

Two-antenna 자세 결정용 GPS 수신기와 DR 센서의 통합 시스템

A Two-antenna GPS Receiver Integrated with Dead Reckoning Sensors

이재호*, 서홍석*, 성태경**, 박찬식***, 이상경**

*충남대학교 전자공학과(Tel : 042-825-3991, Fax : 042-823-4494)

**충남대학교 정보통신 공학부(Tel : 042-821-6582, Fax : 042-823-4494)

***충북대학교 전기전자 공학부(Tel : 0431-261-3259, Fax : 042-823-4494)

Abstract: In the GPS/DR integrated system, the GPS position(or velocity) is used to compensate the DR output and to calibrate errors in the DR sensor. This synergistic relationship ensures that the calibrated DR accuracy can be maintained even when the GPS signal is blocked. Because of the observability problem, however, the DR sensors are not sufficiently calibrated when the vehicle speed is low. This problem can be solved if we use a multi-antenna GPS receiver for attitude determination instead of conventional one.

This paper designs a two-antenna GPS receiver integrated with DR sensors. The proposed integration system has three remarkable features. First, the DR sensor can be calibrated regardless of the vehicle speed with the aid of two-antenna GPS receiver. Secondly, the search space of integer ambiguities in GPS carrier-phase measurements is reduced to a part of the surface of the sphere using DR heading. Thirdly, the detection resolution of cycle-slips in GPS carrier-phase measurements is improved with the aid of DR heading. From the experimental result, it is shown that the search space is drastically reduced to about 3/20 of the non-aided case and the cycle-slips of 1 or half cycle can be detected.

Keywords : Multi-antenna GPS receiver, Dead Reckoning, Integrated system.

1. 서론

GPS(Global Positioning System)는 전세계 어디에서나 항체의 위치와 속도 및 시간을 구할 수 있는 항법 시스템이다[1,2]. GPS 수신기는 오차가 누적되지 않는 항법해를 제공하기 때문에 장시간 안정성은 우수하지만, GPS 신호의 전리층 및 대류권 지연, 다중 경로, 수신기 잡음 등의 오차로 인해 단시간 안정성은 상대적으로 좋지 않다. 또한, 가시 위성의 개수가 적은 경우에는 항법해를 구할 수 없다는 단점이 있다[1,2]. DR 은 일반적으로 차속 센서(또는 가속도계)와 자이로스코프(또는 지자기 센서)로 구성되며, 연속적인 항법 해를 제공하고 단시간 안정성이 우수한 장점이 있지만 시간이 지날수록 항법해 오차가 누적된다[3,5]. GPS 와 DR 을 통합하면 오차가 누적되지 않는 연속적인 항법해를 얻을 수 있다. GPS/DR 통합 시스템은 single-antenna GPS 수신기의 속도 또는 이동거리 측정치를 이용해 가속도계의 오차 요소(혹은 차속 센서의 오차 요소)를 보정하며, single-antenna GPS 수신기의 속도나 위치 변화를 측정치를 이용하여 구한 방향각 정보를 이용해 자이로스코프의 오차 요소를 보정한다. 그러나 항체의 속력이 낮으면 방향각 오차가 증가하므로 자이로스코프의 오차 요소에 대한 정확한 보정이 어렵다. 이와 달리 two-antenna GPS 수신기는 항체의 속도와 무관한 항체 자세 정보를 제공하므로 이를 이용하면 항체가 저속일 경우에도 자이로스코프 오차 요소에 대한 정확한 보정이 가능하다.

Two-antenna GPS 수신기는 반송파 위상 측정치를 이용해 두 안테나간의 정밀한 상대 위치를 구하고 이를 이용하여 항체의 자세를 구한다. 이를 위해서 먼저 반송파 위상의 초기 미지정수를 결정해야 하며, 미지정수 결정을 위해서는 먼저 미지정수 검색범위를 결정해야 한다. 그러나 multi-antenna GPS 수신기를 단독으로 이용하면 미지정수 후보의 개수가 많기 때문에 계산량이 많으며, 잡음 환경하에서 참 미지정수를

구할 확률이 적어진다. 또한, 결정된 미지정수 검색범위내에 참 미지정수가 존재하더라도 반송파 위상 측정치에 사이클 슬립이 발생하면 정확한 자세를 구할 수 없으며, 이를 방지하기 위해서는 반송파 측정치 내에 사이클 슬립이 포함되어 있는지를 알아내야 한다. 일반적으로 GPS 만의 측정치를 이용한 사이클 슬립 검출 방법은 복잡하며, 사이클 슬립 검출 및 보정이 어렵다. 기존에도 여러 방식의 사이클 슬립 검출 알고리즘이 알려져 있지만, 대부분의 방법들이 항체가 정지하고 있을 경우에만 적용가능 하거나 항체가 동특성을 갖는 경우에는 한 파장 이내의 사이클 슬립 검출이 어렵다[6].

본 논문에서는 two-antenna GPS 수신기와 DR 센서를 통합한 필터를 제시하였다. Two-antenna GPS 수신기는 항체의 속도와 무관한 자세 정보를 제공하기 때문에 항체가 정지 또는 저속일 경우에도 자이로스코프 오차 요소를 정확히 보정할 수 있다. 또한, 본 논문에서는 DR 을 이용하여 미지정수 검색범위를 축소하고 사이클 슬립을 검출하는 알고리즘을 제시하였다. 먼저 DR 을 이용하여 두 안테나 사이의 기저선 벡터를 추정하고 추정된 기저선 벡터와 DR 센서 오차 공분산을 이용하여 미지정수 검색범위를 결정하였다. 기존의 기저선 길이를 이용한 미지정수 검색범위 결정방법을 사용할 경우에는 미지정수 검색범위가 기저선 길이를 반지름으로 한 구의 표면으로 나타나는데 비하여, 제시한 방법을 사용할 경우에는 구 표면의 일부로 축소된다. 두 번째로 DR 을 이용하면 안테나간 반송파 위상의 변화율을 추정할 수 있으며, 이 값과 측정된 반송파 위상의 변화를 이용하면 해당 위성의 측정치에 사이클 슬립이 발생하였는지를 판별할 수 있다.

2. Two-antenna 자세 결정용 GPS 수신기와 DR 센서의 통합 시스템