



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년12월29일
 (11) 등록번호 10-1477025
 (24) 등록일자 2014년12월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01S 19/07 (2010.01)

(21) 출원번호 10-2014-0043599

(22) 출원일자 2014년04월11일

심사청구일자 2014년04월11일

(56) 선행기술조사문헌

JP4861226 B2

KR101274629 B1

KR101387659 B1

JP2010025679 A

전체 청구항 수 : 총 11 항

(73) 특허권자

한국 천문 연구원

대전광역시 유성구 대덕대로 776 (화암동)

(72) 발명자

최병규

대전광역시 대덕구 계족산로 136, 509동 1303호(선비마을아파트)

(74) 대리인

정희환

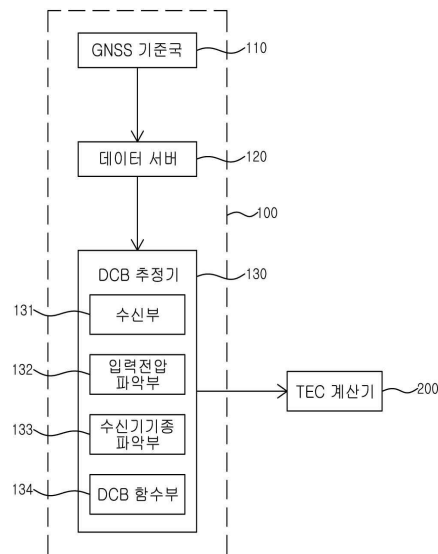
심사관 : 변영석

(54) 발명의 명칭 하드웨어 바이어스 추정기, 하드웨어 바이어스 추정 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명은 각 GNSS 기준국에서 GPS 수신기의 입력 전압과 GPS 수신기의 식별정보를 제공하면, GPS 수신기의 식별 정보에 대응된 2차 다항식의 DCB 추정함수를 파악하고 DCB 추정함수에 수신기 입력 전압을 대입하여 해당 GNSS 기준국의 수신기 DCB를 추정한다.

대표도 - 도7



특허청구의 범위

청구항 1

데이터 서버로부터 수신기 입력 전압과 수신기 식별정보를 포함하는 제1 정보를 수신하는 수신부,
 상기 수신기 식별정보에 대응하는 DCB 추정함수를 파악하는 DCB함수 파악부,
 상기 DCB함수 파악부에 의해 파악된 DCB 추정함수를 이용하여 상기 수신기 입력 전압에 대응된 수신기 DCB를 추정하는 함수 실행부, 그리고
 상기 함수 실행부에서 추정된 상기 수신기 DCB를 상기 수신기 식별정보와 함께 출력하는 DCB 제공부를 포함하는 하드웨어 바이어스 추정기.

청구항 2

제1항에서,
 상기 DCB 추정함수는 GPS 수신기의 기종별로 서로 다른 하드웨어 바이어스 추정기.

청구항 3

제2항에서,
 상기 GPS 수신기의 기종은 Trimble NetRS와 Trimble NetR9 중 하나이며,
 Trimble NetRS GPS 수신기에 대응된 상기 수신기 입력 전압과 상기 수신기 DCB 간의 상관계수는 0.86이고,
 Trimble NetR9 GPS 수신기에 대응된 상기 수신기 입력 전압과 상기 수신기 DCB 간의 상관계수는 0.93인 하드웨어 바이어스 추정기.

청구항 4

GPS 수신기를 통해 GNSS 위성으로부터 항법 신호를 수신하고, 상기 GPS 수신기에 대한 수신기 식별정보와 수신기 입력 전압을 포함하는 제1 정보와 상기 항법 신호에 대응된 GNSS 데이터를 출력하는 복수의 GNSS 기준국,
 상기 복수의 GNSS 기준국에서 제공한 상기 제1 정보를 수신하고 저장하는 데이터 서버, 그리고
 상기 데이터 서버로부터 제1 GNSS 기준국의 상기 제1 정보를 수신하며, 상기 수신기 식별정보로 GPS 수신기의 기종에 대응된 DCB 추정함수를 파악하고 파악한 상기 DCB 추정함수를 이용하여 상기 수신기 입력 전압에 대응된 수신기 DCB를 추정하는 DCB 추정기를 포함하는 하드웨어 바이어스 추정 시스템.

청구항 5

제4항에서,
 상기 복수의 GNSS 기준국 각각은
 상기 GNSS 위성으로부터 상기 항법 신호를 수신하는 GPS 안테나,
 상기 GPS 안테나와 연결되어 상기 항법 신호를 수신하고 상기 항법 신호에 대응하는 GNSS 데이터를 출력하는 상기 GPS 수신기,
 상기 GPS 수신기에 전원을 공급하는 전원 공급부,
 상기 GPS 수신기에 입력되는 전압인 상기 수신기 입력 전압을 측정하는 전압 측정부, 그리고
 상기 전압 측정부에 의해 측정된 상기 GPS 수신기 입력 전압과 상기 수신기 식별정보를 포함하는 상기 제1 정보 및 상기 GNSS 데이터를 전송하는 데이터 전송부를 포함하는
 하드웨어 바이어스 추정 시스템.

청구항 6

제4항 또는 제5항에서,
 상기 DCB 추정기는
 데이터 서버로부터 상기 제1 정보를 수신하는 수신부,
 상기 수신기 식별정보에 대응하는 DCB 추정함수를 파악하는 DCB함수 파악부,
 상기 DCB함수 파악부에 의해 파악된 상기 DCB 추정함수를 이용하여 상기 수신기 입력 전압에 대응된 상기 수신기 DCB를 추정하는 함수 실행부, 그리고
 상기 함수 실행부에서 추정한 상기 수신기 DCB를 상기 수신기 식별정보와 함께 출력하는 DCB 제공부를 포함하는 하드웨어 바이어스 추정 시스템.

청구항 7

제6항에서,
 상기 DCB 추정함수는 GPS 수신기의 기종별로 서로 다른 하드웨어 바이어스 추정 시스템.

