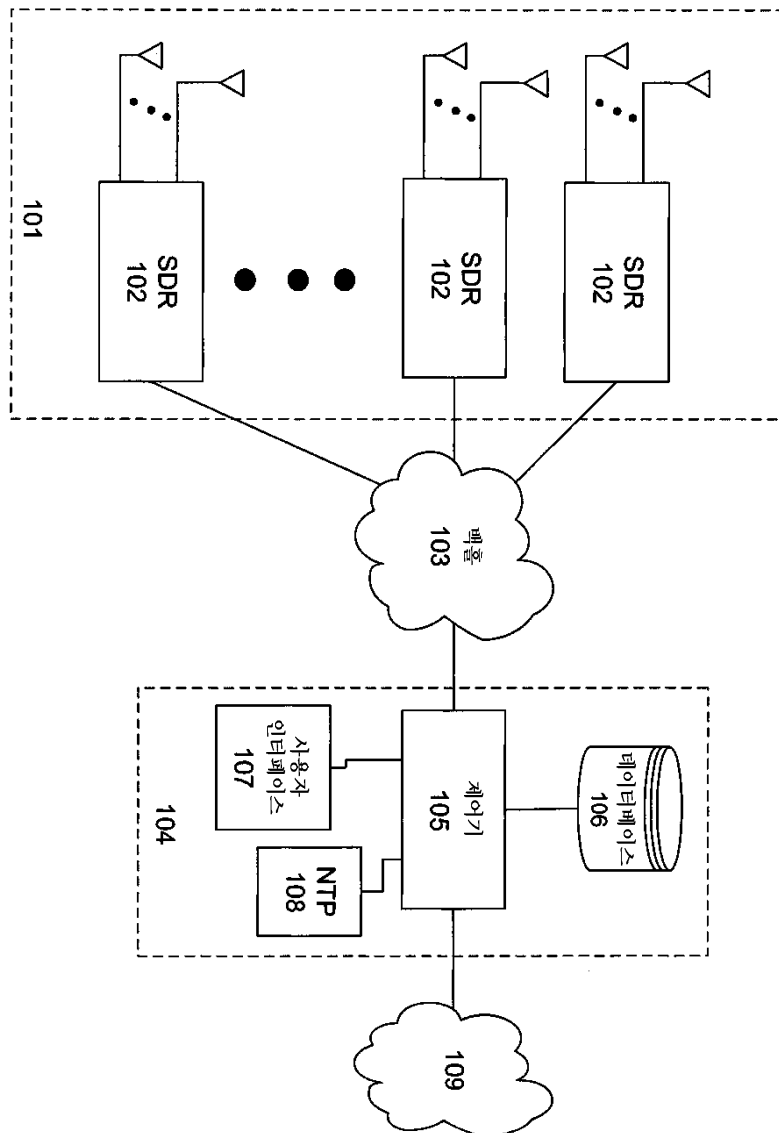
[0189] LAN 네트워킹 환경에서 사용될 때, 컴퓨터(1020)는 네트워크 인터페이스 또는 어댑터(1053)를 통해 LAN(1051)에 접속될 수 있다. WAN 네트워킹 환경에서 사용될 때, 컴퓨터(1020)는 전형적으로, 모뎀(1054) 또는 인터넷과 같은 광역 네트워크(1052)를 통해 통신을 확립하기 위한 기타의 수단을 포함할 수 있다. 내장형이든 또는 외장형이든 모뎀(1054)은 직렬 포트 인터페이스(1046)를 통해 시스템 버스(1023)에 접속될 수 있다. 네트워킹된 환경에서, 컴퓨터(1020)에 관해 설명된 프로그램 모듈 또는 그 일부는 원격 메모리 장치에 저장될 수 있다. 도시된 네트워크 접속은 예이며 컴퓨터들간에 통신 링크를 확립하기 위한 다른 수단이 사용될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 게다가, 본 발명의 수많은 실시예들은 컴퓨터 시스템에 특히 적절한 것으로 생각할 수 있지만, 본 명세서는 본 발명을 이와 같은 실시예만으로 제한하려고 의도한 것은 아니다.

