

논문 2011-48CI-5-2

# 가상군의 인간유사성 움직임을 위한 통합 시뮬레이션 시스템

## ( Integrated Simulation System for Computer-Generated Forces' Human-like Movement )

한 창 희\*, 신 규 용\*, 오 명 호\*

(Changhee Han, Kyuyong Shin, and Myungho Oh)

### 요 약

본 연구의 목적은 가상환경 내의 가상 군인이 다른 가상군인 혹은 시뮬레이션에 참가한 실제 군인과 원활한 의사소통을 하기 위해, 제한된 인지에 기초한 지도제작 (Limited-Perception Mapping) 모듈을 지형추론(Spatial Reasoning) 모듈, 경로 계획(Path Planning) 모듈, 및 인간 모션스타일 (Human Motion Style) 모듈들과 통합하는 통합 시뮬레이션 시스템(Integrated Simulation System)을 만드는 것이다. 가상 인간을 다루는 군사 시뮬레이션, 컴퓨터 게임과 같은 많은 연구들에서, 인간의 고유 특성인 제한된 인지 (예: 120 정도의 시야)가 무시되거나 전지전능한 인지에 의해 제작되는 전역 지도를 사용함에 의해서 인지과정을 단순화해 왔다. 이들의 시스템에서는 Placement node가 사용됨으로써 가상환경 디자이너들은 가상환경을 제작할 때 노드들 간에 서로 도달할 수 있는 노드들과 필요 정보를 미리 저장해 두는 기법을 사용하고 있다. 그러나 본 연구의 통합 시뮬레이션 시스템은 노동집약적이고 다이내믹한 상황에서는 많은 제한사항이 존재하는 전지전능한 기법에 의하지 않고 단지 인간과 같은 정도의 제한적 인지만을 갖고도 인간과 유사한 움직임을 성공적으로 달성할 수 있음을 보여 주고 있다.

### Abstract

The goal of this paper is to describe how to construct an integrated simulation system that integrates limited perception-based mapping with spatial reasoning, path planning, and human motion style in order for a virtual soldier to effectively communicate with other virtual soldiers and/or human participants in a simulation. Virtual human research often ignores or simplifies perception by using a full map (with omniscient perception). In addition, previous research used a placement node where virtual environment designers save in advance the required information. However, this paper also shows that the human-like movement behavior can be achieved by the integrated ECA system with the mapping that supports a spatial understanding and does not require the omniscient perception.

**Keywords :** 가상군, 모델링 및 시뮬레이션, 지도 제작, 항해 데이터 연산, 인지적 행동, 경로탐색, 지형 추론

## I. 서 론

본 연구의 목적은 가상환경 내의 가상 군인이 다른 가상 군인 혹은 시뮬레이션에 참가한 실제 군인과 원활한 의사소통을 하기 위해, 제한된 인지에 기초한 지도 제작 (Limited-Perception Mapping) 모듈<sup>[6]</sup>을 지형추론

(Spatial Reasoning) 모듈, 경로 계획(Path Planning) 모듈, 및 인간 모션 스타일 (Human Motion Style) 모듈들과 통합하는 통합 시뮬레이션 시스템(Integrated Simulation System; 이후로는 ISS)을 만드는 것이다. 통합 시뮬레이션 시스템 내 가상 공간상에서의 효과적인 의사소통은 지형추론과 인간과 유사한 움직임과 깊이 연관되어 있다. 예를 들어, 임무사전 연습<sup>[14]</sup>과 같은 군사 시뮬레이션에서, 인간 소대장은 ISS 내의 가상 군인에게 의료 수송기가 착륙지점 내에 안전하게 착륙을 할 수 있게, 착륙지점을 점령하고 사수하도록 “착륙지점 사수”의 명령을 하달한다. 이때 명령을 접수한 ISS

\* 정회원, 육군사관학교 전자정보학과  
(Department of Computer Science & Electrical Engineering, Korea Military Academy)

※ 본 논문은 육군사관학교 화랑대연구소의 2011년도 연구활동비 지원을 받아 수행되었음.  
접수일자: 2011년 8월16일, 수정완료일: 2011년9월6일

내의 가상 군인은 착륙지점에 해당하는 지형 개념을 해석하여 해당 위치를 인식하여야 한다. 또한 가상 군인이 그 인지된 특정 위치인 착륙지점까지 어떻게 이동해 가느냐의 문제도 해결되어야만 한다.

