

임무유형과 다중 격자지도 기반의 임무지향적 전역경로 생성 연구

Mission Oriented Global Path Generation for Unmanned Combat Vehicle Based on the Mission Type and Multiple Grid Maps

이 호 주*

Ho-Joo Lee

이 영 일*

Young-il Lee

이 명 천*

Myung-Chun Lee

Abstract

In this paper, a global path generation method is suggested using multiple grid maps connected with the mission type of unmanned combat vehicle(UCV). In order to carry out a mission for UCV, it is essential to find a global path which is coincident with the characteristics of the mission. This can be done by considering various combat circumstances represented as grid maps such as velocity map, threat map and communication map. Cost functions of multiple grid maps are linearly combined and normalized to them simultaneously for the path generation. The proposed method is realized using A*, a well known search algorithm, and cost functions are normalized in the ratio of the traverse time which is one of critical information should be provided with the operators using the velocity map. By the experiments, it is checked found global paths match with the mission type by reflecting input data of grid maps properly and the computation time is short enough to regenerate paths in real time as combat circumstances change.

Keywords : Robot(로봇), Unmanned Combat Vehicle(무인전투차량), Global Path(전역경로), Mission Type(임무유형), Path Planning(경로계획), A*(A 스타)

1. 서론

현재 한국 육군에서는 ‘2020 국방개혁’의 추진이 진행됨에 따라 점차적인 병력 감소가 불가피한 상황과 인명중시 사상의 보편화 등으로 병사 및 기존의 유인

전투체계를 효과적으로 보조할 수 있는 대안으로써 무인전투체계가 고려되고 있음이 사실이다^[1]. 이에 국방과학연구소는 2005년 무인자율차량 XAV(eXperimentAl Vehicle)의 기술시범을 시작으로 현재 국방 무인화기술 연구를 활발히 진행 중이다.

무인전투차량(UCV : Unmanned Combat Vehicle)의 운용을 위해서는 적절한 지휘통제 방법과 자율주행기술이 뒷받침되어야 한다. 먼저, 운용자가 무인체계에 대한 설계 및 각종 통제·제어 모드 등에 대한 이해

† 2009년 12월 1일 접수~2010년 2월 4일 게재승인

* 국방과학연구소(ADD)

책임저자 이메일 : 이영일(mobilerobot@ymail.com)

나 사전 지식이 없이도 효과적인 체계운용을 가능하게 해 주는 운전자 인터페이스 및 자율주행을 위한 효과적인 경로계획 방법이 개발되어야 한다.

본 논문에서는 임무지향적인 전역경로 생성을 위하여 다중 격자지도 기반의 전역경로계획 방법을 제안한다. 제안된 방법은 UCV가 수행할 수 있는 임무유형(Mission Type)^[2]과 상호 연계되도록 고안되었다. UCV를 운용하기 위하여 설정해야 할 각종 운용모드들은 운용자가 선택한 임무유형에 따라서 사전에 최적화된 값으로 자동 설정됨으로써 보다 효과적인 체계운용이 가능한데, 제안된 전역경로계획 방법 역시 임무유형의 선택에 따라 경로 생성 간에 고려해야 할 격자지도가 자동적으로 운용자에게 제공되며, 운용자는 다수의 격자지도를 활용함으로써 보다 임무에 부합되는 전역경로를 생성할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서 경로계획에 대하여 개괄적으로 살펴보고, 3장에서는 임무유형과 다중 격자지도 기반의 전역경로 생성 방법을 제안한다. 제안된 방법에 대한 구현 및 실험 결과는 4장에서 설명되며, 결론은 마지막 5장에서 기술된다.

2. 무인전투차량의 경로계획 개관

UCV는 원격통제장치 및 원격제어장치를 통하여 통제차량의 운전자 또는 근접한 전투병에 의하여 운용된다. 필요시 운용자의 개입 없이 자율적으로 주행하거나 사전에 계획된 임무시나리오에 의거 순차적인 임무를 수행할 수도 있어야 하는데, 이것은 경로계획에 의해서 가능하다. UCV의 경로계획은 전역경로계획(GPP : Global Path Planning)과 지역경로계획(LPP : Local Path Planning)으로 구분된다^[3].

