

# 감시알고리즘 평가방법에 대한 연구

## A Study on Assessment Method for Surveillance Algorithm

성정현<sup>1\*</sup>, 조대원<sup>1</sup>, 최영환<sup>1</sup>

새일시스템즈(주)<sup>1</sup>

### 초 록

A-SMGCS를 구성하는 핵심 알고리즘 중 감시(Surveillance)알고리즘은 레이더로부터 수신한 항공기 좌표정보를 토대로 정확한 항공기의 위치정보를 확정하는 역할을 수행하는데, 감시알고리즘의 좌표 보정 성능을 평가하기 위한 방법으로 단순회귀 직선을 제시하고 이의 타당성을 검토한다.

## 1. 서론

### 1.1 개요

A-SMGCS는 감시, 통제, 경로, 안내의 네 가지 주요 알고리즘으로 구성된다.

이들 알고리즘 중 감시 알고리즘은 항공기의 실제 위치를 제시하는 역할을 수행한다. 그러나 실제 항공기의 위치를 특정할 수 없어 이 알고리즘의 성능을 평가하기 어려운데, 각 측정 좌표의 평균을 이용하는 단순회귀 직선을 성능평가의 기준으로 제시하고, 이의 타당성을 검토하도록 한다.

### 1.2 감시알고리즘 평가의 필요

항공기의 이동좌표는 레이더를 통하여 수집되는데 불가피하게 레이더에 의한 오차정보를 포함하게 된다. 이 오차를 제거하고 운영하기 위하여 보정 작업을 통하여 정확한 항공기의 위치를 추정하게 된다. 그리고 보정결과를 평가하여 더 정확한 항공기의 위치를 추정할 필요가 생긴다.

### 1.3 단순회귀 직선(Simple Regression Line)

항공기의 궤적을 이차평면에 투영하였을 때 모양이 산점도(scatter diagram)와 비슷하다는데 착안하여 항공기의 측정궤적과 실제 항공기 이동 추정 좌표간의 잔차(residual)를 최소화 하기위한 최소 자승법을 이용하여 항공기의 이동추정직선의 방정식을 구하였다.

좌표항공기의 이동 중 직선구간만을 선택적으로

취하여 그 성능을 평가하도록 하고, 곡선구간에 대한 감시알고리즘의 평가는 이 논문에서 논하지 않는다.

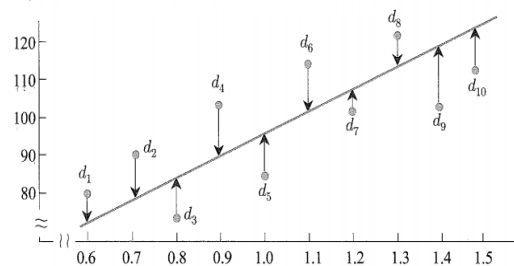


Fig 1. 잔차의 정의 [1]

### 1.4 평가방법

항공기의 이동을 예측하여 좌표평면에 항공기의 궤적을 플롯(Plot)하고 이를 항공기의 실제위치로 가정한다. 항공기의 실제위치를 기준으로 레이더의 노이즈를 랜덤으로 가하여 레이더에 의한 관측좌표를 구한다.

레이더에 의한 관측좌표를 이용하여 단순회귀직선을 구하고, 단순회귀직선과 항공기의 실제위치가 일치함을 보여 단순회귀직선을 이용한 실제항공기 위치 추정의 타당성을 확보한다.

## 2. 단순회귀직선의 타당성

### 2.1 가상의 항공기 궤적

정속도로 이동하는 항공기의 좌표를 작성한다. 시험의 편의를 위하여 40km/h의 속도로 이동하는 항공기 궤적을 생성하였으며, 좌표평면상에 표현하기 용이하도록  $y=1/2x$  방정식으로 표현하였다.

