전자광학추적장비와 레이더 사이의 표적탐지영역의 차이보상방법 개선

유흥곤¹ · 권강훈² · 김영길^{3*}

Improving compensation method of target detection area difference between Electro-optical tracking system and radar

Hyeong-gon Yoo¹ · Kang-hoon Kwon² · Young-kil Kim^{3*}

¹Department of Electrical Engineering, Ajou University, Suwon 443-749, Korea

²Senior Research Engineer, SAMSUNG THALES, Yongin 449-886, Korea

³Department of Electrical Engineering, Ajou University, Suwon 443-749, Korea

요 약

일반적으로 함정은 표적을 탐지하고 추적하는 기능을 하는 다양한 장비를 보유하고 있으며 각 장비들 간의 정보 교류를 통해 보다 정확하고 신속하게 대상 표적을 추적하고 있다. 이런 장비들은 대체로 유사한 표적탐색영역(FOV)을 보유하고 있지만 일부는 해당 장비의 오차범위(Resolution) 한계로 인해 장비간의 차이가 발생하기도 한다. 본 논문에서는 전자광학추적장비(Electro Optic Tracking System)와 레이더 시스템 간의 표적탐색영역(FOV) 차이를 보상하기 위해 사용된 전자광학추적장비 표적탐색 방식을 랜덤한 표적정보를 기준으로 다양한 방법을 통해 탐색시간을 단축하고, 자동으로 표적을 탐지/추적할 수 있는 방법에 대해 연구하였다.

ABSTRACT

This is an example we generally have a variety of equipment that can detect and track the targets and track them quickly and accurately through the information exchange among each piece of equipment. These equipment have similar detection areas (FOV), but some are different due to the limit of the resolution of the equipment. In this paper, we studied the method of reducing detection time and tracking the targets automatically.

키워드 : 중전자광학추적장비, 표적탐지, 오차범위

Key word : EOTS, Target detection, Resolution

접수일자 : 2013. 06. 21 심사완료일자 : 2013. 07. 22 게재확정일자 : 2013. 08. 12

* **Corresponding Author** Young-kil Kim(ykkim@ajou.ac.kr, Tel:+82-31-219-2364)

Department of Electrical Engineering, Ajou University, Suwon 443-749, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2013.17.12.3023>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

고속으로 접근하는 표적(비행체)을 탐지하고 추적하는 것은 정확도와 반응시간이 상당히 중요한 요소로 작용한다. 따라서 탐지확률이 낮거나, 확률이 높아도 시간이 오래 걸리는 경우는 사실상 적용하기가 어렵다. 이러한 목적을 위해 과거에도 다양한 방법이 연구되었고 현재도 보다 나은 방법을 찾기 위한 노력이 진행 중이다. 정확도를 높이는 방법을 사용하게 되면 상대적으로 복잡한 절차를 거쳐야 하는 경우가 많으므로 반응시간이 문제가 된다.

함정에서는 장비 단독으로 표적을 탐지/추적하는 경우보다는 통합체계를 통해 여러 장비를 복합적으로 운용하는 경우가 더 일반적이다. 각 장비들은 고유의 해상도(Resolution)와 FOV(Field Of View)를 가지고 있으며 서로 유사한 해상도 또는 FOV를 가지도록 개발되지만, 일부는 해상도의 한계로 인해 다른 장비와 차이가 발생할 수 밖에 없다. 이러한 차이는 결국 표적을 정확히 탐지하지 못하게 만드는 치명적인 요소가 된다. 기존에 개발된 전자광학추적장비(EOTS)는 이것을 극복하기 위한 방법을 제시하였지만 몇 가지 제한사항과 시간적인 낭비요소가 존재한다.

II. 본 론

2.1. 장비 간 표적탐색영역 차이

탐색용 레이더의 Resolution은 EOTS에 비해 상대적으로 정밀하지 못하다. 레이더의 특성상 넓은 지역을 빠르게 탐색하기 위한 목적 때문이지만, EOTS가 표적

을 탐지/추적 할 때 이 정보를 그대로 이용하면 두 장비의 차이로 인해 표적을 탐지하지 못할 수 있다. 그림1은 탐색용 레이더의 Resolution과 EOTS의 FOV 차이를 나타낸다.

