

다중표적추적을 위한 효과적인 필터 알고리즘에 대한 연구

A study of effective filter algorithms for multi-target tracking

이 동 관*, 송 택 렬**

* 한양대학교 전자전기제어계측공학과 (Tel : 81-031-400-4051; Fax : 81-031-407-2756 ; E-mail: jbvq@hymail.hanyang.ac.kr)

** 한양대학교 전자전기제어계측공학과 (Tel : 81-031-400-5217; Fax : 81-031-407-2756 ; E-mail: tsong@email.hanyang.ac.kr)

Abstract : An effective filter algorithm that can manage radar beam pointing efficiently is needed to track multi-target in the air. For effective beam management, the filter has to be good enough to predict future position of target and based on this filter output radar beam is controlled to point toward the predicted target position in the air. In this paper, we investigate the $\alpha - \beta$ filter known for its brief filter structure with the steady-state Kalman filter gain, the ruv filter, and the coordinate-transformed filter that can decouple the measurement noise variance.

Keywords : filter, tracking, multi-target, radar

1. 서론

다기능 레이더 (Multi-Function Radar) 는 위상배열 안테나 (Phased-Array Antenna) 를 사용하여 하나의 레이더로서 다양한 기능을 수행할 수 있다. 한 번에 다수의 표적을 추적할 수 있으며 위협도가 높은 표적에 대해서는 유도 무기를 발사하며, 동시에 다수의 유도 무기를 조종할 수 있어야 한다. 이러한 기능을 동시에 수행하기 위해서는 레이더의 빔을 효과적으로 운용할 수 있는 소프트웨어가 필요하다. 이러한 소프트웨어의 중추라 할 수 있는 것이 필터 알고리즘이다. 필터 알고리즘의 성능은 표적의 위치를 정확히 예측할 수 있는냐로 판가름 할 수 있다. 예측된 위치로부터 획득된 측정치가 추적하고 있는 표적에 대한 것인지 아닌지를 판단할 수 있기 때문이다. 이 논문에서는 phased array radar가 전공간을 탐색하기 위해 기계적으로 회전하는 형식을 가정하였다. 표적추적과 유도무기의 유도의 측면에서 효과적인 레이더 자원의 활용을 위해서라도 표적의 위치를 정확히 예측할 수 있는 필터 알고리즘이 필요하다. 본 논문에서 검토하고자 하는 필터로는 $\alpha - \beta$ filter[3], ruv filter[1], 좌표변환형필터[2]이다. $\alpha - \beta$ filter는 steady-state상태의 gain을 사용하므로써 계산량과 계산시간을 단축시키고, [3]에서 phased array antenna의 beam pointing을 위해 소개한 ruv filter와 [1]에서 제안한 TWS용 필터인 좌표변환형필터는 의사측정치를 Kalman gain과 공분산의 계산에 이용함으로써 일반적인 필터알고리즘에 소요되는 계산량과 계산시간을 단축시킬 수 있는 장점이 있다. 본 논문에서는 위의 3가지 필터의 성능을 표적추적 시뮬레이션을 통해 비교해 봄으로써 다중표적추적을 위한 단위필터로서의 적용성을 검토하고자 한다.

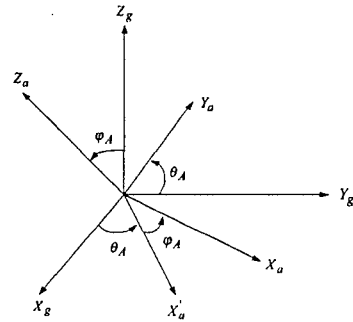


그림1. 기준 좌표계와 안테나 좌표계 사이의 관계

1. $\alpha - \beta$ filter

$\alpha - \beta$ filter는 가장 간단한 구조의 필터로서 Kalman filter 보다 훨씬 계산량을 줄일 수 있는 장점이 있다. 시스템의 동력학과 측정방정식이 시불변 시스템으로 기술되며, 이 시스템에 관련된 process noise나 측정잡음의 특성이 시간에 따라 변하지 않는 stationary일 때 적용가능하다. 정상상태에서의 일정한 공분산을 구해서 이를 필터이득에 사용하므로 필터의 이득은 process noise의 공분산 Q 와 측정잡음의 공분산 R 의 함수로 미리 정해지는 일정한 값이 된다. 필터 구조를 간단히 하기 위해 공간상의 표적추적에서 X, Y, Z 축을 분리시켜 각 축에서 표적의 위치, 속도를 추정하고 미래의 위치를 예측하도록 1차원에서 표적추적필터를 구성한다 하나의 축에 대한 표적의 위치 (x_1), 속도 (x_2)를 상태변수로 하는 표적 동력학 방정식과 MFR로 측정된 표적의 위치정보를 측정치로 하여 표적추적필터를 형성하면 식(1)과 같다.

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}_{k+1} = \begin{pmatrix} 1 & T \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}_k + \begin{pmatrix} T^2 \\ 2T \\ 1 \end{pmatrix} w_k \quad (1)$$

2. 필터 알고리즘

기준 좌표계(GRCC)와 안테나 좌표계와의 관계는 그림1과 같다. GRCC는 Ground Reference Cartesian Coordinates의 줄임말이다.