

워게임 시물레이션에서 전장상황을 고려한 최적경로 모델링 및 시물레이션

이성용¹ · 장성호¹ · 이종식^{1†}

Modeling and Simulation of Optimal Path Considering Battlefield-situation in the War-game Simulation

Sung Young Lee · Sung Ho Jang · Jong Sik Lee

ABSTRACT

War-games using C4I systems have been used to improve the command ability of commanders and the fighting power of combat forces. During a war-game simulation, a commander makes a plan for the movement of a combat force and issues orders to the combat force according to the plan. If it is possible to minimize damages from the artillery of enemy forces and take the advantage position where is effective for attack/defense, we can hold a dominant position of the battlefield. Therefore, this papers proposes a genetic algorithm-based optimal path searching method. The proposed method creates an optimal path of a combat force by taking into consideration dangerous conditions of the battlefield in which the combat force is. This paper also shows the process of creating an optimal path by using a discrete event specification modeling and simulation method.

Key words : War game, Genetic algorithm, Optimal path, Modeling, Simulation

요약

C4I체계를 활용한 워게임은 부대의 전투력과 지휘관의 지휘판단능력을 향상시키고 있다. 워게임 시물레이션 과정에서 부대의 기동을 위해 부대 이동계획을 수립하고 있으며, 지휘관이 이동 계획에 따라 작전명령을 하달한다. 만약 워게임 훈련에서 대항군의 포병공격으로부터 아군의 피해를 최소화하고, 대항군에 대한 공격과 방어에 유리한 지역을 우선적으로 점령하면 전장에서 우위를 이끌어 갈 수 있다. 본 논문에서는 전장지역에서 발생하는 상황을 고려하여 소부대가 안전하고 신속하게 이동할 수 있는 최적 경로를 유전자 알고리즘을 통해 생성하고, 유전자 알고리즘을 통해 소부대 최적 경로 생성 과정을 DEVS 모델링 및 시물레이션기법을 이용하여 확인하고자 한다.

주요어 : 워게임, 유전자 알고리즘, 최적 경로, 모델링, 시물레이션

1. 서론

인터넷의 발전은 사회전반의 정보기술을 발전시키는 원동력이 되었고, 군에서는 정예 정보화 군 양성을 목표로 혁신적인 발전의 기반이 되고 있다. 정보기술의 비약

적인 발전으로 인하여 군에 첨단화된 무기체계가 도입되고 있으며, 실제 전장 지역에서 발생하게 되는 상황에 따라 아군의 대처방안에 대해 국방 M&S(Defense modeling and simulation)를 활용하여 전투모의훈련과 실제훈련을 병행하여 진행하고 있다. 전투모의훈련에서 전투모의분석은 적군의 무기체계 및 규모, 부대이동 등의 다양한 정보를 활용하여 대항군을 운영하고 상황에 따라 아군의 공격, 방어, 기동능력을 평가하여 부대의 지휘통제 능력을 발전시킨다. 또한 군의 C4I체계를 통한 신속하고 정확한 정보 공유 및 부대지휘절차를 훈련하여 군의 정보통신체계를 개선 및 향상시키고 있다. 전투모의훈련을 통한 부대발

*본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소의 지원으로 수행되었습니다.(UD080042AD)

2010년 4월 8일 접수, 2010년 9월 14일 채택

¹⁾ 인하대학교 정보공학과

주 저 자 : 이성용

교신저자 : 이종식

E-mail: jslee@inha.ac.kr

전을 위하여 육군에서는 BCTP(Battle command training program)단을 운영하고 있으며, 사단 및 군단급 등의 전투지휘훈련을 실시하고 있다. BCTP단은 대항군과 전투 모의분석반을 운영하며 실제 전장지역을 토대로 상황에 따라 부대별 대처 능력을 평가 및 부대발전에 기여하고 있다.(박양순, 2009)

국방 M&S의 모델은 수학모델(mathematical model), 물리모델(physical model), 과정모델(process model)로 분류되며 시뮬레이션은 실제 시뮬레이션(live simulation), 가상 시뮬레이션(virtual simulation), 구성 시뮬레이션(constructive simulation)으로 분류한다. 수학모델은 수학적 기호를 활용하여 모델에 적용하며, 알고리즘과 수학적식을 포함하고 있다. 대표적으로 전투력 손실 평가와 기동 능력 평가 모델에 적용되고 있다.(장상철, 2001)

기동 평가 모델은 전장 상황에서 적군보다 공격과 방어에 유리한 위치를 확보하기 위한 부대의 기동 능력을 평가한다. 부대의 기동 능력은 전장지역에서 안전하고 신속한 부대 이동을 보장하고 화력에서 동시타격을 위해 중요한 평가요소가 되고 있다. 본 논문에서는 기동 평가 모델에서 부대 기동에 대한 최적경로를 생성하고 부대 이동의 적합한 경로를 제시하여 부대 기동 평가에 활용하고자 한다. 가상 시뮬레이션 상황에서 적 포병공격은 아군의 소부대 이동 중에 비전투손실과 이동시간의 지연에 영향을 주는 데, 이를 비전투손실을 최소화하고 소부대 전투력 유지를 고려한 Genetic algorithm(J. H. Holland 등, 1975)을 이용하여 부대의 최적 이동경로 생성과정 모델을 제안한다.

