

탐지확률 분석에 의한 입수점 선정 알고리즘 개발 방안

A Development Method for Water Entry Point Selection Algorithm
by Detection Probability Analysis

조 성 봉*

Cho, Sung-Bong

ABSTRACT

In this paper, Water Entry Point Selection Algorithm(WEPSA) for selecting an optimal Water Entry Point of anti-submarine missiles which maximizes Detection Probability about a given target was investigated. WEPSA is a method which decides the position of an optimal Water Entry Point with calculating the target Detection Probability of a torpedo in the whole domain which centered by the target, performing the Monte-Carlo Simulations which include errors for the target informations and for weapon delivery. We can decide an optimal Water Entry Point of anti-submarine missiles which maximizes Detection Probability about a given target with WEPSA, if we get target informations about target range, target bearing, target speed and target course from Combat Systems.

주요기술용어(주제어) : Water Entry Point(입수점), Detection Probability(탐지 확률), Monte-Carlo Simulation (몬테칼로 시뮬레이션), CEP(원형 분산오차)

1. 머리말

대잠유도탄은 구축함에 탑재되어 원 거리에 위치한 적 잠수함을 공격할 수 있는 무기 체계를 말한다. 대잠유도탄의 명중률(Hit Probability)은 함 전투체계(Combat Systems)로부터 제공받는 표적정보와 비행 정확도 즉 입수정확도에 크게 영향을 받고 입수 후의 어뢰 단계에서는 어뢰의 탐지성능에 크게 좌우된다. 그러므로 본 논문에서는 언제나 오차를 포함하고 있

는 표적정보와 입수정확도의 불확실성에도 불구하고 좀 더 어뢰의 탐지성능을 높일 수 있도록 대잠유도탄의 각 입수 지점에 대한 표적 탐지효과도 분석을 수행하여 어뢰가 최대의 탐지확률을 얻을 수 있는 입수 지점을 선정하기 위한 알고리즘에 대해서 연구하였다. 이러한 탐지확률을 극대화할 수 있을 때 대잠유도탄의 명중률은 높아진다.

과거, 고속의 직진주행어뢰(Straight-Running Torpedo)에 대한 대항 수단으로서의 탄도 로켓의 적절한 Salvo 구성을 위한 연구^[1], 잠수함에서 발사된 직진주행어뢰의 대 구축함 명중 효과도를 분석하는데 있어서 표적인 구축함의 경험적 표적속력, 표적방위에 대한 오차를 적용하여 최적의 Salvo 지점 선정

† 2007년 5월 8일 접수~2007년 8월 23일 게재승인

* 국방과학연구소(ADD)

주저자 이메일 : aerobong@add.re.kr

위한 연구^[2], 항공기에서 투하시의 적절한 입수 충돌각을 유지하기 위한 항공기 자세, 피치각, 피치 변화율에 따른 충돌각 계산에 관한 연구^[3] 등 다양한 형태의 직진주행어뢰 발사에 관한 연구가 수행되어 왔다. 그리고 능동소나호밍어뢰(Active Sonar Homing Torpedo)의 함정에 대한 탐지성능 연구 또한 다양하게 수행되어왔다. 특히 어뢰성능과 관련한 기술변수(technical variables)와 발사거리(Firing Range), 공격각(Attack Angle), 표적속력 등과 관련한 전술변수(tactical variables)로 구분하여 그 변화가 탐지 효과도에 어떠한 영향을 미치는 지를 광범위하게 시뮬레이션한 연구결과^[4,5]는 어뢰의 탐지 성능 변수에 관한 효과도를 잘 설명해주고 있다. 여기서 탐지성능에 큰 영향을 주는 전술변수는 발사거리, 공격각, 표적속력이라는 사실을 말해주고 있다^[4]. 그러나 이러한 결과는 개념연구 단계에서의 주요 변수들의 민감도에 관한 정보만을 줄 수 있을 뿐 탐지확률을 높이기 위한 어뢰 입수점 선정에 관한 방법을 제시해 주지는 못하고 있다. 본 논문에서는 어뢰 성능에 관한 정보는 정해져 있다는 가정 아래서, 전술 변수와 탐지확률간의 상관관계에 대한 시뮬레이션을 통해 실제 교전 상황에서 신속하고 적절하게 최적의 입수지점을 결정할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