그림 1에서 레이더가 탐지한 표적은 외부 사각형의 전체 범위에서 랜덤하게 존재할 수 있으므로 EOTS FOV 내에 존재할 확률은 상대적으로 낮다. 따라서 EOTS는 주어진 표적정보와 연동하여 단순히 FOV 내의 영상에서만 표적을 탐지하고자 할 경우 실패할 확률이 높다.

그림 1. 레이더해상도와 EOTS FOV 차이

Fig. 1 Difference between radar resolution and EOTS FOV

2.2. EOTS에 적용된 방식[1]

EOTS는 이러한 장비 간 탐색영역 차이를 보상하기 위한 방법을 구현하여 적용하였다. 그림 2는 두 시스템 간의 차이를 보상하기 위해 구현된 방법을 나타내며, 그림 3은 이동하는 표적에 대해 적용되는 방식을 나타낸다.

여기서 중앙부분만을 상,중,하로 탐색하는 이유는 탐색용 레이더의 오차가 주로 고저각 방향이 많다는 것과, 전체영역을 탐색하는 방법은 시간이 많이 소모된다는 것 때문이다.

그림 2. EOTS에 적용된 방식

Fig. 2 Methods applied to EOTS

한번 탐색한 표적의 정보는 주기적으로 갱신(1초라고 가정)될 때마다 전체 해상도 범위에서 랜덤하게 발생하지는 않고 기존에 나타난 위치와 유사한 위치에 나타날 가능성이 크다고 보고, 표적의 위치가 상단에 있을 경우에는 최대 2초 후에 처음으로 표적을 탐지 가능한 조건이 된다. 하지만 해당 위치에 있을 때 운용자가 표적을 정확히 인지하지 못하면 다시 아래 방향으로 탐색을 변경하므로 4초 이후에 다시 표적이 화면에 나타날 수 있다. 즉 첫 번째 조우 상황을 지나칠 가능성이 크다고 가정하면 $2 + 4 = 6$ 초 후에 표적을 확인 할 수 있다. 표1은 상,중,하에서 기존방식의 해당 위치 재탐색에 걸리는 시간을 나타낸다. 탐색은 하에서부터 시작하여 상,중,하를 반복한다.

표 1. 탐색시간(EOTS 기 적용방식)

Table. 1 Scan Time(Applied Method to EOTS)

	탐색시간
상	T+2 T+2+4 T+2+4+4
중	T+1 T+1+2 T+1+2+2
하	T T+4 T+4+4

여기서 몇 가지 제한사항을 살펴보면, 첫째, 레이더가 탐색한 표적은 해상도 내에서 EOTS의 FOV 영역 외부에 나타날 가능성을 배제할 수 없다. 둘째, 운용자가 표적을 인지할 때까지 상하 탐색을 중단하지 않으므로 낭비되는 시간이 많이 생길 수 있다.

2.3. 개선방안

기존에 EOTS의 제한사항을 해결하기 위해 프로세스 주요 개선내용은 아래와 같다.

- 전체영역탐색
- 표적후보도출
- 탐색영역지정
- 영역탐색

그림 3은 기존방식과 개선방식의 프로세스를 비교한 것이다.

그림 3. 프로세스 비교

Fig. 3 Comparison of Processes

그림 3의 오른쪽 개선 후의 프로세스에서 회색부분이 전체영역을 탐색하고 표적후보를 추출하여 탐색영역을 지정하는 절차이며, 붉은색으로 표시된 '영역탐색'의 경우는 지정된 영역만을 탐색하도록 변경된 부분을 의미한다.

가. 전체영역 탐색

기존방식에서 첫째 제한사항인, 표적이 EOTS의 FOV 영역 외부에 나타날 경우에는 사실상 표적을 놓칠 가능성이 크거나 상당한 시간이 지나 표적이 더 가까이 와야만 탐지가 가능할 수 있으므로 치명적인 결과를 초래할 수 있다. 그러므로 탐색 레이더의 해상도 전체를 탐색하는 것은 중요한 부분이다. 그림 4는 개선한 탐색영역 차이 보상을 보여준다. 기존에 탐색하지

못하던 부분을 탐색하기 위해 총 9개의 탐색영역으로 구분하였다.

