

Firing State와 Observing State를 갖는  
Lanchester형 전투모형에 관한 연구  
(A Study on the Development of a Lanchester-  
Type Model Incorporating Firing & Observing  
States in the Direct Fire Engagement)

함일환, 최상영, 송문호\*

### Abstract

This paper is aimed to develop a Lanchester type combat model for the direct-fire engagement. This model incorporates number of combatants, inter-firing time, detection time by movement, detection probability by the signature of fire, where the inter-firing time and the detection time are assumed to follow a negative exponential distribution.

The approach to modeling is as follows: in the process of an engagement, a combatant takes one of the states ('observing' state or 'firing' state), a combatant is initially in the observing state, if the combatant detects a target, he changes his state from 'observing' to 'firing' and will cause attrition to the opposing forces. Thus this transition mechanism is embodied into the differential equation form with each transition rate.

A limited examination of the validity has been conducted by comparison with

---

\* 國防大學院

the Monte-Carlo simulation model 'BAGSIM', and with a traditional Deterministic Lanchester model.

## 1. 서론

전투모형은 피아의 교전을 묘사하며 결과를 평가하는데, 이것을 모형화하는 방법에는 화력 지수, Monte-Carlo모의, 그리고 수식 모형인 Lanchester모형 등이 있다(4).

특히 Lanchester형 전투모형은 Lanchester 이후 Brackney(5), Owen(7), Peterson(8), Taylor(9) 등에 의해 많은 발전을 해왔으며 오늘날 군사운영 분석가들에게 널리 사용되고 있다.

본 연구는 Lanchester형 전투모형중에서 Deterministic Lanchester자승 법칙을 연구하여 기존의 Deterministic Lanchester형 전투모형이 묘사하고 있는 교전상황을 확장하고 교전상황을 보다 현실적으로 나타낼 수 있는 추가적인 변수를 고려한 다음, 모형 변수로써 초기 전투원의 수, 사격간 시간, 단발명중확률, 기동에 의한 탐지율, 상대측 섬광에 의한 탐지확률을 고려하여 확정형(Deterministic type) 미분방정식으로 교전상황을 모형화하였다.

모형화하는데 있어서 기존의 Deterministic Lanchester자승법칙이 사격상태(firing state)를 중심으로 교전상황을 묘사하고 있으나, 본 모형에서는 교전상황은 사격상태뿐 아니라, 어느 순간에 관측상태(observing state)도 존재

한다는 것에 착안하여 교전간 모든 전투원은 사격상태나 관측상태를 취하게 되고 상대측에 손실을 가하는 전투원은 오직 사격상태의 전투원이라는 것과 또한 교전간에는 관측상태에서 사격상태로 혹은 사격상태에서 관측상태로 전환하면서 교전이 이루어진다는 것을 착안하여 이러한 상태전이를 중심으로 미분방정식 형태로 모형을 설계하였다.

그리고 설계된 모형에 대하여 동일환경하에서 Simulation의 결과와 비교함으로써 모형설계의 타당성을 보였다.

한편 본 모형이 묘사하고자 하는 상황은 직접화기 교전에 국한했고 증원부대가 없는 동질부대간 교전을 대상으로 하였다.

## 2. Deterministic Lanchester전투 모형의 일반적 고찰

Lanchester는 직접화기 교전에서 쌍방동질의 전투력간에 발생하는 전투손실을 아래와 같은 가정사항하에 식(2-1)의 미분방정식 형태로 표시하였다(6).

### ◆ 가정사항

① 교전하는 피아 전투원들에 대하여 각 측의 무기체계는 동일종류의 무기체계이고 한측은 상대측에 대하여 다른 살상률을 가질 수 있다.

② 양측은 각각 다른 상대측 화기의 사거리 내에 있고 직접조준사격을 실시한다.

③ 사격은 생존하는 전투원에 대하여 균등하게 실시된다.

④ 양측의 전투원은 충분히 상대전투원의 위치와 조건을 잘 알고 있어 표적이 살상되면 즉시 새로운 표적에 대하여 사격을 실시한다.