전역경로계획은 운용자가 선정한 비교적 넓은 작전지역을 대상으로 상황도를 중심으로 운용자가 직접 경로를 지정하거나, 가용한 지형정보 및 전장상황을 반영한 격자지도를 활용하여 차량의 이동 또는 임무수행을 위한 주행경로를 최적화하는 상위 개념의 경로계획이다. 따라서 전역경로계획은 운용자의 개입 정도에 따라서 보통 세 가지로 구분되는데, 주행경로 전체를 운용자가 지정한 경로지정주행(Route Following), 일정 간격의 경로점 또는 임무점을 지정하는 경로점주행(Waypoint Navigation) 그리고 출발점과 목표점(도착점)만을 지정하고 경로는 최적화 알고리즘을 통하

여 결정하는 자율주행(Autonomous Navigation)이 그것이다^[4]. 경로점주행과 자율주행은 이후 지역경로계획을 추가적으로 요구한다.

자율주행을 위한 전역경로를 생성하기 위해서는 먼저 Fig. 1과 같이 경로계획 대상 지역을 격자화하여 각 격자 내에 비용 정보를 입력한 격자지도가 필요하다. 따라서 최소의 비용으로 출발점과 목표점을 잇는 일련의 격자점들을 찾는 것이 전역경로계획이다. 격자지도의 크기는 UCV의 운용체대 및 그 작전지역의 크기에 의해서 결정되는데, 통상 수 km에서 수십 km까지도 될 수 있다. 경로 생성은 여러 가지 최적화 알고리즘을 활용할 수 있는데, Dijkstra, A*, D* 등의 탐색 알고리즘이 널리 사용된다^[5].

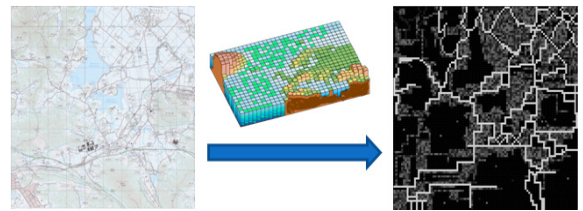


Fig. 1. 전역경로 생성을 위한 격자지도

격자지도의 격자 크기는 경로계획 대상 지역의 크기 및 UCV에 장착된 지형감지 센서의 성능을 고려하여 운용자가 융통성 있게 결정할 수 있다. 격자의 크기가 작으면 전역경로계획 문제의 복잡도가 증가하는 반면 보다 상세한 경로 생성이 가능하다. 하지만, 격자크기가 지형감지 센서의 감지범위 보다 작으면 전역경로계획과 지역경로계획이 상충되므로 그 이상의 값으로 설정할 필요가 있다. Fig. 2와 같이 국방과학연구소에서 로봇기술 개발의 일환으로 제작된 견마형 로봇(이하 ‘견마로봇’)에 장착된 센서의 성능을 고려할 때, 격자의 크기는 50~200m 정도가 적당하다.

지역경로계획은 전역경로계획의 결과로 얻어진 일련의 격자(경로점)들을 대상으로 지형감지센서 및 경로 최적화 알고리즘에 의해서 운용자 개입 없이 자율적으로 수행된다. 즉, 경로점과 경로점 사이에서 감지된 장애물 및 노면 특성 정보를 토대로 다음 경로점까지 최소의 비용으로 주행하기 위한 지엽적인 경로를 생성하는 것이다.

지역경로계획에서는 전역경로계획에 사용되는 알고리즘 외에도 RANGE(Real Time Autonomous Navigator with a Geometric Engine), RRT(Rapidly-Exploring Random

Tree) 등의 다양한 알고리즘들을 추가로 활용할 수 있다. 일례로, Fig. 3에서와 같이 M&S 도구를 사용하여 가시화한 RANGE 알고리즘은 곡선형 후보경로(Path Candidates)들 중에서 장애물이 없고 주행 특성이 가장 양호한 경로를 선택한다. 그림에서 점선은 현재 UCV가 생성한 후보경로들이며 그 중 실선은 현재 선택된 경로이다. 가는 실선(갈색)은 이전에 선택된 경로들이고 굵은 실선(붉은색)은 r그 경로에 따라 UCV가 실제로 주행한 궤적이다.