어뢰의 탐지효과도 분석에 관한 연구는 개념설계단계에서의 탐지효과에 관한 해석기법과 정성적인 결과를 보여주거나^[6], 최적제어이론을 통한 어뢰 탐색 시작점 계산^[7]과 헬기, 초계기에서 발사되는 경우의 표적속도별 원형 탐색(Circle Search) 효과도 분석^[8]과 운용플랫폼을 P3C 대잠초계기로 한정된 투하 지점 분석^[9]에 관한 연구가 있었으나, 이들을 대잠유도탄에 적용하기에는 운용개념에 따른 전술상황이 다르고 입수조건이나 비행조건이 다르기 때문에 한계가 있다. 그러므로 일반적인 대잠유도탄에 맞는 탐지효과도 분석을 위한 방법이 필요하게 되었다.

2절에서는 표적정보에 대한 정의 및 오차모형을 가정하고 전술 상황에 대하여 기술하였으며, 3절에서는 표적속력 변화에 따른 탐지효과도 시뮬레이션을 수행하였으며, 4절에서는 시뮬레이션 결과를 분석하여 표적 탐지확률이 가장 높은 최적 입수점을 선정하였다.

2. 전술상황 분석

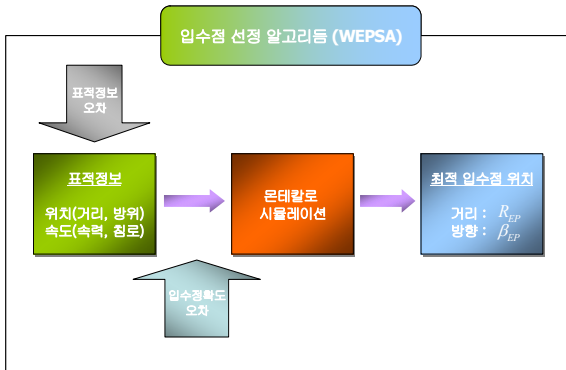
가. 표적정보와 오차모형

대잠유도탄의 교전모델에서 표적은 적 잠수함이다. 대잠유도탄이 발사되어 중기유도를 통해 경로점을 통과하고 입수한 후 어뢰로서의 역할을 수행하여 표적을 탐색, 탐지하고 명중을 시키는 순서로 교전이 일어난다. 결국 대잠유도탄의 효과도 분석에 있어서 중요한 부분은 어뢰의 표적 탐지확률이다. 어뢰와 표적의 교전 초기 위치 상관관계에 따라 어뢰의 표적 탐지확률은 큰 변화를 보인다. 그러므로 대잠유도탄과 표적의 다양한 전술 상황에 대하여 어뢰 입수지점에 따른 탐지 효과도 분석을 통해 표적 탐지확률을 최대화할 수 있는 대잠유도탄의 입수점을 결정하는 것이 중요하다. 이를 위해서 입수점 선정 알고리즘(WEPSA, Water Entry Point Selection Algorithm)이 필요하다.

입수점 선정 알고리즘의 입력변수는 TASS(Towed Array Sonar System)나 HMS(Hull Mounted Sonar) 등에 의해 제공되는 표적정보(Target Information)이고 출력변수는 최적 입수점 위치 즉, 최적 입수점의 거리 및 방향이다. TASS나 HMS 등에 의해 전투체계에 제공되는 표적정보에는 자함을 기준으로 한 표적거리(Target Range) R_T , 자함을 기준으로 한 표적방위(Target Bearing) β_T , 표적속력(Target Speed) v_T , 표적침로(Target Course) ψ_T 이다. 하지만, 제공되는 표적에 대한 정보는 표적탐지센서의 한계 등으로 유의한 오차를 포함할 수 있으며, 대잠유도탄이 비행 후 입수 시에도 바람의 영향, 항법 오차 등으로 입수 지점에 대한 비행정확도의 오차를 포함하고 있다. 이러한 오차모형을 모델링하여 몬테칼로 시뮬레이션(Monte-Carlo Simulation)을 수행함으로써 입력변수와 출력변수의 불확실성에 대한 좀 더 신뢰할 만한 결과를 얻을 수 있다. 입수점 선정 알고리즘을 위해 4가지의 오차모형을 적용하였다. 표적정보에 대한 오차모형으로 표적거리 오차(Target Range Error)는 정규분포(Normal Distribution)로 가정하고, 표적방위 오차(Target Bearing Error)는 균일분포(Uniform Distribution)로 가정한다. 입수정확도에 대한 오차모형으로 Range 종방향 입수오차(REP, Range Error