◆ 모형

$$\begin{aligned} \frac{dX}{dt} &= -aY, & X(0) &= X_0 \\ \frac{dY}{dt} &= -bX, & Y(0) &= Y_0 \end{aligned} \quad (2-1)$$

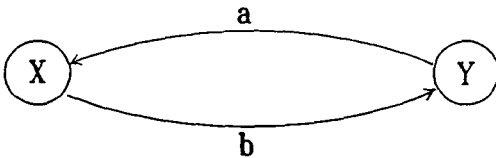
여기에서

$X(t) [Y(t)]$  :  $t$ 시간의 아군(적군)전투력

$a(b)$  : 아군(적군)의 전투손실률

$X_0(Y_0)$  : 아군(적군)의 초기 전투력

등식 <2-1>을 그림으로 나타내면 다음과 같다.



<그림 1> Lanchester지승법칙 교전상황도

Lanchester는 <그림 1>에서 보는 바와같이 X와 Y는 항상 사격상태만을 중심으로 식<2-1>과 같이 미분방정식 형태로 전투모형을 설계하였다.

### 3. 모형의 설계

기존의 Lanchester지승법칙은 <2-1>식에서 보는 바와 같이 교전하는 과정을 사격하는 상태를 중심으로 미분방정식의 형태로 표현하고 있는데, 실제적인 전투상황에서는 교전과정이

사격하는 상태뿐 아니라 관측상태도 존재한다. 따라서 이러한 교전상황을 관측상태와(observing state)와 사격상태(firing state)로 구분할 수 있다. 즉, 사격상태와 관측상태로 구분했을때, 기존의 Lanchester지승법칙과는 다르게 상대방의 전투력손실에 영향을 주는 것은 오직 사격상태의 전투력이 된다. 본 연구에서 이러한 교전상황을 모형화하는데, 모형설계를 위하여 아래사항을 가정한다.

#### 가. 가정사항

모형을 설계하는데 있어서 가정사항으로서는 제2장에서 언급한 Lanchester지승법칙에 대한 가정사항 ①-③에 추가하여 다음 사항을 포함한다.

④ 개별전투원은 교전간 사격상태나 표적탐지상태를 취하게 된다. 최초전투원은 탐지상태에 있다가 표적을 탐지후 사격상태로 전환하여 상대측에 손실을 가한다.

⑤ 표적탐지는 기동에 의한 탐지와 상대방의 사격에 의한 섬광탐지로 나누어지며 기동에 의한 탐지시간은 음지수 분포(Negative Exponential Distribution)를 따르고 사격에 의한 탐지확률은 일정하다.

⑥ 사격간시간은 음지수 분포를 따르고 무력화된 표적에 대해서는 더이상 사격하지 않는다.

이러한 교전상황에서 영향을 미치는 주요변수로는 초기전투원의 수, 사격률, 단발살상확률, 기동에 의한 탐지율, 섬광에 의한 표적탐지확률이다.

#### 나. 모형설계를 위한 주요변수의 정의

모형을 설계하기위한 주요변수를 다음과 같이 정의한다.

$X_T(Y_T)$  : 최초 아군(적군) 전투원의 수

$X(Y)$  :  $t$ 시간에 아군(적군) 전투원의 수

$X_o(Y_o)$  :  $t$ 시간에 관측상태의 아군(적군) 전투원의 수

$X_f(Y_f)$  :  $t$ 시간에 사격상태의 아군(적군) 전투원의 수

$f_x(f_y)$  : 아군(적군)의 사격을

$P_x(P_y)$  : 아군(적군)의 단발살상확률

$h_x(h_y)$  : 섬광에 의한 아군(적군)의 표적탐지 확률

$\lambda_x(\lambda_y)$  : 기동으로 인한 적표적 탐지율

다. 모형의 설계

교전간 전투원이 취할 수 있는 관측상태와 사격상태를 구분하고 이를 상태전이도로 나타내면 <그림 2>와 같다.