청구항 8

제4항에서,
 상기 GPS 수신기의 기종은 Trimble NetRS와 Trimble NetR9 중 하나이며, Trimble NetRS GPS 수신기에 대응된 상기 수신기 입력 전압과 상기 수신기 DCB 간의 상관계수는 0.86이고, Trimble NetR9 GPS 수신기에 대응된 상기 수신기 입력 전압과 상기 수신기 DCB 간의 상관계수는 0.93인 하드웨어 바이어스 추정 시스템.

청구항 9

각 GNSS 기준국으로부터 제1 식별정보와 수신기 입력 전압을 수신하는 단계,
 상기 제1 식별정보에 대응하는 DCB 추정함수를 파악하는 단계, 그리고
 파악한 상기 DCB 추정함수에 상기 수신기 입력 전압을 대입하여 수신기 DCB를 추정하는 단계를 포함하는, 하드웨어 바이어스 추정 방법

청구항 10

제9항에서,
 상기 DCB 추정함수는 GPS 수신기의 기종별로 서로 다른 하드웨어 바이어스 추정 방법.

청구항 11

제10항에서,
 상기 GPS 수신기의 기종은 Trimble NetRS와 Trimble NetR9 중 하나이며, Trimble NetRS GPS 수신기에 대응된 상기 수신기 입력 전압과 상기 수신기 DCB간의 상관계수는 0.86이고, Trimble NetR9 GPS 수신기에 대응된 상기 수신기 입력 전압과 상기 수신기 DCB 간의 상관계수는 0.93인 하드웨어 바이어스 추정 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 GPS(Global Positioning System) 수신기의 하드웨어 바이어스인 DCB(Differential Code Bias)를 추정하는 장치, 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로, GPS, Galileo, QZSS(Quasi-Zenith Satellite System), Compass, IRNSS(The Indian Regional

Navigation Satellite System), GLONASS(Global Navigation Satellite System) 등과 같은 위성 측위 시스템(GNSS, Global Navigation Satellite System)의 신호가 위성으로부터 지상의 GNSS 수신기까지 전달될 때, 전리층은 매개체 역할을 수행하여 항법신호의 그룹지연(Group Delay)과 위상 앞섬(Phase Advance)의 원인을 제공한다. 이러한 전리층에 의한 오차는 항법신호를 이용하여 대상물의 위치 정보를 측정할 때에 가장 큰 오차 원인으로 작용한다.

[0003] 전리층 오차는 전리층의 약 350km고도에 집중적으로 분포되어 있는 자유 전자와 위성에서 발생하는 신호와의 간섭 현상에 의해 발생하며, 전리층에 포함된 총전자의 수에 따라 오차 정도가 달라진다. 그러므로 정확한 측위를 위해서는 전리층의 총전자수(TEC, Total Electron Contents)를 파악하는 것이 필요하다.

[0004] 전리층의 TEC는 서로 다른 주파수, 즉 GPS L1(1.575GHz)과 L2(1.227GHz) 신호가 전리층을 통과할 때 굴절률을 달리하여 GPS 수신기에 수신되므로 GPS 수신기에 수신된 정보를 이용하여 추정할 수 있다.

[0005] 그런데 GPS 수신기와 위성은 고유한 하드웨어 바이어스 즉, DCB를 가지며, 이러한 GPS 수신기 DCB와 위성 DCB는 전리층의 TEC 측정에 오류를 발생시킨다. 여기서 GPS 수신기 DCB는 위성 DCB 보다 상대적으로 크며, 위성 DCB의 변화가 상대적으로 안정적인 것에 비해 변화가 심하다. 이에 따라 현재 GPS 수신기의 DCB를 추정하기 위한 다양한 기술들이 제시되고 있다.

[0006] 그러나, 현재 제시된 GPS 수신기 DCB를 추정하는 기술은 전문가만이 이해하고 적용할 수 있는 기술이며, 또한 많은 시간과 노력을 필요로 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 높은 신뢰성을 가지면서도 빠르고 쉽게 수신기 DCB를 추정할 수 있게 하는 하드웨어 바이어스 추정기, 시스템 및 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 특징에 따르면, 하드웨어 바이어스 추정기를 제공한다. 이 하드웨어 바이어스 추정기는 데이터 서버로부터 수신기 입력 전압, 수신기 식별정보를 포함하는 제1 정보를 수신하는 수신부, 상기 수신기 식별정보에 대응하는 DCB 추정함수를 파악하는 DCB함수 파악부, 상기 DCB함수 파악부에 의해 파악된 DCB 추정함수를 이용하여 상기 수신기 입력 전압에 대응된 수신기 DCB를 추정하는 함수 실행부, 그리고 상기 함수 실행부에서 추정된 상기 수신기 DCB를 수신기 식별정보와 함께 출력하는 DCB 제공부를 포함한다.

[0009] 상기에서 DCB 추정함수는 GPS 수신기의 기종별로 서로 다르다.

[0010] 그리고 GPS 수신기의 기종은 Trimble NetRS와 Trimble NetR9 중 하나이며, Trimble NetRS GPS 수신기에 대응된 상기 수신기 입력 전압과 상기 수신기 DCB간의 상관계수는 0.86이고, Trimble NetR9 GPS 수신기에 대응된 상기 수신기 입력 전압과 상기 수신기 DCB간의 상관계수는 0.93이다.

[0011] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 하드웨어 바이어스 추정 시스템을 제공한다. 이 하드웨어 바이어스 추정 시스템은 GPS 수신기를 통해 GNSS 위성으로부터 항법 신호를 수신하고 수신한 상기 항법 신호에 대응된 GNSS 데이터와 상기 GPS 수신기에 대한 수신기 식별정보를 포함하는 제1 정보를 출력하는 복수의 GNSS 기준국, 상기 복수의 GNSS 기준국에서 제공한 상기 제1 정보를 수신하고 저장하는 데이터 서버, 그리고 상기 데이터 서버로부터 제1 GNSS 기준국의 상기 제1 정보를 수신하며, 상기 제1 정보의 수신기 식별정보로 GPS 수신기의 기종에 대응된 DCB 추정함수를 파악하고 파악한 상기 DCB 추정함수를 이용하여 상기 제1 정보의 입력 전압에 대응된 수신기 DCB를 추정하는 DCB 추정기를 포함한다.