착륙지점과 같은 지형 개념을 인지하기 위해서는, ISS는 지형 개념과 연관 있는 지형 표현 즉 지도제작(즉, Mapping)을 실행해야 한다. 지도제작에 기초해서, ISS는 지형 개념의 추출 즉 지형 추론(즉, Spatial Reasoning)을 가능하게 할 수 있다. ISS내의 가상 군인의 움직임을 위해서는 제작된 지도와 추론된 지형 개념들에 의해서 경로를 계획(즉, Path Planning)할 수 있게 된다. 그 계획된 경로 상에서, ISS는 인간 모션 스타일의 움직임을 시현해 내야만 한다. 그렇게 되면, 시뮬레이션에 참가한 인간 소대장 혹은 다른 가상 군인은 가상 부하 혹은 동료의 모션 스타일에 의해서 현재의 전술적 상황을 인지해 낼 수 있다. 그리하여 ISS의 가상 군인의 인간과 유사한 움직임은 지도제작, 지형추론, 경로계획, 및 인간 모션 스타일의 모듈들의 통합시스템을 통해 보여 질 수 있게 된다. 그러나 이러한 모듈들이 통합된 시스템을 제공하는 연구가 진행되지 못해왔다.

군사 시뮬레이션<sup>[1, 9, 12, 14]</sup>과 컴퓨터 게임<sup>[13, 15]</sup> 등 가상 인간을 다루는 많은 연구들에서, 인간의 고유 특성인 제한된 인지 (예: 120 정도의 시야)가 무시돼왔거나 전지전능한 인지에 의해 제작되는 전역 지도 (즉, Full Map)를 사용함에 의해서 인지과정을 단순화해 왔다. 이들의 시스템에서는 Placement node<sup>[15]</sup>가 사용됨으로써 가상환경 디자이너들은 가상환경을 제작할 때 노드들 간에 서로 도달할 수 있는 노드들과 필요한 정보를 미리 저장해 두는 기법을 사용한다. 이러한 제작 기법은 시간 소모적이고 노동 집약적인 방법론일 수밖에 없다<sup>[15]</sup>. 아울러, 이렇게 지형내의 모든 주요 지점에 지형 정보를 미리 저장하는 기법은 다이내믹한 환경(예: 포격에 의한 건물 파손)에서처럼 모든 가능한 지형 정보 및 해당 지점에서의 가상 인간의 모든 행동을 미리 예견할 수 없을뿐더러, 모든 행동을 미리 저장해 두는 것은 불가능한 일이다. 더욱이 많은 연구자<sup>[3~5, 7~8, 16]</sup>들은 전역지도는, 먼저 제작된 지역지도를 연결함에 의해서 생성되어야 인간의 인지과정에 잘 부응하는 것이라고 설명하고 있다.

통합 시뮬레이션 시스템의 제작 과정을 설명하면서, 동시에 본 논문은 지형 정보를 사전에 미리 가상 환경에 저장하지 않으면서도 실시간에 정보를 획득하는 방

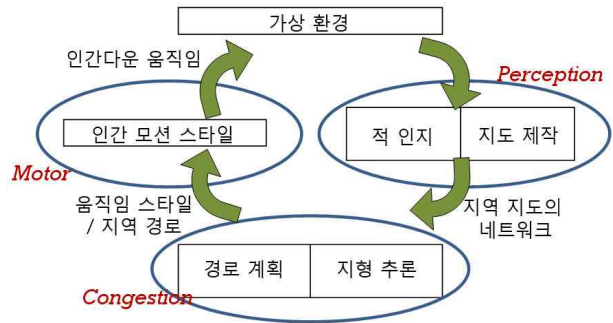


그림 1. 통합 시뮬레이션 시스템의 개관  
Fig. 1. An overview of the Integrated Simulation System.

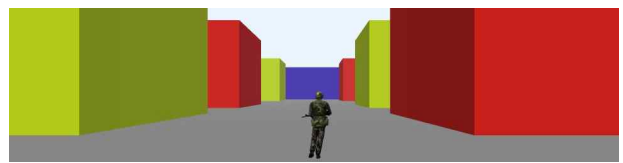


그림 2. 가상 도시 환경내의 거리의 정면도  
Fig. 2. An audience view of a street in a virtual urban setting.



그림 3. 가상 군인의 지형 인지의 내부 표현  
Fig. 3. An virtual character's internal view.

법으로, 인간과 유사한 움직임을 통합 시뮬레이션 시스템이 달성할 수 있음을 보여주하고자 한다.

본 연구에서 사용하는 모듈들의 통합을 위해서 지금까지 언급한 4가지 모듈(지도제작; 지형추론; 경로계획; 인간모션 스타일)들 각각을 새롭게 개발한다는 것은 매우 어려운 일이다. 대신, 이전에 개발된 연구들을 참조하여 본 연구의 시스템의 요소 (즉, 인지기 (Perception), 인식기 (Cognition), 발동기 (Motor))에 채택하였다(그림 1). 다음 장의 본문에서는 차례로 지도제작, 지형추론, 경로계획, 인간모션 스타일에 대해 설명하고 통합 시스템의 시현 결과와, 관련연구를 제시하고, 결론으로 본 논문을 끝맺고자 한다.