여기에서

$\eta_{x_o}$  :  $Y_f$ 의 사격에 의한  $X_o$ 의 손실률

$\eta_{x_f}$  :  $Y_f$ 의 사격에 의한  $X_f$ 의 손실률

$\eta_{y_o}$  :  $X_f$ 의 사격에 의한  $Y_o$ 의 손실률

$\eta_{y_f}$  :  $X_f$ 의 사격에 의한  $Y_f$ 의 손실률

$\delta_{x_o, x_f}$  : 관측상태  $X_o$ 에서 사격상태인  $X_f$ 로 전환하는 전환률

$\delta_{y_o, y_f}$  : 관측상태  $Y_o$ 에서 사격상태인  $Y_f$ 로 전환하는 전환률

$\delta_{x_f, x_o}$  : 사격상태  $X_f$ 에서 관측상태인  $X_o$ 로 전환하는 전환률

$\delta_{y_f, y_o}$  : 사격상태  $Y_f$ 에서 관측상태인  $Y_o$ 로 전환하는 전환률

<그림 2>의 상태전이도에 따라 교전과정을 다음 식으로 나타낼 수 있다.

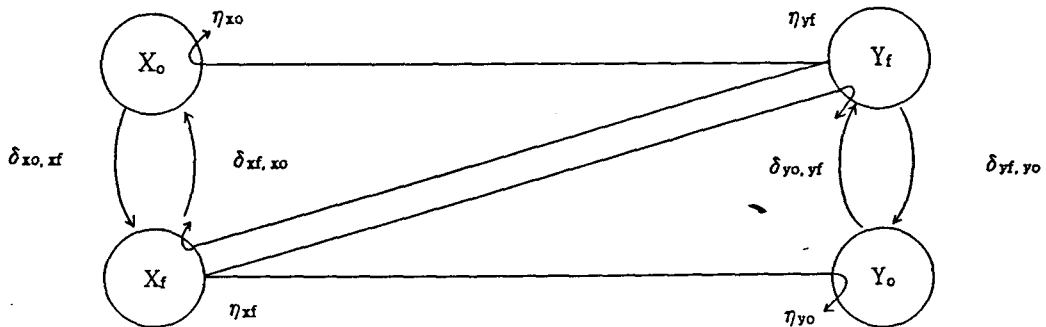
$$\frac{dX_o}{dt} = -\eta_{x_o} - \delta_{x_o, x_f} + \delta_{x_f, x_o}$$

$$\frac{dX_f}{dt} = -\eta_{x_f} + \delta_{x_o, x_f} - \delta_{x_f, x_o}$$

$$\frac{dY_o}{dt} = -\eta_{y_o} - \delta_{y_o, y_f} + \delta_{y_f, y_o}$$

$$\frac{dY_f}{dt} = -\eta_{y_f} + \delta_{y_o, y_f} - \delta_{y_f, y_o} \quad (3-1)$$

즉,  $X_o$ 의 변환률은  $Y_f$ 의 사격에 의한 손실률과  $X_o$ 상태에서 탐지에 의해  $X_f$ 상태로 이동하는 전환률 그리고  $X_f$ 상태에서 상대측 살상내지 중복사격을 피해  $X_o$ 상태로 이동하는 전환률로 표시될 수 있고  $X_f$ ,  $Y_o$ ,  $Y_f$ 도 마찬가지로 위와 같이 표시될 수 있으므로 전체의 교전과정



<그림 2> 교전간 전투원의 상태전이도

을 식(3-1)과 같이 나타낼 수 있다.

식(3-1)에 나타난 각 소모율과 전환률을 구하면 다음과 같다.

(1)  $\eta_{x_0}, \eta_{x_f}, \eta_{y_0}, \eta_{y_f}$ (상대방 사격에 의한 손실률)

$Y_f$ 의 사격에 의한  $X_0$ 의 손실률  $\eta_{x_0}$ 를 먼저 구해보면, 사격의 과정은  $Y_f$ 가  $X(=X_0+X_f)$ 에 대하여 균등하게 사격을 하며  $Y_f$ 의 사격률과 단발살상확률을 고려할 때  $X_0$ 의 손실률은 다음과 같다.<sup>1)</sup>

$$\eta_{x_0} = f_y p_y Y_f \frac{X_0}{X_0 + X_f} \quad (3-2)$$

동일한 방법으로  $\eta_{x_f}, \eta_{y_0}, \eta_{y_f}$ 를 구하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \eta_{x_f} &= f_y p_y Y_f \frac{X_f}{X_0 + X_f} \\ \eta_{y_0} &= f_x p_x X_f \frac{Y_0}{Y_0 + Y_f} \\ \eta_{y_f} &= f_x p_x X_f \frac{Y_f}{Y_0 + Y_f} \end{aligned} \quad (3-3)$$