논문의 구성은 2장에서 관련연구를 통하여 소부대 최적 이동경로 생성을 위한 Algorithm들에 대해 설명하고, 3장에서는 Genetic algorithm의 내용과 탐색방법을 설명한다. 4장에서는 관련연구를 통해 소개된 Algorithm들과 Genetic algorithm을 비교 실험하여 효율성을 입증하고, 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

소부대 최적 이동경로 탐색과 생성을 위한 방법으로 Greedy algorithm과 Dijkstra algorithm을 이용한 이동경로 생성 방법을 설명하고자 한다.

Greedy algorithm(Thomas H. Cormen 등, 2001)은 국지적으로 최적의 위치를 선택하여 이동경로를 생성하게 된다. 현재 위치에서 이동 가능 지역 중에 최적의 지역을

선택하여 생성하고 좁은 지역에서 이동경로를 생성하는 경우 시간적으로 효율적이지만 넓고 다양한 전장지역의 특징을 고려하지 못하기 때문에 전체적인 경로에서 최적의 해를 선택하지 못한다. 그림 1에서 Greedy algorithm을 적용하여 생성된 결과는 이동시간이 7시간으로 실제 최적의 이동경로 시간보다 2시간이 늦은 결과를 보여주고 있다.

Dijkstra algorithm(Thomas H. Cormen 등, 2001; TAN Guan-zheng 등, 2006)은 이동경로에서 음수 값을 갖지 않는 경우에 최단 경로 문제를 해결하는 Algorithm이다. Greedy algorithm의 전략을 이용하며, Algorithm의 계산 시간으로 인하여 좁은 지역에서 효과적으로 이동경로를 생성할 수 있다. 그림 2에서 Dijkstra algorithm의 경로 선택 방법은 vertex S인 지점에서 이동가능 지점은 vertex ①, vertex ②, vertex ③ 이고 이때 이동시간은 각각 4시간, 7시간, 6시간이 된다. 가장 짧은 시간이 되는 vertex ①을 선택하면 vertex ①에서 갈 수 있는 vertex는 vertex ②가 된다. vertex ②까지 걸린 시간이 8시간이 되고 이를 vertex S에서 vertex ②까지의 이동 시간과 vertex S에서 vertex ③까지 이동 시간들을 비교하게 되면 vertex S에서 vertex ③까지 이동하는 시간이 6시간으로 비교적

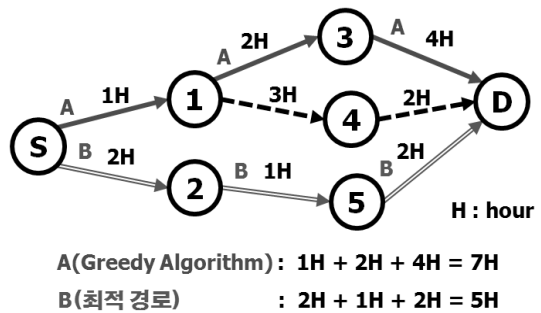


그림 1. Greedy algorithm의 이동경로 생성 결과

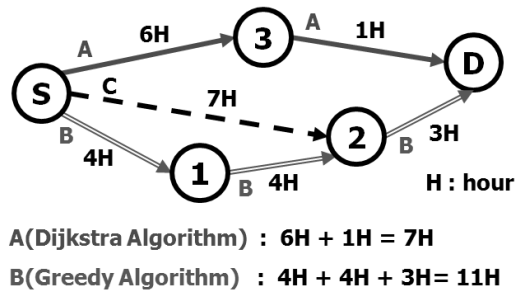


그림 2. Dijkstra algorithm의 이동경로 생성 결과

짧은 시간이 되고 이동 경로가 수정된다. vertex ③에서 vertex D까지 이동거리가 생성되면 7시간이 되고, 이를 vertex S에서 vertex ②까지 이동 시간과 vertex S에서 vertex ①를 통해 vertex ②까지 이동 시간을 비교하여 최단거리는 vertex S, vertex ③, vertex D가 된다. 이동 가능한 경로를 모두 비교하여 최적의 경로를 생성하기 때문에 Algorithm의 계산시간에서 비효율성이 발생한다(강환 일 등, 2008).

Greedy algorithm은 향후 경로에 대한 고려사항이 없고 현재지역에서 이동 가능한 지역들만 고려하여 최적경로를 생성하지 못하고, Dijkstra algorithm은 좁은 전장지역에서 이동경로를 생성할 때 적합하지만 다량의 정보가 필요한 광범위한 지역에서 경로를 생성하는 경우 Algorithm의 계산시간이 오래 걸린다. 그러나 Genetic algorithm은 선택, 교배, 돌연변이 검색 방법으로 Algorithm 계산 시간의 지연을 최소화 한다. Greedy algorithm과 Dijkstra algorithm은 다양한 요소를 동시에 고려하여 이동경로를 생성하지 못하는 비효율성이 있지만 Genetic algorithm은 적합도 평가에서 전장지역의 이동시간, 이동거리, 전장지역의 예상 피해지역을 고려하여 경로를 생성하게 된다.