Probability)는 $0.283CEP$, 1σ 정규분포로 가정하고, Range 횡방향 입수오차(DEP, Deflection Error Probability)도 $1.415CEP$, 1σ 정규분포로 가정한다. 여기서 REP, DEP는 CEP에 의해서 결정된다. CEP는 원형 분산오차(Circular Error Probability)의 약어로 50% 확률로 명중할 수 있는 원의 반경으로 설정하였다.

위의 4가지 오차요소를 이용해 몬테칼로 시뮬레이션을 수행함으로써 불확실한 표적정보와 부정확한 입수정확도에도 불구하고 어뢰의 각 입수 지점에 대한 보다 신뢰할 만한 탐지확률을 얻을 수 있을 것이다. 즉 그림 1에서 보듯이 입수점 선정 알고리즘(WEPSA)은 오차를 포함한 표적정보를 가지고 입수정확도 오차를 감안하여 몬테칼로 시뮬레이션을 수행하여 각 영역에서의 어뢰의 표적 탐지확률을 계산함으로써 최적의 입수점 위치를 찾아내는 알고리즘이다.

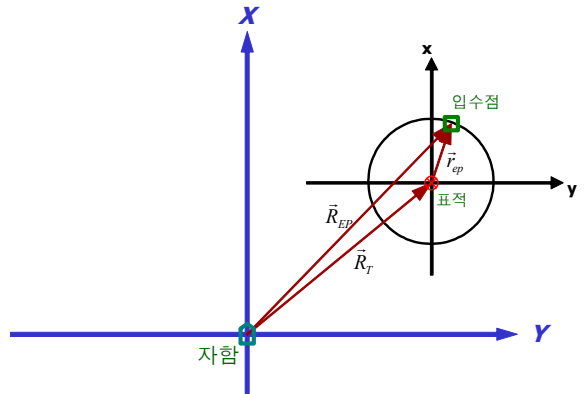


[그림 1] 입수점 선정 알고리즘 개념 (Water Entry Point Selection Algorithm)

나. 전술 상황

표적과 자함 그리고 자함에서 발사한 대잠유도탄과의 교전 상황은 그림 2와 같다. 자함을 기준으로 진북방향을 방위각 0° 로 정하고 그 방향을 양의 X축으로 하고 방위각 90° 방향을 양의 Y축으로 정한다. 그리고 표적을 기준으로 하는 좌표도 마찬가지로 방위각 0° 를 양의 x축으로 방위각 90° 를 양의 y축으로 정한다. 그리고 입수점은 표적 기준 좌표를 중심으로 임의의 한 점으로 나타낸다. 자함 기준 좌표에서의

표적 위치벡터는 \vec{R}_T , 자함 기준 좌표에서의 입수점 위치벡터는 \vec{R}_{EP} , 표적 기준 좌표에서의 입수점 위치벡터는 \vec{r}_{ep} 라고 표시한다.



[그림 2] 표적, 자함, 대잠유도탄의 교전 상황

표적 위치벡터와 입수점 위치벡터를 극좌표 방식과 직각좌표 방식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\vec{R}_{EP} = (R_{EP}, \beta_{EP}) = (X_{EP}, Y_{EP}) \quad (1)$$

$$\vec{R}_T = (R_T, \beta_T) = (X_T, Y_T) \quad (2)$$

$$\vec{r}_{ep} = (r_{ep}, \beta_{ep}) = (x_{ep}, y_{ep}) \quad (3)$$

각 위치벡터 간의 관계식은 다음과 같다.

$$\vec{R}_{EP} = \vec{R}_T + \vec{r}_{ep} \quad (4)$$

여기서, 표적의 위치벡터는 초기에 제공된 표적정보와 교전을 하기 위해 대잠유도탄이 발사되어 표적 근처 입수점까지 비행한 시간동안 이동한 위치 정보를 감안하여 결정해 주어야 한다. 이를 위해 식 (2)를 다시 쓰면 다음과 같다.