(2)  $\delta_{x_0, x_f}, \delta_{y_0, y_f}$ (관측상태에서 사격상태로 전환하는 전환률)

먼저  $\delta_{x_0, x_f}$ 는 관측상태에 있는  $X_0$ 이 사격상태인  $X_f$ 로 전환하는 전환률로써 다음 2가지로 나누어 생각해 볼 수 있다.

◆기동으로 인한 적표적 발견시 사격상태로의 전환

◆섬광에 의한 적표적 발견으로 사격상태로의 전환

(가) 기동으로 인한 적표적 발견으로 사

격상태로의 전환률 ( $\delta^{(1)}_{x_0, x_f}, \delta^{(1)}_{y_0, y_f}$ )

$\Delta t$ 시간 이내에 표적탐지확률  $P$ 는  $P = \lambda_x \Delta t$ 이다.

따라서 1개의  $X_0$ 이  $Y = (Y_0 + Y_f)$  표적에 대한 평균탐지수는  $(Y_0 + Y_f) \lambda_x \cdot \Delta t$ 가 되며,  $X_0$ 전투원이  $Y$ 의 표적을 발견하여 사격의 상태로 전환하는 전투원의 수는  $X_0(Y_0 + Y_f) \Delta t \cdot \lambda_x$ 이므로  $\Delta t$ 내에 사격상태로 전환하는 율은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \delta^{(1)}_{x_0, x_f} &= \frac{X_0(Y_0 + Y_f) \Delta t \cdot \lambda_x}{\Delta t} \\ &= X_0(Y_0 + Y_f) \cdot \lambda_x \end{aligned} \quad (3-4)$$

동일한 방법으로  $\delta^{(1)}_{y_0, y_f}$ 를 구하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \delta^{(1)}_{y_0, y_f} &= \frac{Y_0(X_0 + X_f) \Delta t \cdot \lambda_y}{\Delta t} \\ &= Y_0(X_0 + X_f) \cdot \lambda_y \end{aligned} \quad (3-5)$$

(나) 섬광(flash)에 의한 표적탐지로 사격상태로의 전환률( $\delta^{(2)}_{x_0, x_f}, \delta^{(2)}_{y_0, y_f}$ )

$\Delta t$ 시간 동안의 섬광의 발생횟수는  $Y_f f_y \Delta t$ 이고 또한 섬광이 발생함에 따라서  $X_0$ 의 표적탐지확률이  $h_x$ 이므로,  $X_0$ 각각의 전투원이  $\Delta t$ 시간 동안  $Y_f$ 의 섬광을 적어도 1개 이상 탐지할 확률은  $Y_f f_y \Delta t \cdot h_x$ 가 되며, 전체의  $X_0$ 전투원이  $Y_f$ 의 섬광을 탐지하여 사격의 상태로 전환하는 전투원수는  $X_0 Y_f f_y \Delta t \cdot h_x$ 이므로  $\Delta t$ 내에  $Y_f$ 의 섬광을 탐지하여 관측상태에서 사격상태로 전환하는  $X_0$ 의 전환률은 다음과 같다.

1) 식(3-2)는  $[1 - (1 - P_y)]^{f_y Y_f} \frac{X_0}{X_0 + X_f}$ 의 근사치 형태이다. 그리고 이하 식(3-3)도 마찬가지이다.

$$\delta^{(2)}_{xo, xf} = \frac{X_o Y_f f_y \Delta t \cdot h_x}{\Delta t} = X_o Y_f f_y \cdot h_x \quad \langle 3-6 \rangle$$

동일한 방법으로  $\delta^{(2)}_{yo, yf}$  를 구하면 다음과 같다.

$$\delta^{(2)}_{yo, yf} = \frac{Y_o X_f f_x \Delta t \cdot h_y}{\Delta t} = Y_o X_f f_x \cdot h_y \quad \langle 3-7 \rangle$$