[0190] 기술된 상세한 설명은 예 및/또는 동작도를 통해 시스템 및/또는 프로세스의 다양한 실시예를 개시하였다. 이와 같은 블록도 및/또는 예가 하나 이상의 기능 및/또는 동작을 포함하는 한, 이와 같은 블록도 또는 예들 내의 각각의 기능 및/또는 동작은, 광범위한 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 가상적 임의 조합에 의해, 개별적으로 및/또는 집합적으로 구현될 수 있다는 것을 당업자라면 이해할 것이다.

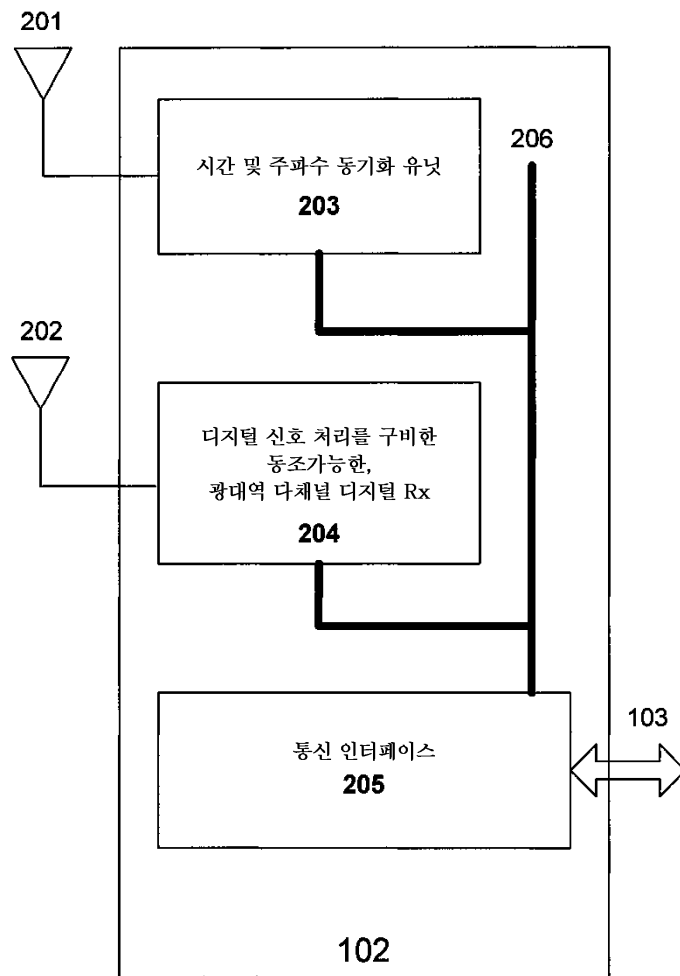
[0191] 본 명세서에서 기술된 본 발명의 특정한 양태들 및 실시예들이 도시되고 기술되었지만, 본 명세서의 교시에 기초하여, 변경 및 수정이 이루어질 수 있다는 것은 당업자에게 명백할 것이다. 따라서, 첨부된 특허청구범위는, 본 명세서에서 기술된 본 발명의 진정한 사상과 범위 내에 있는 이와 같은 모든 변경과 수정을 포함하도록 의도하였다.