$$\vec{R}_T = (X_T, Y_T) = \begin{pmatrix} R_T \cos\beta_T + v_T \cos\psi_T \times tf \\ R_T \sin\beta_T + v_T \sin\psi_T \times tf \end{pmatrix} \quad (5)$$

여기서 tf 는 대잠유도탄의 입수 시까지의 비행시간

(flight time)이다. 표적 기준 입수점의 위치벡터를 풀 어 쓰면 다음과 같다.

$$\vec{r}_{ep} = (x_{ep}, y_{ep}) = (r_{ep} \cos \beta_{ep}, r_{ep} \sin \beta_{ep}) \quad (6)$$

따라서, 자함 기준 입수점의 위치벡터는 식 (5), (6) 을 식 (4)에 대입하면 알 수 있다.

$$\begin{aligned} \vec{R}_{EP} &= (X_{EP}, Y_{EP}) = (X_T + x_{ep}, Y_T + y_{ep}) \quad (7) \\ &= \left(R_T \cos \beta_T + v_T \cos \psi_T \times tf + r_{ep} \cos \beta_{ep}, \right. \\ &\quad \left. R_T \sin \beta_T + v_T \sin \psi_T \times tf + r_{ep} \sin \beta_{ep} \right) \end{aligned}$$

식 (7)에서 보듯이 표적거리 R_T , 표적방위 β_T , 표적속력 v_T , 표적침로 ψ_T 정보를 전투체계로부터 제공받을 수 있고, 표적을 기준으로 한 입수점의 위치 를 알 수 있다면, 자함을 기준으로 한 입수점도 자연 히 알 수 있게 된다. 그러므로 표적을 기준으로 하는 좌표에서 최적의 탐지확률을 가지는 입수점의 위치를 아는 것이 아주 중요하며, 이러한 입수점의 위치 즉, 거리와 방위각을 결정해 줄 수 있도록 시뮬레이션을 하는 과정이 필요하다.

3. 탐지효과도 시뮬레이션

가. 시뮬레이션 조건

표적, 자함 그리고 자함으로부터 발사된 대잠유도 탄 간의 교전 상황에서 표적을 탐지할 확률이 가장 높은 최적의 어뢰 입수점을 선정하기 위해서는 표적 주변의 일정 영역을 전 방위에 걸쳐서 분석해 보는 것이 필요하다. 이를 위해 표적 주변 영역을 30° 간격으로 표적을 중심으로 총 97개의 분석 지점을 선정 하여 알려진 표적정보와 4가지의 오차요소를 이용하여 몬테칼로 시뮬레이션을 수행함으로써 각 분석 지점의 탐지확률을 계산하였다. 이러한 계산 결과를 이용하여 표적 주변 영역에 대한 탐지확률을 그래프로 나타내는 과정을 거쳐 최종적으로 탐지효과도에 대한 분석을 수행하였다. 각 시뮬레이션은 표적속력을 변화시켜 가면서 표적속력의 변화에 따른 효과도 분석

을 수행하였으며, 이때 표적거리, 표적방위는 오차를 포함하여 제공된다고 가정하였다. 그리고 대표적인 표적의 위치조건에서 전 방위 입수점에 대해서 시물 레이션하여 탐지효과도 분석에 일관성을 부여하고자 표적방위, 표적침로는 고정된 값으로 가정하였다. 표적방위 $\beta_T = 0^\circ$, 표적침로 $\psi_T = 0^\circ$. 만약 다른 표적 방위, 다른 표적침로의 경우에 대한 결과를 얻고자 한다면, 단순히 그 방향으로 좌표를 회전시킨 결과를 적용한다면 표적방위, 표적침로에 관계없이 유사한 결과를 얻을 수 있다. 그러므로 표적방위, 표적침로를 0°로 고정하여도 결과에는 차이가 없게 된다. 그리고 표적 탐지확률 변화에 큰 영향을 주지 않는 표적거리 도 고정된 값으로 가정하였다. 결국 표적속력만 변화 시켜가며 시물레이션을 한 후, 그 결과에 대해 다른 표적방위, 표적침로, 표적거리를 대입하면 우리가 원하는 표적거리, 표적방위, 표적속력, 표적침로의 4가지 표적정보 조건의 다양한 경우를 모두 충족시킬 수 있을 것이다.