## II. 본 론

### 1. 지도 제작 (Mapping)

지형에 대한 이해는 가상 군인이 자신의 주변 환경을 인지하고 탐색함에 의해서 공간을 표현하고 정의하는

능력으로 부터의 결과물이다. 그래서 지도 제작은 ISS 내의 가상 군인의 움직임과 공간 인지를 위한 선결요소이다. Hill et al의 지도 제작 이론<sup>[6]</sup>이 본 연구에 적용되었다. 이들의 지도 제작이론은 지형 정보를 사전에 가상 환경에 저장하지 않으며, 110도 정도의 시야만으로 주변을 인지해 가며, 시야는 인간과 같이 벽과 같은 장애물에 의해 차단된다.

가. 지역 지도 (Local Map) 제작

지역 지도를 제작하기 위한 주요한 특성은 지역 공간과 그 공간들 사이의 출구 (exit)를 인지하고 정의하는 일이다. 가상 환경의 2-1/2D 스케치<sup>[10]</sup>가 지도 제작 모듈의 입력 값으로 사용되었다. 스케치는 깊이 정보를 가진 경계선들의 집합이다. 이 스케치를 생성하기 위해서, 임의의 숫자 즉 RGB 칼라 값이 가상환경의 빌딩, 지표면, 벽면 등에 부여된다(그림 3). 일반적인 경계선 탐지 기술과 그래픽 분야의 z-buffer 기술을 이용하여, 지표면과 빌딩과 지표면과 외벽들의 경계선이 임의로 부여된 숫자 값에 의해서 인지된다. 그 인지된 경계선들은 순서 리스트에 저장이 된다.

출구는 면과 면이 겹치는 시야의 차폐가 일어나는 지점에서 발생한다. 출구 (예, 그림 4(a)의 exit1) 는 어떤 차폐점 (그림 4의 원으로 표시된 부분) 으로부터 리스트의 경계선들까지의 가상의 선들 중에서 가장 짧은 선이다. 만약에 그 선택된 선상의 점이 피차폐점인 경우 “doubtful exit”으로 정의한다. 그렇지 않은 경우는 “doubtless exit”으로 정의한다. doubtful exit은 가상군인의 시야가 변함에 따라 doubtless exit으로 변화하거나, 더 많은 피차폐선으로 보여 지게 된다. 가상 군인이 이 출구들을 통과해서 지나가는 경우, 그는 새로운 지역 공간으로 들어가게 되며, 이때 만들어지는 새로운 지역 지도는 전역 지도에 더해지게 된다.

나. 잉여 지도 (Residue Map) 제작

ISS 시스템의 지도 제작 과정은 다른 맵핑 연구자들<sup>[1, 3, 5, 9, 13, 16]</sup>과는 다르게 현재 지역 공간으로만 제한되지 않는다. 지역 지도를 만드는 과정에서 무시된 공간 (그림 4 (a) 너머의 바깥쪽 공간)을 지도 제작 과정에 포함시킨다. 현재의 지역 공간 밖의 즉 exit1 너머에 있는 공간은 또 하나의 새로운 지역 공간인데 가상 군인이 그 새로운 지역 공간을 실제로 방문하지 않고도 중요한 정보를 제공 받을 수 있게 된다. 착륙지점을 탐색

중인 가상 군인에게 현재 지역 공간에는 헬리콥터가 착륙할 적당한 공간이 없다 하더라도 그 새로운 지역 공간은 가능할 수 있다는 정보를 미리 얻을 수 있게 된다.

가상 군인이 지역공간내의 출구를 통과해서 새로운 지역으로 들어서는 순간, ISS는 그 공간에 대한 지역 지도를 임시로 생성한다. 그 임시로 생성된 지역 지도와 이전의 지역 공간에 있을 때 이미 작성되었던 잉여 지도 사이에서 불확실한 출구의 전체 합이 제일 작은 쪽이 최종적으로 그 새로운 공간에 대한 지역 지도로 선택이 된다.

다. 전역 지도 (Global Map) 제작

그림 4, 그림 9 (b), 그리고 그림 10 (b)의 지도에서 경계선들은 검은 두꺼운 선으로, doubtless exit은 얇은 실선, doubtful exit은 얇은 점선으로 표시했다. 작은 점은 ISS내의 가상 군인을 의미하며, 큰 사각형은 착륙지점을 의미한다. 적군은 의도적으로 표시되지 않게 했다.

그림 4 (a)는 착륙지점내에 위치한 적군을 인지한 후 지역 지도 #1로부터 지역지도 #2의 공간으로 우회한 직

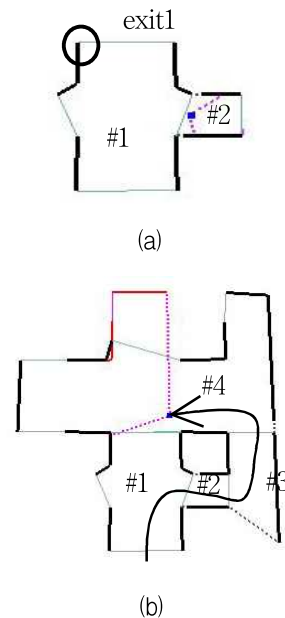


그림 4. 지역 지도들과 전역 지도. 그림 (a)의 원형은 차폐점을 의미. 그림 (b)는 지역지도 4개가 #1부터 #4까지 차례대로 추가된 모습을 보여주고 있다. 긴 화살표는 가상군인의 발자취.