[0012] 상기에서 복수의 GNSS 기준국 각각은 상기 GNSS 위성으로부터 상기 항법 신호를 수신하는 GPS 안테나, 상기 GPS 안테나와 연결되어 상기 항법 신호를 수신하고 상기 항법 신호에 대응하는 GNSS 데이터를 출력하는 GPS 수신기, 상기 GPS 수신기에 전원을 공급하는 전원 공급부, 상기 GPS 수신기에 입력되는 전압을 측정하는 전압 측정부, 그리고 상기 GNSS 데이터와 상기 전압 측정부에 의해 측정된 수신기 입력 전압과 상기 수신기 식별정보를 포함하는 제1 정보를 전송하는 데이터 전송부를 포함한다.

[0013] 그리고 DCB 추정기는 데이터 서버로부터 수신기 입력 전압, 수신기 식별정보를 포함하는 제1 정보를 수신하는 수신부, 상기 수신기 식별정보에 대응하는 DCB 추정함수를 파악하는 DCB함수 파악부, 상기 DCB함수 파악부에 의

해 파악된 DCB 추정함수를 이용하여 상기 수신기 입력 전압에 대응된 수신기 DCB를 추정하는 함수 실행부, 그리고 상기 함수 실행부에서 추정된 상기 수신기 DCB를 수신기 식별정보와 함께 출력하는 DCB 제공부를 포함한다.

[0014] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 하드웨어 바이어스 추정 방법을 제공한다. 이 방법은 각 GNSS 기준국으로부터 제1 식별정보와 수신기 입력 전압을 수신하는 단계, 상기 제1 식별정보에 대응하는 DCB 추정함수를 파악하는 단계, 그리고 파악한 상기 DCB 추정함수에 상기 수신기 입력 전압을 대입하여 수신기 DCB를 추정하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 실시 예에 따르면, GNSS 수신기 DCB를 쉽고 빠르게 추정할 수 있게 한다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 제1 기종의 GPS 수신기를 탑재한 8개의 GNSS 기준국에 대하여 산출한 수신기 DCB를 보인 그래프이다.
 도 2는 제2 기종의 GPS 수신기를 탑재한 8개의 GNSS 기준국에 대하여 산출한 수신기 DCB를 보인 그래프이다.
 도 3은 제1 기종의 GPS 수신기를 탑재한 8개의 GNSS 기준국의 입력 전압을 이용하여 산출한 일일 평균 수신기 DCB 및 DCB 추정함수 그래프를 보인 도면이다.
 도 4는 제2 기종의 GPS 수신기를 탑재한 8개의 GNSS 기준국의 입력 전압을 이용하여 산출한 일일 평균 수신기 DCB 및 DCB 추정함수 그래프를 보인 도면이다.
 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 GNSS 기준국망을 보인 도면이다.
 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 GNSS 기준국의 블록 구성도이다.
 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 하드웨어 바이어스 추정 시스템의 블록 구성도이다.
 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 하드웨어 바이어스 추정 방법을 보인 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0018] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0019] 우선, 도 1 내지 도 4를 참조로 하여 본 발명의 실시 예에 따른 하드웨어 바이어스 추정 시스템 및 방법에 대한 개념을 설명한다.

[0020] 일반적으로, 수신기 DCB에 대한 추정은 GPS 데이터 품질, DCB 추정 방법, 그리고 수신기 타입 또는 특징 등과 같이 다양한 팩터(factor)에 의해 영향을 받는다. 이러한 팩터들은 수신기 DCB 추정에 영향을 주는 정도가 다를 것이며, 그 중 수신기 DCB 추정에 영향을 가장 크게 영향을 주는 주요 팩터가 존재할 것이다.

[0021] 수신기 DCB에 대한 추정에 영향을 미치는 주요 팩터를 분석하기 위해, 한국천문연구원(KASI, Korea Astronomy and Space Science Institute)의 GNSS 기준국망을 이루는 GNSS 기준국 중 8개의 GNSS 기준국을 선택하였다. 그리고 2009년 10월 1일부터 10월 7일까지 7일 동안에 8개의 GNSS 기준국으로부터 GPS 데이터를 수신하고, 수신한 GPS 데이터를 이용하여 8개의 GNSS 기준국 각각에 대한 일일 평균 수신기 DCB(daily-averaged receiver DCB)를 산출하였다. 이때 천정의 날씨 조건은 수신기 DCB의 값에 영향을 미치지므로, 태양 활동과 지자기 활동과 같은 외부 요인의 영향을 최소화하기 위하여 테스트 기간(즉, 연속적인 7일)은 지자기 Dst 인덱스를 참조하여 지자기 활동이 적은 기간으로 하였다.

[0022] 그리고 8개의 GNSS 기준국에서 사용된 GPS 수신기는 모두 "Trimble NetRS" 라는 동일 기종의 이중 주파수 측지 수신기를 사용하였으며, 코드 타입은 C1/P2이고 데이터 형태는 C1, P2이다. 그리고 GPS 수신기에 사용된 안테

나 타입은 “TRM29659.00” 으로 모두 동일하다.

[0023] 산출한 8개 GNSS 기준국의 GPS 수신기 DCB가 도 1에 도시되어 있다. 도 1을 참고하면, 일일 평균 수신기 DCB는 최소 15ns에서 최대 28ns까지 서로 다른 값을 나타내고 있다. 도 1에서 세로축은 수신기 DCB이고, 가로축은 GNSS 기준국이 설치된 장소이다.

[0024] 도 1을 구체적으로 설명하면, BHAO에 설치된 GNSS 기준국은 21ns의 수신기 DCB가 산출되었고, JEJU에 설치된 GNSS 기준국은 23ns의 수신기 DCB가 산출되었으며, KOHG에 설치된 GNSS 기준국은 22ns의 수신기 DCB가 산출되었고, MKPO에 설치된 GNSS 기준국(이하 ‘MKPO 기준국’이라 함)은 28ns의 수신기 DCB가 산출되었다. 그리고, MLYN에 설치된 GNSS 기준국(이하 ‘MLYN 기준국’이라 함)은 15ns의 수신기 DCB가 산출되었고, SBAO에 설치된 GNSS 기준국 및 SKCH에 설치된 기준국은 22ns의 수신기 DCB가 산출되었으며, SKMA에 설치된 GNSS 기준국은 23ns의 수신기 DCB가 산출되었다.