따라서 <3-4>~<3-7>식에서  $\delta_{xo, xf}$ 와  $\delta_{yo, yf}$ 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \delta_{xo, xf} &= \delta^{(1)}_{xo, xf} + \delta^{(2)}_{xo, xf} \\ &= X_o (Y_o + Y_f) \cdot \lambda_x + X_o Y_f f_y \cdot h_x \\ \delta_{yo, yf} &= \delta^{(1)}_{yo, yf} + \delta^{(2)}_{yo, yf} \\ &= Y_o (X_o + X_f) \cdot \lambda_y + Y_o X_f f_x \cdot h_y \end{aligned} \quad \langle 3-8 \rangle$$

(3)  $\delta_{xf, xo}$ ,  $\delta_{yf, yo}$ (사격상태에서 관측상태로 전환하는 전환률)

사격상태에서 관측상태로의 전환은 다음 2가지로 나누어 생각해 볼 수 있다.

- ◆ 사격/살상후 관측상태로 전환
- ◆ 사격상태로 전환되었으나 표적이 무력화되어서 중복사격의 필요성이 없어 관측상태로 전환

(가) 사격 및 살상후 관측상태로 전환률

$$(\delta^{(1)}_{xf, xo}, \delta^{(1)}_{yf, yo})$$

먼저  $\delta^{(1)}_{xf, xo}$ 에 대하여 구해보면, 개개의  $X_f$ 가  $Y(=Y_o+Y_f)$ 에 대하여 사격 및 살상후 관측상태로 전환하는 전환률은  $f_x P_x$ 이므로 전체  $X_f$ 가 사격 및 살상후 사격상태에서 관측상태로의 전환률은 다음 식으로 주어진다.

$$\delta^{(1)}_{xf, xo} = f_x P_x X_f \quad \langle 3-9 \rangle$$

같은 방법으로 전체  $Y_f$ 가 사격 및 살상후 사

격상태에서 관측상태로의 전환률은 다음 식으로 주어진다.

$$\delta^{(1)}_{yf, yo} = f_y P_y Y_f \quad \langle 3-10 \rangle$$

(나) 사격상태로 전환되었으나 표적이 무력화되어서 사격의 필요성이 없어 관측상태로 전환하는 경우( $\delta^{(2)}_{xf, xo}$ ,  $\delta^{(2)}_{yf, yo}$ )

사격상태로 전환된 개개의  $X_f$ 가 사격/살상후 사격상태에서 관측상태로의 전환률은  $f_x P_x$ 이다. 따라서 전체의  $X_f$ 에서 사격상태에서 관측상태로 전환하지 않은 틀은  $X_f * (1-f_x P_x)$  이고 또한 전체 표적  $Y(=Y_o+Y_f)$  중에서  $\Delta t$ 내에  $X_f$ 가 사격한  $f_x P_x X_f \cdot \Delta t$ 수 만큼  $Y$ 의 표적이 사격 및 살상되었으므로  $\Delta t$ 내에 사격 및 살상된 표적에 중복사격하는  $X_f$ 의 율은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \delta^{(2)}_{xf, xo} &= (X_f * (1-f_x P_x) * \frac{f_x P_x X_f \cdot \Delta t}{Y_o + Y_f}) \\ & \quad / \Delta t = X_f * (1-f_x P_x) * \frac{f_x P_x X_f}{Y_o + Y_f} \end{aligned} \quad \langle 3-11 \rangle$$

동일하게  $\delta^{(2)}_{yf, yo}$ 를 구하면 다음과 같다.

$$\delta^{(2)}_{yf, yo} = (Y_f - f_y P_y Y_f) * \frac{f_y P_y Y_f}{X_o + X_f} \quad \langle 3-12 \rangle$$