Fig. 4. Local maps and Global map: The circle in (a) indicates an occluding vertex. Fig (b) shows a global map being composed of 4 local maps from #1 to #4 in order. The long arrow in (b) indicates the agent trace.

후의 스냅샷이다. 그림 4 (b)는 가상 군인이 착륙지점에 도착할 때까지 순서적으로 만들어진 지역 지도 #1, #2, #3, 그리고 #4를 표시하고 있다. 이렇게 4개의 지역지도들이 차례로 추가되어 하나의 전체 전역지도를 생성해 내게 된다.

### 2. 지형 추론 (Spatial Reasoning)

지도 제작 과정에서 추출되는 저수준의 지형 개념 즉, doubtful exit, doubtless exit, 및 벽 등만 으로는, 착륙지점과 같은 고수준의 지형개념을 인지해 내는 데 한계가 있을 수 있다. 고수준의 지형개념 (예, 우회로, 거리, 접근로)은 저수준의 지형 개념에 의해서 생성되는 모든 복합적인 지형 개념으로 작성될 수 있다.

현재 지역 지도내의 지형 특징들은 지역적으로 계획된 경로상의 마지막 경로점이 도달되고 최종 경로점을 가진 지역 공간이 이전에 방문되지 않았을 때 분석되게 된다. 본 논문에서 다루고 있는 문제 영역은 그림 2에서 보듯이 격자 모형으로 조직된 거리를 함유한 잘 정돈된 도시 모양의 세팅이다. 지형 추론의 내용은 우리 인간이 흔히 접할 수 있는 주도로, 이면 도로, 교차로, 주 출구, 이면 출구와 같은 개념에 대한 상식적인 지형 규칙에 기초한다. 그래서 도시 모양의 세팅에 있는 착륙지점은 이러한 지형 개념들에 의해서 분석된다.

지역 지도에 기초해서, 만약에 그 지역 지도가 그림 5 (c)처럼 출구가 서로 반대쪽에 위치하고 2개의만이 존재한다면 이 공간은 이면 도로로 간주한다. 한편 그림 5 (d)처럼 긴 경계선상에 다른 작은 경계선의 출구보다 작은 크기의 출구가 존재하는 경우 이를 주도로로 간주한다.

대부분의 사람들은 서로 이웃한 출구끼리 90도 정도의 각도를 유지하면서 4개의 주도로가 만나는 공간을 교차로로 인식한다. 따라서 교차로를 이루는 4개의 출구를 주출구로 간주한다. 주 출구를 인지하기 위해서는 먼저 비슷한 크기의 출구들이 서로 짝지어지게 되고 이후 더 긴 길이의 출구들이 짝지어지고 이 페어내의 출구가 주출구로 인지되게 된다.

잘 조직된 도시 모양의 세팅을 실험 환경으로 사용함으로써, 모든 4개의 출구가 인지되지 않더라도 그림 5 (a) 와 (b)에서처럼 적어도 두 개의 주 출구만이 인지되기만 하면 교차로로 인식된다. 그림 5 (e)처럼 하나의 주도로만이 인지되면 주 출구 너머의 공간은 교차로 간주 된다.

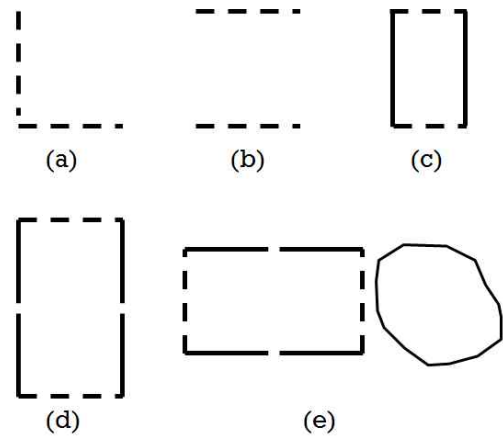


그림 5. 지형 추론에 사용된 토폴로지: 점선은 출구, 실선은 벽의 경계선을 표시함

Fig. 5. Topology used for spatial reasoning rules: dashed lines indicate the exits, and straight lines indicate walls.