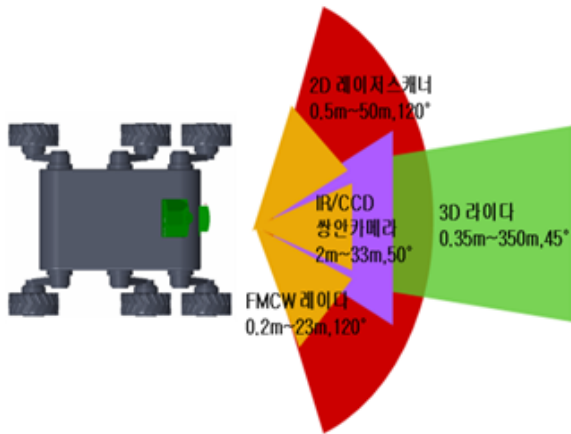


Fig. 2. 견마로봇의 지형감지 센서의 종류 및 성능

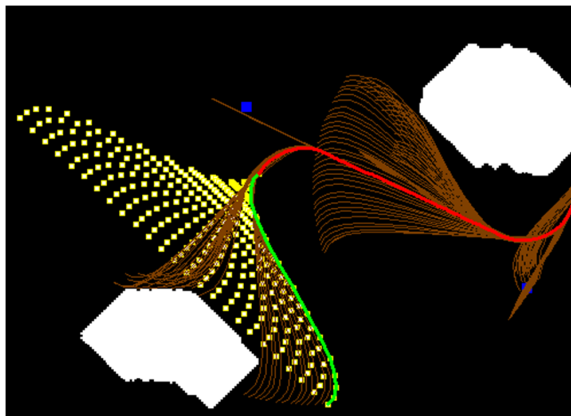


Fig. 3. 지역경로계획 알고리즘 ‘에’ : RANGE

지역경로계획의 갱신주기는 UCV에 장착된 지형감지 센서의 성능 및 작동 주기를 고려하여 결정되는데, 통상 1초에 한번 내지 수회까지 가능하다. 지역경로계획이 수행될 때마다 후보경로 생성 및 선택이 이루어지므로 UCV가 이전에 선택된 경로를 끝까지 추종하

기도 전에 (지역경로계획 수행주기가 짧을 경우) 새로운 경로가 생성/선택되는 과정이 반복적으로 발생되기도 한다.

3. 임무유형과 다중 격자지도 기반의 전역경로계획

UCV에 부여된 임무를 성공적으로 수행하기 위해서는 그 임무의 특성에 부합되는 전역경로 생성이 요구된다. 예를 들면, 어떤 지역으로 이동하여 감시정찰 임무를 부여받았다면, 우선 그 지역으로 가장 신속히 이동한 후 적의 관측 및 위협을 최대한 회피하면서 감시정찰 주행이 후속되어야 한다. 따라서 감시정찰 임무수행을 위한 경로는 단순히 주행시간 단축 외에도 적의 관측/위협에 대한 정보를 적절히 반영함으로써 UCV의 생존성 증대 등 그 임무 특성에 부합되어야 한다.

따라서 전역경로를 생성함에 있어서 UCV에게 부여된 임무의 유형(이하 ‘임무유형’)과 격자지도를 상호 연계시킴으로써 보다 임무지향적인 전역경로 생성이 가능하다. 임무유형에 따라 선택적으로 고려되는 격자지도들로는 UCV의 주행 가능성 정도를 반영한 속도맵 (Velocity Map) 외에도 적의 관측/위협 정도를 반영한 위협도맵(Risk Map), UCV의 위치 변동에 따른 통신 통달성 정도를 나타내는 통신맵(Communication Map), 지역 내의 군수지원성 정도를 입력한 군수맵(Logistics Map) 등이 있다. 이 외에도 사용자의 요구에 따라서 다양한 격자지도를 생성, 활용할 수 있다.

가. 무인전투차량의 임무유형 식별

UCV에 부여 가능한 임무유형은 운용목적, 성능 및 운용방법 등을 전반적으로 고려함으로써 식별 가능하다. 견마로봇의 경우, 5~6km의 가시권 내에서 운용자가 원격통제하거나 전투병이 근접제어함으로써 10여 km 이상의 전방 관측/감시가 가능한 영상감시 장비를 통하여 감시경계 임무를 수행할 수 있다. 또한, UCV 전면부에 장착된 지뢰탐지장치를 운용하여 지뢰탐지, 탐재된 무장운용을 통한 제한적인 보병전투 등 다양한 임무 수행이 가능하다. 필요시 운용자의 개입 없이 자율적으로 기동함으로써 임무시나리오에 의거 여러 임무를 순차적으로 수행할 수도 있다.

따라서 견마로봇을 모델로 한 UCV의 임무유형은 {기동, 감시경계, 지뢰탐지, 임무대기}의 네 가지로 식

별된다. 여기에 무장운용 여부 및 기동/정지 여부를 조합함으로써 임무유형을 보다 구체적으로 구분할 수 있다. 참고로, 무장운용은 모든 임무유형에 대하여 적용 가능하나, 기동/정지 여부는 「감시경계」 및 「임무대기」에만 상관된다. 이는 「기동」과 「지뢰탐지」는 이동 중에 수행되기 때문이다.