3. 전장지역에서 Genetic algorithm을 적용한 이동경로 생성

지휘관은 전장지역에서 부대이동에 영향을 주는 정보를 활용하여 부대의 이동경로를 생성한다. 적군의 무기체계 및 위치정보와 아군의 주둔지 위치를 통해 적군의 공격 피해 지역을 예상할 수 있으며, 전장지역에서 산악지형과 강, 도로의 위치정보를 활용하여 부대가 이동하는 경우 소요시간을 산출하게 된다. 이러한 전장지역의 정보를 활용한 이동경로는 부대가 안전하고 신속하게 이동이 가능하며, 부대의 기동력이 높아지게 된다.

3.1 이동경로 표현 방법

그림 3은 전장지역을 일정한 크기에 따라 구분하고 좌표를 설정하게 된다. 동일한 크기로 구분된 각각의 지역들은 유전자가 되며, 염색체는 출발지점(S)부터 도착지점(D)까지 연계성을 갖는 지역들로 구성된 경로가 된다. Genetic algorithm의 초기 집단 생성은 S지점부터 D지점까지 임의적으로 n개의 경로를 생성하며, n개 경로들의 거리(km)는 이동경로에 따라 다양하게 구성된다.

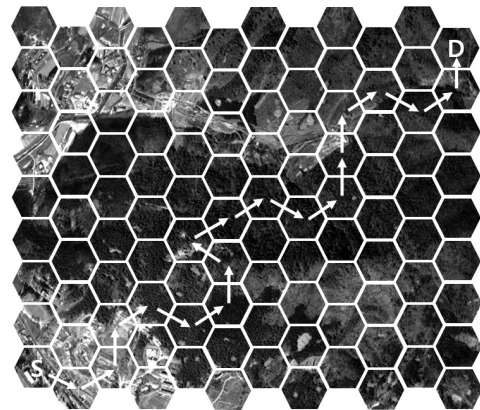


그림 3. 전장지역을 일정한 지역크기에 따라 구분

3.2 부대 이동경로의 적합도(fitness function)

Genetic algorithm의 적합도 함수는 초기 집단으로 생성된 경로와 재생산된 경로들에 대한 적합성을 평가하는 경우에 적용된다. 아군이 경로로 이동하는 과정에서 적군의 포병 공격에 의한 피해지역을 지나가는 경우에 속도 감소가 발생하고, 전장지역의 경사도 및 장애물 등으로 인한 부대 이동 속도 감소를 지역 가중치로 표현한다. 아군 이동경로의 거리와 이동속도를 통해 총 부대 이동 시간을 도출한다. 적합도 함수는 전장지역의 예상 피해지역과 지역 가중치를 고려한 수학적 공식으로 표현한다.

$$F = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{P(i) \cdot P(i+1)}{S(i) \cdot S(i+1)} \tag{1}$$

$$P(i) \cdot P(i+1) = \sqrt{(p_i - p_{i+1})^2 + (h_i - h_{i+1})^2}$$

$$S(i) \cdot S(i+1) = S \cdot (1 - D) \cdot \alpha$$

$$(0 \leq D < 1, 0 < \alpha \leq 1, 0 < S)$$

적합도 함수는 수학적 공식으로 표현하며, (1)에서 F는 이동경로의 총 이동시간이며 Genetic algorithm의 적합도 값이 된다. $P(i) \cdot P(i+1)$ 는 현재 지역부터 다음 지역까지 이동거리(km)를 의미하며, i지점부터 i+1지점까지 고도($h_i - h_{i+1}$)와 평면상에서 거리($p_i - p_{i+1}$)를 통하여 이동 거리값을 도출하게 된다. $S(i) \cdot S(i+1)$ 는 현재 지역에서 다음 지역까지 이동 속도를 의미하며, 수학적 공식 $S \cdot (1 - D) \cdot \alpha$ 에서 S는 소부대의 평균 이동속도가 되고, D는 적군의 포병 공격으로 인한 예상 피해 정도로

씨 값이 0.9이면 90% 감소가 된다. α 값은 지역의 경사도 및 장애물에 의한 이동속도 감소를 나타낸다. 즉, F는 경로의 총 이동거리와 이동 속도를 통해 출발지점부터 도착지점까지 부대 이동시간(hour)을 도출한다.

3.3 Algorithm

3.3.1 초기 부대 이동경로 집단 생성

그림 4는 Genetic algorithm의 pseudo code를 나타내고 있다. ①번은 초기집단생성이며, 무작위로 n개의 경로를 생성한다. ②, ⑦번은 무작위로 생성된 경로와 재생산된 경로에 대해 적합도 평가를 실시하고 ③번 정지조건판단으로 적합한 경로가 생성되었는지 확인하게 된다. ④번은 초기집단생성으로 구성된 경로들을 토너먼트 선택, ⑤번 교배, ⑥번 돌연변이를 통하여 재생산한다. 다양한 요소를 고려한 적합도 평가를 실시하고 정지조건판단으로 최적의 해를 도출한다. 적 공격에 의한 예상 피해지역과 이동시간을 고려하고 복잡한 전장지역에서 소부대 이동경로를 생성하기 위해 Genetic algorithm을 적용한다.