### 3. 경로 계획 (Path Planning)

인지된 착륙지점을 사수하기 위해서는 현재 위치에서부터 그 위치까지 가기위한 경로를 계획하고 그 경로를 따라가야만 한다. 본 연구에서의 경로 계획은 다음의 지역 공간으로 들어가기 위한 출구를 선택하는 행위를, 해당 목표지점까지 연속적으로 해나가는 방법을 사용한다. 일단 다음 출구가 선택되고 나면 경로 계획 모듈은 그 출구를 효과적으로 지나가기 위해 경로점들을 선택하는 문제로 간략화 된다.

#### 가. 다음 출구(exit) 선택

새로운 지역공간을 들어가지 위한 새로운 출구를 선택하는 데의 변수들은, 계획된 경로점들이 도달되었는지, 목표 지점에 도착했는지, 선택된 출구가 적에 의해 위협을 받는 지역인지 등의 요소들 이다. 만약에 적들이 가상군인의 시계에 있고 다른 차폐물에 의해 가려져 있지 않다면, 이 적들은 가상 군인을 위협하는 것이다 (그림 7). 적의 근처에 있는 출구는 위험한 것으로 간주한다. 다음 출구는 A\* 알고리즘과 이미 언급한 3개의 변수에 의해서 그림 6의 알고리즘에 의해 계산된다. 가상 군인은 지역 공간내의 정보들은 해당 공간에 거주하는 한 기억되는 것으로 가정한다. 따라서 해당 공간의 모든 출구들은 다음 출구를 계산하는 과정에 다 포함시킨다. 만약에 가상 군인이 목표 지점(이번 실험의 경우, 착륙지점)을 인지해 내지 못한 경우에는 현재의 지역

```

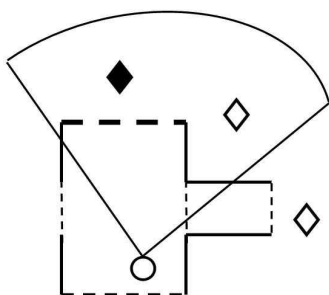
With safe exits in current local map
If Goal exists then do A* with
    Min{f(x) = g(x) + h(x)}
Else
    If all exits in agent FOV
        then select the largest exit
    Else //e.g., any safe exit not seen
        Then do Min{f(x) = g(x)}
    
```

그림 6. 다음 출구 선택에 사용된 알고리즘  
Fig. 6. Algorithm for the next exit selection.

공간상의 자신의 앞에 위치한 가장 긴 출구를 선택하는데, 그 이유는 교차로 (즉, 착륙지점)는 주변의 공간 중 가장 큰 출구로 구성될 확률이 크고 그리고 가상군인의 뒤에 있는 출구는 방금 지나왔거나 적으로부터 위협받고 있는 것으로 간주할 수 있기 때문이다.

나. 경로점 (waypoint) 계산 및 선택

어떤 출구를 지나갈 때 위협이 존재하지 않는 경우 우리는 보통, 출구의 중간 부분을 여유롭게 통과해 가지만, 위협이 존재하는 경우 출구의 좌, 우측 즉, 벽 근처에 좀 더 붙어서 건너는 경향이 있다. 따라서 이러한 인간의 행동을 반영하기 위해서 그림 8에서처럼 출구 근처에 6개의 경로점을 선정한다. 그림 8에서 적의 위치에 대해 가상 군인(에이전트)의 3개의 상대적 위치를 Agent\_D, Agent\_I, and Agent\_S처럼 구분해 볼 수 있다. 이 상대적 위치는 출구에 대해 2개의 법선을 이용해서 구할 수 있다. 각 법선은 출구 상의 두 개의 끝점을 통과하게 한다. 그렇게 되면, 2개의 법선은 지역 공간을 3개의 구획으로 나누게 된다. 만약 가상 군인이 법선의 사이에 위치하면 Agent\_I, 적과 같은 공간에 위



다이하몬드는 적을 의미한다. 검게 칠해진 다이아몬드는 가상 군인이 선택할 수 있는 출구 중 하나(두꺼운 점선)를 위협하고 있다.

그림 7. 안전 출구 시험  
Fig. 7. Exit safety test.

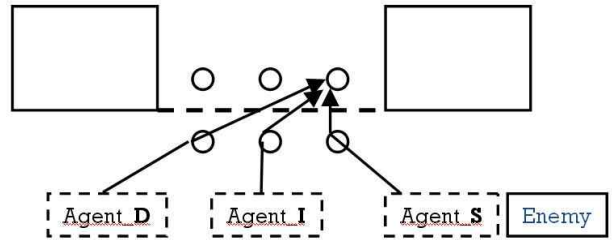


그림 8. 경로점 계산 및 선택: 원형은 경로점의 후보  
Fig. 8. The waypoint computation and selection: circles indicate the 6 candidates of waypoints.

치하면 Agent\_S가, 그렇지 않으면 Agent\_D가 선택되게 된다.

4. 인간 모션 스타일

가상 군인은 환경에서 나타나는 여러 가지 상황에 맞는 모션 스타일을 시연해내야 한다. 가상 캐릭터의 애니메이션을 위해서, BDI Peopleshop<sup>[2]</sup>모션 모듈을 ISS에 통합한다.

