

## 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.

## 요 약

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. 서 론

센서를 이용하여 표적을 탐지/추적/식별하는 시스템은 국방 지휘정찰 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 의미가 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.

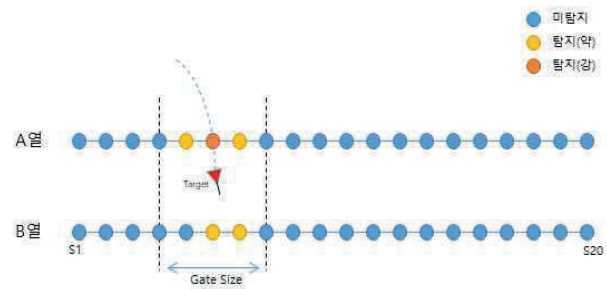


Fig. 1. 표적 진입(Target In) 개념도

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.

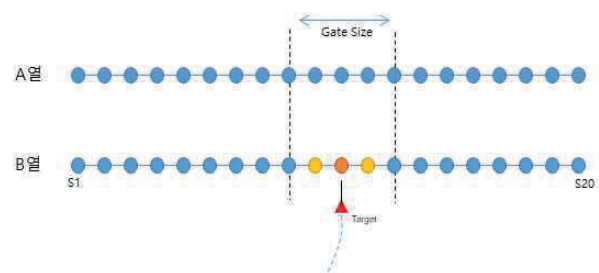


Fig. 2. 표적 진출(Target Out) 개념도

## 참 고 문 헌

- [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), Beiljing, 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.

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

  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 맞게 입력 파라미터를 조정하고, 예외처리를 추가해야 한다. 예를 들면 코드와 같이 센서 개수 및 체크하는 히스토리의 프레임 개수 등에 대한 예외처리는 시스템에 따라 상이하므로 주의해야 한다.

## 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 튕겨져 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.