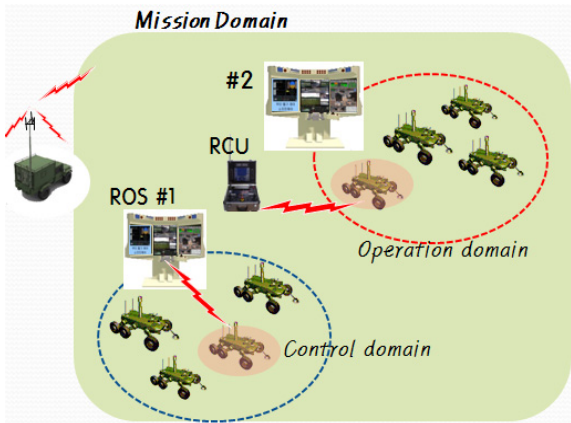


Fig. 4. NMAC 개념도

임무유형에 기반한 UCV 운용개념은 보다 효과적인 체계운용을 가능하게 해 준다. 견마로봇의 기본적인 운용개념인 Fig. 5의 NMAC(N-operators M-robots Access Control)^[6]에서도 알 수 있듯이 1명의 운용자가 다수의 UCV를 운용할 수 있다. 이것은 운용자 개입을 최소화

화하면서도 효과적인 UCV 운용이 가능해야 함을 의미하는데, 임무유형의 적용을 통하여 보다 용이하게 구현할 수 있다. 일례로, UCV의 각종 운용모드들은 부여되는 임무의 특성에 따라서 그 설정이 변경되어야 하는데, Fig. 5에서와 같이 임무유형별로 운용모드를 사전에 최적화하고, 임무유형의 선택에 따라 그 값이 자동적으로 변경/적용 되도록 하는 것이다.

전역경로를 생성함에 있어서도 UCV에게 어떤 임무유형을 지정하는가에 따라서 전역경로 생성 간에 고려해야 할 격자지도가 Table 1에서와 같이 자동적으로 결정된다. 이 때 각 격자지도에 대한 중요도는 운용자가 입력할 수 있어야 함은 당연하다.

Table 1. 임무유형과 연계된 격자지도 ‘예’

임무유형	격자지도
이동	속도맵, 통신맵, ...
감시경계	속도맵, 위협도맵, ...
지뢰탐지	속도맵, 위협도맵, ...
임무대기	통신맵, 군수맵, 은폐맵...

나. 다중 격자지도를 활용한 전역경로 생성

운용자가 UCV에 지정한 임무유형에 부합되는 전역경로를 생성하기 위해서는 두 개 이상의 격자지도를 동시에 고려할 필요가 있다. 이 때 사용되는 격자지도

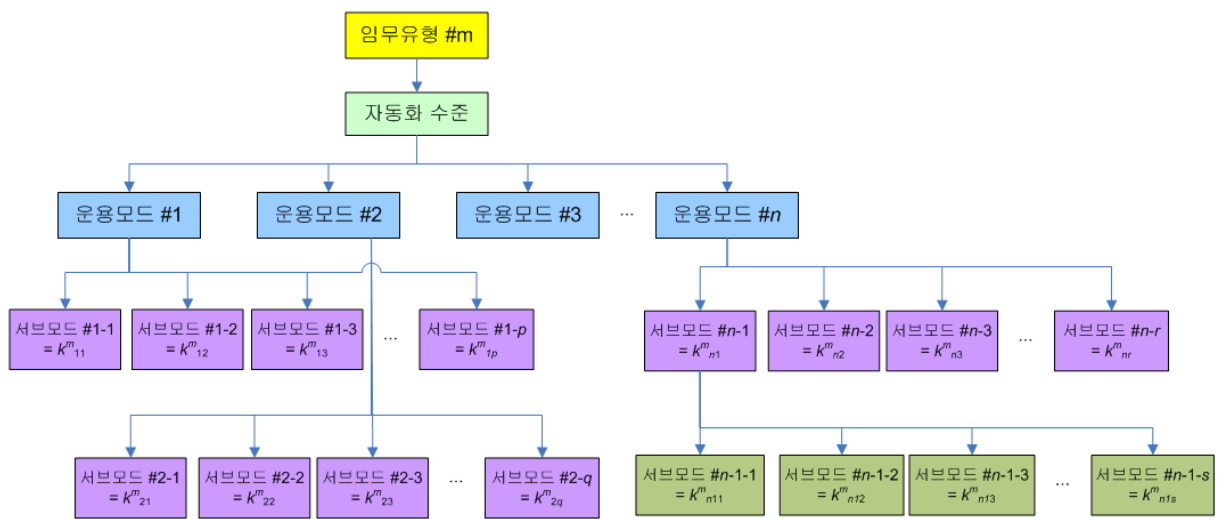


Fig. 5. 임무유형에 따른 운용모드 최적화

의 종류는 임무유형의 선택과 동시에 자동적으로 결정, 제공될 필요가 있다.

