

# 실수 미지정수를 이용한 실시간 정밀위치 결정기법 및 성능분석

## Real-time Precise Positioning Algorithm with Float Ambiguity and Performance Analysis

. 이 영 식\*, 지 규 인\*\*, 한 훈 택\*\*\*

\* 건국대학교 전자정보통신공학과 (Tel : 82-2-452-7407; Fax : 82-2-3437-5235; E-mail:hyssopme@kkucc.konkuk.ac.kr)

\*\* 건국대학교 전자정보통신공학과 (Tel : 82-2-450-3070; Fax : 82-2-3437-5235; E-mail: gijee@kkucc.konkuk.ac.kr)

\*\*\* LG전자 CDMA 단말연구소 (Tel : 82-2-850-3996; Fax : 82-2-850-3969; E-mail: crush@lgic.co.kr)

**Abstract :** The ambiguity resolution is an essential task for the precise carrier phase differential GPS. In practice, however, there are still many problems in resolving the ambiguity in kinematic mode, especially in the urban areas. The multipath in received signal, the frequent change in visible satellites, and the cyclic slips make the ambiguity resolution very difficult task in real-time operation. In this paper, we consider a differential positioning with the float ambiguity that is free from the integer constraint. The float ambiguity estimation is carried out by the Kalman filter. The float and fixed ambiguities are combined together to determine the position in real-time kinematic mode.

**Keywords :** Real-time Kinematics, Integer Ambiguity Resolution, Float Ambiguity, Kalman Filter

### 1. 서론

DGPS는 GPS의 정확도를 향상 시키는 방법으로, 자신의 정확한 위치를 알고 있는 기준국에서 GPS 위성신호의 오차를 계산하여 주위의 사용자에서 전송함으로써 GPS 사용자의 위치오차를 보정하는 기법이다. 일반적으로 DGPS기법은 코드의 의사거리 측정치를 사용하며 이러한 방법으로 수 m 정도로 위치 오차를 줄일 수 있다. 한편 GPS의 L1 반송파 위상 신호의 파장은 약 19cm로, 코드에 비하여 월등히 높은 해상도를 제공할 수 있으며 이를 이용하면 수mm의 정확도로 상대위치를 측정할 수 있다. 그러나 GPS 반송파위상을 측위에 이용하기 위해서는 반송파 측정값에 존재하는 미지정수(Integer Ambiguity)를 결정해야 한다. 일반적으로 미지정수는 주어진 목적함수를 최소화 하도록 특정한 검색 영역 안에서 검색함으로써 결정되며, 이러한 미지정수의 참값 결정을 위해서는 많은 반송파 데이터와 처리시간을 필요로 한다. 기존의 미지정수 결정 알고리즘으로는 LAMBDA(Least squares AMBIGUITY Decorrelation Adjustment), AFM(Ambiguity Function Method), LSAST(Least Squares Ambiguity Search Technique), ARCE(Ambiguity Resolution with Constraint Equation) 등이 있지만 이러한 미지정수 결정 알고리즘은 아직까지 실시간 미지정수 결정에는 많은 어려움이 있다. 특히, 도심 속 같이 가시위성군이 자주 변하고 다중 경로에 의한 오차에 의하여 사이클 슬립(cycle slip)이 발생하는 경우에는 미지정수를 결정하지 못하는 경우가 빈번하다.

본 논문에서는 GPS의 반송파 위상내의 미지정수를 정수영역에서 결정하지 못하는 경우에도 반송파위상 정보를 측위에 사용하도록 하기 위하여 실수 미지정수를 추정하여 검색기법에 의한 정수 미지정수와 함께 사용할 수 있는 실시간 동적측

위방법에 대해 연구하였다. 연속적인 실수 미지정수 추정을 위하여 칼만필터를 사용하였고 검색기법으로는 기존 검색기법들의 장점들을 결합한 방법을 사용하였다. 제안된 알고리즘은 크게 실수 미지정수 추정 알고리즘과 검색 알고리즘으로 구성된다. 실수 미지정수의 추정은 이중차분된 L1 반송파 위상과 C/A코드 측정치를 이용한 측정방정식, 상태변수를 위치, 속도 모델로 모델링한 시스템 방정식을 이용해 일반적인 이산형 칼만 필터로 구현한다. 검색 방법으로는 기존의 미지정수 검색 알고리즘들의 장단점들 상호 보완하여 더욱 빠르고 안정적으로 미지정수를 검색하는 방법을 제안하였다. 즉, 미지정수의 공분산 추정값을 비상관화하여 검색하는 LAMBDA방법과 반송파 위상식에서 위치항을 소거해 미지정수 영역에서만 검색하는 ARCE방법, 독립적인 주위성군만을 검색하는 LSAST를 상호 보완하여 사용하였다.

### 2. 실수 미지정수를 이용한 RTK 알고리즘

#### 2.1 초기 미지정수의 추정

이중차분한 코드와 반송파식을 선형화하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \nabla \Delta \tilde{n} &= H \delta X + v \\ \nabla \Delta I &= H \delta X + \lambda \cdot \nabla \Delta N + w \end{aligned} \quad (1)$$

여기서,

$H$  : 계수 행렬,  $\delta X$  : 상대 위치 보정치

$\nabla \Delta N$  : 이중차분된 미지정수

$\lambda$  : L1 반송파 파장

$\nabla \Delta \tilde{n}$  : 이중차분된 코드 측정값

$\nabla \Delta I$  : 이중차분된 반송파 측정값

$v, w$  : 측정 잡음