

워게임에서 가상군의 목표지향행위계획 및 재 계획 방법

A Goal Oriented Action Planning and Replanning method of Computer Generated Forces in Wargame

정성훈*

Sung Hoon Jung

한성대학교 정보통신공학과

Department of Information and Communications Engineering, Hansung University

요 약

본 논문에서 우리는 워게임에서 가상군의 행위를 결정하는 목표지향행위계획방법과 상황변동 시 상황에 따라서 새로운 계획을 시행하는 재 계획방법에 대하여 제안한다. 이러한 행위계획 방법은 기존의 유한상태기계(Finite State Machine)를 이용한 행위결정 방법보다 유연하고 다양한 상황을 보다 현실적으로 묘사할 수 있기 때문에 풍부한 표현력을 제공할 수 있다. 따라서 가상군의 행위를 실제 군인과 유사한 수준으로 묘사할 수 있는 장점이 있다. 다만, 유한상태기계처럼 결정적이지 않기 때문에 가상군의 행위결정 과정을 분석하거나 의도적으로 특정한 행위를 수행하도록 하는 데에 있어서는 어려움이 따른다. 우리는 본 논문에서 제안한 방법을 공군 전투비행기 모델에 적용하여 그 가능성을 살펴보았다. 그 결과 실제 군인이 상황에 대처하는 것과 유사하게 행위를 결정하는 것을 확인하였다. 본 논문에서는 본 논문에서 제안한 행위계획 방법과 실험결과 그리고 향후 연구과제에 대하여 설명한다.

키워드 : 워게임, 가상군, 목표지향행위계획, 재 계획

Abstract

This paper proposes a goal oriented action planning method that plans the behaviors of computer generated forces and a replanning method that replans new actions when the situations are changed in war game. This new method provides good expression because it is flexible and can do more realized description unlike the conventional finite state machines. As a result, proposed method has an advantage that it can describe the behaviors of computer generated forces as those of real soldier. However, since it is not deterministic it has some difficulties in analysing the decision processing of behaviors and making the computer generated forces do some specific actions. We employed combat plane models of air forces in order to verify the feasibility of our method. Finally, we could find that our method produced very similar behaviors to those of a real soldier. This paper describes our planning method, experimental results, and future works.

Key Words : War Game, Computer Generated Forces, Object Oriented Action Planning, Replanning

1. 서 론

워게임은 컴퓨터상에 전장 상황을 모델링하여 다양한 전술 및 전략을 모의하고 분석하는 도구로서 개발되었다 [2-4,8,9]. 그러나 워게임의 묘사능력과 실시간 구동능력 및

각종 가상현실 구현능력이 향상됨에 따라서 모의 및 분석하는 도구에서 나아가 최근에는 실 군사훈련의 보조적인 수단으로서 이용이 늘고 있다[2,4,5]. 워게임을 군사훈련의 보조적인 수단으로 사용하면 장비나 지역에 대한 제한에서 벗어나 훈련비용을 획기적으로 줄일 수 있으며 다양한 상황설정이 가능해 훈련의 효과를 높일 수 있는 장점이 있다[2]. 그러나 워게임을 군사훈련의 보조적인 수단으로 사용하려면 워게임 내에 구현된 가상군(computer-generated force)이 실제 훈련환경에서의 군인과 유사한 정도로 구현되어야만 한다. 특히 가상군에게 맡겨진 임무를 명확히 이해하여 행위를 결정하고 행위수행 시 맞닥뜨리는 상황을 정확히 파악하여 대처하는 능력이 있어야 한다. 또한 다른 가상군이나 실제 군인과의 원활한 상호작용이 가능해야 한다[4,8,9]. 그 래야 제대로 된 훈련효과를 기대할 수 있다.

그러나 현재까지 개발된 대부분의 워게임은 이러한 기능을 충분히 제공하기에는 부족한 상황이다. 기존의 워게임은 전략/전술을 모의하고 분석하는 도구로서 주로 활용되어 왔기 때문에 상대적으로 이러한 행위결정, 상황과약, 지능적

접수일자: 2012년 10월 28일

심사(수정)일자: 2013년 10월 30일

게재확정일자 : 2013년 3월 3일

* Corresponding author

본 논문은 본 학회 2012년도 추계학술대회에서 선정된 우수논문입니다.