[0025] 이러한 결과를 보면, 8개의 GNSS 기준국 중 몇몇은 서로 동일한 수신기 DCB의 값을 나타내고 있지만, 전체적으로 동일한 수신기 DCB의 값을 나타내지 않고 있다. 구체적으로, MKPO 기준국의 수신기 DCB는 다른 위치에 설치된 기준국의 수신기 DCB보다 훨씬 높고, MLYN에 설치된 GNSS 기준국의 수신기 DCB는 다른 위치에 설치된 기준국의 수신기 DCB보다 낮은 값을 나타내고 있으며, MKPO 기준국과 MLYN 기준국은 동일한 기종의 GPS 수신기를 사용하였음에도 불구하고 13ns라는 큰 차이를 나타내고 있다. 이는 동일 모델을 사용하더라도 추정된 수신기 DCB는 크게 다를 수 있음을 나타낸다.

[0026] 한국천문연구원(KASI)은 2010년에 모든 기준국의 GPS 수신기를 Trimble NetRS에서 Trimble NetR9 측지 수신기로 교체하였다. 즉, 8개의 GNSS 기준국에 사용하는 GPS 수신기의 기종(모델)과 안테나 정보는 다음의 표 1과 같이 변경되었다.

표 1

[0027]

Status	Site name	Receiver model	Antenna type
Before (~2009)	BHAO	Trimble NetRS	TRM29659.00
	SBAO	Trimble NetRS	TRM29659.00
	SKMA	Trimble NetRS	TRM29659.00
	MLYN	Trimble NetRS	TRM29659.00
	SKCH	Trimble NetRS	TRM29659.00
	JEJU	Trimble NetRS	TRM29659.00
	MKPO	Trimble NetRS	TRM29659.00
	KOHG	Trimble NetRS	TRM29659.00
After (2010~)	BHAO	Trimble NetR9	TRM59800.00
	SBAO	Trimble NetR9	TRM59800.00
	SKMA	Trimble NetR9	TRM59800.00
	MLYN	Trimble NetR9	TRM59800.00
	SKCH	Trimble NetR9	TRM59800.00
	JEJU	Trimble NetR9	TRM59800.00
	MKPO	Trimble NetR9	TRM59800.00
	KOHG	Trimble NetR9	TRM59800.00

[0028] 다음으로, 2014년 1월 1일부터 1월 7일까지 7일 동안에 8개의 GNSS 기준국으로부터 GPS 데이터를 수신하고, 수신한 GPS 데이터를 이용하여 8개의 GNSS 기준국 각각에 대한 일일 평균 수신기 DCB(daily-averaged receiver DCB)를 산출하였다. 이때 8개의 GNSS 기준국은 2009년에 수신기 DCB 산출때와 동일한 위치의 GNSS 기준국이며, 표 1에 기재된 바와 같이 모두 'Trimble NetRS'라는 동일 기종의 이중 주파수 측지 수신기를 사용하였고, 코드 타입은 C1/P2이고 데이터 형태는 C1, P2이다. 그리고 GPS 수신기에 사용된 안테나 타입은 'TRM29659.00'으로 모두 동일하다.

[0029] 산출한 8개 GNSS 기준국의 GPS 수신기 DCB가 도 2에 도시되어 있다. 도 2를 참고하면, 일일 평균 수신기 DCB는 최대 -8ns에서 최소 -27ns까지 서로 다른 값을 나타내고 있다.

[0030] 도 2에서 세로축은 수신기 DCB이고, 가로축은 GNSS 기준국이 설치된 장소이다. 도 2를 구체적으로 설명하면, BHAO에 설치된 GNSS 기준국은 약 -13ns의 수신기 DCB가 산출되었고, JEJU에 설치된 GNSS 기준국은 -15.5ns의 수신기 DCB가 산출되었으며, KOHG에 설치된 GNSS 기준국은 -16ns의 수신기 DCB가 산출되었고, MKPO 기준국은

-8ns의 수신기 DCB가 산출되었다. 그리고, MLYN 기준국은 -27ns의 수신기 DCB가 산출되었고, SBAO에 설치된 GNSS 기준국은 -15ns의 수신기 DCB가 산출되었으며, SKCH에 설치된 기준국은 -21ns의 수신기 DCB가 산출되었고, SKMA에 설치된 GNSS 기준국은 -14ns의 수신기 DCB가 산출되었다.

[0031] 이러한 결과를 보면, 8개의 GNSS 기준국 각각은 서로 다른 수신기 DCB의 값을 나타내지 않으며, 특히 MKPO 기준국의 수신기 DCB는 다른 위치에 설치된 기준국의 수신기 DCB보다 훨씬 높고, MLYN에 설치된 GNSS 기준국의 수신기 DCB는 다른 위치에 설치된 기준국의 수신기 DCB보다 낮은 값을 나타내고 있으며, MKPO 기준국과 MLYN 기준국은 동일한 기종의 GPS 수신기를 사용하였음에도 불구하고 19ns라는 큰 차이를 나타내고 있다. 이러한 결과라도 1에 도시된 8개의 GNSS 기준국 각각이 나타내는 DCB의 형태와 비슷함을 알 수 있다. 즉, 2009년 및 2014년 모두 MKPO 기준국과 MLYN 기준국의 수신기 DCB의 값이 다른 기준국의 수신기 DCB의 값보다 가장 크거나 작다.

[0032] 이를 통해 보면, 기준국 DCB는 기준국의 위치나 수신기의 기종이 아닌 다른 팩터에 의해 일정한 영향을 받는 것을 알 수 있다.

[0033] 수신기 DCB에 큰 영향을 주는 다른 팩터를 조사하기 위하여, 각 GNSS 기준국의 GPS 수신기에 입력되는 전압 즉, 입력 전압(input power voltage)을 중요 팩터로 결정한 후, 8개의 GNSS 기준국 각각의 입력 전압을 측정하였으며, 그 측정 결과가 표 2와 같다.