인지된 적으로부터 탈출을 하기위해서, 가상 군인은 현재의 위치에서 새롭게 선정된 경로점에 도달할 때 까지 “달리기” 모션을 실행하게 된다. 어떤 일정한 거리 내에서 목표지점을 인지했을 때, “사주 경계 걷기”의 모션이 시연된다. 그 이외의 상황에 대해서는 “걷기” 모션 스타일이 시연된다. 인지된 목표 지역의 방향을 인간 소대장에게 통보하기 위해서 “무릎 꿇고 소총 겨냥”의 모션이 시연된다. 애니메이션이 끝나기 전에 청중을 위해서 원팔로 목표 지점을 가리키는 모션이 시연된다.

5. 예제 애니메이션 결과

착륙지점의 사수에 대해 두 개의 시나리오가 그림 9와 그림 10처럼 시연된다. 그림 9에서, ISS의 인지 모듈은 지역 지도를 생성하게 하고 그림 9 (a)에 원으로 표시된 부분의 적을 인지하게 된다. 그림 5 (d)의 지형추론 규칙에 의해서 현재의 지역 지도는 주도로가 된다. 이때 그림 5 (e)의 지형추론 규칙에 의해서 착륙지점이 인지된다. 적의 위협을 탈피하기 위해서, 가상 군인은 그림 9 (b)의 exit2를 선택하는 데 이것은 안전한 출구들 (즉, exit2와 exit4) 중에서 목표지점까지 가장 짧은 경로상의 출구이기 때문이다. 한편, exit3은 적의 위협하에 놓인 출구이고, exit1은 이미 건너온 출구이다. 이때, 그 출구를 건너기 위해 경로를 계획하고 그 경로 상에서 적의 위협을 신속히 탈피하기 위해 달리기 모션을 그림 9 (a)의 삼각형으로 표시된 경로점들 사이에서 적



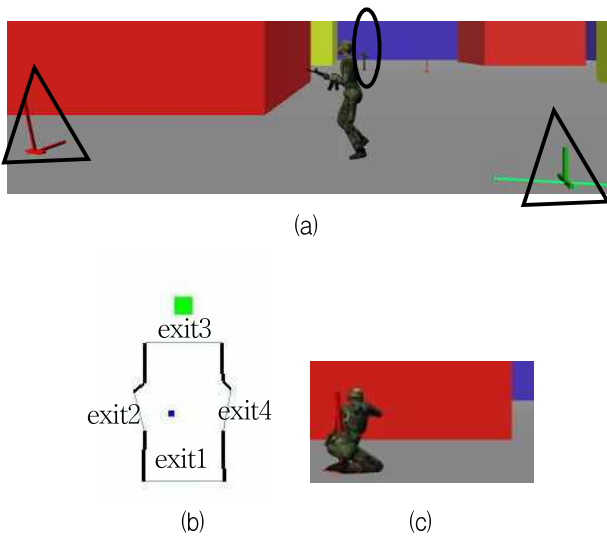


그림 9. (a)는 적의 위협으로부터 탈피하는 가상군인의 모습, (b)는 이때 작성된 지역지도, (c)는 무릎 꿇고 소총 겨냥의 모션  
 Fig. 9. (a) indicates the agent escaping the enemy threat. (b) indicates the local map. (c) indicates the rifle-aiming-with-kneeling motion.

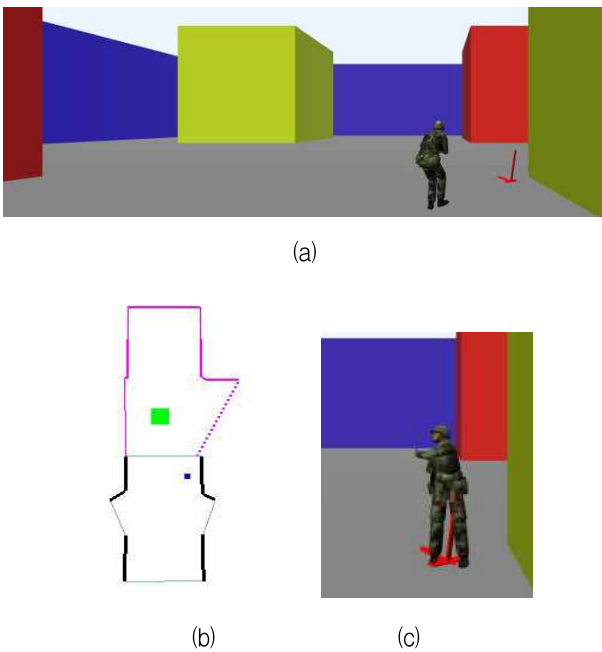


그림 10. (a)는 착륙지점 근처의 엄폐 지점에 다다른 모습, (b)는 이때 작성된 지역지도, (c)는 왼팔로 포인팅의 모션.  
 Fig. 10. (a) indicates the agent approaching a cover point before the LZ. (b) indicates the local map. (c) indicates the left-arm-pointing motion.