몬테칼로 시물레이션을 수행하는 과정에서 표적거리, 표적방위 정보에 포함되는 오차모형 2가지와 입수시의 정확도에 포함되는 오차모형 2가지는 다음 표 1과 같이 적용하였다.

[표 1] 적용된 오차 모형

| 오 차 | 분 포 |
|----------------------|--------------------|
| 표적거리 오차 | 정규분포 |
| 표적방위 오차 | 균일분포 |
| Range 종방향 입수오차 (REP) | 0.283 CEP, 1σ 정규분포 |
| Range 횡방향 입수오차 (DEP) | 1.415 CEP, 1σ 정규분포 |

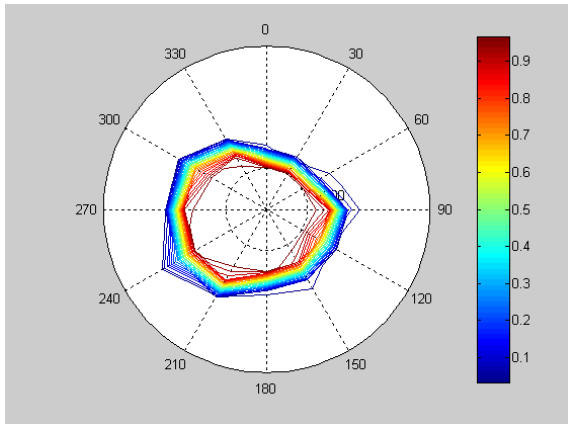
표적의 위치벡터를 계산하는데 필요한 비행시간 함 수는 수차례 시물레이션을 수행하여 얻은 결과를 사 용하였다. 그리고 몬테칼로 시물레이션을 실시하여, 바람의 영향을 고려한 사거리별 CEP를 계산하고 그 결과를 입수정확도 오차모형에 적용하였다.

나. 표적속력 변화에 따른 시뮬레이션

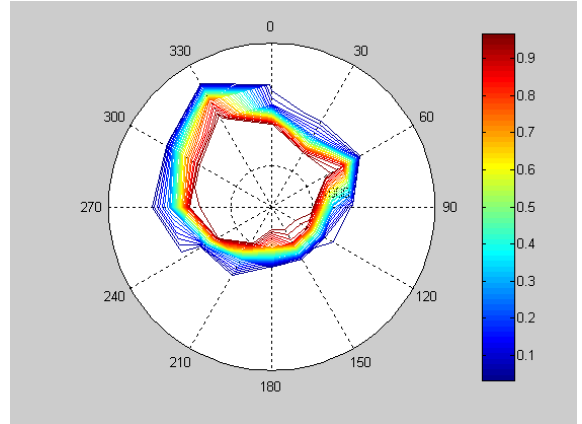
표적속력 변화에 따른 시뮬레이션을 수행하기 위해 $v_T = 0kts, 5kts, 10kts, 15kts, 20kts$ 로 변화시키면서 탐지확률을 계산하였다. 각 그림은 표적을 중심으로 각 분석지점에 대잠유도탄이 입수했을 시의 표적탐지 확률을 나타내고 있다. 각 그림에서 좌표의 중심은 대잠유도탄이 입수했을 시점의 표적 위치이다. 즉, 표적정보는 비행시간동안 표적속력만큼 이동한 표적위치가 고려되어 있다. 다시 말하면, 표적이 원점에 위치한 시점에 대잠유도탄은 입수점으로 입수하여 어뢰로서의 기능을 시작하여 탐색을 수행하고,

표적은 정해진 표적침로에 따라 정해진 표적속력으로 이동을 하는 교전 상황인 것이다. 가정한 대로 표적 위치는 방위각 0° 방향에 있으며, 표적침로 방향도 방위각 0° 이다. 각 그림에서 보듯이, 붉은색일수록 탐지확률이 100%에 가깝고 푸른색일수록 탐지확률이 0%에 가깝다.