도면

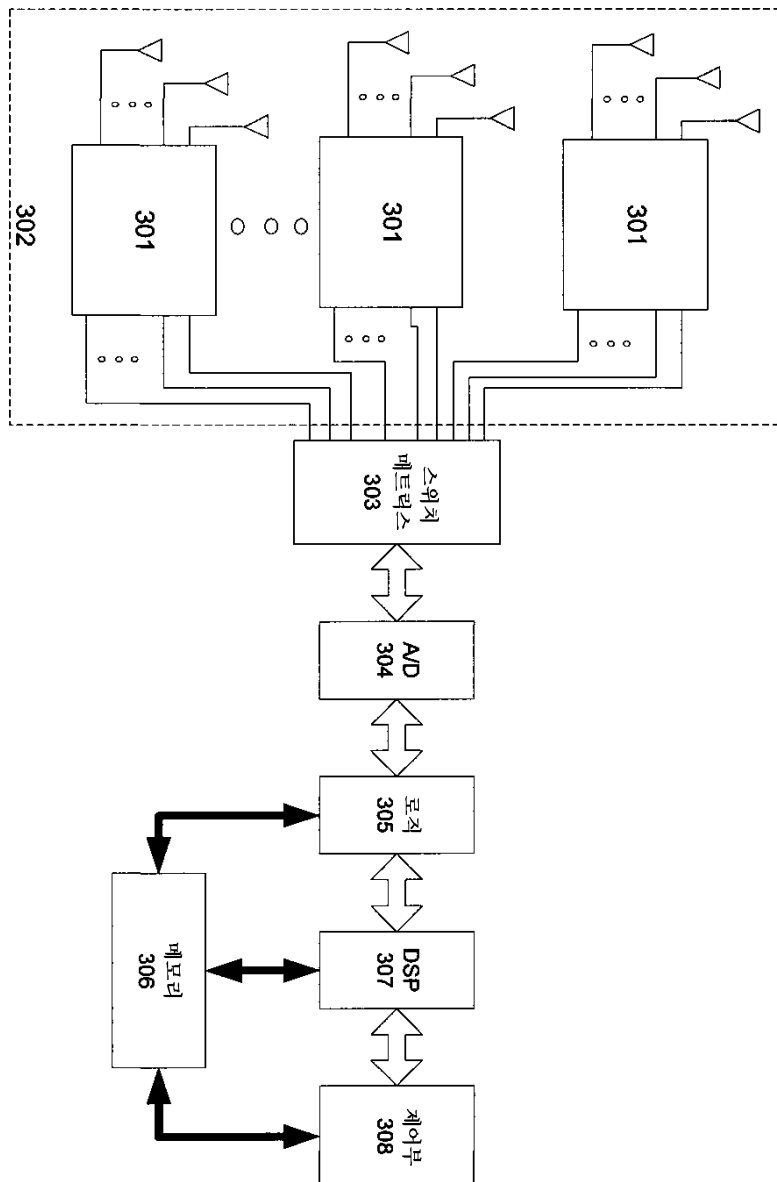
도면1



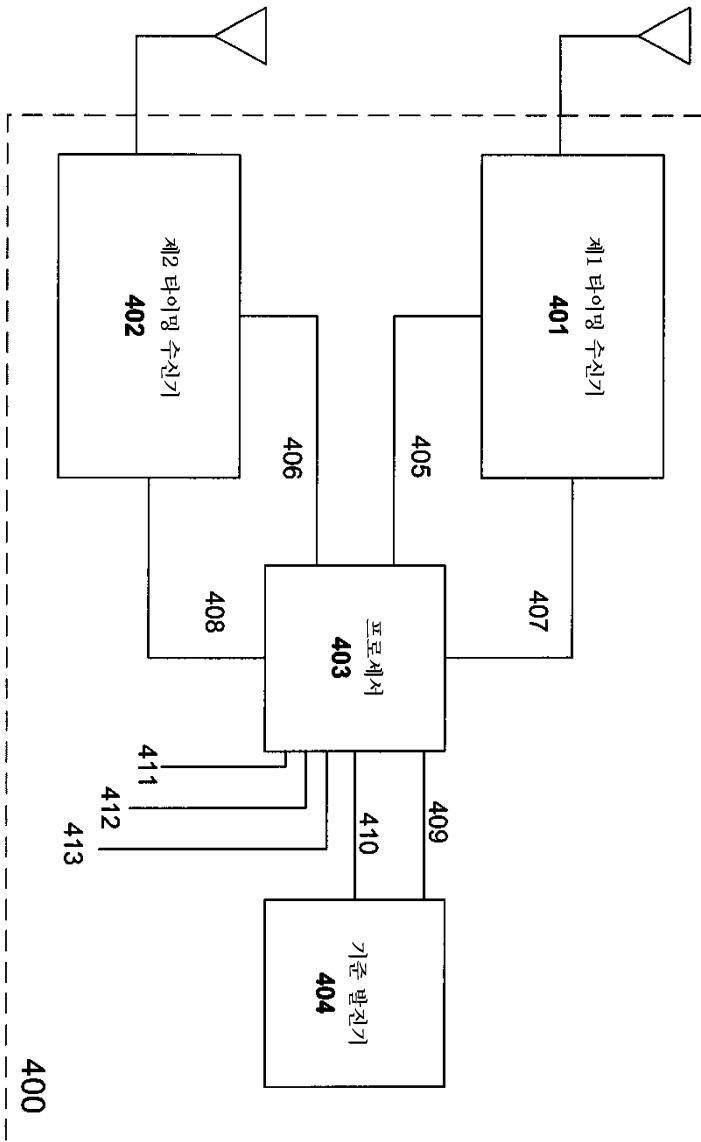