본 연구는 한성대학교 교내학술연구비 지원과제 임.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

대처능력에 대한 필요성이 크게 대두되지 않았다. 그러므로 기존의 대부분의 위게임 프로그램에서는 가상군의 행위를 모델링하는 방법으로 하드코딩을 사용하거나 유한상태기계를 사용하여 결정적인 방법으로 행위를 수행하게 된다. 이러한 방법은 가상군의 행위를 쉽게 모델링할 수 있게 하며 위게임 구동자가 의도하는 방향으로 가상군의 행위를 제어하기 편리하고 구동 중 가상군의 행동을 쉽게 예측할 수 있기 때문에 디버깅이 용이한 장점을 갖는다. 그러나 이는 실제군인처럼 상황과 환경에 동적으로 반응하여 행위를 결정하고 그 행위의 결과를 반영하여 재 계획하는 능력이 없기 때문에 훈련의 보조적인 수단으로 위게임을 사용하는데 있어서 문제점으로 대두될 수 있다[1,8,9].

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 위게임 상에 구현되는 가상군이 주어진 임무(목표)에 대하여 스스로 행위를 계획하고 상황이나 환경변화 시 스스로 이를 판단하여 새로운 계획을 수행할 수 있는 방법을 제안한다. 위게임의 가상군에 목표가 주어지면 해당 가상군은 목표지향행위계획(GOAP: Goal Oriented Action Planning) 방법으로 스스로 행동을 계획하게 된다[1,10]. 또한 계획된 행동을 수행하며 동시에 지속적으로 상황이나 환경의 변화를 점검하여 상황이 변동된 것으로 판단된 경우 스스로 재 계획(Replanning)을 수행하여 상황이나 환경변화에 따른 대처를 하게 된다. 이러한 행위변경은 상황이나 환경변화에 능동적으로 반응하면서 해당 임무를 완수하기 위한 지능적인 행동으로 가상군이 실제 군인의 행위와 유사하게 표현될 수 있도록 하는데 큰 도움을 준다. 추가적으로 극단적인 환경에서 임무 자체에 대한 대처(예를 들면, 임무달성 불가능을 상부에 보고한다든지, 추가적인 병력 혹은 화력지원을 요청한다든지 하는)를 포함하면 더욱 실제군인과 유사한 모사가 가능해질 것으로 판단된다[2].

제안한 방법을 검증하기 위하여 공군전투비행기 가상군을 이용하여 테스트하였다. 전투비행기 가상군이 특정 지점으로 이동하는 임무 수행 중에 적 전투비행기가 출현한 돌발 상황을 가정하여 실험하였다. 실험결과 여러 가지 다양한 시나리오에서 실제 군인과 유사하게 적절하게 대응하는 것을 볼 수 있었다. 다만 기본적인 테스트를 수행한 상황으로 보다 다양한 상황에서 다양한 테스트를 진행하여 문제점을 보완해야할 것으로 판단된다.

2. 목표지향행위계획 및 재 계획

위게임에서 가상군에게 주어지는 것은 해당 가상군이 달성해야할 상위수준의 임무(태스크)이다. 이러한 태스크는 상위수준의 목표로서 여러 하위수준의 태스크를 수행함으로써 달성된다. 해당 하위 수준의 태스크는 또 다른 하위 수준의 태스크나 행위로서 계층적으로 구성될 수 있다. 행위는 더 이상 분할되지 않는 최종 태스크로서 가상군이 직접 수행하는 동작이 된다. 특정 가상군에 임무가 주어지면 가상군은 임무가 달성해야할 목표와 가상군의 현재 상태 및 환경을 이용하여 계층적 태스크 모델로부터 목표를 달성하기 위한 행위를 계획해야한다[2]. 이러한 행위계획을 위하여 본 논문에서는 주어진 임무의 목표로부터 역으로 행위를 찾아서 현재의 상황과 환경에 가장 잘 맞는 행위를 찾는 방법을 사용하였다. 이런 방법은 목표를 우선적으로 탐색한다는 특징으로 목표지향행위계획 (GOAP: goal oriented action

planning)이라고 불린다.