3.3.2 부대 이동경로 선택

선택은 무작위로 생성된 초기 집단에서 적합도가 우수한 경로를 선택하는 과정이 된다. 토너먼트 선택(Tournament selection)방법(D. E. Goldberg, 1990)을 적용하며 초기 집단에서 2개의 경로를 선택하고, 2개의 염색체 중에 적합도가 최적인 이동경로를 선택한다.

그림 5는 초기 이동경로 생성 및 재생산된 이동경로 집단에서 선택방법을 적용하여 적합도가 비교적 우수한 이동경로를 선택하는 과정이다. 2개의 이동경로에서 적합도 값이 상대적으로 높은 1개 이동경로를 선택하는 과정을 통해 집단에서 적합도가 우수한 2개의 경로를 선택하게 된다.

3.3.3 부분경로 교환

교배는 토너먼트 선택방법을 통해 선택된 2개 경로에서 각각의 부분 경로를 교환하게 된다. 교배는 주로 균등교배(Uniform crossover)와 n점 교배방식(Multi-point crossover)을 사용하지만 전장지역에서 지역사이의 연계성 때문에 n점 교배방식을 적용한다. n점 교배 방식은 2개의 경로에서 n개의 교차점을 기준으로 이동경로가 분할되며, 각각의 부분 경로를 교환하게 된다(안창우 등, 2002; L. j. Eshelman 등, 1989).

그림 6은 선택된 2개 경로에서 교차점 A, B가 발생하

Procedure Genetic algorithm

① Create an initial population ;

② Evaluate the fitness of population ;

③ While (the termination conditions are not met)

Reproduce a new population based on evaluation ;

④ Apply selection ;

⑤ Apply crossover ;

⑥ Apply mutation ;

⑦ Evaluate the population ;

End While

Output the solution;

그림 4. Genetic algorithm의 구조

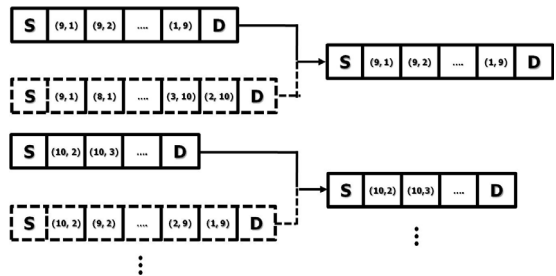


그림 5. Tournament selection

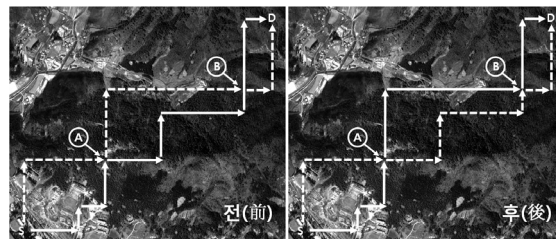


그림 6. 교배(Crossover) 적용 전(前), 후(後)

여 2개의 교차점사이의 경로가 서로 교환된 예시를 나타내고 있다. 교배를 통해 수정된 2개 경로 중에 적합도가 상대적으로 높은 1개의 이동경로를 선택하여 돌연변이 과정을 거치게 된다.

3.3.4 이동경로 수정

돌연변이(안창우 등, 2002)는 교배를 통해 선택된 1개 이동경로에서 임의의 지역부터 적용하게 된다. 이동경로에서 돌연변이를 적용하기 위해 선택된 지점에서 무작위로 지역을 선택하여 목표지점(D)까지 새로운 경로를 생성하게 된다. 그림 7은 이동경로에서 임의의 A지점이 선택되고 목표지점(D)까지 새로운 경로가 생성되는 과정을 전(前), 후(後)로 나타내고 있다. 초기 집단에서 생성된 경

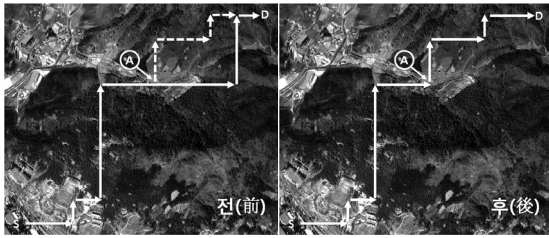


그림 7. 돌연변이(Mutation) 적용 전(前), 후(後)

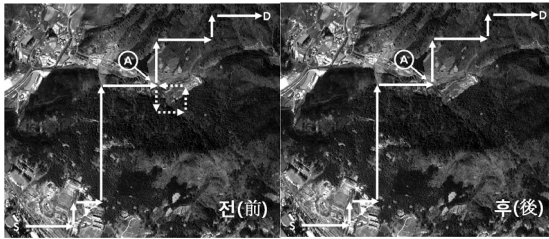


그림 8. 이동경로 보수 전(前), 후(後)

로를 교배와 돌연변이를 통해 새로운 경로를 생성함으로써 다양한 탐색을 보장하게 된다.

이동경로 보수(안창우 등, 2002)과정은 돌연변이를 통해 생성된 경로에서 지역의 중복과 순환되는 경로가 발생한 부분을 제거하기 위한 과정이다. 그림 8의 지점에서 이동경로가 순환되는 경우가 발생하여 이를 제거한 모습을 나타내고 있다.