다수의 격자지도를 동시에 사용할 경우, 각 격자지도에 대한 비용함수를 선형조합(Linear Combination) 및 정규화(Normalization)함으로써 임무유형에 부합되는 전역경로를 생성할 수 있다. 즉, 구하고자 하는 전역경로를 $P=\{1, 2, \dots, p\}$ 라고 하면, m 개의 격자지도를 활용하여 전역경로를 생성하는 문제는 식 (1)~(2)와 같이 정의할 수 있다. 이 때 α 와 δ 는 각각 선형조합(Linear Combination) 및 정규화(Normalizing) 상수를 의미한다. t_i , r_i 및 u_i 는 경로 P 에 대하여 각 격자지도별로 상이하게 정의된 해당 격자 i 에 입력된 비용 값이다.

$$\min \alpha_1 \delta_1 \sum_{i=1}^p t_i + \alpha_2 \delta_2 \sum_{j=1}^p r_j + \dots + \alpha_m \delta_m \sum_{k=1}^p u_k \quad (1)$$

$$(\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_m = 1)$$

$$\text{s.t. selection of } \begin{cases} r_i \leq R \text{ for } i = 1, \dots, p \\ \sum_{i=1}^p t_i \leq T_L \end{cases} \quad (2)$$

운용자는 제약조건을 선택적으로 적용할 수 있다. 일례로, 식 (2)은 경로 P 에 속하는 모든 격자의 비용 수준이 운용자가 설정한 한계치(R) 이하이어야 한다는 것과 경로에 속한 모든 격자들에 대한 비용 합이 허용치(T_L)보다 적어야 함을 의미한다.

전역경로 P 에 대한 예상 주행시간(Traverse Time)은 운용자에게 제공되어야 할 핵심적인 정보이다. 이것은 격자 내에 주행 가능 속도를 입력한 속도맵(Velocity Map)을 활용하여 구할 수 있다. 전역경로 생성을 위해 널리 사용되는 알고리즘인 A^* 를 이용할 경우, 속도맵에 대한 비용함수, 즉 주행시간은 식 (3)~(4)를 통하여 계산 가능하다.

$$f(n) = g(n) + h(n) \quad (3)$$

$$g(n) = g(n-1) + \frac{\Delta G}{V_n}, \quad h(n) = \frac{d_{n-g}}{V} \quad (4)$$

출발점에서 n 번째 격자까지의 주행시간을 의미하는 $g(n)$ 과 현 격자에서 목표점까지의 주행시간에 대한 예

측 값인 $h(n)$ 의 합으로 구성되는 비용함수 $f(n)$ 은 격자 n 에서의 주행 가능 속도(V_n) 및 속도맵 전체에 대한 평균속도(\bar{V})를 이용하여 계산될 수 있다. d_{n-g} 와 ΔG 은 각각 격자 n 에서 목표점까지의 거리 및 격자크기를 의미한다.

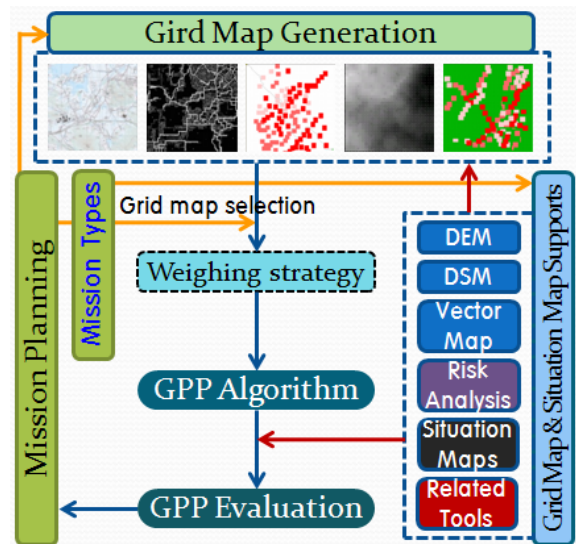
전역경로 생성을 위한 또 다른 접근법이 있다. 그것은 경로를 연하여 주행하는 UCV의 생존성을 극대화하는 관점으로써 적 위협 정보를 포함한 격자지도가 사용된다. 찾고자하는 경로 P 에 대한 위협(Risk 또는 Kill Probability) 수준을 의미하는 $r(P)$ 는 i 번째 격자에서 UCV가 죽을 확률(Probability of Killed) p_i^k 를 사용하여 식 (5)와 같이 정의된다.