목표지향행위계획은 해당 계획을 수행하는 개체가 현재 상태에서부터 목표 상태로 전이하는데 필요한 행동들을 스스로 찾게 해주는 방법으로 탐색영역을 줄이기 위하여 목표 상태에서부터 현재 상태로 역으로 찾는 방법이다[6]. 일반적으로 목표지향행위계획은 상태중심으로 모델링하는 방법에서 많이 사용되어왔다. 그러나 상태중심 행위 모델은 상태중심으로 모델링을 하기 때문에 너무 많은 상태가 발생한다는 단점이 있으며 더 큰 단점으로는 상태를 계층적으로 구성해서 수준별 행위계획이 힘들다는 단점이 있다. 물론 이러한 단점을 보완하기 위하여 계층적 유한상태기계 (HFSM: hierarchical finite state machine)등이 개발되어 있으나 여전히 상태중심 행위 모델의 단점을 완전히 보완하지는 못한다. 우리는 이러한 관점에서 본 논문에서는 태스크로 행위를 모델링하는 방법을 중심으로 목표지향행위계획 방법을 구현하였다.

태스크를 중심으로 행위를 모델링하는 기존의 방법인 계층적 태스크 네트워크(HTN: Hierarchical Task Network)와 유사하게 태스크를 기술하며 여기에 상태중심 행위 모델링에서 많이 사용하던 목표지향행위계획 방법을 접목하여 구현하였다. 기존의 계층적 태스크 네트워크에서는 전제조건(precondition)과 효과(effects)로 태스크의 시작조건과 결과효과를 기술한다[7]. 해당 태스크는 전제조건을 만족해야 시작할 수 있으며 행위를 수행하면 효과에 해당하는 결과를 얻는다. 이러한 방법은 보드게임과 같이 계획한 행위를 수행하면 반드시 효과를 얻어서 결과 상태로 전이할 수 있는 경우에는 유용하다. 그러나 위게임과 같은 실제 상황을 묘사하는 곳에서는 해당 행위를 수행했다고 반드시 효과가 발생하는 것이 아니기 때문에 문제가 발생한다. 예를 들어 총을 쏘았다고 적군이 바로 죽는 것은 아니다. 또한 보드게임에서와 같이 게임 환경이 정적인 상태로 머물러 있는 것이 아니라 지속적으로 변화한다. 그러므로 상황이나 환경이 변화하기 전에 의미 있었던 행위가 상황이나 환경이 변화한 후에는 의미 없는 행동이 될 수도 있다. 이러한 상황이나 환경변화를 위해 동적으로 기존의 계획한 행동을 변경해야할 필요성이 발생한다.

이러한 검토를 통하여 우리는 기존의 계층적 태스크 네트워크를 수정하여 행위 모델링에서 전제조건과 효과대신에 전제조건(precondition)과 종료조건(postcondition)을 사용하는 것으로 변경하였다. 즉, 해당 태스크나 행위를 수행하는데 필요한 전제조건(우리는 이후로 개시조건으로 부른다)과 유사하게 해당 태스크나 행위의 목표가 달성되었는지를 확인하는 종료조건으로 태스크를 구성하였다. 이러한 개시조건과 종료조건은 구성은 각 태스크나 행위의 목표달성을 스스로 체크하면서 수행할 수 있는 장점과 더불어 목표지향 행위계획과 재 계획을 원활하게 수행하는데 큰 도움이 된다. 이렇게 결정된 행위 모델링 방법을 통하여 가상군의 모든 행위들이 모델링된다. 상위 수준의 태스크를 모델링한 행위의 경우 해당 행위의 하위 수준의 태스크나 행위가 기술되어 있으므로 행위는 계층적으로 모델링된다. 이러한 행위들은 미리 만들어져 행위 모델 집합에 존재해야한다. 이러한 행위 모델집합(behavior model pool)을 이용하여 가상군은 목표지향행위계획과 재 계획을 수행하게 된다.

그림 1은 임무(목표)가 주어진 경우 주어진 목표(Goal)로부터 가상군이 목표지향행위계획을 수행하는 과정을 보여준다. 가상군에 목표가 주어지면 가상군은 해당 목표를 중

