

GPS 반송파 위상을 이용한 정밀 측위의 최소자승법과 LAMBDA기법의 성능분석

Performance Analysis of Least-Squares Estimation and LAMBDA Method for GPS Precise Positioning using Carrier Phase

박헌준*, 원종훈**, 고선준***, 이자성****

- * 아주대학교 전자공학과 (Tel:031-219-2487; Fax:031-212-9531; Email: phj@madang.ajou.ac.kr)
- ** 아주대학교 전자공학과 (Tel:031-219-2487; Fax:031-212-9531; Email: jhwon@madang.ajou.ac.kr)
- *** 아주대학교 전자공학과 (Tel:031-219-2487; Fax:031-212-9531; Email: sjko@madang.ajou.ac.kr)
- **** 아주대학교 전자공학과 (Tel:031-219-2482; Fax:031-212-9531; Email: jsung@madang.ajou.ac.kr)

Abstract - This paper presents field test results of the GPS precise positioning using carrier phase observable. The Least-squares Ambiguity Decorrelation Adjustment(LAMBDA) method is implemented to resolve integer ambiguity problem for two epoch L1 carrier phase measurement data. Field test results show that the GPS precise positioning of cm-level accuracy is obtainable with conventional low cost, single frequency C/A code GPS receivers.

keyword : GPS, Carrier Phase, Ambiguity Resolution, OTF

1. 서론

GPS(Global Positioning System)은 지구 전역에서 실시간 위치 측정이 가능한 이상적인 위성항법시스템이다. 코드정보를 이용하는 민간사용자의 경우 고의 잡음(SA)으로 인해 100m 정도의 오차로 위치 측정이 가능하다. 그러나, 2000년 5월 미 국방성의 SA의 제거로 10m내외 정도의 오차로 위치측정이 가능하게 되었다. 수mm 오차범위로 측정되는 반송파 위상(carrier phase)측정치에는 사용자의 정밀 위치에 관한 정보가 포함되어 있다. 수신기가 측정하는 반송파 위상은 위성-수신기간 기하학적 실제거리, 미지정수항, 각종 오차항들의 합으로 구성되어 있다. 반송파 위상의 측정시에 발생하는 측정오차의 크기가 코드를 이용한 의사거리 측정의 경우에 비해서 현저히 작기 때문에 미지정수항을 정확히 알 수 있다면 정밀위치 추정이 가능하다. 이러한 미지정수 결정기법을 이용한 정밀위치 추정기법은 1980년대초 측량분야에서 정지측량용 후처리(post-processing)알고리즘이 연구 개발되기 시작하여 현재는 동적 실시간처리 알고리즘으로까지 발전되고 있다.

1993년 Delft공대의 Teunissen이 개발한 LAMBDA[2]기법은 다중 채널의 모든 가시위성의 기하학적 배치상태를 고려하는 역상관화(decorrelation)과정을 효율적으로 이용하는 알고리즘으로써, 현재까지 개발된 미지정수 결정기법들 중 가장 진보한 형태의 알고리즘으로 알려져 있다[3, 4].

본 논문에서는 GPS 실측데이터에 각각 LAMBDA기법과 최소자승기법에 의한 추정 기법을 사용하여 미지정수와 위치를 추정하였다. 위와 같은 서로 다른 방법의 검색으로 위치 결과를 비교 분석함으로써 GPS의 정밀 측위 성능을 평가 한다.

2. 반송파 위상을 이용한 위치 결정

2.1 LAMBDA기법에 의한 미지정수 및 위치

반송파 위상을 이용하여 고확도의 위치 정보를 계산하기 위해 이중차분된 반송파 위상을 사용하는 상대측위(relative positioning) 기법을 이용하였다. 이중차분된 반송파 위상은 기준국과 사용자간의 거리가 짧을 경우(<20km) 공통 오차항이 거의 상쇄된다. 즉 위성 및 수신기 시계 오차, 위성 궤도 오차, 전리층 지연 및 대류층 지연에 의한 오차는 모두 상쇄되거나 무시할 수 있을 만큼 작아진다. 선형화된 이중차분 반송파 위상에 의한 관측 방정식은 다음과 같다[5, 6].

$$l = H_x x + H_N N + v \quad (1)$$

여기서

l : 관측값과 계산된 측정값의 차 벡터,

x : 3차원 위치 벡터,

N : 이중차분 미지정수 벡터,

H_x, H_N : 각각 x 와 N 의 계수행렬,

v : 오차 벡터.

위 식(1)을 풀기 위해서는 측위가능조건, 즉, 방정식의 개수가 미지수의 개수보다 같거나 많아서 최소제곱형태의 측위기법을 적용할 수 있는 조건을 만족해야 한다. 측위가능조건은 측위 모드(정적/동적), 측정치의 종류(P1,P2,L1,L2), epoch 수, 그리고 가시위성수에 관한 함수로서 나타 내어진다. 이중차분을 이용하는 상대측위시 방정식 개수를 부등식 좌변에, 미지수 개수를 우변에 나타내면 다음과 같다[7].

$$(\alpha + \beta)(m - 1)n \geq 3 \cdot n^s + (m - 1)\beta \quad (2)$$

여기서 n 은 epoch 수, m 은 위성갯수를 나타내고, s 는 측지모드를 의미하는 값으로서 정적측위시 0, 동적측위시 1이며, α 와 β 는 각각 위사거리 종류와 반송파 위상차 종류를 나타내는 값으로서 사