

센서 어레이를 활용한 표적 침로 예측 알고리즘 연구

용석정, 이찬일

LIG넥스원

sukjung.yong2@lignex1.com, chanil.lee@lignex1.com

A Study on target course Prediction algorithm using Sensor Array

Yong SukJung, Lee ChanIl

LIG Nex1 Co., Ltd.

요약

본 논문은 특정한 센서 설치 환경 및 표적 기동 특성을 가정했을 때 주어진 탐지환경 기반으로 표적 침로를 예측하는 알고리즘을 제안한다. 즉 표적이 통과하는 특정 구역에 탐지 방향성이 없는 센서를 어레이 형태로 2열 설치하여 표적의 침로(진입/진출)를 예측한다. 제안하는 알고리즘은 표적 목록, 센서 탐지 히스토리, 센서 개수, 센서 탐지 범위(GATE) 등을 입력으로 하고 예측 침로 정보가 업데이트된 표적 정보를 출력하는 알고리즘으로서 이를 활용하면 표적 진/출입에 대한 예측을 수행할 수 있다.

I. 서론

센서를 이용하여 표적을 탐지/추적/식별하는 시스템은 국방 지휘통제 분야에서 널리 쓰이며 플랫폼에 따라 소나, 레이더 등 다양한 분야에서 응용 및 활용되고 있다. 그중에서도 신호처리 알고리즘을 통하여 탐지된 표적에 대하여 표적을 추적하는 기능은 정보처리 분야의 기본이라고 할 수 있다. 표적추적 분야는 시스템의 입력 요소가 신호처리(표적탐지) 시스템의 결과가 되는 경우가 대부분으로서 표적을 탐지하기 위해 이용되는 센서의 종류, 형태, 환경에 따라서 표적추적 기능/성능이 확장 또는 제한되기도 한다. 본 연구에서는 특정한 센서 설치 환경 및 표적 기동 특성을 가정했을 때 주어진 탐지환경 기반으로 표적 침로를 예측하는 알고리즘을 제안한다. 제안 알고리즘의 결과 정보는 진입/진출에 한정되므로 전형적인 표적추적 알고리즘의 과정 및 결과 형식을 따르지 않는다. 제안하는 침로 예측 알고리즘은 센서를 통과하는 표적에 대한 육안 감시를 자동화시켜 운용자에게 예측 결과를 제시하거나, 침로 결과를 활용하는 추적 시스템의 성능을 향상시킬 수 있도록 도움을 주는데 더 큰 의의가 있다.

II. 본론

1. 센서 환경 및 표적 기동 환경

본 연구에서 이용하는 센서는 자기센서와 같이 탐지결과로서 방향성 없이 신호의 크기만 생성한다. 특정 구역을 통과하는 표적을 탐지하기 위해 센서를 라인으로 구성한다. 또한 표적 침로를 예측(진입/진출 판단)하기 위해 2개의 배열(A/B열) 센서를 설치한다.[1]

본 시스템에서 예측할 수 있는 표적의 침로 정보는 진입과 진출로 한정하며, A열 및 B열로 설치된 구역을 진입하는 표적의 기동 시나리오는 Fig. 1과 같다.

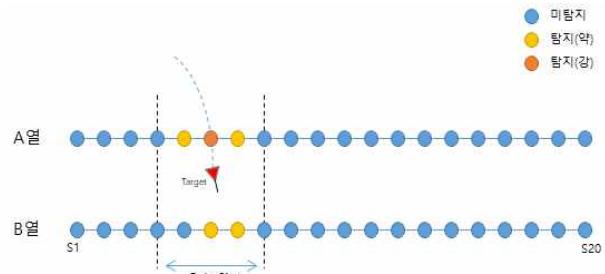


Fig. 1. 표적 진입(Target In) 개념도

진입을 하는 표적은 A열에서 가장 가까운 센서에서 우선적으로 탐지가 된다. 그 후 표적이 통과하는 지점(On Top)에서의 센서는 가장 강한 신호로 탐지되고 양 옆의 센서는 약한 신호로 탐지 또는 미탐지가 된다. 표적의 기동은 배열 센서 기준으로 대각선 방향이 될 수 있으므로 탐지 센서 범위(Gate Size)는 환경에 따라 적절한 범위로 설정한다. 표적이 A열의 특정 센서에 탐지된 경우 바로 진입으로 예측하지 않고, 과거의 히스토리 중 B열에서 탐지되지 않은 경우 진입으로 판단한다. 그리고 B열을 통과하는 시점에는 반대로 A열에서 통과했던 히스토리가 있으므로 표적의 침로 예측 결과를 진입으로 유지한다.

