

# 스캔라인 알고리즘을 이용한 대화력전 임기표적의 실시간 영역 결정

Real-time Processing for Target of Opportunity Positioning  
of Counter-fire with Scan-line Algorithm

전 기 윤\*  
Gi-yoon Jeon

## ABSTRACT

The CF(Counter-fire) is neutralizing enemy's all command control systems and fire support elements. It will weaken a battle continuous ability and an intension to fight. At the beginning of the CF is obtaining locations of targets using various detection assets. CF command center processes acquired target information and send it to attacking equipments. The targets are classified into two classes, preplanned target and target of opportunity. The target of opportunity is potential threaten, so it needs to take a immediate and exact process for determining location of target of opportunity. This paper proposes the real-time processing algorithm for offensive weapons to strike target of opportunity, and presents the result of its performance.

주요기술용어(주제어) : CF(Counter-Fire, 대화력전), KJCCS(한국군합동지휘통제체계, Korean Joint Command Control System), 타격상자(Artillery Box), Target of Opportunity(임기표적), Scan-line Algorithm

## 1. 서 론

최근의 걸프전과 아프가니스탄 및 이라크전의 전쟁 양상을 보면 전쟁 초기 화력의 동원이 적지 않은 영향을 끼치고 있음을 알 수 있다. 같은 이유로 북한은 군사분계선(MDL) 근처까지 다수의 장사정포를 배치하였으며 그 사정거리가 수도권에 이르게 되어 이에

대한 대응으로 적의 장사정포를 무력화 하기위한 대화력전(CF, Counter-fire)이 필요하게 되었다.

대화력전이란 적 화력지원수단과 이를 지휘, 통제하는 모든 요소를 무력화시키는 것으로써 적의 화력 지원능력과 전투지속 능력 및 전의를 약화시키는 화력전투를 말한다<sup>[1]</sup>.

과거 대화력전은 연합사가 수행하였으나 대화력전 수행 임무를 한국군으로 전환함에 따라 한국군의 대화력전 수행본부는 한국군 합동지휘통제체계(KJCCS, Korean Joint Command Control System)를 주 체계로 운용하는 대화력전 수행 계획을 수립하였다<sup>[2~4]</sup>.

\* 2007년 3월 26일 접수~2007년 5월 18일 게재승인

\* 국방과학연구소(ADD)

주저자 이메일 : melong96@postech.ac.kr

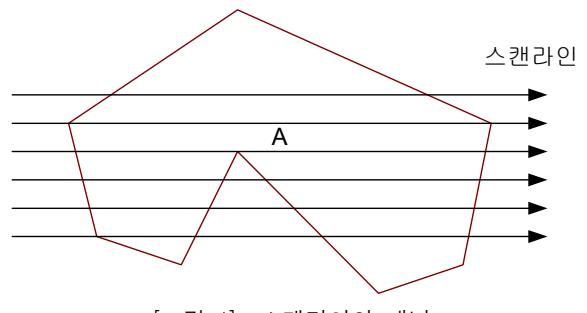
## 2. 연구의 필요성

현재 대화력전은 가용 탐지자산을 적 장사정포에 집중하여 표적정보를 획득함으로써 시작된다. 획득한 표적에 대해서 대화력전 수행본부는 위치나 수량 등과 함께 타격 수단으로 표적 정보를 전송한다<sup>[5]</sup>. 표적은 이미 알고있는 기계획표적(Preplanned Target) 이거나 갑자기 나타나거나 사전에 정보가 없었던 임기표적(Target of Opportunity 또는 Transient Target)으로 나뉜다. 이 중 임기표적은 아군에 대한 잠재적인 위협이어서 표적이 획득되는 순간 빠르고 정확한 처리가 가능해야 하는데 현 대화력 시스템은 이에 대한 자동화 처리가 매우 제한적이다. 본 연구에서는 이와 같은 대화력전의 문제점을 개선하기 위해 임기표적에 대한 실시간 자동처리 알고리즘을 제안하였고 KJCCS 체계 적용 가능성을 실험하였다.

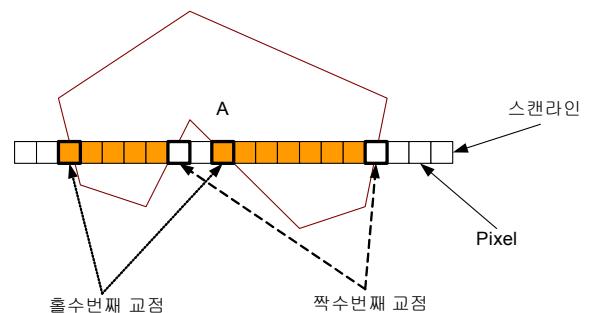
## 3. 관련 연구

주어진 점 또는 위치에 대한 영역의 내/외부 결정 문제는 영역의 내부를 채우는 문제로 확장할 수 있다. 주어진 영역의 내부를 채우는 방법으로 범람(flood-fill)이 있는데 영역 내부의 한 점(pixel)에서 시작하여 마치 물이 범람하듯이 주변의 점들을 챘다가 영역의 경계에 이르면 범람을 멈춘다. 이 방법은 직관적이고 구현이 간단하지만 각각의 점에 대하여 경계에 이르렀는지 판단해야 하고 pixel 기반의 출력 장치에 의존적이며 보통 재귀호출(recursive-call)을 사용하여 구현하므로 속도가 매우 느린다<sup>[6]</sup>. 따라서 실시간 성을 요하고 경위도 좌표와 같은 실수 값을 데이터로 하는 대화력전에의 응용에는 적합하지 못하다.