$$r(P) = 1 - \prod_{i=1}^p (1 - p_i^k) \quad (5)$$

따라서 UCV의 생존성을 극대화하기 위한 경로는 다음과 같은 최적화 문제를 해결하여 구할 수 있다.

$$\min r(P) \quad (6)$$

$$\text{s.t. } \sum_{i=1}^p t_i \leq T_L \quad (7)$$



DEM : Digital Elevation Map
DSM : Digital Surface Map

Fig. 6. 전역경로계획 아키텍처

다중 격자지도 기반의 전역경로계획은 격자지도의 체계적인 작성과 활용을 전제로 한다. 하나의 격자지도를 작성하고 전장상황의 변화에 따라 실시간 최신화하기 위해서는 여러 가지 관련된 정보를 토대로 그 과정을 자동화할 필요가 있다. 또한, 생성된 전역경로는 UCV의 위치 변동에 따라서 그 유효성을 지속적으로 평가하고 필요시 격자지도와 함께 갱신하여야 한다. 이러한 일련의 과정은 Fig. 6과 같은 전역경로계획 아키텍처의 구현을 통하여 가능하다.

4. 구현 및 실험

제안된 전역경로 생성 방법은 10km×10km 크기의 실제 지역을 대상으로 테스트되었다. 가장 중요한 격자지도라고 할 수 있는 속도맵과 위험도맵의 두 개의 격자지도가 ‘감시경계’ 임무유형의 지정에 따라 선택되었다고 본다. 실험 대상 지역인 ○○지역(SHEET 3916 IV SE)에 대한 속도맵은 벡타지도(FDB : Feature DataBase)를 활용하여 작성되었다⁷⁾. 위험도맵은 적 교리 및 무기체계의 사거리를 고려하여 도로를 연한 7~8부 능선 상에서의 가시선을 기초로 판단된 위협 수준을 단계화한 값을 격자에 입력하였다.

경로계획 대상 지역 및 격자지도 작성 결과는 Fig. 7~9와 같다. 격자지도의 가시화 측면에서 속도맵에 입력된 0에서 100km의 주행 가능 속도를 10단계로 나누어 음영 처리하였는데, 검정색에 해당되는 격자의 주행 가능 속도는 0이다. 위험도맵의 경우, 위협 수준은 4단계로 구분하여 녹색에 해당되는 격자의 적 위협은 무시할 만한 수준으로 그 입력 값은 0이다. 반면, 빨간색 격자의 위협 수준은 가장 높은 3의 값을 갖는다.

결과적으로 Fig. 8의 지역에 대한 전역경로는 식 (8)~(9)의 최적화 문제를 해결함으로써 찾을 수 있다. 식 (9)에서 r_i 와 t_i 는 경로 P 의 i 번째 격자에 대한 위협수준과 주행시간을 의미한다. 제약조건으로는 최대 허용 주행시간($T_L = 2,000\text{sec}$) 만을 고려하였다.

$$\min \alpha \sum_{i=1}^p t_i + (1-\alpha) \delta \sum_{j=1}^p r_j \quad (8)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^p t_i \leq T_L \quad (9)$$



Fig. 7. 경로계획 대상 지역(군사지도)