용시킨다.

그림 10에서처럼 착륙지점을 둘러싼 영역인 잉여 지도가 현재의 지역 지도상에서 제작된다. 그림 5 (a)의

지형 추론 규칙에 의해서 두 개의 주 출구가 서로 수직을 이루는 형상을 띠고 있으므로 현재의 지역 공간 내에서 위치한 상태에서 잉여 지도 내에 존재하는 착륙지점을 사전에 미리 인지해 내게 된다. 착륙지점을 인지한 후에 가상 군인은 착륙지점 근처의 개활 지역 전까지의 마지막 엄폐 지역까지 사주 경계 건기의 모션(그림 10 (a))을 시연한다.

인간 소대장에게 착륙지점을 인지했으며 그 방향을 알려주기 위해서 무릎 꿇고 소총 겨냥의 모션을 그림 9 (c)처럼 시연한다. 또한 청중들에게 인지한 착륙 지점을 안내해 주기 위해 그림 10 (c)처럼 왼팔 포인팅 모션을 시연한다.

통합 시뮬레이션 시스템의 지형 추론의 결과로써, 가상 군인은 착륙지점을 성공적으로 인지해 냈고 착륙지점 이외에도 착륙지점과 관련된 고수준의 지형 개념들 즉, 주도로, 안전한 출구, 우회로 등을 인지해 냈다. 또한 다양한 모션들의 시각적 효과도 주변 상황에 따라 성공적으로 시연되었다.

## 6. 관련 연구

많은 연구자들<sup>[3~5, 7~8, 16]</sup>은 전역 지도는 지역 지도들의 연결이라고 진술하고 있고 이것은 인간의 인지 과정에 부합하는 것이라고 설명하고 있다. 그러나 그동안의 많은 가상 환경의 지역 지도는 경로 탐색의 목적만을 위해 전체 공간을 단순히 수학적으로 분해한 것에 불과했다. 전지능한 인지에 기초한 전역 지도 방법론<sup>[1, 12]</sup>의 사용은 가상 인간으로 하여금 인간다운 행동과는 거리가 멀게 하기 쉽다.

컴퓨터 게임분야<sup>[9, 13, 15]</sup>의 가상 인간 캐릭터는 인지적 전능성을 처음부터 부여받게 된다. 인간과 비슷한 모양을 흉내 내기 위해 제한된 인지의 모양을 다시 부여해야 하는 추가적인 모듈을 사용해야 한다. 그들의 초인적 능력과 추가적인 모듈을 사용하여 인간다움을 흉내 낸 게임 플레이어의 흥미를 지속시키는 데에는 한계가 있을 수밖에 없다. 그들은 플레이스먼트 노드 기법을 사용하는데, 이 노드에 모든 정보 예를 들어, 이번 노드에서는 은폐 엄폐를 해야 한다는 등의 정보를 사전에 저장하게 된다. 비록 이러한 프로그래밍 기법은 시간 측면에서 이점일 수는 있으나, 게임 디자이너가 모든 상황을 예측해야만 하는 노동집약적인 틀을 벗어나기 힘들어 진다. 더욱이 모든 상황의 예측이란 게임이 복잡해지면 질수록 불가능해 질 수 밖에 없게 된다.

### III. 결 론

가상 인간을 다루는 많은 연구자들이 플레이스먼트 노드를 사용하여 필요 지형 정보를 사전에 미리 저장하는 방법론을 사용하는데 비해, 본 연구에서 제시한 방법론은 그러한 노동 집약적인 방법을 탈피하게 할 수 있고, 시뮬레이션 실행의 실시간에 획득한 지역 정보만으로도 목표 지점을 정확히 인지해 냈고 인간다운 움직임을 성공적으로 시연했다(표 1).

표 1. 본 논문의 방법론(ISS)와 기존 연구자들의 방법론의 주요 특성 비교

Table 1. Comparison of characteristics between methodology of this current paper (ISS) and the one of the previous research.

구분	ISS	기존 방법론
실시간 지형정보 획득	○	×
인간유사 인지과정에 기초	○	×
노동 집약성	×	○
지역지도 우선제작	○	×

전역 지도에 기초한 방법론에 비해 본 논문에서 제시한 지역 지도에 기초한 방법론은 계산의 효율성 면에서 우위에 선다. 가상공간 상의 가상 캐릭터 혹은 실 공간 상의 로봇 에이전트들의 항해에서 가장 큰 문제 중의 하나는 로컬리제이션(Localization)이다. 이러한 로컬리제이션의 문제는 본 논문에서 제시한 방법을 사용하면, 지도 제작이 에이전트를 둘러싼 지역 공간의 정보만을 사용하기 때문에 자연스럽게 해결된다.