도면2



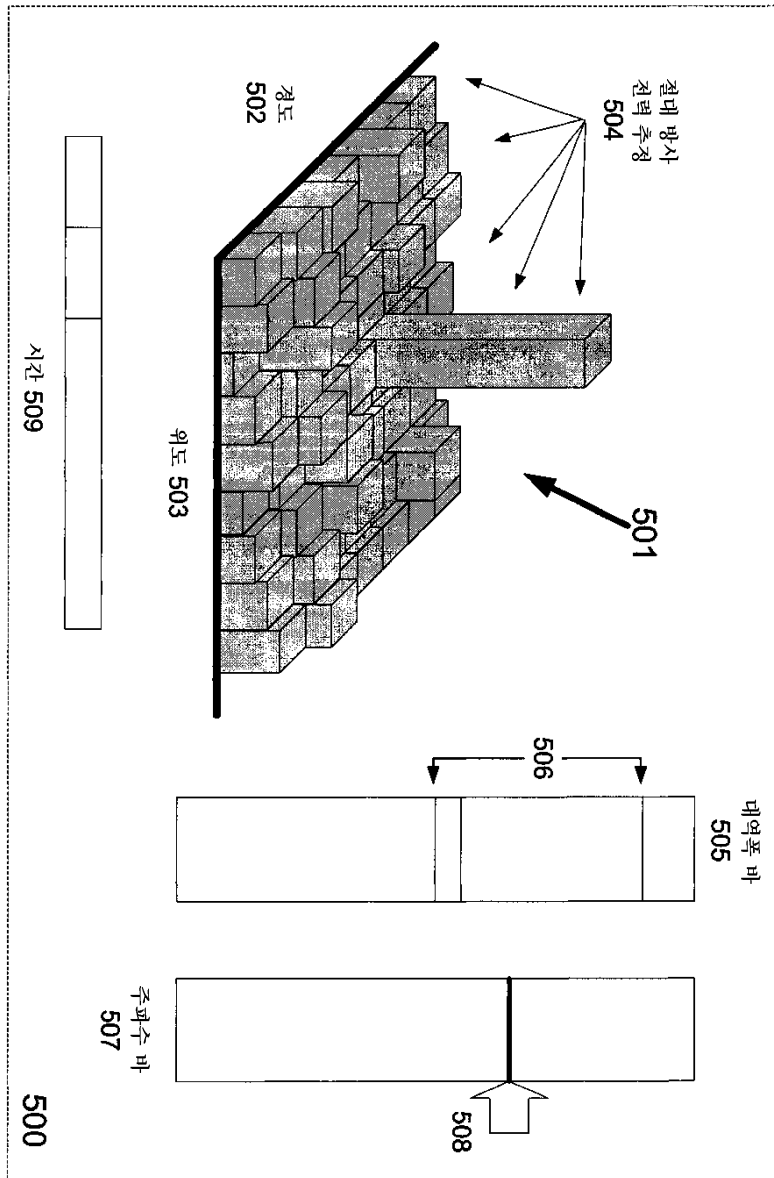
도면3



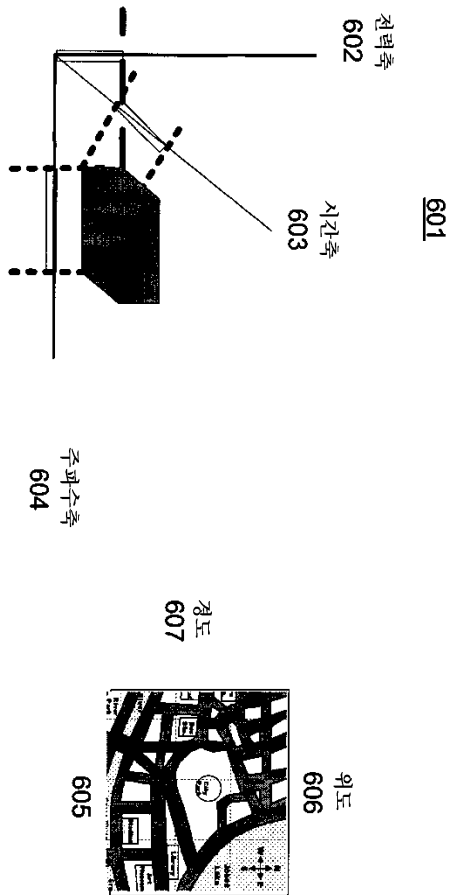