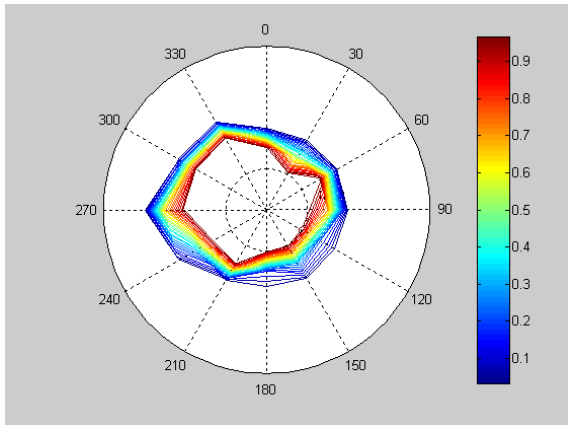
그림 3에서 그림 7까지의 결과는 표적 주변 영역을 30° 간격으로 표적을 중심으로 총 97개의 분석 지점을 선정하여 몬테칼로 시뮬레이션을 수행한 결과이다. 시뮬레이션 결과, 각 표적속력 경우별로 탐지확률의 분포 경향성은 확연한 규칙성을 가지고 변화였다.



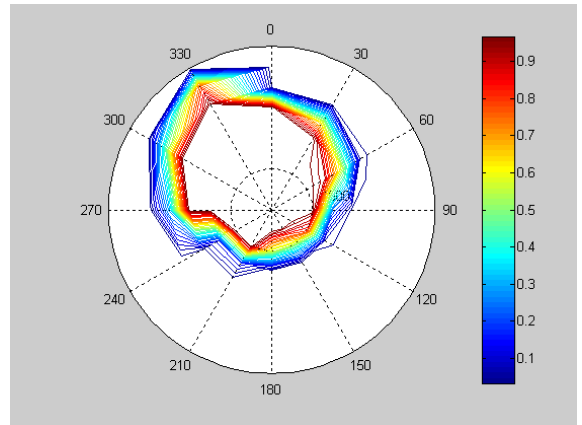
[그림 3] 표적속력 $v_T = 0kts$ 인 경우 각 입수점에서의 탐지확률



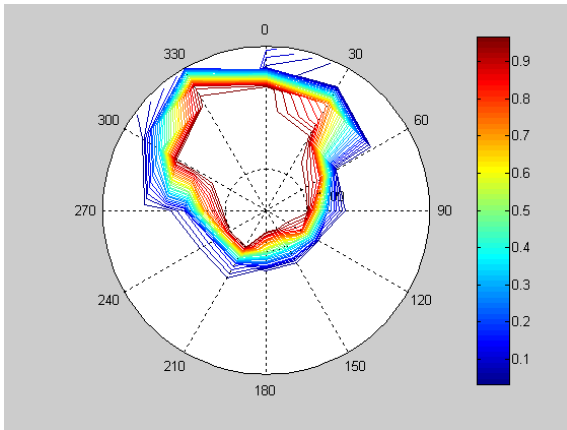
[그림 5] 표적속력 $v_T = 10kts$ 인 경우 각 입수점에서의 탐지확률



[그림 4] 표적속력 $v_T = 5kts$ 인 경우 각 입수점에서의 탐지확률



[그림 6] 표적속력 $v_T = 15kts$ 인 경우 각 입수점에서의 탐지확률



[그림 7] 표적속력 $v_T = 20 \text{ kts}$ 인 경우 각 입수점에서의 탐지확률

각 표적속력별 최적 입수점은 탐지확률이 100%인 영역의 면적 중심으로 선정할 수 있을 것이다. 각 그림에서 보듯이 탐지확률이 100%인 영역에서 면적 중심이 존재하는 반경은 표적속력이 빠를수록 이에 비례하여 표적 초기위치에서 표적침로 방향 쪽으로 이동하는 경향을 나타냄을 알 수 있었다. 그리고 탐지확률이 100%인 영역의 면적 중심이 존재하는 방위는 표적속력이 빠를수록 표적침로 방향에 좀 더 가깝게 존재하는 경향을 나타냈다. 탐지확률 100% 영역은 대체로 표적속력이 빠른 경우에 표적침로 방향에서 좌측으로 30° 방향에서 가장 넓은 반경으로 존재하는 특성을 보였다.