Fig. 8. 속도맵

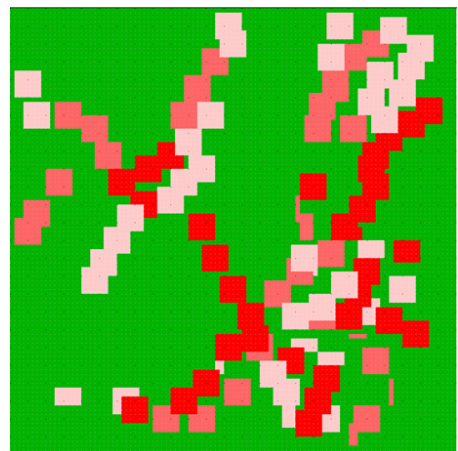


Fig. 9. 위험도맵

위 문제의 해결함에 있어서 A* 알고리즘을 일부 수정하여 적용하였다. 특히, A*는 경로 탐색에 있어서 그 구조적 특성상 함정(Trap) 또는 막힌길(Dead-end or Cul-de-sacs)과 같은 지역에서 신속히 탈출하지 못하고 지루한 탐색을 지속하는 경향이 있다. 따라서 구현된 알고리즘에서는 탐색시간을 줄이기 위한 방편으로, Fig. 10에서와 같이 ‘가상장벽(Imaginary Obstacles)’ 개념을 적용하였다. 이는 운용자가 속도맵 등의 격자지도를 작성할 때 경로 탐색이 불필요한 지형적 함정 또는 임무 수행과 무관한 지역을 회피하도록 개략적인 탐색 방향을 유도하기 위하여 해당 격자에 최대의 비용 값을 할당하는 것이다.

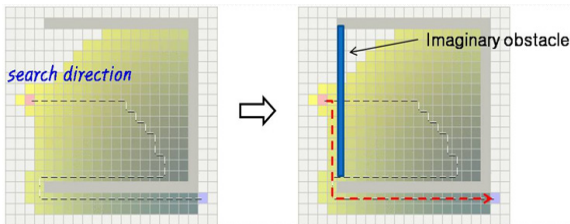


Fig. 10. 탐색시간을 줄이기 위한 가상장벽

다중 격자지도를 활용한 전역경로 생성 알고리즘 (MGM-GPA : Multiple Grid Map based Global Path Algorithm)의 세부 동작 절차는 다음과 같다.

MGM-GPA

- Step 1 : 출발점(g_s)과 목표점(g_G)을 설정되면 집합 O , C 및 경로 P 생성하고 공집합으로 초기화
- Step 2 : g_s 를 O 에 추가($O \rightarrow O + \{g_s\}$)
- Step 3 : 만일 $O = \emptyset$ 이면, 중지(경로 최적화 실패)
- Step 4 : 비용함수 $f(g=h)$ 의 증가순으로 정렬된 집합 O 의 첫 번째 격자 g^* 를 O 에서 제외하고 집합 C 에 추가($O \rightarrow O - \{g^*\}$ & $C \rightarrow C + \{g^*\}$)
- Step 5 : 만일 $g^*=g_G$ 이면, g^* 를 P 에 추가하고 중지 (경로 P 안에 있는 격자는 Step 7에서와 같이 선후 격자들에 대한 정보 유지)
- Step 6 : g^* 에 인접한 후속 격자들을 집합 S 에 생성
- Step 7 : S 의 원소 s 중에서 $s \in S, s \notin C$ & $s \notin O$ 를 만족하는 모든 원소를 O 에 추가($O \rightarrow O + \{all\ s\}$). S 의 원소들에 대하여 g^* 의 후행격

자라는 정보 생성. C 에 속하는 s 에 대하여 P 의 말단 격자부터 g_s 까지 연결되도록 선행격자 정보 생성

Step 8 : Step 3으로 이동

속도맵에 대한 비용함수는 식 (2)에 의거 주행시간으로 누적 계산되는 반면, 위험도맵은 단계화된 비용값(0~3)으로 계산된다. 따라서 식 (8)의 두 격자지도 비용 값의 정규화를 위한 상수 δ 는 식 (10)과 같이 O 의 첫째 원소(격자)를 선택하여 속도맵의 주행시간에 대한 위험도맵의 비용값의 비율로써 Step 4에 적용되었다.

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^p t_i}{\sum_{j=1}^p T_j} \tag{10}$$

실험 결과, 다중 격자지도 기반의 전역경로 생성 방법은 임무유형에 부합되는 경로를 신속히 생성함을 확인하였다. 운용자는 선형조합상수 a 값의 변경으로 주행시간과 적 위험을 적절히 조절 가능하다. Fig. 11에서 확인할 수 있듯이 a 가 1에 가까울수록 주행시간 단축에 대한 비중이 증대됨에 따라 생성된 경로가 위험도맵 상의 일부 위험지역을 관통하는 경우가 발생된다. 반면, a 가 0에 가까울수록 주행시간 단축 보다는 적 위험을 최대한 회피할 수 있는 경로를 생성한다. Fig. 12에서는 $a = 0.1$ 일 때 $a = 1$ 인 경우에 비하여 주행시간이 거의 2배나 되지만 적 위험을 적절히 회피하는 전역경로를 생성함을 볼 수 있다. 생성된 전역경로는 운용자가 설정한 제약조건($T_L = 2,000\text{sec}$)을 충족하므로 UCV에 하달될 것이다.