도면4



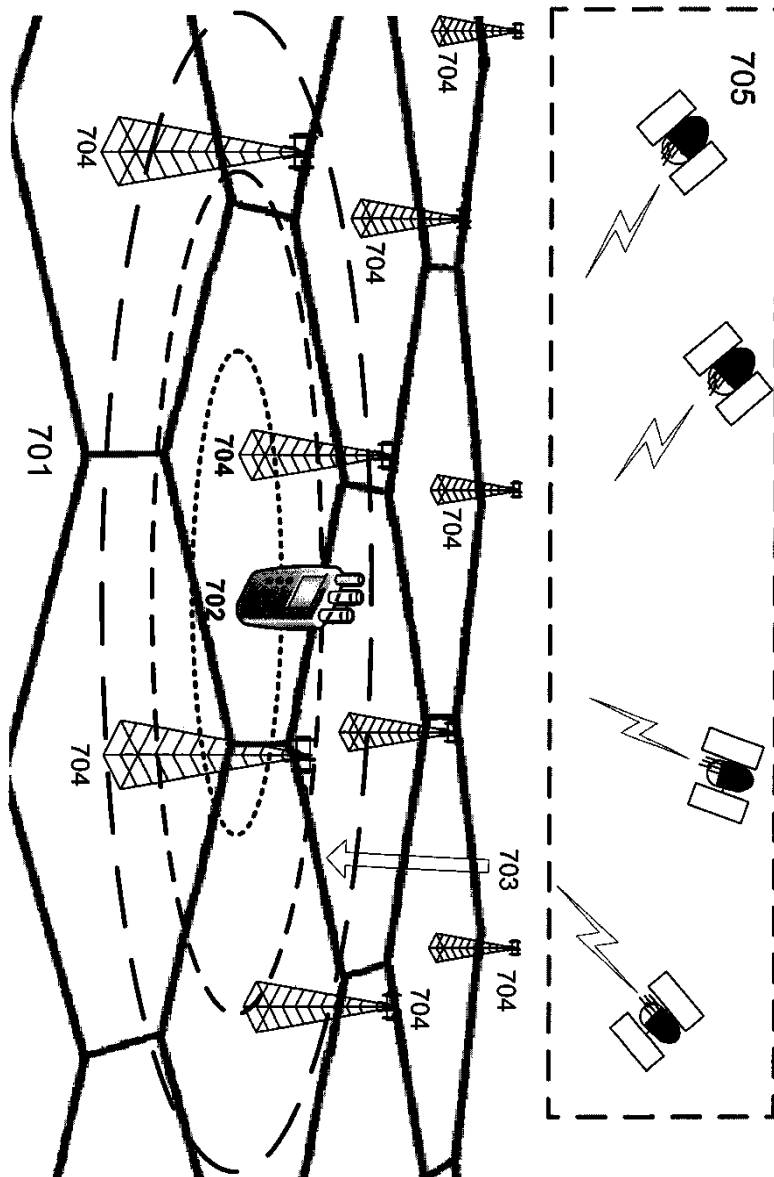
도면5



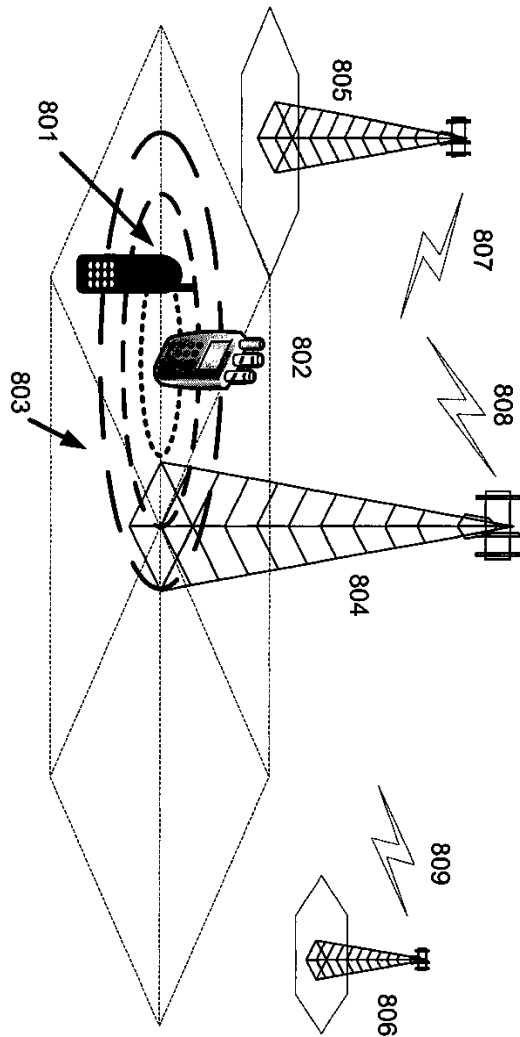