3.3.5 재생산된 이동경로 결정

이동경로 결정과정(안창우 등, 2002)은 선택, 교배, 돌연변이를 통해 재생산된 경로를 이동시간, 이동거리, 부대 전투력 감소 현황에 따라 재생산 또는 최적의 경로를 결정하게 되는 과정이다. 재생산을 통해 생성된 경로가 시간, 거리, 전투력이 정해진 기준에 만족하면 최적의 경로로 결정하게 되고, 기준에 만족하지 못하면 재생산 과정을 반복하여 최적의 경로를 결정하게 된다.

4. 실험

본 논문의 실험은 Genetic algorithm을 기반으로 생성된 소부대 이동경로를 비교 실험을 통해 성능을 평가한다.

비교 실험을 통해 성능을 입증하기 위해 Greedy algorithm을 기반으로 생성된 소부대 이동경로, Dijkstra algorithm을 기반으로 생성된 소부대 이동경로들과 비교하며, DEVS(Bernard P. Zeigler 등, 2000)기법으로 모델

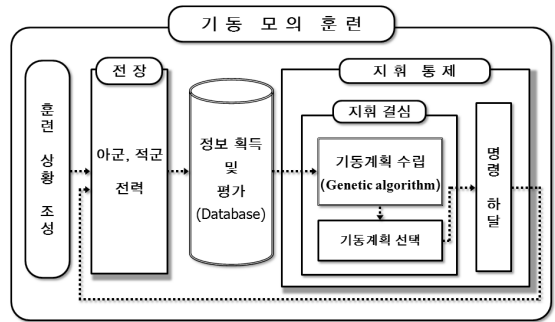


그림 9. Genetic algorithm을 활용한 기동모의훈련

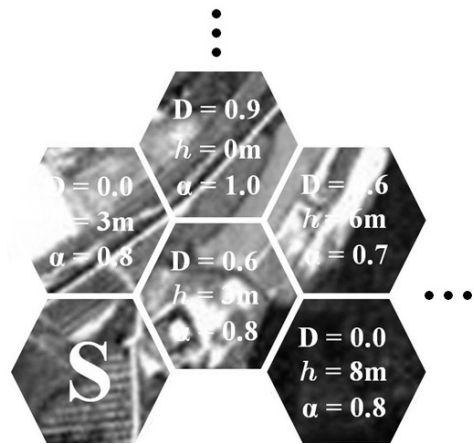


그림 10. 전장 지역 데이터 입력

링하고 시뮬레이션 한다.

그림 9는 실제 부대 기동훈련을 위한 모의훈련 모델이 되고, 지휘결심 단계에서 Genetic algorithm을 활용하여 부대의 기동계획을 수립하는 과정을 나타내고 있다.(고원 등, 2004) 모의훈련은 통제반에 의해서 아군, 적군의 정보와 지역 정보를 입력하여 모의 훈련 상황을 조성하게 된다. 아군의 정보반에 의해서 획득된 정보를 통하여 지휘부는 기동 전술을 수립하게 된다. 기동 계획을 수립하는 과정에서 Algorithm을 적용하여 부대 이동경로를 생성하게 된다. 기동 계획을 수립하는 과정에서 Genetic algorithm, Dijkstra algorithm, Greedy algorithm을 적용하여 생성된 경로의 결과를 비교 평가한다.

그림 10에서 나타내고 있는 전장지역은 그림 3을 확대한 그림이 된다. 그림 10에서 α 값은 지역 속도 가중치를 나타내고, D 값은 적 공격으로부터 피해 정도, h 값은 지역의 고도를 나타낸다. 지역 속도 가중치는 Genetic algorithm에서 적합도 평가의 α (이동속도 증가 및 감소)값으

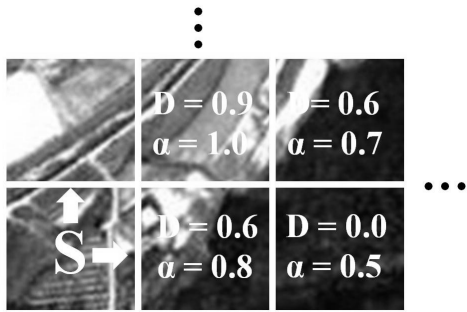


그림 11. 실험을 위한 데이터 입력

로 지역 속도 가중치가 0.9인 경우 소부대 최대 이동속도가 10km/h이면 해당 지역까지 이동속도는 9km/h가 된다. 적 공격으로부터 예상 피해 지역은 Genetic algorithm에서 적합도 평가의 D (아군 피해정도)값으로 적 공격 예상 피해 지역으로 이동하게 되면 전투력이 50%(0.5) 또는 90%(0.9) 감소하는 경우가 발생한다. h 값은 지역의 고도를 나타내며 지역사이의 거리값과 고도 차이값을 통하여 부대 이동거리를 도출한다.

본 실험에서는 실험의 복잡성을 줄이기 위해 소부대 출발지점에서 목표지점까지 고도값(h)을 제외하며 지역사이의 이동거리는 동일하게 설정하고 소부대 이동시간과 전투력 감소 현황으로 비교를 하게 된다. 전장지역을 Matrix로 표현하여 지역사이의 이동 거리는 1km로 동일하게 설정하며, 소부대의 이동 방향은 6개 방향(북쪽, 남쪽, 북동쪽, 남동쪽, 북서쪽, 남서쪽)에서 2개 방향(북쪽, 동쪽)으로 제한하고, 소부대 최대 이동속도는 10km/h로 제약조건을 설정한다.