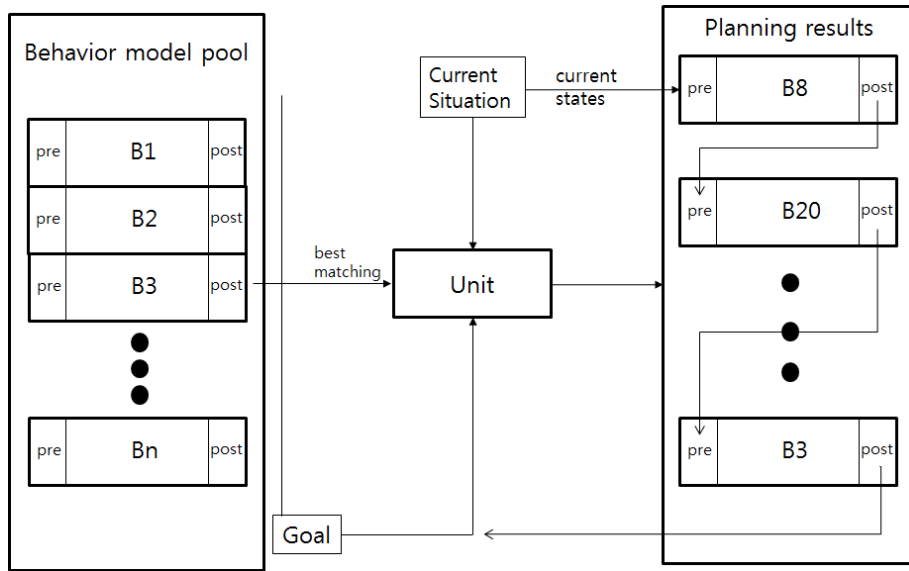


그림 1. 가상군의 목표지향행위계획
Fig. 1. Goal oriented action planning of CGF

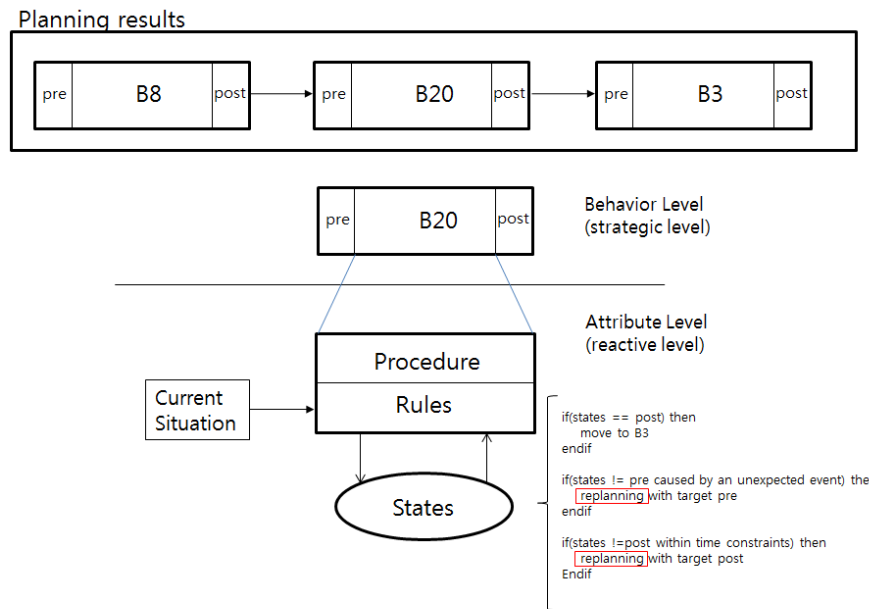


그림 2. 행위구성 및 재 계획
Fig. 2. Behavior composition and replanning

요조건으로 갖는 행위들 중에 가장 잘 맞는 행위를 찾는다 (그림 1에서는 B3). 행위 모델링으로부터 이 행위를 수행하면 결과적으로 종료조건이 만족될 것이라는 정보를 얻었으므로 이 행위를 수행하면 된다. 그러나 현재 상황이나 환경이 해당 행위(B3)를 수행하기 위해 필요한 개시조건을 만족하지 않으면 해당 행위를 수행할 수 없다. 그러므로 해당 행위(B3)의 개시조건과 현재 상황 및 환경을 매칭 시켜보고 매칭이 되지 않으면 해당 행위(B3)의 개시조건을 종료조건

으로 갖는 행위를 찾는다. 그리고 또 해당 행위의 개시조건을 현재 상황이나 환경에 비교해 본다. 이러한 과정은 찾은 행위의 개시조건이 현재 상황이나 환경과 매칭 될 때 까지 반복적으로 수행되며 매칭이 되는 것을 찾은 경우 종료하게 된다. 그림 1에서는 현재 상태로 부터 B8, B20,..., B3의 순서로 행위를 수행하면 해당 임무를 완성하게 된다. 이러한 목표중심행위계획에 있어서 중요한 것은 현재상황이나 환경과 조건을 매칭하는 것과 조건과 조건이 얼마나