표 2

[0034]

Site name	Input Power Voltage (V)
BHAO	19.06
JEJU	19.09
KOHG	19.03
MKPO	19.43
MLYN	18.77
SBAO	18.92
SKCH	19.03
SKMA	19.13

[0035] 표 2에 따르면, 각 GNSS 기준국에서 측정된 수신기의 입력 전압은 서로 다르다. 그 중 MKPO 기준국은 19.43V의 높은 입력 전압이 측정되었고, MLYN 기준국은 낮은 입력 전압이 측정되었으며, 두 곳의 기준국에서의 입력 전압 차이는 약 0.66V이다.

[0036] 한편 도 1 및 도 2를 보면, 입력 전압이 가장 높은 MKPO 기준국은 가장 높은 수신기 DCB를 나타내었고, 입력 전압이 가장 낮은 MLYN 기준국은 가장 낮은 수신기 DCB값을 나타냈다. 이를 통해, 수신기 DCB는 GNSS 기준국의 수신기 입력 전압과 매우 밀접한 관계를 가지고 있음을 알 수 있다.

[0037] 보다 구체적으로 수신기 DCB값과 수신기 입력 전압간의 상관 관계를 조사하기 위하여, 한국천문연구원(KASI)의 GNSS 기준국망에서 얻은 데이터를 분석하였다. 이때 분석을 위해 사용된 GPS 데이터는 2009년 10월 1일부터 10월 7일(7일간) 그리고, 2014년 1월 1일부터 7일(7일간) 동안에 얻은 8개의 GNSS 기준국의 GPS 데이터이다.

[0038] 주어진 데이터를 이용하여 GPS 수신기 DCB와 입력 전압 간의 상관 관계를 분석한 결과, GPS 수신기 DCB와 입력 전압간에 상관관계수가 산출되었으며, 이때 트림블 NetRS 수신기에 대응한 상관관계수는 0.86이고, 트림블 NetR9 수신기에 대응한 상관관계수는 0.93이었다.

[0039] 따라서, 수신기의 DCB와 수신기 입력전압은 매우 깊은 상관관계가 있음을 알 수 있으며, 동일 모델에서 GPS 수신기간에 보이는 큰 DCB 차이는 GPS 기준국에서 측정된 입력 전압에 의한 것으로 판단된다. 결국 수신기의 DCB에 영향을 미치는 새로운 주요 요소가 입력 전압이라는 명확히 판별되었다.

[0040] 이하에서는 도 3과 도 4를 참조로 하여 수신기 입력전압과 수신기 DCB간의 상관관계에 따라 도출된 DCB 추정함수를 설명한다.

[0041] 도 3은 제1 기종의 GPS 수신기를 탑재한 8개의 GNSS 기준국의 입력 전압을 이용하여 산출한 일일 평균 수신기 DCB 및 DCB 추정함수 그래프를 보인 도면으로, 제1 기종은 Trimble NetRS이다. 그리고 도 3은 2009년 10월 1일부터 10월 7일까지 7일간 측정된 8개의 GNSS 기준국 각각의 입력 전압을 이용하여 산출한 것이다.

[0042] 그리고 도 4는 제2 기종의 GPS 수신기를 탑재한 8개의 GNSS 기준국의 입력 전압을 이용하여 산출한 일일 평균

수신기 DCB 및 DCB 추정함수 그래프를 보인 도면으로, 제2 기종은 Trimble NetR9이다. 그리고 도 4는 2014년 1월 1일부터 1월 7일까지 7일간 측정된 8개의 GNSS 기준국 각각의 입력 전압을 이용하여 산출한 것이다.

[0043] 도 3과 도 4에서 점선으로 표기된 원(S1 내지 S8)은 8개의 GNSS 기준국의 DCB를 나타낸다. 구체적으로 S1은 MLYN 기준국의 DCB를 나타내고, S2는 SBAO 기준국의 DCB를 나타내며, S3은 SKCH 기준국의 DCB를 나타내고, S4는 KOHG 기준국의 DCB를 나타내며, S5는 BHAO 기준국의 DCB를 나타내고, S6은 JEJU 기준국의 DCB를 나타내며, S7은 SKMA 기준국의 DCB를 나타내고, S8은 MKPO 기준국의 DCB를 나타낸다.

[0044] 그리고 S1 내지 S8 내에 실선으로 표기된 하나의 원은 일일 평균 수신기 DCB이며, S1 내지 S8 각각에는 7개의 실선으로 표기된 원을 포함하고 있다. 즉, 도 3과 도 4에는 하나의 기준국에 대하여 7일간에 각각 추정된 일일 평균 수신기 DCB값이 표기되어 있다.

[0045] 도 3과 도 4에서 수신기 DCB를 보면, 입력 전압이 18.6V에서 19.6V로 점차적으로 증가할 때에 수신기 DCB 또한 증가하는 것을 알 수 있다. 구체적으로, 수신기의 기종이 NetRS인 경우에 입력 전압이 18.6V에서 19.6V로 점차적으로 증가할 때에 각 전압에 대응하는 수신기 C1-P2 DCB는 최소 12ns에서 최대 30ns로 정비례하여 증가한다. 그리고 수신기의 기종이 NetR9인 경우에 입력 전압이 18.6V에서 19.6V로 점차적으로 증가할 때에 각 전압에 대응하는 수신기 C1-P2 DCB는 Trimble NetRS보다 입력 전압의 변화에 더욱 민감하게 반응하여 최소 -33ns에서 최대 -7ns로 정비례하여 증가한다.

[0046] 이를 통해 수신기의 기종에 관계없이 입력 전압에 따른 수신기의 DCB는 정비례하는 상관관계를 가지며, 또한 수신기의 기종에 의존하여 입력 전압에 따른 수신기의 DCB는 서로 다른 변화폭을 나타내는 상관관계를 가짐을 알 수 있다.

[0047] 수신기의 DCB와 수신기 입력 전압간의 상관관계를 보다 구체적으로 분석하기 위해, 통계적으로 두 변수 사이의 관계를 나타내기 위해 사용되는 상관계수를 이용한다. 상관계수는 다음 수학적식을 이용하여 계산된다.