본 실험은 Intel Core2 Duo 2.66GHz, 2GB RAM 환경에서 실시하였으며, Algorithm들은 Java 언어를 통해 LinkedList와 Array를 활용하여 구현하였다.

4.1 소부대 이동시간

전장에서 우위를 위해 적군과 교전에 대비하여 아군이 유리한 지역을 확보하는 것이 중요하다. 적군보다 유리한 위치를 확보하기 위해 소부대의 기동력도 중요하지만 이동시간을 고려한 이동경로를 통해 전장지역에서 유리한 지역을 확보 및 전장 상황을 유리하게 이끌어가는 것이 중요하다.

4.1.1 실험 목적

첫 번째 실험은 제안된 모델과 비교 모델들의 이동 구

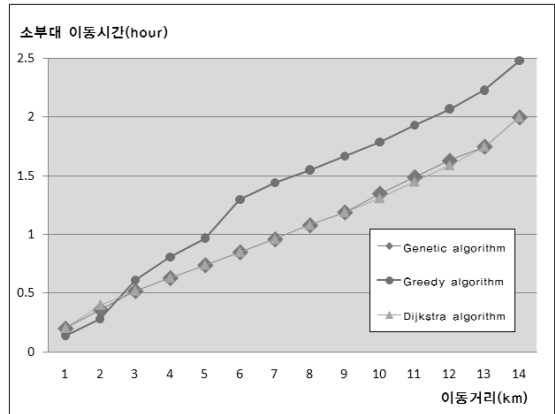


그림 12. 소부대 이동거리에 따른 이동 소요시간

간 별로 소부대 이동 소요시간을 측정하고 출발지점에서 목표지점까지 소부대 총 이동시간을 비교하여 Genetic algorithm을 기반으로 생성된 소부대 최적 이동경로 모델의 성능을 입증한다.

4.1.2 실험 결과

그림 12는 8×8 Matrix로 구성된 전장지역에서 각각의 모델들을 적용하여 구간별 이동거리에 따라 소부대 이동시간을 도출한 그래프이다. Greedy algorithm을 기반으로 생성된 소부대 최적 이동경로 모델은 현재 위치에서 다음 이동이 가능한 최대 2개 지역 중에 최적의 지역을 선택하여 진행하게 된다. 현재 위치에서 최적의 지역을 선택하여 이동하였지만 Globally optimal solution은 될 수가 없다. 그림 12에서 Greedy algorithm을 기반으로 생성된 소부대 최적 이동경로 생성 모델은 2km까지 이동한 경우 다른 모델에 비해 소부대 이동시간이 효율적으로 나타나고 있지만 3km지점에서 목표지점까지 비효율적인 이동시간을 나타내고 있다.

그림 12에서 Genetic algorithm과 Dijkstra algorithm 기반의 소부대 최적 이동경로 생성 모델은 2km지점과 11km지점에서 소요시간과 이동경로가 동일하지 않은 점을 확인할 수 있지만 목표지점까지 소요시간은 2hour로 동일한 것을 확인할 수 있다.

4.1.3 Discussion

Genetic algorithm 기반의 소부대 최적 이동경로 생성 모델은 Genetic algorithm의 다양한 요소를 고려한 적합도 평가로 인해 이동시간에서 Dijkstra algorithm기반의 소부대 최적 이동경로 생성 모델보다 늦어질 것으로

판단했다.

실험에서는 Genetic algorithm을 통해 100%의 전투력을 유지하고 이동시간을 고려하는 경우에 Dijkstra algorithm으로 생성된 이동경로보다 이동시간이 지연되는 현상이 발생하였다. 하지만 Genetic algorithm기반으로 생성된 이동경로에서 전투력을 50%유지하는 조건으로 변경한 경우에는 그림 12에서 나온 그래프에 따라 목표지점까지 총 이동시간이 동일한 것을 알 수 있게 되었다.

4.2 소부대 전투력 유지

소부대 이동 중에는 적군의 포병 공격으로부터 예상 피해 지역을 우회하여 안전한 이동경로를 통해 소부대 전투력 감소를 최소화해야 한다.

4.2.1 실험 목적

두 번째 실험은 알고리즘들을 기반으로 생성된 소부대 이동경로가 적군의 공격에 따라 안전한 이동경로인지 확인하고, 목표지점까지 이동 중에 발생하는 전투력 감소 현황을 확인하여 각각의 알고리즘 기반의 소부대 최적 이동경로 생성 모델의 성능을 비교한다.