그림 4. 전체영역탐색
Fig. 4 Full Area Scan

상, 하, 좌, 우 부분에서 레이더 해상도보다 약간 넓게 탐색영역을 설정 하여, 표적이 최 외곽에 위치할 경우에도 표적전체를 화면에 넣을 수 있도록 탐색영역을 설정하였다. 이렇게 탐색영역을 넓히면 표적을 놓치는 경우는 막을 수 있지만, 시간적인 부분에 있어서는 오히려 기존 방법보다 손해를 볼 수밖에 없다.

그림 5는 전체영역 탐색순서이다. 그림 5와 같은 탐색순서로 진행할 경우의 탐색시간은 표 2와 같다.

그림 5. 전체영역탐색 순서
Fig. 5 Full Area Scan Flow

그림 6은 전체영역탐색 주기를 보여주는 것인데 기존방식 대비하여 방위각의 탐색이 추가 되었다.

그림 6. 전체영역탐색 주기
Fig. 6 Full Area Scan Period

표 2에서 전체영역탐색에 걸리는 최소 시간은 17초 이상으로 기존 EOTS 적용방식 대비 상당히 많은 시간이 소모됨을 볼 수 있다.

표 2. 탐색시간(전체영역탐색)
Table. 2 Scan Time(Full Area Scan)

	탐색시간
1	T T+16 T+16+16
2	T+1 T+1+14 T+1+14+2
3	T+2 T+2+12 T+2+12+4
4	T+3 T+3+10 T+3+10+6
5	T+4 T+4+8 T+4+8+8
6	T+5 T+5+6 T+5+6+10
7	T+6 T+6+4 T+6+4+12
8	T+7 T+7+2 T+7+2+14
9	T+8 T+8+16 T+8+16+16

나. 시간단축을 위한 탐색 프로세스 개선

기존 탐색방식은 지정위치 이동 후 “저 -> 중 -> 고” 순으로 항상 고정된 패턴으로 탐색을 수행하므로, 표적의 위치가 랜덤한 지금과 같은 시스템에서는 특별한 장점이 없다. 또한 표적이 존재하지 않는 영역에 대한 탐색에 시간이 상대적으로 많이 소모되므로 이 부분을 최소화하는 것이 탐색시간을 줄이는 데 필수적이다.

개선된 프로세스는 표적의 위치정보를 입력 받아서 해당 위치로 이동하여 먼저 전체영역을 탐색하고, 자동 포착알고리즘[2]을 통해 표적후보를 추출한다. 추출한 표적후보의 위치를 기준으로 탐색영역을 선정하고 선

정한 영역만 탐색을 수행한다. 이렇게 하면 후보가 없는 위치에 대한 탐색시간을 최소화하는 것이 가능하며, 운용자는 표적후보를 대상으로 우선적으로 표적여부를 판단할 수 있어 최종 표적선택까지의 시간을 줄일 수 있다.

예를 들어, 그림 7과 같이 표적후보가 4번과 6번에 존재할 경우 탐색영역을 그림 8과 같이 4, 6으로 지정하고 해당영역만을 자동으로 탐색하도록 운용하는 것이다.

그림 7. 표적후보
Fig. 7 Target Candidate

그림 8. 탐색영역설정
Fig. 8 Scan Area Setting

그림 9는 설정한 탐색영역 주기를 보여주는 것인데 기존방식 대비하여 주기가 짧음을 알 수 있으며 방위각에 대한 탐색이 없음을 볼 수 있다.

그림 9. 설정한 영역탐색 주기
Fig. 9 Setting Area Scan Period

표 3. 탐색시간(설정영역만)

Table. 3 Scan Time(Setting Area Scan only)

	기존방식	설정영역만 탐색	
		첫 번째 표적	두 번째 표적
1번	불가능	T+3	T+3+1
2번	불가능		
3번	불가능		
4번	T+2 T+2+4 T+2+4+4		
5번	T+1 T+1+2 T+1+2+2		
6번	T T+4 T+4+4		
7번	불가능	T+3+2	T+3+1+2
8번	불가능		
9번	불가능		

표 3에서 보여주듯이 기존대비 짧은 시간이 소모됨을 알 수 있으며, 탐색주기가 더 짧음을 알 수 있다.