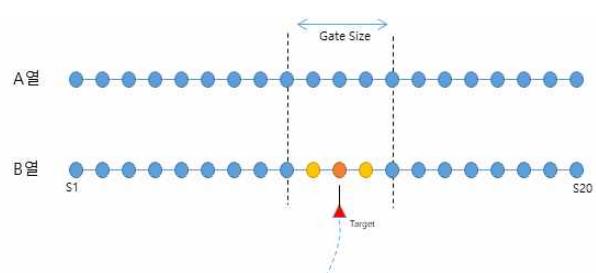


Fig. 2. 표적 진출(Target Out) 개념도

Fig. 2와 같이 진출하는 표적은 진입의 과정과 유사하게 B열에서 먼저 탐지된 경우 A열의 히스토리를 확인한 후에 진출을 판단한다.

2. 표적 침로 예측 알고리즘 코드

표적의 침로(진입/진출)를 예측하는 알고리즘을 코드화시키면 아래의 Fig. 3와 같다.

PseudoCode:

```

Input:
- SEN_Targets_A[], SEN_Targets_B[] // A/B열 표적 목록
- DetHistA[time][sensor], DetHistB[time][sensor] // A/B열 센서 탐지 이력
- SENSOR_NUM, TGT_INOUT_SEN_GATE, SEN_INOUT_HIST_MAX

Output:
- Updated In/Out status for all targets in Row A and B

Procedure:
// Step 1: Process each Row B targets using detection history
from Row A InOutStatus with INOUT_GATE

    for time = 1 to SEN_INOUT_HIST_MAX - 1 do
        for offset = -SEN_GATE to SEN_GATE do
            s ← sensorIndex + offset
            if s < 0 or s ≥ SENSOR_NUM then continue
            if DetHistA[time][s].Detected == TRUE then
                status ← DetHistA[time][s].InOutStatus
            end if
        end for
    end for

    if status == NONE or status == IN then
        target.InOut ← IN
        DetHistB[0][sensorIndex].InOutStatus ← IN
    else
        target.InOut ← OUT
        DetHistB[0][sensorIndex].InOutStatus ← OUT
    end if
end if
end for

// Step 2: Process each Row A targets using detection history
from Row B InOutStatus with INOUT_GATE

```

Fig. 3. 표적 침로 판단 알고리즘 Pseudo Code

위 코드는 표적 목록, 센서 탐지 히스토리, 센서 개수, 센서 탐지 범위(GATE)등을 입력으로 하고 예측 침로 정보가 업데이트된 표적 정보를 출력하는 알고리즘으로서 이를 활용하면 표적 진/출입에 대한 예측을 수행할 수 있다. 하지만 위 코드는 제안하는 시스템에 적합한 코드로 실 환경에서 사용하고자 할 때는 환경에 맡게 입력 파라미터를 조정하고, 예외 처리를 추가해야 한다. 예를 들면 코드와 같이 센서 개수 및 체크하는 히스토리의 프레임 개수 등에 대한 예외처리는 시스템에 따라 상이하므로 주의해야한다.

III. 결론

본 논문에서는 표적 침로(진입/출입)를 예측하는 가장 기초적인 알고리즘을 제안하였다. 하지만 GATE 내에 복수의 표적이 탐지된 경우 또는 센서를 통과하지 않고 턴하여 되돌아가는 시나리오에 대해서는 예측이 어려울 수 있다. 이를 보완하기 위한 여러 가지 방법이 있겠지만 수중에서는 음향센서를 추가로 설치하여 주파수 값으로 표적을 식별 후 복수의 표적이 자기센서에 탐지된 경우에도 기동을 올바르게 예측할 수 있도록 알고리즘을 보완할 수 있을 것이다. 향후 연구에서는 본 알고리즘을 다양한 환경의 실험을 통해 성능 검증하고 성능에 취약한 부분을 개선하는 알고리즘을 추가 제안할 것이다.

참 고 문 현

- [1] Dong-Hwan Son and Hyen-Ju Chung "A Design of Signal Transport System with High Reliability in an Underwater Sensor Array." Journal of KIMST Vol. 7, No. 4, pp. 1-19, Jan, 2004.
- [2] N. Wojke, A. Bewley and D. Paulus, "Simple online and realtime tracking with a deep association metric," 2017 IEEE International Conference on Image Processing(ICIP), Beijjing, China, pp. 3645-3649, 2017.
- [3] SukJung Yong, et. "Propose a method to improve the error of extracting the measurement value of the target tracking SW in Bistatic Sonar System," KIMST Annual Conference Proceedings, ISSN 2636-0659, pp. 1547-1548, 2024.
- [4] SukJung Yong, et. "Dynamic Threshold Scheme for Target Tracking Performance Improvement in a Passive Sonar System," KIMST Annual Conference Proceedings, ISSN 2636-0667, pp. 406-407, 2019.