

# GPS RAIM에서의 2개 파라미터 고장진단에 대한 연구

## Study on Two-Failure GPS RAIM Problem

유창선\*, 이상정\*\*

\* 한국항공우주연구소(Tel : 81-42-860-2344; Fax : 81-42-860-2009 ; E-mail:csyoo@kari.re.kr)

\*\* 충남대학교 전자공학과(Tel : 81-42-821-6582; Fax : 81-42-823-4494 ; E-mail: eesjl@cslab.chungnam.ac.kr)

**Abstract :** In aviation navigation by GPS, requirements on availability and integrity must be absolutely satisfied for safety. Current study on accomplishing this integrity includes RAIM(Receiver Autonomous Integrity Monitoring), checking integrity internally in GPS receiver itself. However RAIM techniques have been investigated and presented under assumption that there is included only one fault in measurements from GPS, In case of multiple fault, an interaction among bias errors sometimes results in decreasing the effect of multiple fault. This may make an exact fault detection and identification difficult, and study on multiple fault RAIM focused on. This paper explains the reasons that techniques applied on single fault are not adequate to extend directly to two faults case and shows that RAIM solution on two fault may be given in revised parity space.

**Keywords :** aviation navigation, GPS, RAIM, two faults, FDI

### 1. 서론

오늘날 GPS를 이용한 위성항법시스템은 정확한 위치와 시각정보 제공으로 측지, 차량항법, 해양조난구조 및 접안, 항공기 항행등 분야에 걸쳐 응용되면서 활용기법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 타분야와 달리 항공항법에서는 항공기의 안전을 위하여 정확성 뿐만 아니라 신뢰성이 보장되어야 하며 이에 대한 성능과 라미터의 하나로서 무결성(integrity)에 대한 모니터링이 요구되고 있다. 무결성에 대한 모니터링은 위성항법해의 일관성(consistency)이 유지되고 있는지 확인하는 작업으로 시스템 에러발생시 이를 발견하고 이러한 사실을 이용자에게 적절한 시간내 경고해 주도록 함으로써 조종사가 이에 대처할 수 있도록 하는 기능을 말한다.[1]

기본적인 원리는 항법해를 위해 필요한 최소한의 정보보다 많은 잉여정보(Redundancy)를 이용하여 원시 측정데이터나 가공된 데이터를 상호비교하여 항법해의 일관성을 확인함으로써 이루어지며 구현방법은 크게 지상모니터링 시스템으로부터 무결성에 대한 정보를 받는 방법과 항공기에 탑재된 다른 항법수단을 이용하거나 GPS수신기만을 이용하여 항공기 탑재시스템 자체에서 판단하는 방법이 있다. RAIM(Receiver Autonomous Integrity Monitoring)은 상기의 방법 가운데 GPS수신기 자체에서 무결성에 대한 모니터링을 수행하는 방법이다. GPS가 보조항법으로 사용되는 경우에는 고장감지 기능만으로 충분할 수 있으나 GPS가 유일한 항법수단으로 사용되는 경우에는 고장감지뿐만 아니라 고장식별 또는 고장배제 기능까지를 포함하게 된다.

RAIM의 역사는 1980년대 후반에 시작되었으며 1986년 ION 학술회의에서 RAIM에 대한 개념이 발표되었고 1987년 R. M. Kalafus에 의해 'self-contained'란 용어로 도입되었다. 아직까지는 RAIM기법에서 한 개의 위성이 고장인 경우에 대한 고장감지와 식별에 대한 알고리즘이 제안되고 실험결과들이 발표되어왔으며 2개 이상의 경우에 대해서는 바이어스 신호의 상호감쇄효과로 식별이 용이하지 않으며 이에대한 연구가 진행중에 있다. 1998년 R. G. Brown[2]은 페러티 공간에서 의사거리에 대한 위치에러의 변화율

의 최대값을  $C_2$ 의 경우의 위성군의 조합 가운데 최대값의 최대값을 구함으로써 2개고장의 경우를 식별하고자 하였으며, A. R. Mukund Desai[3] Toshihiko Ono[4][5]는 일반역학 시스템에서 페러티 벡터 생성과 다중고장진단을 위한 벡터공간 해석에 대한 연구 결과를 보여주고 있다. 페러티 공간을 구성하는 변환행렬은 관측위성과 사용자간 고유의 벡터공간을 형성하므로 에러의 영향을 포함하고 있는 페러티 벡터와의 관계를 통하여 위성고장 식별시 특성행렬로서 사용되어 진다.

본 논문에서는 페러티 벡터공간에서 단일고장 RAIM에 대한 연구를 기본으로 하여[6] GPS위성의 다중고장인 경우에 단일고장의 고장진단기법의 적용의 문제점을 알아보고 이를 해결할 수 있는 방법으로 변형된 페러티 벡터공간 탐색방법을 제시하고 실제 적용가능성을 판단하기 위하여 GPS수신기로부터 원시데이터를 수신하고 시뮬레이션을 수행함으로써 고장진단 효과와 실제적용에 따른 실시간 계산 문제에 대한 연구결과를 고찰하였다.

### 2. 페러티 공간에서 판별

#### 2.1. 페러티 벡터기법

##### 2.1.1. 페러티 벡터의 구성

RAIM의 기본원리는 일정시간에 수신된 샘플데이터에서 이용가능한 거리방향의 잉여측정치를 이용하게 되며 공칭 항법해로부터 선형화시킨 다음 측정식유 사용한다.

$$y = Hx + \varepsilon \tag{1}$$

여기서  $y$  : 실제와 추정한 의사거리간의 차로로서  $(n \times 1)$ 행렬

$x$  : 위치변화량과 수신기 시계오차 변화량으로  $(4 \times 1)$ 행렬

$H$  : Jacobian 행렬로서  $(n \times 4)$ 행렬

$\varepsilon$  : 측정에러