수학적식 1

$$R(x,y) = \frac{C(x,y)}{\sqrt{C(x,x) \cdot C(y,y)}}$$

[0048] 상기에서 $R(x, y)$ 은 상관계수 매트릭스(행렬)이고, C 는 x 와 y 를 엘리먼트로 하는 공분산행렬이다. 그리고 y 는 수신기 DCB이고, x 는 수신기 입력 전압이다. 이러한 상관계수(R)는 -1과 1 사이의 값을 가진다. 만약 공분산이 0이면, 상관계수(R)는 0의 값을 가진다. 그리고 만약 x 와 y 가 완벽하게 일치하면, 상관계수(R)은 1 또는 -1의 값을 가진다.

[0050] 수학적식 1을 이용하여 산출된 Trimble NetRS의 수신기 DCB와 입력 전압간의 상관계수는 0.86이고, 산출된 Trimble NetR9의 수신기 DCB와 입력 전압간의 상관계수는 0.93이다. 이때 각 기종의 수신기 DCB와 입력 전압간의 상관관계 산출에 사용된 x 와 y 값은 신뢰도 95% 이상의 데이터를 이용하였다.

[0051] 이러한 입력 전압과 수신기 DCB간의 상관관계를 2차 다항식(second-order polynomial) 즉, DCB 추정함수($f(x)$)로 모델링하였다. 이에 DCB 추정함수 $F(x)$ 는 $ax^2+bx+c(a \neq 0)$ 의 형태로 나타나며, 이때 x 는 수신기 입력 전압이고 $f(x)$ 는 수신기 DCB이다. 3개의 계수 a, b, c 는 좌표상의 (x, y) 값을 통해 산출이 가능하다.

[0052] 따라서 이러한 모델링 결과로 Trimble NetRS의 수신기 DCB와 입력 전압간의 DCB 추정함수($F1$)의 값은 도 3의 그래프로 나타나고, Trimble NetR9의 수신기 DCB와 입력 전압간의 DCB 추정함수($F2$)의 값은 도 4의 그래프로 나타난다. 따라서, Trimble NetRS 기종 또는 Trimble NetR9 기종의 GPS 수신기 DCB는 해당 GPS 수신기의 입력 전압을 파악하고 이를 DCB 추정함수 $F1$ 또는 $F2$ 에 적용하면 쉽게 추정이 가능하다.

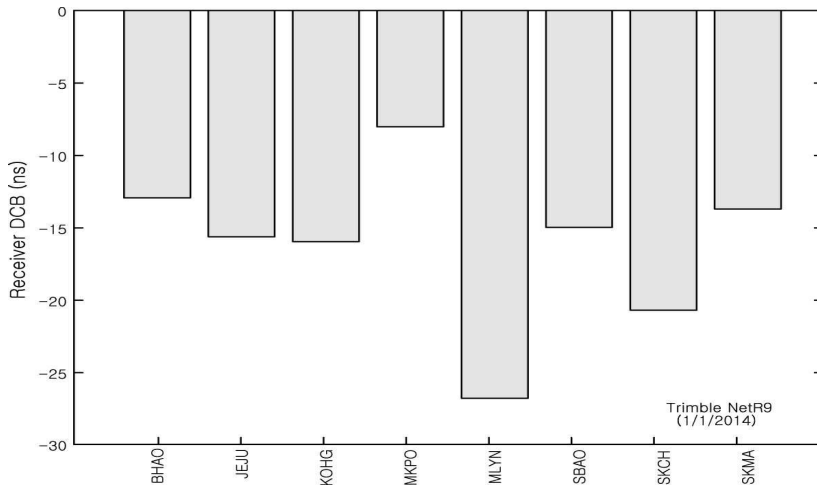
[0053] 이하에서는 도 5 내지 도 8을 참조로 하여 본 발명에 따른 개념을 기반으로 한 하드웨어 바이어스 추정 시스템 및 방법을 설명한다.

[0054] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 GNSS 기준국망을 보인 도면이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 GNSS 기준국망은 GNSS 위성(또는 GPS 위성)으로부터 항법신호를 수신하는 복수의 GNSS 기준국으로 구

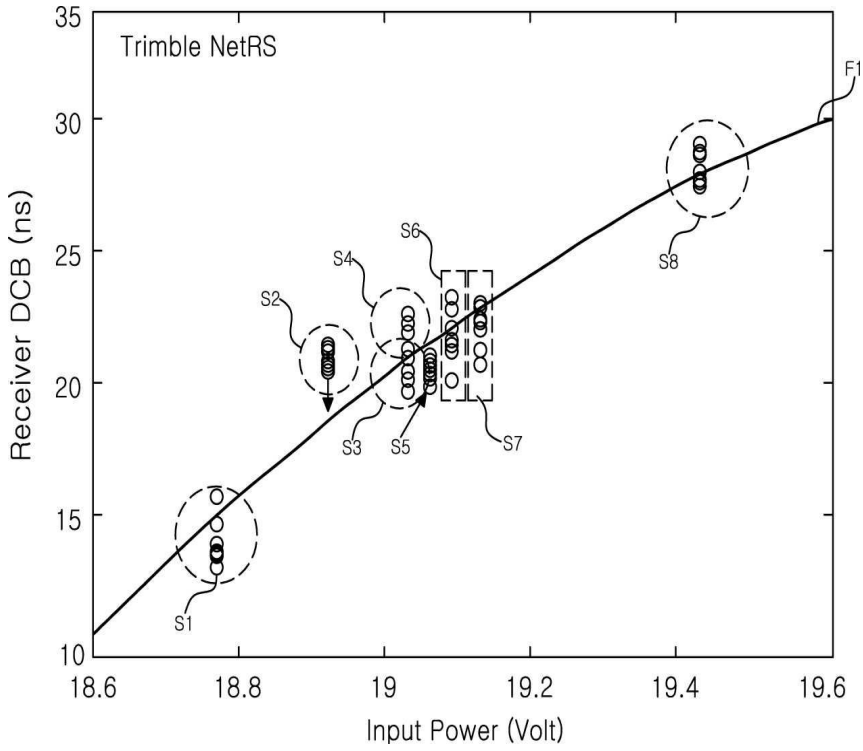
성된다.