따라서 사격상태에서 관측상태로 전환하는 율은 식<3-9>~<3-12>에서 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} \delta_{xf, xo} &= \delta^{(1)}_{xf, xo} + \delta^{(2)}_{xf, xo} = f_x P_x X_f + \\ & \quad (X_f - f_x P_x X_f) * \frac{f_x P_x X_f}{Y_o + Y_f} \\ \delta_{yf, yo} &= \delta^{(1)}_{yf, yo} + \delta^{(2)}_{yf, yo} = f_y P_y Y_f + \\ & \quad (Y_f - f_y P_y Y_f) * \frac{f_y P_y Y_f}{X_o + X_f} \end{aligned} \quad \langle 3-13 \rangle$$

(4) 전투모형의 설계

(1) (2) (3)에서 나온 결과를 <3-1>식에 대입하면 다음과 같이 교전과정을 관측상태와 사격상태로 구분하여 묘사한 미분방정식이 도출된다.

$$\begin{aligned} \frac{dX_o}{dt} &= -f_y P_y Y_f \frac{X_o}{X_o + X_f} - X_o (Y_o + Y_f) \lambda_x - X_o Y_f f_y h_x + f_x P_x X_f + (X_f - f_x P_x X_f) * \frac{f_x P_x X_f}{Y_o + Y_f} \\ \frac{dX_f}{dt} &= -f_y P_y Y_f \frac{X_f}{X_o + X_f} + X_o (Y_o + Y_f) \lambda_x + X_o Y_f f_y h_x - f_x P_x X_f - (X_f - f_x P_x X_f) * \frac{f_x P_x X_f}{Y_o + Y_f} \\ \frac{dY_o}{dt} &= -f_x P_x X_f \frac{Y_o}{Y_o + Y_f} - Y_o (X_o + X_f) \lambda_y - Y_o X_f f_x h_y + f_y P_y Y_f + (Y_f - f_y P_y Y_f) * \frac{f_y P_y Y_f}{X_o + X_f} \\ \frac{dY_f}{dt} &= -f_x P_x X_f \frac{Y_f}{Y_o + Y_f} + Y_o (X_o + X_f) \lambda_y + Y_o X_f f_x h_y - f_y P_y Y_f - (Y_f - f_y P_y Y_f) * \frac{f_y P_y Y_f}{X_o + X_f} \end{aligned} \quad \langle 3-14 \rangle$$

여기에서 t=0일때 X<sub>o</sub>=X<sub>T</sub>, X<sub>f</sub>=0, Y<sub>o</sub>=Y<sub>T</sub>, Y<sub>f</sub>=0이다.

<3-14>식은 초기 전투원수, 격기동에 의한 탐지률, 적사격에 의한 탐지확률, 단발살상확률, 사격률 등의 변수를 고려하여 교전과정을

관측상태와 사격상태로 구분하여 교전과정을 묘사한 식이다.

#### 4. 설계모형의 타당성 입증

설계한 모형의 타당성은 설계모형의 교전결과를 동일 조건하에서 Simulation결과와 비교함으로써 설계모형의 타당성을 보였고, Simulation결과는 BAGSIM모형<sup>2)</sup>을 이용하여 얻었다.

Simulation결과와 비교를 위한 입력자료는 <표 1>과 같고 입력자료에 대한 산정결과(t시간에 각전투의 수)의 예는 <그림 3>과 같다.

<그림 3>에서 알 수가 있듯이 설계한 모형에 의한 결과와 BAGSIM모형에 의한 결과에서 '시간 t에 따른 전투원의 수'는 거의 일치함을 알 수 있다.

여기서 교전종료후인 t<sub>f</sub>지점 이후로는 BAGSIM모형을 사용한 결과가 설계모형보다 전투원수준이 적는데 이것은 Simulation과정중 수백회 교전간 Y가 승리할 확률만큼의 Y의 전투원이 교전종료후 존재하기 때문이다.