다음으로 Foley가 제안한 스캔라인(scan-line, 주사선) 알고리즘은 그림 1과 같이 주어진 영역(A)의 내부를 채우고자 할 때 출력 장치의 스캔라인과 교점을 구하고 홀수 번째 교점부터 칠하기 시작하여 짝수 번째 교점에서 칠하기를 멈추는 방법이다<sup>[6,7]</sup>. 그림 2는 스캔라인 방법으로 영역의 내부를 채우는 예를 보여준다.



[그림 1] 스캔라인의 개념

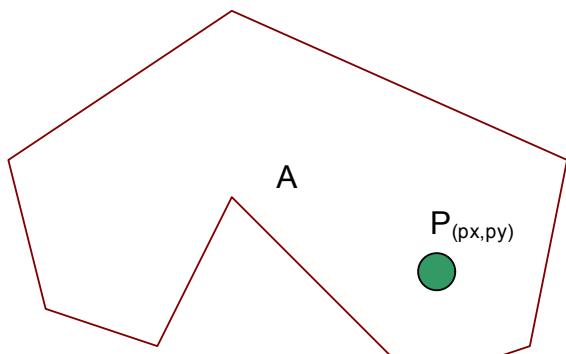


[그림 2] 영역의 내부를 칠하는 방법

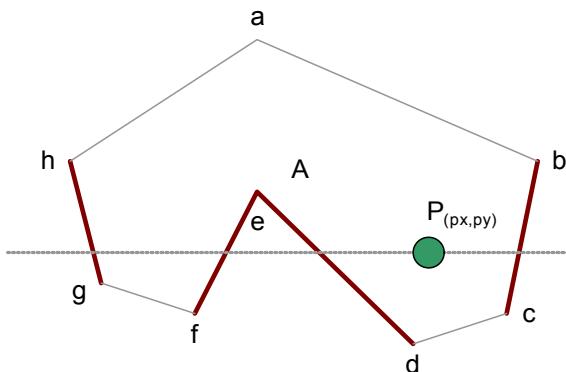
## 4. 대화력전 표적의 타격 영역 결정

대화력전의 임기표적에 대한 영역 결정 알고리즘은 Foley의 스캔라인 알고리즘을 대화력전의 요구사항에 맞게 경위도 좌표 연산으로 확장하고 pixel 기반의 출력 장치에서 일어나는 예외상황을 제거하여 적용하였다.

그림 3처럼 주어진 임기표적의 좌표  $P_{(px, py)}$ 에 대하여 임의의 타격상자(A)의 내/외부를 결정하고자 할 때, 그림 4와 같이 타격상자를 구성하는 선분(line-segment)들을 대상으로 임기표적 좌표를 포함하는 스캔라인과 교차가 없는 선분들은 계산의 대상에서 제외하고  $\overline{bc}$ ,  $\overline{de}$ ,  $\overline{ef}$ ,  $\overline{gh}$  만을 연산의 대상으로 하여 속도를 향상시킨다. 관계없는 선분을 제거하는 방법은 다음과 같다. 임의의 선분을 이루는 양 끝 점의  $y$ 좌표 중 큰 값을  $y_1$ , 작은 값을  $y_2$ 라 하면,  $y_1$ 이 주어진 임기표적  $P$ 의  $y$ 좌표,  $py$  값 보다 작거나,  $y_2$ 가  $py$  값 보다 크면 스캔라인  $y = py$ 와의 교점이



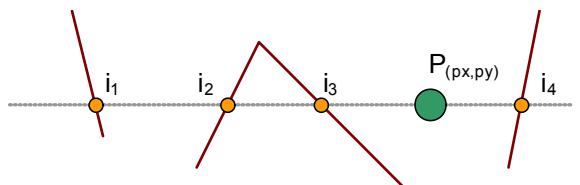
[그림 3] 임기표적(P)과 타격상자(A)



[그림 4] 연산 대상 선분 추출

없는 것으로 판단한다.