이상에서 열거한 바처럼 본 연구에서 제시한 통합 시뮬레이션 시스템은 에이전트에 기초한 여러 분야에 많은 이점을 제공할 효과적인 시스템으로의 충분한 기능적 테스트 베드가 될 수 있다고 하겠다.

### 참 고 문 헌

[1] Best, B. J., Lebiere, C., and Scarpinato, K. C., 2002. "Modeling Synthetic Opponents in MOUT Training Simulations Using the ACT-R Cognitive Architecture". 11thCGF-BR.  
 [2] BDI 2001. "Peopleshop 1.6 User Manual". BostonDynamics  
 [3] Camillen, F., Capri, S., Garofalo, C., Ignaccolo, M., Inturri, G., Pluchino, A., Rapisarda, A., and Tudisco, S., "Multi Agent Simulation of Pedestrian Behavior in Closed Spatial

Environments". Science and Technology for Humanity, 2009 IEEE Toronto International Conference.  
 [4] Chown, E., Kaplan, S., and Kortencamp, D. 1995. "Prototypes, location, and associative networks (PLAN): Towards a unified theory of cognitive maps". Cognitive Science 19: 1-51.  
 [5] Herrero, P., Greenhalgh, C. and Antonio, A. D., "Modeling the Sensory Abilities of Intelligent Virtual Agents". Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, 11, 361 - 385, 2005.  
 [6] Hill, R., Han, C., and van Lent M. "Applying Perceptually Driven Cognitive Mapping To Virtual Urban Environments. AI Magazine, Winter 2002, 23(4).  
 [7] Koh, W. L., Lin, L., and Shou, S., "Modeling and Simulation of Pedestrian Behaviours". 22nd Workshop on Principles of Advanced and Distributed Simulation, 2008.  
 [8] Kuipers, B. 2000. "The spatial semantic hierarchy". Artificial Intelligence 119: 191-233.  
 [9] Laird, J. and van Lent, M. 2001. "Human Level AI's killer application: Interactive computer games". AI Magazine, Volume 22, Issue 2, summer.  
 [10] Marr, D. 1982. "Vision: A computational investigation into the human representation and processing of visual information". W.H. Freeman Coy.  
 [11] Mataric, M.J. 1990. "A Distributed Model for Mobile Robot Environment - Learning and Navigation". Master's thesis, MIT, Cambridge, MA.  
 [12] Reece, D., Kraus, M., and Dumanoir, P. 2000. "Tactical movement planning for individual combatants". In Proc. of the 9th Conference on Computer Generated Forces and Behavior Representation, Orlando, FL.  
 [13] Smith, P.. "Polygon soup for the programmer's soul: 3d pathfinding"s. In GDC 2002.  
 [14] Swartout, W., Hill, R., Gratch, J., Johnson, L., Kyriakakis, C., LaBore, C., Lindheim, R., Marsella, S., Miraglia, D., Moore, B., Morie, J., Rickel, J., Thieboux, M., Tuch, L., Whitney, R., and Douglas, J. 2001. "Toward the Holodeck: Integrating Graphics, Sound, Character and Story". In Proc. of the Fifth International Conference on Autonomous Agents, Montreal, Canada, May 28 - June 1.  
 [15] van der Sterren, W. 2001. "Terrain reasoning for 3D action games". Netherlands ,In GDC.  
 [16] Yeap, W.K. and Jefferies, M. E. 1999.

“Computing a representation of the local environment”. Artificial Intelligence 107: 265 - 301.

저 자 소 개



한 창 희(정회원)  
1990년 육군사관학교 물리학과  
학사  
1994년 Syracuse University  
전산학과 석사  
2004년 USC 전산학과 박사  
1998년~2010년 육군사관학교  
전산학과 조교수 및  
부교수

2009년 Texas A&M 대학 교환교수  
2011년~현재 육군사관학교 전자정보학과 전산학  
교수

<주관심분야 : AI, Virtual Human Modeling>



신 규 용(정회원)  
1996년 육군사관학교 전산학 학사  
2000년 한국과학기술원 (KAIST)  
전산학 석사  
2009년 노스캐롤라이나 주립대  
(NCSU) 전산학 박사  
2009년~현재 육군사관학교 전자  
정보학과 정보과학  
조교수

<주관심분야 : 모델링-시뮬레이션, 분산시스템,  
보안, Peer-to-Peer>



오 명 호(정회원)  
1984년 육군사관학교 기계공학  
학사  
1988년 미 오레곤주립대 응용수학  
석사  
1996년 KAIST 응용수학 박사  
2000년~2004년 육사 전산학과장

2005년~2006년 육사 교육개발실장  
2006년~2008년 육사 화랑대연구소 기획실장  
2006년~현재 육사 정보과학교수  
2010년~현재 국방부 정책자문위원

<주관심분야 : AI, 국방로봇>