구 분	초기전투원	단발살상확률	사격간시간	탐 지 율*	탐 지 확 률**
적 군	50	0.3	5	0.2	0.03
아 군	50	0.6	15	0.1429	0.02

<표 1> 입력자료

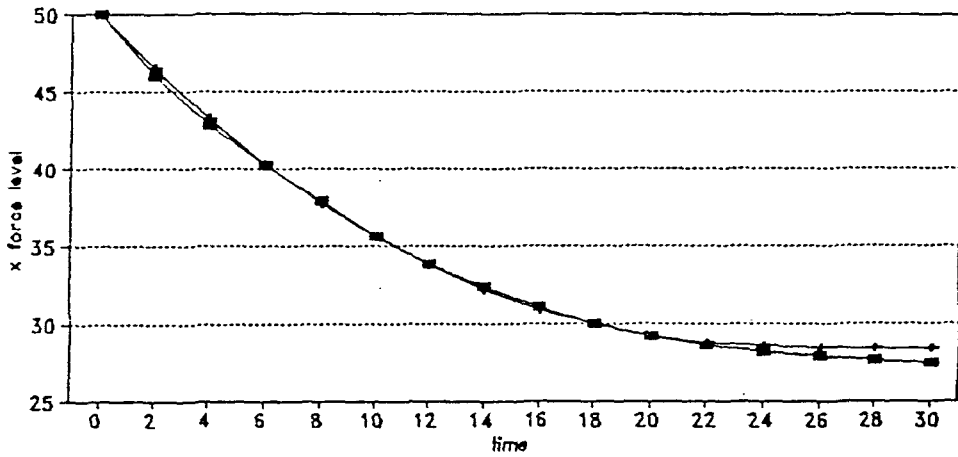
2) BAGIM : A Monte-Carlo Combat Simulation Model at the Battle Group Level

## 5. Lanchester형 모형과 비교분석

본 설계모형과 기존의 Lanchester형 전투모형과 비교를 하였다. 먼저 비교를 위해 <표 2>와 같이 Data-set를 구성하였고 이에 따른 결과(전투시간에 따른 적군 전투원수)의 예는 <그림 4>와 같다.

<그림 4>에서 보는 바와 같이 설계한 모형에서 기동에 의한 탐지율과 섬광에 의한 탐지확률이 높을 때 (data 3), 기존의 Lanchester자

승법칙(data 1)의 결과와 거의 일치하고 이들 탐지율 및 탐지확률이 낮을 때(data 2), 기존의 Lanchester자승법칙(data 1)의 결과와는 많은 차이가 난다. 여기서 비교된 Lanchester자승법칙 모형에서는 모형변수로 최초전투원수, 단발살상확률, 그리고 사격간 시간만 고려했고, 설계모형에 대한 주요변수는 Lanchester자승법칙의 주요변수를 포함하여 기동에 의한 탐지율과 적 사격에 의한 탐지확률 등을 추가



■ : Simulation모형에 의한 결과, + : 설계모형에 의한 결과

<그림 3> 설계모형과 BAGSIM모형과의 결과비교

Data	초기전투원		단발살상확률		사격간시간		탐지율*		탐지확률**	
	아 군	적 군	아 군	적 군	아 군	적 군	아 군	적 군	아 군	적 군
1	50	50	0.3	0.6	6.6	16				
2	50	50	0.3	0.6	6.6	16	0.01	0.01	0.01	0.01
3	50	50	0.3	0.6	6.6	16	5	5	0.999	0.999

\* 기동에 의한 탐지율, \*\* 적사격에 의한 탐지확률

<표 2> 설계모형과 Lanchester형 전투모형과 비교를 위한 입력 자료



하였다. 따라서 Lanchester자승법칙과 설계모형 결과간의 차이는 기동에 의한 탐지율과 사격에 의한 탐지확률요소에 의한 것인데 위<그림 4>의 결과와 같이 적사격에 의한 탐지확률이 1에 근접하고 기동에 의한 탐지율이 증가할 수록 전투결과는 거의 Lanchester자승법칙의 전투결과와 근접함을 알 수가 있는데 이는 설계한 모형이 Lanchester자승법칙을 포함하여 묘사하고 있다 할 수 있다.