도면6



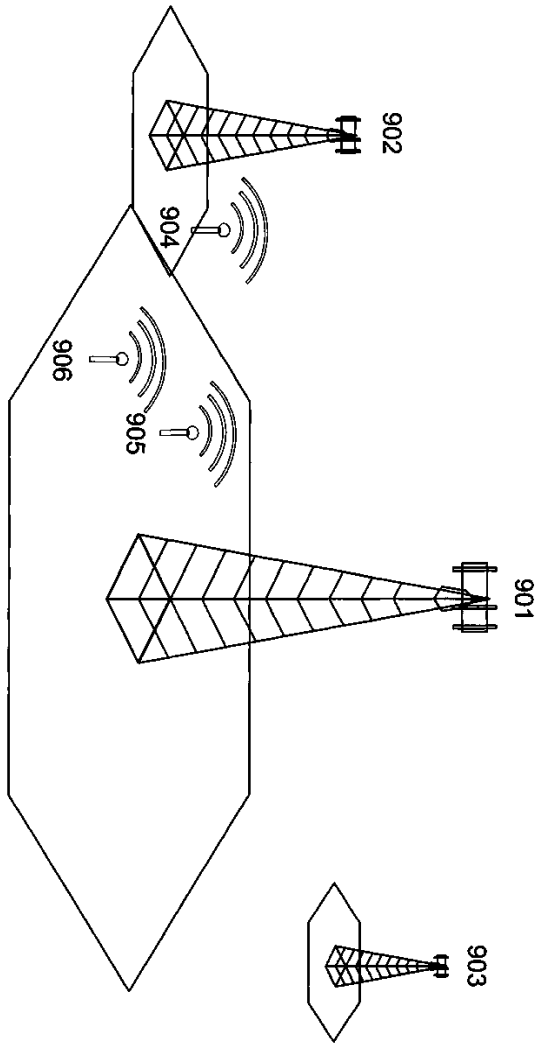
도면7



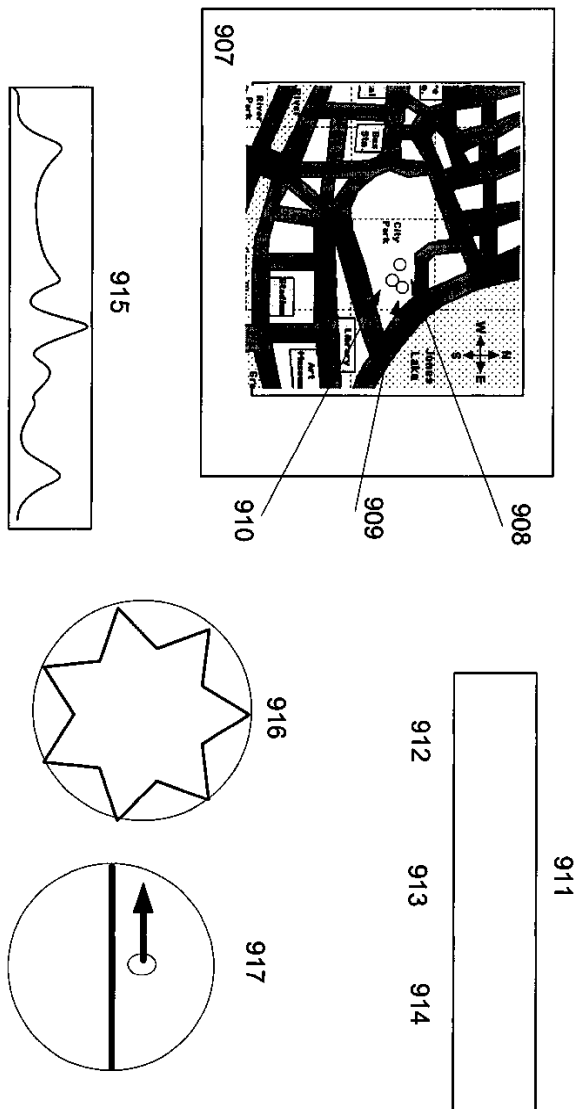
