

Multiheading 방법을 이용한 INS의 초기정렬에 관한 연구

A Study of the Multiheading INS Alignment

。 윤 희 광*, 송 택 렬**

* 한양대학교 제어계측공학과(Tel : 031-406-8967; Fax : 031-407-2756 ; E-mail: yhg123@hymail.hanyang.ac.kr)

** 한양대학교 제어계측공학과(Tel : 031-400-5217; Fax : 031-407-2756 ; E-mail: tsong@email.hanyang.ac.kr)

Abstract : In this paper, we present a Multiheading Method for INS initial. The system is not observable for initial alignment however using pseudo tilt angles and pseudo sensor errors become observable. We suggest a new Multiple Method to find the real sensor errors by using the converted system dynamics. The results show that we can find the sensor errors very accurately by the proposed method.

Keywords : INS, Initial Alignment, Kalman filter, INS Error Model, Observability, Multiheading

1. 서론

관성항법시스템(INS)에서 초기정렬 알고리즘은 고전적인 방법인 자이로컴파스 루프(Gyrocompass loop)를 이용하는 방법과 최적필터인 칼만필터를 이용하는 방법 등이 사용되고 있다. 자이로컴파스 루프를 이용한 방법은 가속도계 측정값을 기반으로 하는 수평축 정렬과 자이로 측정값을 기반으로 하는 방위각 정렬의 두 단계를 통하여 이루어진다. 확률적 특성을 갖는 시스템 모델을 이용하여 관성항법시스템의 오차를 추정하여 이를 보정하는 칼만필터 이용 방법은 현재 마이크로 컴퓨터의 발전으로 많이 사용되고 있다.

정지상태에서 관성항법시스템의 오차 방정식은 정렬 과정 시 시스템이 완전 관측가능하지 않음이 알려져 있다[2,3,4]. 따라서 시스템 출력을 통해서 모든 상태변수의 추정이 불가능하다

2. INS의 초기 정렬기법

일반적으로 초기정렬은 개략정렬과 정밀정렬로 나뉜다. 개략정렬은 중력가속도와 지구자전각속도를 관성센서를 통해 측정하여 항법좌표계와 항체사이의 대략적인 자세를 구하는 과정이다. 정밀정렬은 개략정렬 시 발생한 오차를 자이로컴파스 루프나 최적필터인 칼만필터를 이용 추정, 보정하여 보다 정확한 자세를 구하는 것이다.

2.1. 초기 개략정렬

초기 개략정렬은 항법모드 진입 전 초기 자세각을 구하는 단계로 1단계 초기 개략정렬과 2단계 초기 계략정렬 방법이 있다.

1단계 초기 개략정렬 알고리즘은 가속도계와 자이로의 출력치를 동시에 함께 사용하여 개략적인 초기 자세를 구하는 방법이며 2단계 초기 개략정렬 알고리즘은 자이로컴파스 원리를 이용 가속도계 출력으로부터 롤 피치각을 계산한 후 자이로 출력치를 이용하여 요각을 구하는 방법이다[1,7].

초기 개략정렬과정을 통해서 얻은 자세에는 관성센서의 오차에 의해 오차성분을 갖고 있으며 이를 표 1에 정리하였다.

표 1. 개략정렬 알고리즘의 오차

Table 1. Coarse Alignment Algorithm error

	1단계 개략정렬	2단계 개략정렬
N 방향	$-\frac{\delta a_N}{g}$	$-\frac{\delta a_N}{g}$
E 방향	$-\frac{1}{2} \left\{ \frac{\delta a_v}{g} - \frac{\delta a_N}{g} \tan \lambda + \frac{\delta v_D}{\Omega_{ik}} \sec \lambda \right\}$	$\frac{\delta a_v}{g}$
D 방향	$\frac{\delta a_E}{g} \tan \lambda + \frac{\delta v_E}{\Omega_{ik}} \sec \lambda$	$\frac{\delta v_E}{\Omega_{ik}} \sec \lambda$

2.2. 초기 정밀정렬

2.2.1 INS오차 모델 및 측정모델

초기 정렬 단계에서는 specific force가 존재하지 않고 단지 중력만이 존재하며 중력오차는 무시하면 항법오차방정식은 다음과 같이 간단하게 표현된다.

$$\dot{\delta v} = \bar{g} \times \varphi - 2\bar{\Omega}_{ie} \times \delta v + \delta \bar{w} \quad (1)$$

$$\dot{\varphi} = -\bar{\varphi} \times \bar{\Omega}_{ie} + \delta \bar{w}$$

여기서, δv 는 속도오차, φ 는 자세각오차, g 는 지구 중력을 $\bar{\Omega}_{ie}$ 는 지구 자전각속도이며, δa 와 $\delta \bar{w}$ 는 각각 가속도계의 오차 성분과 자이로 오차성분이다.

식 (1)을 식(2)의 상태방정식 형태로 표현이 가능하다.

$$\dot{x} = Ax + w \quad (2)$$

$$x^T = [\delta v_N, \delta v_E, \delta v_D, \varphi_N, \varphi_E, \varphi_D, \delta a_N, \delta a_E, \delta a_D, \delta w_N, \delta w_E, \delta w_D]$$

$$A = \begin{bmatrix} F_{6 \times 6} & I_{6 \times 6} \\ 0_{6 \times 6} & 0_{6 \times 6} \end{bmatrix}$$

$$F_{6 \times 6} = \begin{bmatrix} 0 & 2\Omega_D & 0 & 0 & g & 0 \\ -2\Omega_D & 0 & 2\Omega_N & -g & 0 & 0 \\ 0 & -2\Omega_N & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \Omega_D & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\Omega_D & 0 & \Omega_v \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -\Omega_v & 0 \end{bmatrix}$$

초기정렬과정은 항체가 정지상태에서 수행되므로 속도성분은 속도 오차 성분을 이용 속도성분 상태변수를 측정 상태변수로