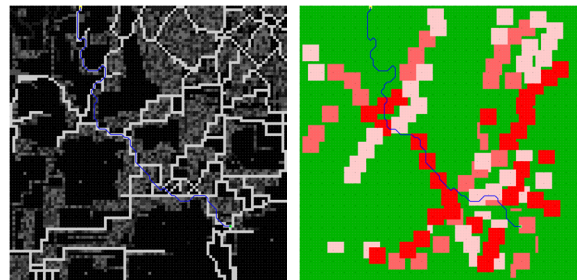


Fig. 11. 주행시간 단축 관점의 전역경로($a = 1$, 주행시간 = 905초)

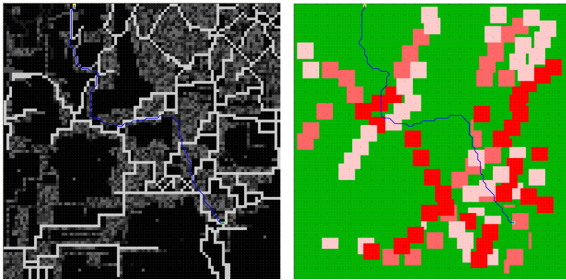


Fig. 12. 위험 회피 관점의 전역경로($\alpha = 0.1$, 주행시간 = 1,743sec)

전역경로 생성에 소요되는 계산시간은 대상 지역의 크기가 클수록, 격자지도의 격자크기가 작을수록 그리고 고려되는 격자지도의 수가 많아질수록 증가한다. Pentium 4 CPU 3.4GHz 프로세서의 컴퓨터를 사용한 실험결과에 의하면, 대대~연대급 제대의 통상적인 작전지역 크기에 대하여 50~100m의 격자크기의 2~3개의 격자지도를 사용할 때 불과 수초 내에 전역경로를 생성할 수 있다. 또한, 임무유형과 연계된 다수의 격자지도를 활용한 전역경로 생성 방법은 하나의 격자지도에 의한 것보다 UCV의 임무 수행에 보다 적합한 전역경로를 생성할 수 있음을 알 수 있다.

5. 결론

본 논문은 무인전투차량의 임무유형에 따라 상이하게 선택되는 다중 격자지도 기반의 전역경로 생성 방법을 제안하였다. 제안된 방법에서는 먼저 무인전투차량이 수행 가능한 임무유형을 식별하고 그 임무유형별로 고려할 필요성이 있는 격자지도들을 연계시킨다. 이를 기초로 경로 탐색에 있어서 다수의 격자지도를 동시에 고려할 수 있도록 격자지도별 비용함수를 선형조합하고 그 비용 값을 정규화하는 방법을 통

하여 임무의 특성에 부합되는 전역경로를 생성할 수 있다.

제안된 방법은 실시간 변하는 전장상황을 전역경로 생성 간에 효과적으로 반영하기 위하여 다양한 격자지도의 작성과 활용을 요구하므로 향후 이 분야에 대한 연구가 필요하다. 다중 격자지도 기반의 전역경로 생성 방법은 국방과학연구소를 중심으로 기술개발 중인 견마로봇에 부분적으로 구현되어 무인전투차량의 운용효과 증대에 기여할 수 있음을 확인하였다.

Reference

- [1] 함참, 합동개념요구능력서, 2008.
- [2] 이호주 외 6인, “무인전투차량의 전투효과 증대를 위한 운용자 인터페이스 구현”, 제16회 지상무기 학술대회 초록집 p. 114, 2008.
- [3] Kramer, T. A., Laird, R. T., Dinh, M., Barngrover, C. M., Cruickshanks, J. R and Gilbreath, G. A., SPIE Unmanned Systems Technology VIII 2006.
- [4] Thorpe, C., Hebert, M, Pomerleau, D., Stentz, A. and Kanade. T., “Unmanned Ground Vehicle System Perception for Outdoor Navigation”, Technical Report TEC-0114, 1995.
- [5] Stentz, A., “Optimal and Efficient Path Planning for Partially Known Environments”, Proceedings of IEEE International Conference on Robotics and Automation, 1994.
- [6] 김준 외 3인, “견마로봇의 NMAC 설계 및 구현”, 제15회 한국군사과학기술학회 종합학술대회, pp. 1065~1068, 2007.
- [7] 이호주 외 6인, “FDB 기반의 경로계획용 속도맵 생성”, 제17회 한국군사과학기술학회 종합학술대회, pp. 1972~1975, 2009.