- [0055] 이러한 복수의 GNSS 기준국(110) 각각은 도 6에 도시된 바와 같이, GPS 안테나(11), GPS 수신기(12), 전원 공급부(13), 전압 측정부(14)와, 데이터 전송부(15)를 포함한다.
- [0056] GPS 안테나(11)는 GNSS 위성으로부터 항법 신호를 수신하고, GPS 수신기(12)는 수신한 항법 신호에 대응하는 GNSS 데이터를 데이터 전송부(15)로 출력한다. 이때 GPS 수신기(12)의 기종은 GNSS 기준국 모두 동일하거나, 복수의 GNSS 기준국 중 적어도 하나가 다른 GNSS 기준국과 다르다. GPS 수신기(12)는 GNSS 데이터 전송시에 수신기 식별정보를 더하여 전송한다.
- [0057] 전원 공급부(13)는 GPS 수신기(12)의 동작 전압 즉, GPS 수신기의 입력 전압을 제공하며, 전압 측정부(14)는 GPS 수신기(12)에 입력된 입력 전압을 측정하고 측정된 수신기 입력 전압을 데이터 전송부(15)로 전송한다.
- [0058] 데이터 전송부(15)는 GPS 수신기(12)로부터 수신된 GNSS 데이터와 전압 측정부(14)로부터 수신된 수신기 입력 전압을 디지털 데이터로 하여 데이터 서버(120, 도 7 참조)에 제공한다. 이때 데이터 전송부(15)는 데이터 서버(120)로 디지털 데이터를 전송할 때마다 GPS 수신기(12)의 기종을 식별할 수 있게 하는 수신기 식별정보와 GNSS 기준국 식별정보를 더 포함하여 데이터 서버(120)에 제공한다. 여기서 GNSS 기준국 모두 동일한 기종의 GPS 수신기를 사용하는 경우이면 수신기 식별정보를 데이터 서버(120)에 제공하지 않아도 된다.
- [0059] 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 하드웨어 바이어스 추정 시스템의 블록 구성도이다. 도 7에 도시된 바와 같이 본 발명의 실시 예에 따른 하드웨어 바이어스 추정 시스템(100)은 복수의 GNSS 기준국(110), 데이터 서버(120)와 DCB 추정기(130)를 포함한다.
- [0060] 데이터 서버(120)는 GNSS 기준국망을 이루는 각 GNSS 기준국과 통신으로 연결되어 있으며, 각 GNSS 기준국(110)으로부터 전송한 각종 디지털 데이터(예; GNSS 데이터, 입력 전압, 수신기 식별정보, 기준국 식별정보 등)를 수신하고 저장 및 관리한다.
- [0061] DCB 추정기(130)는 데이터 서버(120)로부터 입력 전압, 수신기 식별정보와 기준국 식별정보를 수신하며, 수신기 식별정보로 해당 기종의 DCB 추정함수를 파악하고 파악한 DCB 추정함수를 이용하여 수신된 입력 전압에 대응된 수신기 DCB를 추정한다.
- [0062] 이를 위해 DCB 추정기(130)는 수신부(131), DCB함수 파악부(132), 함수 실행부(133)와 DCB 제공부(134)를 포함한다.
- [0063] 수신부(131)는 데이터 서버(120)에서 제공하는 정보를 수신한다. 이때 데이터 서버(120)로부터 수신되는 정보는 입력 전압, 기준국 식별정보와 수신기 식별정보를 포함한다. DCB함수 파악부(132)는 수신기 식별정보에 대응하는 DCB 추정함수를 파악하고, 함수 실행부(133)는 DCB함수 파악부(132)에 의해 파악된 DCB 추정함수를 이용하여 수신부(131)에 수신된 입력 전압에 대응된 DCB를 추정한다. DCB 제공부(134)는 함수 실행부(133)에 의해 추정된 DCB를 기준국 식별정보와 수신기 식별정보와 함께 출력한다.
- [0064] DCB 제공부(134)에서 제공되는 정보는 TEC 산출을 위해 TEC 계산기(200)에 제공될 것이다.
- [0065] 이상과 같이 구성된 본 발명의 실시 예에 따른 하드웨어 바이어스 추정 시스템에 의해 이루어지는 하드웨어 바이어스 추정 방법의 일 예를 도 8을 참조로 하여 설명한다.
- [0066] GNSS 기준국(110)에서는 GNSS 데이터 전송시 측정된 GPS 수신기(12)의 입력 전압을 기준국 식별정보와 GPS 수신기(12)의 식별정보와 함께 데이터 서버(120)로 전송한다. 이에 데이터 서버(120)는 각 GNSS 기준국(110)으로부터 GPS 수신기(12)의 입력 전압을 기준국 식별정보와 GPS 수신기(12) 식별정보를 수신하고 저장한다(S801).
- [0067] 여기서 GNSS 기준국(110)은 GNSS 데이터를 포함하지 않고 GPS 수신기(12)의 입력 전압, 기준국 식별정보, 및 GPS 수신기(12)의 식별정보(수신기 식별정보)를 데이터 서버(120)에 제공하도록 할 수 있다. 이 경우에 GNSS 기준국은 GNSS 데이터를 간헐적으로 데이터 서버(120)에 제공하게 된다.
- [0068] 데이터 서버(120)는 GNSS 기준국(110)으로부터 입력 전압, 기준국 식별정보와 수신기 식별정보를 수신하면 DCB 추정기(130)로 이의 정보를 제공한다. 이에 DCB 추정기(140)는 수신된 수신기 식별정보로 수신기의 기종을 식별하고(S802), 수신기의 기종에 따른 DCB 추정함수를 파악한다(S803).
- [0069] 그런 다음, DCB 추정기(130)는 수신된 입력 전압을 상기에서 파악한 DCB 추정함수에 대입하여 수신기 DCB를 도출하고 이를 수신기 DCB로 추정한다(S804),