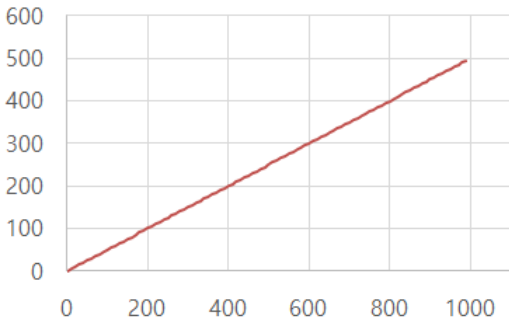


Fig 2. 시속 40km로 직선 이동하는 항공기의 궤적 ( $y=1/2x$ )

2.2 레이더 측정좌표

레이더의 측정오차를 표현하기 위하여 생성된 항공기 궤적에 random함수를 사용하여  $\pm 5m$ 의 오차를 갖는 레이더 측정 좌표를 생성하였다.

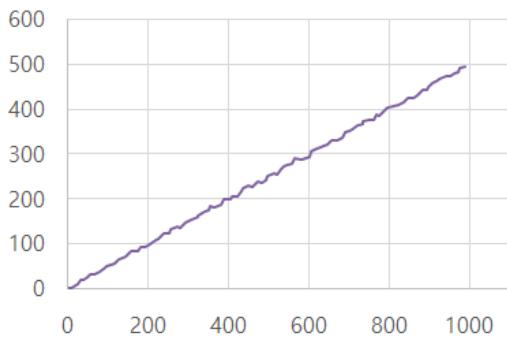


Fig 3. 레이더의 오차( $\pm 5m$ )를 포함한 측정궤적

2.3 단순회귀직선

레이더 오차를 포함한 좌표를 이용하여 최소제곱법을 이용하여 단순회귀직선을 구한다.

$$y = \alpha x + \beta$$

$$\alpha = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum(x_i - \bar{x})^2}$$

$$\beta = \bar{y} - \alpha \bar{x}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum(x_i)}{n}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum(y_i)}{n}$$

Fig 4. 최소제곱법

최소제곱법에 의하여 구해진 항공기의 단순회귀직선은  $y=0.4999x-0.0624$ 이다.

2.4 감시알고리즘 오차의 측정

실제 좌표, 실제좌표직선, 단순회귀직선, 감시알고리즘의 보정좌표간의 오차를 다음과 같이 표시할 수 있다.

Table 1. 실제좌표와 레이더좌표( $\pm 5m$  오차)간의 오차비교

구분	평균	표준편차	분산
실제좌표와의 오차	3.938	1.430	2.044
실제좌표직선과의 오차	2.441	1.611	2.596
단순회귀직선과의 오차	2.447	1.604	2.574

Table 2. 실제좌표와 보정좌표간의 오차비교

구분	평균	표준편차	분산
실제좌표와의 오차	2.317	1.189	1.414
실제좌표직선과의 오차	1.295	1.039	1.079
단순회귀직선과의 오차	1.299	1.039	1.079

3. 결론

이상 레이더 좌표와 보정좌표의 오차의 편차를 알아보았다. 이를 토대로 실제 좌표직선과 단순회

귀직선을 이용하여 구한 오차값의 일치도를 비교하면 다음과 같다.

**Table 3. 실제 좌표와 보정좌표간의 오차비교**

구분	평균	표준편차	분산
레이더좌표 오차	99.80%	99.58%	99.17%
보정좌표오차	99.74%	99.96%	99.91%

감시알고리즘의 보정기능 평가를 위해서는 실제 항공기의 좌표 정보가 필요하지만 현실적으로 이 정보를 획득할 수 없으므로 차선책으로서 항공기의 레이더 좌표를 이용하여 구한 단순회귀 직선을 이용하여 감시알고리즘의 보정기능 성능평가를 진행할 수 있으며, 이로 얻어진 오차의 범위는 99%이상의 신뢰정도로 인용될 수 있다.

## 후 기

본 연구는 국토교통부 항공안전기술개발사업 연구비지원(15ATRP-C069188-03)에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

- [1] 이원준 김태웅, 2010, 통계학개론, 신영사, 서울, pp. 254~262.
- [2] Yan, Xin, 2009, 《Linear Regression Analysis: Theory and Computing》, World Scientific, p34.