4.2.2 실험 결과

그림 13은 각각의 알고리즘들의 기반으로 생성된 소부대 이동경로에 발생하게 되는 전투력 감소 현황을 보여주고 있다. Greedy algorithm과 Dijkstra algorithm기반으로 생성된 소부대 이동경로는 이동시간만을 고려하게 되며, Dijkstra algorithm은 최적의 이동시간을 고려하여 소부대 이동경로를 생성하였지만 적군의 공격에 의한 피해 지역에 대해 고려하지 못하여 Genetic algorithm을 기반

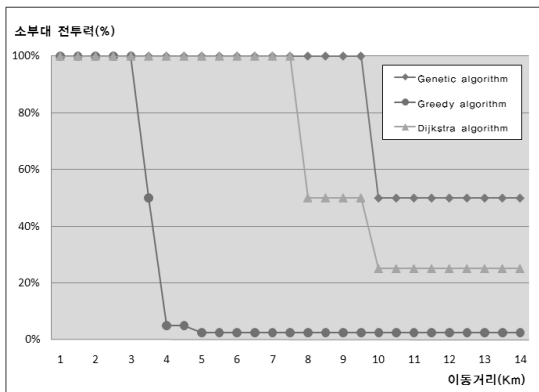


그림 13. 소부대 이동거리에 따른 전투력 감소 현황

으로 생성된 소부대 이동경로 모델보다 전투력이 낮은 것을 확인할 수 있다. Genetic algorithm의 적합도 평가를 통해 이동시간 및 소부대 전투력 등의 다양한 요소를 고려하여 이동경로를 생성할 수 있는 것을 확인할 수 있다.

4.2.3 Discussion

Genetic algorithm을 기반으로 생성된 소부대 이동경로 모델은 이동시간과 전투력 유지를 고려하여 생성하기 때문에 전투력 감소 현황에서 다른 알고리즘들에 비해 높은 전투력을 유지할 것으로 판단하였다.

첫 번째 실험과 두 번째 실험을 통해 Genetic algorithm을 기반으로 생성된 소부대 이동경로 모델이 전투력이 일부 감소해도 이동시간에서 Dijkstra algorithm으로 생성된 이동경로와 동일한 시간 소요를 확인할 수 있었고, Dijkstra algorithm을 통해 생성된 이동경로가 비교적 낮은 전투력을 유지하게 되었다.

4.3 Simulation time

소부대 이동경로 생성과정에서 전장 지역의 다양한 요소를 고려하여 소부대 이동경로를 생성하게 되면 이동시간을 단축시키고, 전투력 감소를 최소화할 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 전장 지역의 규모가 증가하면 전장 지역의 정보도 증가하게 된다. 전장 지역의 정보가 증가함에 따라 정보를 효과적 활용하여 Simulation time을 최소화하는 것이 필요하다.

4.3.1 실험 목적

세 번째 실험은 전장 지역 규모의 증가에 따라 증가된 전장 정보를 효과적으로 활용하여 최소의 Simulation time으로 소부대 이동경로가 생성되는 것을 입증하고자 한다. Matrix size가 증가함에 따라 증가된 지역 정보를 토대로 각각의 알고리즘들을 적용하여 소부대 이동경로를 생성하고 비교한다.

4.3.2 실험 결과

그림 14는 Matrix size가 증가함에 따라 각각의 알고리즘들로부터 소부대 이동경로가 생성되는 Simulation time을 측정하여 그래프로 표현하였다. 그림 14에서 Genetic algorithm을 통해 생성되는 소부대 이동경로 모델은 Simulation time이 2sec내외인 결과를 보여주고 있으며, Dijkstra algorithm을 기반으로 생성된 소부대 이동경로 모델은 5×5 matrix부터 7×7 matrix까지 Simulation time이 3sec이내 가 되었지만 8×8 matrix에서 25min이상 증가하는 결과

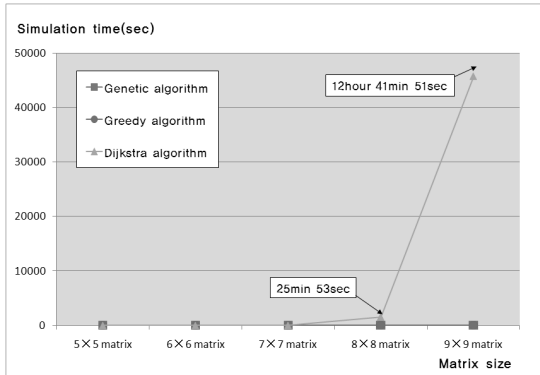


그림 14. Matrix size에 따른 Simulation time

를 확인할 수 있다. Dijkstra algorithm을 기반으로 생성된 소부대 이동경로 모델은 Matrix size가 증가함에 따라 Simulation time이 기하급수적으로 증가함을 확인하였지만 Genetic algorithm 기반으로 생성된 소부대 이동경로 모델은 2sec 내외로 변동이 없는 것을 확인할 수 있었다.

4.3.3 Discussion

전장 지역 정보의 증가로 인해 Dijkstra algorithm을 통해 소부대 이동경로가 생성되는 시간이 증가할 것으로 예상하였으며, Genetic algorithm을 통해 소부대 이동경로가 생성되는 시간도 증가할 것으로 판단하였다.

세 번째 실험을 통해서 Dijkstra algorithm은 Matrix가 증가함에 따라 이동경로 생성을 위해 필요한 메모리가 증가하여 Simulation time이 지연되는 것을 확인하였고, Genetic algorithm은 초기집단 생성과 선택, 교배, 돌연변이를 통한 다양한 탐색 방법이 메모리 활용을 최소화하게 되어 Simulation time의 지연시간이 발생하지 않는 것으로 판단된다.