## 6. 결 론

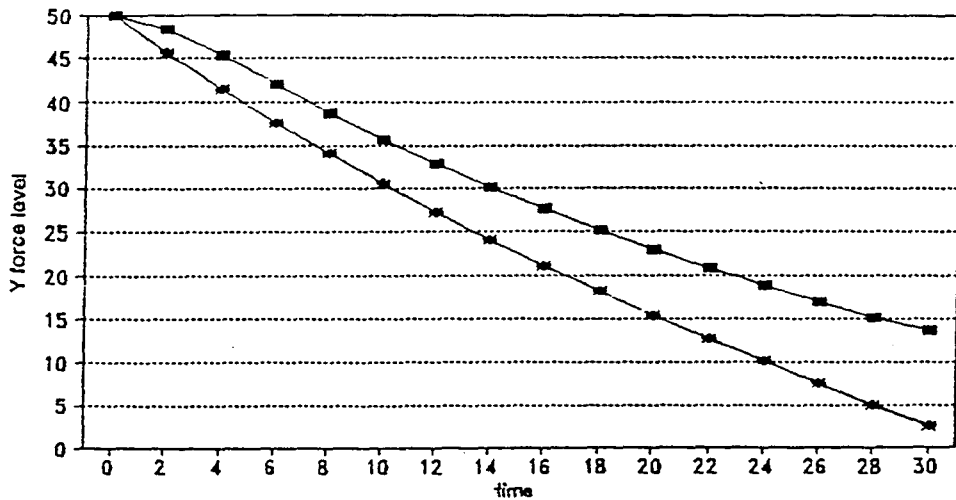
본 연구는 Lanchester형 전투모형중에서 Deterministic Lanchester자승법칙을 확장하여 직접화기 교전상황을 초기전투원수, 단발명

중확률, 사격률, 기동에 의한탐지율, 사격에 의한 탐지확률 등을 고려하여 보다 정확하게 묘사할 수 있는 수식모형을 설계하였다.

설계방식은 사격상태와 관측상태를 나누어 각 상태별 전이도를 중심으로 미분방정식의 형태로 교전상황을 묘사하였다.

그리고 설계모형의 결과와 Simulation결과를 비교하여 설계모형의 타당성을 보였다.

한편 기존의 Lanchester자승법칙과 비교해 본 결과, 사격에 의한 탐지확률이 1에 근접하고 기동에 의한 탐지율이 클 때 Lanchester자승법칙의 결과와 거의 일치함을 알 수가 있었으며 탐지확률 및 탐지율이 낮을 경우에는 두 모형간의 전투결과가 매우 크게 차이남을 알



\* : Data 1에 대한 Lanchester자승법칙 모형 결과<sup>3)</sup>

■ : Data 2에 대한 설계모형 결과

+ : Data 3에 대한 설계모형 결과

<그림 4> 설계한 모형과 Lanchester자승법칙과의 비교

3) Lanchester자승법칙모형 변수: 초기전투력, 단발살상확률, 사격간시간

수가 있다.

본 연구에서 제시된 모형에 대하여 기존의 Lanchester형 모형이 가지고 있는 한계점 즉, 초기전투원수가 거의 같고 피아 전투력수준이

거의 동일할때 적용하기가 곤란한 한계가 있음

(1)을 감안할 때 여기에 대한 추가적인 연구가 필요하다 하겠다.

## 참 고 문 헌

- (1) 최상영, "Applicability of the Lanchester Model to the Many-on-Many Direct-Fire Engagement," *MORS-K*, Vol. 16, No. 1, June 1990.
- (2) 최상영, "Battle Group Combat Simulation Model (BAGSIM)," *MORS-K*, Vol. 16, No. 2, December 1990.
- (3) 함일환, 송문호, *Firing State와 Observing State를 갖는 Lanchester형 모형에 관한연구*, 국방대학원, 1991.
- (4) Bathe, M. R., *Modeling Combat as a Series of Mini Battles*, TRASANA-LA-14-84, US.
- (5) Brackney, H., "The Dynamics of Military Combat," *Operations Research*, Vol 7, pp. 30-44.
- (6) Lanchester, F. W., *Aircraft in Modern Warfare: The Dawn of the Fourth Arm*, Constable and Co., London, 1916.
- (7) Owen, G., *A Generalization of Lanchester's Laws of Combat*, DAAB09-71-R-0063, US Army STAC, May 1972.
- (8) Perterson, R., "On the Logarithmic Law of Attrition and its Application to Tank Combat," *Operations Research*, Vol 15, 1967, pp. 557-558.
- (9) Taylor, J. G., *Force-on-Force Attrition Modeling*, ORSA, January 1980.