도면8



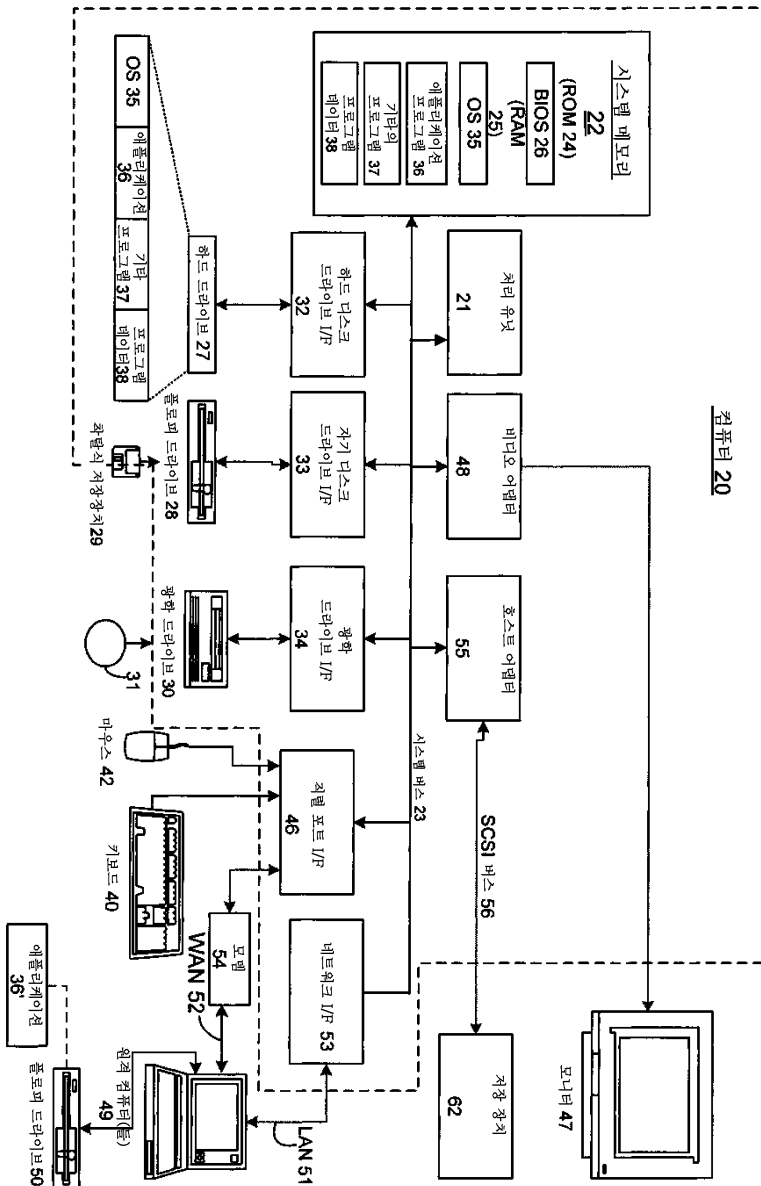
도면9a



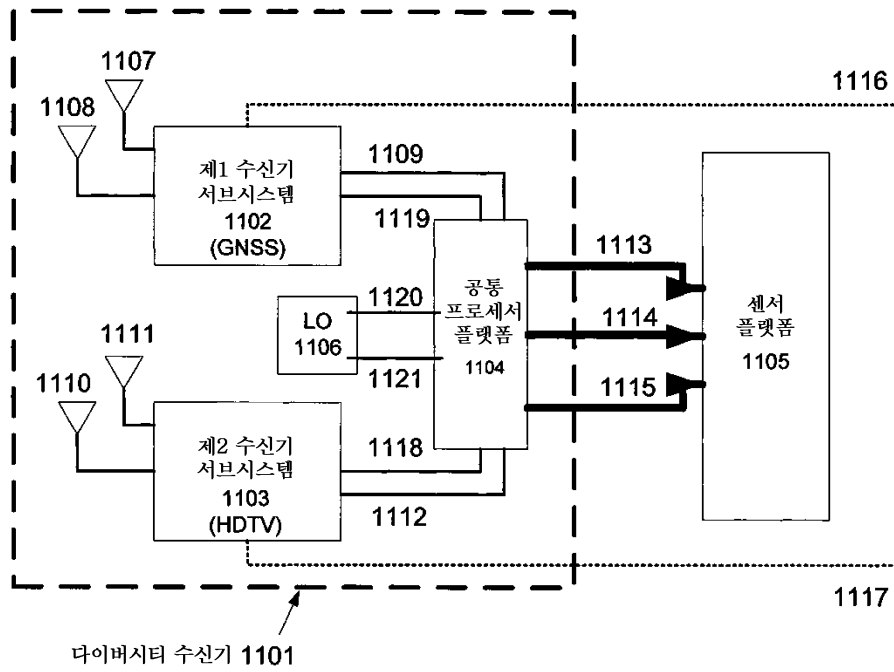