4. 최적 입수점 선정

가. 표적기준 최적 입수점 선정

표적속력 변화에 따른 탐지확률 시뮬레이션 결과를 분석하여 표적을 기준으로 하는 대잠유도탄의 최적 입수점 \vec{r}_{ep} 을 추정한다.

$$r_{ep} = Av_T + B \quad (8)$$

$$\beta_{ep} = C\psi_T + D \quad (9)$$

여기서 A, B, C, D 값은 앞 장의 탐지확률 시뮬레이션 결과에 대한 탐지효과도 분석을 통해 얻을 수 있는 값이다.

위의 결과를 적용하여 표적기준 최적 입수점을 선정하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \vec{r}_{ep} &= (r_{ep}, \beta_{ep}) = (Av_T + B, C\psi_T + D) \quad (10) \\ &= (x_{ep}, y_{ep}) = (r_{ep} \cos \beta_{ep}, r_{ep} \sin \beta_{ep}) \\ &= (x_{ep}, y_{ep}) = \begin{pmatrix} (Av_T + B) \cos(C\psi_T + D), \\ (Av_T + B) \sin(C\psi_T + D) \end{pmatrix} \end{aligned}$$

여기서, 표적속력 v_T 과 표적침로 ψ_T 는 전투체계 (Combat Systems)로부터 제공받는 정보이므로 식 (10)에 이 값들을 대입하면 이미 가정된 표적거리, 표적방위 조건에서 변화하는 표적속력, 표적침로에 대한 최적 입수점을 결정할 수 있다. 이 결과는 표적위치를 원점으로 하는 좌표에서의 최적 입수점을 나타낸다. 다시 말하면, 표적위치는 고정된 값이고 독립변수는 표적속력 v_T 과 표적침로 ψ_T 이다.

나. 자함기준 최적 입수점 선정

앞의 표적기준 최적 입수점 선정 결과를 이용하여 자함기준 최적 입수점을 선정할 수 있다. 자함기준 좌표에서는 표적속력 v_T 과 표적침로 ψ_T 뿐만 아니라 표적거리 R_T , 표적방위 β_T 도 독립변수이고, 이는 교전 중 표적의 위치 변화까지 고려할 수 있는 최적 입수점 결과를 보여준다. 식 (7)에 식 (10)를 대입하면 다음과 같이 자함기준 최적 입수점을 선정할 수 있다.

$$\begin{aligned} \vec{R}_{EP} &= (R_{EP}, \beta_{EP}) = (X_{EP}, Y_{EP}) \quad (11) \\ &= (X_T + x_{ep}, Y_T + y_{ep}) \\ &= \begin{pmatrix} R_T \cos \beta_T + v_T \cos \psi_T \times tf + r_{ep} \cos \beta_{ep}, \\ R_T \sin \beta_T + v_T \sin \psi_T \times tf + r_{ep} \sin \beta_{ep} \end{pmatrix} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{EP} &= (R_T \cos \beta_T + v_T \cos \psi_T \times tf) \quad (12) \\ &+ (Av_T + B) \cos(C\psi_T + D) \end{aligned}$$

$$Y_{EP} = (R_T \sin \beta_T + v_T \sin \psi_T \times tf) + (Av_T + B) \sin(C\psi_T + D) \quad (13)$$

직교좌표계에서 나온 이 결과를 극좌표계 표현으로 하면 다음과 같다.

$$R_{EP} = \sqrt{(X_T + x_{ep})^2 + (Y_T + y_{ep})^2} = \sqrt{\left(\begin{matrix} R_T \cos \beta_T + v_T \cos \psi_T \times tf \\ + (Av_T + B) \cos(C\psi_T + D) \end{matrix} \right)^2 + \left(\begin{matrix} R_T \sin \beta_T + v_T \sin \psi_T \times tf \\ + (Av_T + B) \sin(C\psi_T + D) \end{matrix} \right)^2} \quad (14)$$

$$\beta_{EP} = \tan^{-1} \left(\frac{Y_T + y_{ep}}{X_T + x_{ep}} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{R_T \sin \beta_T + v_T \sin \psi_T \times tf + (Av_T + B) \sin(C\psi_T + D)}{R_T \cos \beta_T + v_T \cos \psi_T \times tf + (Av_T + B) \cos(C\psi_T + D)} \right) \quad (15)$$