다음으로 그림 5와 같이 주어진 임기표적을 포함하는 스캔라인( $y = py$ )과 계산 대상 선분과의 교점을 구하면  $i_1, i_2, i_3, i_4$ 가 구해진다. 구한 교점 중 가로축 좌표 값이 주어진 임기표적의 가로 좌표 값 보다 작은 것의 수를 세어 그 수가 홀수이면 임기표적이 타격상자의 영역 내에 있는 것이고 없거나 짝수이면 타격상자 밖에 있는 것이다. 이 연산을 구하고자 하는 모든 타격상자에 대하여 실행하면 주어진 임기표적을 포함하는 타격상자를 구할 수 있다. 그림에서 임기표적  $P$ 의  $x$  좌표 값 보다 작은 교점은  $i_1, i_2, i_3$ 의  $x$  좌표 이므로 그 수가 3개가 되어 홀수이며 따라서 임기표적  $P$ 는 영역  $A$ 의 내부에 있다는 것을 알게 된다. 구현상에서는 속도의 향상을 위해 참과 거짓을 값으로 가지는 플래그(flag)를 두고 교점이 구



[그림 5] 교점 추출

해지면 교점의  $x$  좌표 값을  $P$ 의  $x$  좌표 값과 바로 비교하여 교점의  $x$  좌표 값이  $P$ 의  $x$  좌표 값보다 작으면 플래그를 토글(toggle) 하는 방법으로 연산을 수행한다.

다음은 위의 알고리즘을 의사코드(pseudo-code)로 기술한 것이다.

```

Position  $P_{(px, py)}$            /* 임기표적 */
Area  $A_{(L_1, L_2, L_3, \dots, L_n)}$    /* 타격상자 */
Segment  $L_{(lx_1, ly_1, lx_2, ly_2)}$     /* 선분 */
Point  $C_{(cx, cy)}$                  /* 교점 */
Flag  $F$                          /* 플래그 */

 $F = FALSE$ 

LOOP(모든 영역  $A$ 에 대하여)
{
  LOOP(주어진 영역  $A$ 의 모든 선분  $L$ 에 대하여)
  {
    IF( $\max(lx_1, lx_2) > px$  AND  $\min(lx_1, lx_2) < px$ )
    {
       $cx = (py + lx_1 \frac{ly_2 - ly_1}{lx_2 - lx_1} - ly_1) \frac{lx_2 - lx_1}{ly_2 - ly_1}$ 
      IF( $cx < px$ ) Inverse( $F$ )
    }
  }
  Return  $F$ 
}

```

## 5. 결과 및 성능

성능을 시험하기 위하여 휴전선 부근에 9개의 타격상자를 생성하고 임기표적의 출몰이 가능한 경위도(동경 126°25'13.81", 북위 37°45'11.43" 부터 동경 128°19'19.25", 북위 38°51'24.77" 까지)를 설정하였다. 설정한 범위 내에서 임의의 좌표를 10회 생성하여 시험하였으며 표 1의 결과는 평균값을 취하여 산출 하였다.

[표 1] 임기표적 처리 결과

표적수 (개)	처리 시간(초)
1 - 1000	0.0 (측정 불가)
5000	0.016
10000	0.032
20000	0.078
50000	0.219
100000	0.437
1000000	4.391

[표 2] 시험환경

시스템 사양	Intel Pentium IV 3.2GHz
운영체제	Windows XP
개발 환경	Visual C++ 6.0

## 6. 결 론

현재 한국군의 전담 부대가 대화력전 임무 수행을 담당하고 있으나 탐지자산으로부터 획득한 표적에 대

한 정보공유 및 C4I체계에 의한 표적처리 자동화는 전반적으로 미약한 실태이다<sup>[5]</sup>.

이에 한국군은 최근 대화력전의 중요성을 인식하고 KJCCS, MIMS와 함께 대화력전 운용과 신속한 지휘결심 및 참모 활동을 개발하고 있다.

본 논문에서 제안하고 있는 알고리즘은 KJCCS의 대화력전 체계에 적용이 가능함을 확인하였으며 운용자가 수동으로 타격상자를 입력하던 기존의 방식에서 자동으로 할당이 가능하므로 운용자의 부하를 줄이고 체계의 신뢰성을 증가시켜 한국군의 대화력전 수행능력 향상에 기여할 수 있을 것이다.

## 참 고 문 현

- [1] 화력부 대화력전과, 지구사 대화력전 전술예규, 제3군사령부, 2006.
- [2] 국방과학연구소, 한국군합동지휘통제체계 연구, 2003.
- [3] General Dynamics, Automated Deep Operations Coordination System(ADOCS) : Integrating Information from Joint and Service C4I System, 2002.
- [4] Raytheon, AFATDS(Advanced Field Artillery Tactical Data System), 2002.
- [5] 조정재, 이용희, 한반도 지상군 대화력전 수행체계에 관한 연구(미2사단 대화력전 수행본부를 중심으로), 한미연합사령부, 軍事評論 第370號, 2004. 9.
- [6] Donald Hearn, M. Pauline Baker, Computer Graphics, Prentice Hall, pp.117~125, 1997.
- [7] Foley, J. D., A. van Dam, S. k. Fenier, et al., Computer Graphics: Principles and Practice, Addison-Wesley, 1990.