도면9b



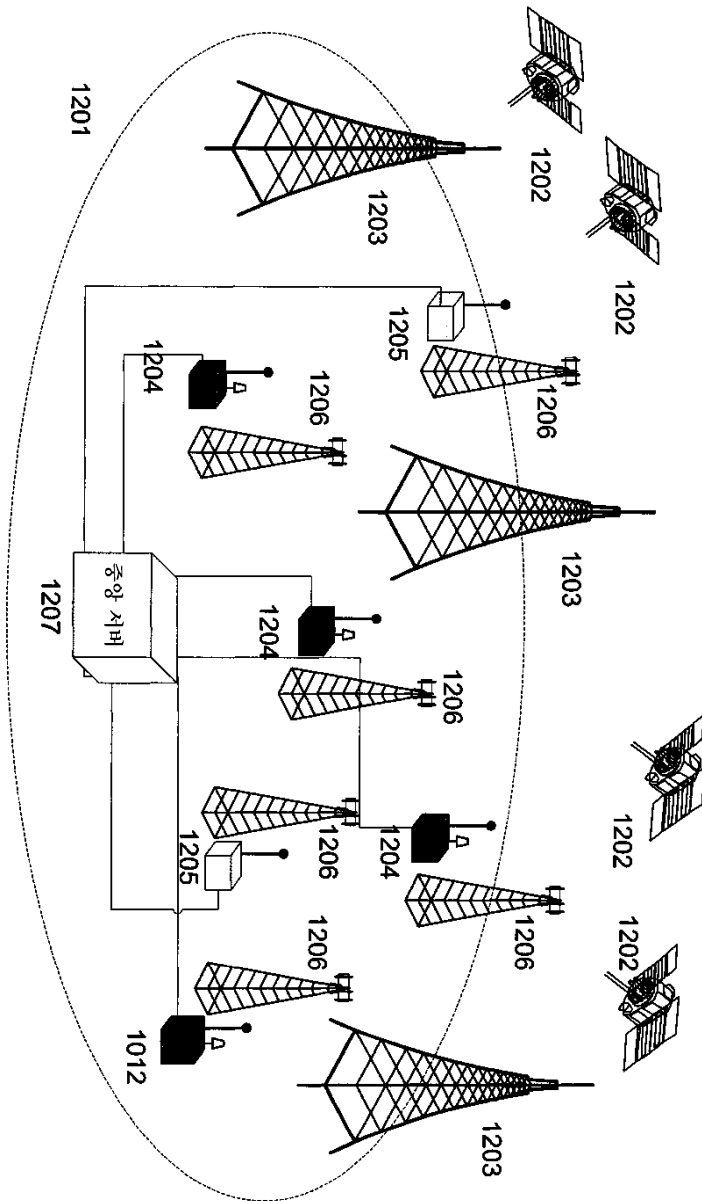
도면10



도면11



도면12



도면13