위 식에서 표적거리 R_T , 표적방위 β_T , 표적속력 v_T 과 표적침로 ψ_T 는 함 전투체계로부터 제공받는 정보이고, 비행시간인 tf 도 알 수 있는 값이므로 위 식들에 이 값들을 대입하면 자함기준 최적 입수점을 결정할 수 있다. 따라서 함 전투체계로부터 표적거리, 표적방위, 표적속력, 표적침로의 표적정보들이 완벽하게 제공된다면, 어떤 상황에서도 위의 입수점 선정 알고리즘에 의해 표적에 대한 최대탐지확률을 가지는 최적의 입수점을 결정할 수 있을 것이다. 왜냐하면, 위의 결과들은 표적정보와 입수정확도의 부정확성을 오차모형으로 감안하여 계산되었기 때문에 어떠한 전술 상황에서도 적용 가능한 결과라고 말할 수 있다.

5. 맺음말

본 논문에서는 대잠유도탄에서 표적에 대한 탐지확률을 최대화할 수 있는 어뢰의 최적 입수점을 선정하

기 위한 입수점 선정 알고리즘(WEPSA, Water Entry Point Selection Algorithm)에 대해서 연구하였다.

입수점 선정 알고리즘(WEPSA)은 표적정보와 바람에 따른 사거리별 CEP 분석을 이용한 입수정확도 오차에 대하여 몬테칼로 시뮬레이션을 수행하여 어뢰의 표적 탐지확률을 계산함으로써 표적에 대해 최대 탐지확률을 가지는 최적 입수점의 위치를 결정하는 알고리즘이다.

표적속력을 변화시켜 가면서 시뮬레이션을 수행하고 탐지효과도 분석을 수행한 결과, 입수점 선정 알고리즘(WEPSA)을 얻을 수 있었다. 전투체계(Combat Systems)로부터 표적거리, 표적방위, 표적속력, 표적침로의 표적정보들이 제공된다면 입수점 선정 알고리즘을 이용하여 표적 탐지확률을 최대화할 수 있는 최적 입수점을 결정할 수 있을 것이다. 이러한 입수점 선정 알고리즘을 이용한다면, 실제 전술 상황에서 표적에 대한 탐지확률을 보다 높일 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] A. J. Hollings, A. J. Hiller, R. M. Haisfield, H. W. Charlton and H. E. Ellingson, "A Proposed Torpedo Countermeasure System", U. S. Naval Research Laboratory AD-343269, 1962.
- [2] J. M. Cook and T. C. Winant, "A Model for Analyzing a Straight-Running Torpedo Attack on a Nonevading Surface Ship", Center for Naval Analyses Alexandria VA Naval Warfare Analysis Group AD-A072981, 1979.
- [3] C. A. Wilson and P. J. Moran, "A Target or Torpedo Launch System", U. S. Department of the Navy AD-D003460, 1976.
- [4] Anders Mjelde, "A Homing Torpedo. The Effect of the Tactical Situation and the Torpedo Parameters on the Torpedo Effectiveness", Master Dissertation, Naval Postgraduate School in Monterey California, 1977. 9.

- [5] 윤현규, “어뢰 탐지 효과도 분석 기법 연구”, 국방과학연구소 기술보고서 NWS-519-960331, 1996. 3.
- [6] 이심용, 김찬기, 박성희, “군요구 분석을 위한 유도어뢰의 탐지효과도 해석”, 유도무기 학술대회 논문집, 11권, pp. 67~71, 2001.
- [7] 윤현규, 이창민, “최적제어이론을 통한 능동 어뢰의 탐색 시작점 계산”, 해상무기체계 발전 세미나 논문집, 5권, pp. 336~341, 2004.
- [8] 김찬기, 이심용, “경어뢰의 원형 및 나선형 탐색 효과도 분석”, 국방과학연구소 기술보고서 NSDC-519-010002, 2001. 1.
- [9] 이심용, “CBT용 BOPA(P3C) 운용 설명서”, 국방과학연구소 기술노트, 2002. 12.