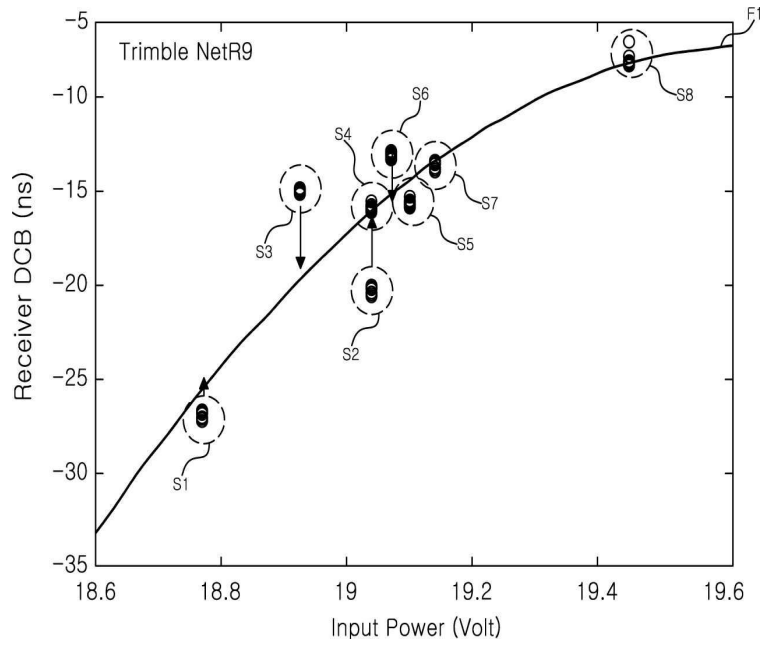
도면2



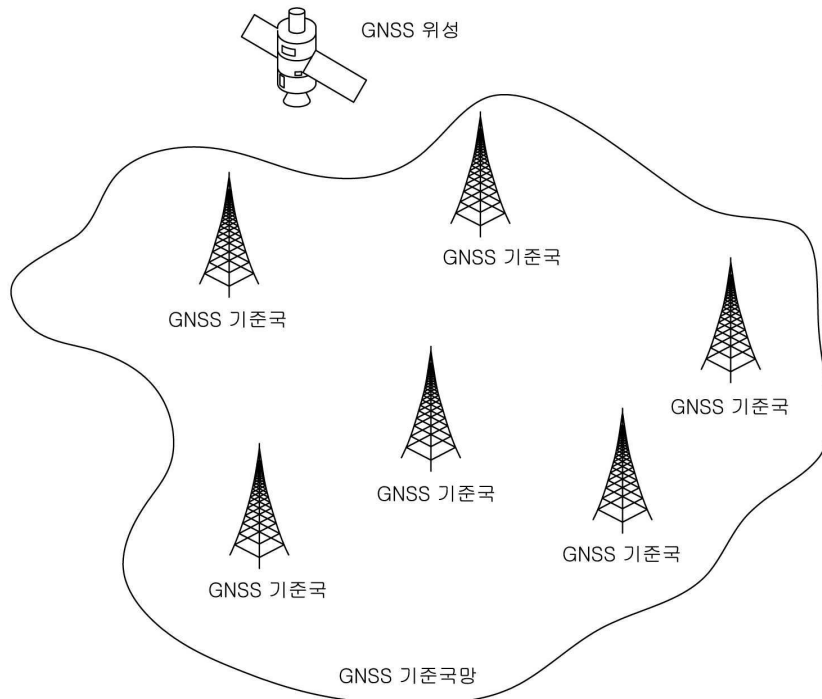
도면3



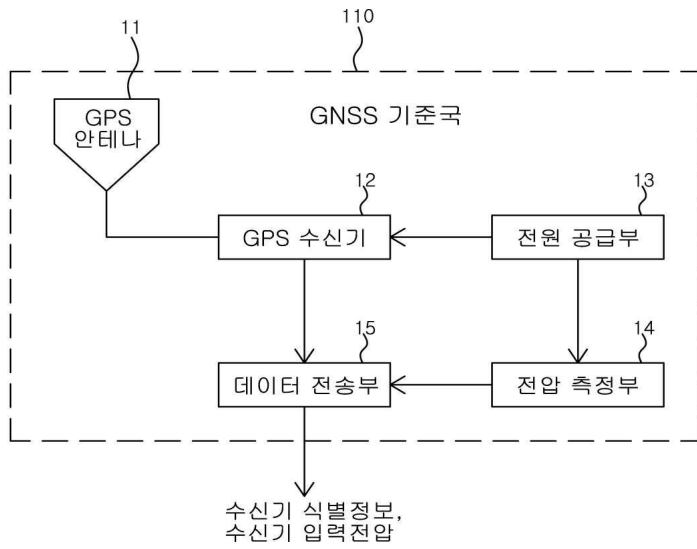
도면4



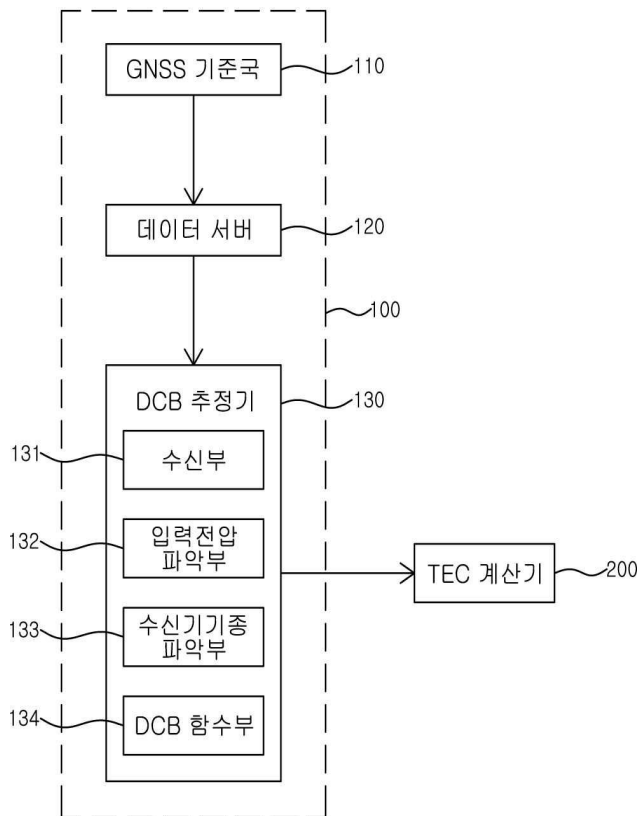
도면5



도면6



도면7



도면8