다. 성능분석

탐색시간 분석결과에서 보면 단순히 전체영역탐색만을 수행하여 표적탐지확률을 높이는 것은 탐색주기가 너무 길어져서 사용할 수 없지만 초기에 짧은 시간 동안 전체영역을 탐색하여 표적후보를 도출하고 해당영역만을 탐색하는 것은 유리한 점이 많음을 알 수 있다. 하지만 표적후보의 숫자에 따라 불리한 경우도 발생한다. 아래 표는 표적후보 숫자에 따른 개선방안의 결과를 정리한 것이다.

표 4. 성능분석

Table. 4 Performance Analysis

구분	기존	개선		
		표적 1개	표적 2개	표적 3개
초기 탐색시간	없음	3초		
탐색주기	5~10초	0초	4~5초	5~10초
전체시간	5~10초	3초	7~8초	8~13초

위의 경우는 기존 탐색영역(4~6)과 동일하게 표적이 존재하는 경우에 대해서 비교를 한 것이다. 표적이 기존 탐색영역 외에 있는 경우는 기존 방식에서는 탐지를 할 수 없으므로 비교하지 않았다. 위 표에서 표적 2개까지는 개선방안이 확실히 유리함을 알 수 있다. 표적 3개의 경우는 개선방안에서 초기 탐색시간이 추가되는 정도의 시간이 더 걸리는 것을 볼 수 있다. 하지만 기존 탐색영역 내에서 3개 이상의 표적이 동시에 나타나는 경우는 많지 않으므로(대공표적에 대한 운용조건) 탐지확률 측면에서 우수하면서도 시간이 비슷하거나 줄어드는 것을 확인할 수 있다.

써 운용자의 편의성을 높이는 한편 시간을 줄이는 방법을 시뮬레이션 및 자료분석을 통해 확인하였다. 초기의 전체 탐색시간을 줄이면 보다 향상된 효과를 줄 수 있으므로 향후 추가로 연구가 필요한 부분으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 2013년도 한국해양과학기술원의 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사드립니다.

III. 결 론

본 논문에서는 전자광학추적장비(EOTS)의 중요한 기능의 하나인 표적탐지/추적기능을 구현하는데 있어서, 다른 시스템과의 해상도 또는 FOV 차이에 의한 제약사항을 보상하기 위해 구현했던 기존 방법의 제한사항과 시간낭비요소를 확인하고 그 해결방안을 제시하여 성능 향상 방안을 모색하였다. 알고리즘 초반에 전체 영역을 탐색함으로써 표적을 놓칠 수 있는 가능성을 줄이고, 표적이 나타날 가능성이 큰 영역 위주로 탐색을 하도록 보완하여 낭비적인 요소를 최소화함으로

REFERENCES

- [1] Yong-jun Heo, "A Study EOTS Algorithm for Correction Search Radar Error in PKX," Aerospace Research Information Center, Journal and Proceedings, vol 14, no.32, pp. 301-308, Oct 2007.
- [2] So-hyun Kim, "Design of Autocoast Tracking Algorithm by the Prediction of Target Occlusion and its On-Based Implementation," The Korea Institute of Military Science and Technology, vol 12, no.3, pp. 354-359, June 2009.

유헌곤(Hyeong-gon Yoo)

2013년 아주대학교 전자공학과 학사
2013 ~ 현재 아주대학교 전자공학과 석사과정
※관심분야: 임베디드 시스템

권강훈(Kang-hoon Kwon)

1997년 부산대학교 컴퓨터공학 학사
2013년 아주대학교 전자공학과 석사
2013 ~ 현재 삼성탈레스 ISR, PGM연구소 수석연구원
※관심분야: 적외선 영상

김영길(Young-kil Kim)

1978년 고려대학교 전자공학과 학사

1980년 한국과학기술원 석사

1984년 ENST(프랑스) 박사

1984 ~ 현재 아주대 전자공학과 교수

※관심분야 : 임베디드 시스템, 초음파 의료기기, Mobile 의료정보 시스템, RFID Platform