5. 결 론

군에서 실시하는 전투모의훈련에 Genetic algorithm을 이용하여 훈련의 효율성을 향상시키고, 부대의 전투력 유지와 기동력을 향상시키는 방향으로 이끌어가고자 한다. 실험에서 적군의 포병공격으로 인한 예상 피해지역, 전장 지역의 경사도 및 장애물로 인하여 이동 속도 감소를 고려한 Genetic algorithm으로 소부대 이동경로를 생성하였다. Greedy algorithm은 Globally optimal path를 생성하지 못하고, Dijkstra algorithm은 Algorithm 계산시간에서 지연이 발생하지만 Genetic algorithm은 Algorithm

계산시간을 최소화하여 최적의 경로를 생성하게 되었다. Genetic algorithm은 전장 지역의 다양한 요소를 고려하여 경로를 생성하였지만 Greedy algorithm, Dijkstra algorithm은 다양한 요소를 고려하여 생성하는 것이 불가능하다. 이러한 상황을 DEVS 모델링 및 시뮬레이션 기법을 이용한 비교 실험을 통해 Algorithm 계산시간에서 효율성을 확인하였고, 전투모의훈련에서 부대 이동 경로를 생성하기 위해 Genetic algorithm이 적절하다는 것을 확인하였다.

향후 Genetic algorithm의 다양한 요소를 고려한 것과, Algorithm 계산시간의 효율성을 이용하여 적용할 수 있는 분야를 찾고 Genetic algorithm을 적절하게 활용할 수 있는 방향으로 진행하고자 한다.

참 고 문 헌

1. 강환일, 이병희, 장우석, “입자 군집 최적화와 개선된 Dijkstra 알고리즘을 이용한 경로 계획 기법,” 한국지능시스템학회, 18(2), pp. 212-215, 2008년 4월.
2. 고원, 김진우, “C4ISR 효과 모의분석의 기반개념 고찰,” 국방정책연구, 일반논문, 64, pp. 147-170, 2004년.
3. 박양순, 2010년대 전구급 위게임 발전방향에 대한 연구, 대학과정논문, 해군대학, pp. 23-33, 2009년.
4. 안창우, R.S. Ramakrishna, 강충구, “최단경로 라우팅을 위한 새로운 유전자 알고리즘,” 한국통신학논문지, 27(12C), pp. 1215-1227, 2002년 12월.
5. 장상철, “한국군 M&S 발전 방안,” 국방정책연구, 특집논문, 52, pp. 11-15, 2001년.
6. Bernard P. Zeigler, Herbert Praehofer, Tag Gon Kim, Theory of Modeling and Simulation: Integrating Discrete Event and Continuous Complex Dynamic Systems, Academic Press, pp. 76-96, 2000.
7. D.E. Goldberg, A Note on Boltzmann Tournament Selection for Genetic Algorithm and Population-Oriented Simulated Annealing, Complex System, Vol. 4, Complex Systems Publications, Inc., pp. 445-460, 1990.
8. J. H. Holland, Adaptation in Natural and Artificial Systems, The University of Michigan Press, Michigan, pp. 75-95, 1975.
9. L. j. Eshelman, R. A. Caruana, and J. D. Schaffer, Bases in the Crossover Landcape, Proc. 3rd Int. Conf. on Genetic Algorithm, J. Schaffer(Ed.), Mogan Kaufmann Publishers, LA, pp. 10-19, 1989.
10. Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, and Clifford Stein, Introduction to Algorithms, Second Edition, MIT Press and McGraw-Hill, Section 16:

Greedy algorithm, pp. 286-426, Section 24.3: Dijkstra's algorithm, pp. 595-601, 2001.

11. TAN Guan-zheng, HE Huan, and Aaron Sloman, "Global optimal path planning for mobile robot based on improved.

Dijkstra algorithm and ant system algorithm," J.Cent. South Univ. Technol. Vol. 13, No. 1, pp. 80-86, Feb 2006.



이 성 용 (dydttl@hanmail.net)

2005 세명대학교 컴퓨터과학과 학사
2009~현재 인하대학교 정보공학과 석사과정

관심분야 : 시스템 모델링&시뮬레이션, 유전자 알고리즘, 온톨로지



장 성 호 (ho7809@hanmail.net)

2004 용인대학교 컴퓨터정보공학과 학사
2006 인하대학교 컴퓨터정보공학과 석사
2006~현재 인하대학교 정보공학과 박사과정

관심분야 : 분산 시뮬레이션, 병렬 컴퓨팅, 네트워크 제어, 소프트웨어 모델링



이 증 식 (jslee@inha.ac.kr)

1993 인하대학교 전자공학과 학사
1995 인하대학교 전자공학과 석사
2001 미국 애리조나대 전기·컴퓨터공학과 박사
2001~2002 캘리포니아 주립대학교 전기·컴퓨터공학과 전임강사
2002~2003 클리블랜드 주립대학교 전기·컴퓨터공학과 조교수
2003~2006 인하대학교 컴퓨터공학부 조교수
2006~현재 인하대학교 컴퓨터공학부 부교수

관심분야 : 시스템 모델링&시뮬레이션, 분산 컴퓨팅