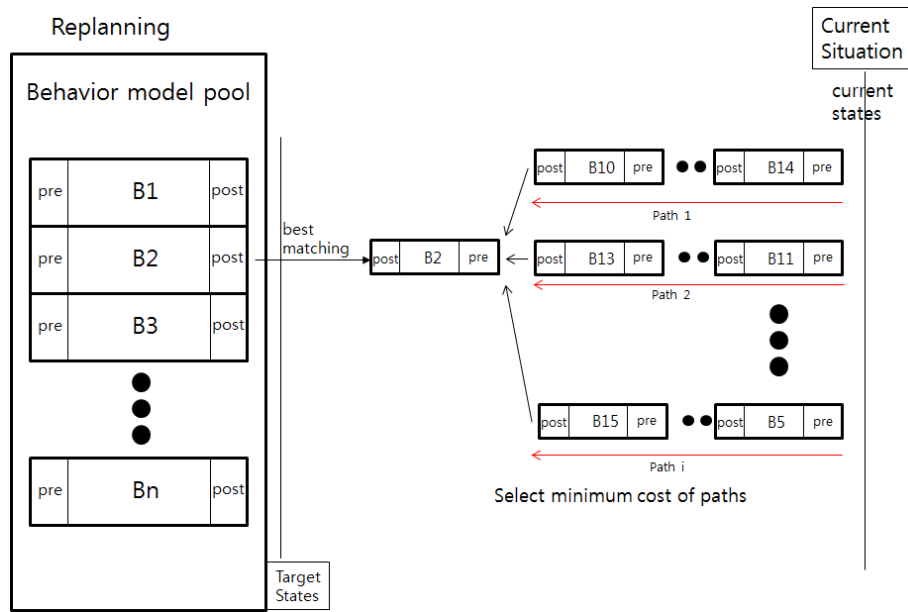


그림 3. 재 계획
Fig. 3. Replanning

매칭 되는지를 결정하는 일이다. 이것에 따라서 가상군의 행위계획 결과가 달라지며 실제로 행위를 통하여 목표가 달성되는 확률에도 영향을 미칠 것이기 때문이다. 그렇다고 무조건 엄격하게 매칭을 수행하는 것도 좋은 방법이 아니다. 왜냐하면 충분히 유사한 상황이라 해당 행위를 계획함에 문제가 없는데도 불구하고 사소한 차이로 해당 행위를 계획하지 않을 수 있기 때문이다. 우리의 목표는 가능한 사람과 가장 유사한 판단을 내리는 것이 목표이기 때문에 사람의 의사결정을 유사하게 모사할 수 있는 퍼지 개념을 적용하였다. 즉, 행위의 개시조건이나 종료조건에 ‘많다’ ‘적다’ ‘적당하다’ 등의 퍼지언어 항을 도입하여 기술하였고 또한 퍼지척도로 매칭정도를 계산하였다. 다만, 이렇게 하면 정확하게 일치하지 않는 것도 찾아주기 때문에 많은 행위가 탐색될 수 있는데 목표지향행위의 경우 매칭 정도가 가장 큰 행위를 탐색해 나간다.

목표지향행위계획의 결과로 수행할 행위들이 결정되면 해당 행위를 수행하게 된다. 각각의 행위는 그림 2의 B20과 같이 하위행위의 절차를 기술하는 procedure와 각 행위의 세부적인 행동이나 즉각적인 반응 혹은 상태변화를 수행하는 rules로 이루어져 있다. procedure는 필요한 하위행위와 하위행위의 순서를 기술한다. 순서는 행위가 연속으로 일어나야 하는 것을 기본으로 하여 여러 행위 중에서 선택할 수 있는 branch 그리고 반복적으로 수행해야 하는 loop와 조건이 만족할 때까지 기다리는 sync 등이 존재하여 순서를 제어한다. 또한 rules에는 상황이나 환경변화를 체크하여 재계획을 할지를 결정하는 기능도 있다. 만약 현재상태가 다음 행위의 개시조건에 만족하게 되면 다음 행위로 넘어가게 되지만 그렇지 않은 경우 재 계획을 수행해야 한다.

재 계획은 현재 계획된 행동을 수행해서는 목표를 달성할 수 없을 때 현재 계획을 변경하는 목적으로 수행된다. 주로 상황이나 환경이 변화된 경우 발생하는 것으로 다음과 같은 경우에 실행된다. 계획된 특정 행위를 실행하려고 하였으나 상황변화로 해당 행위의 개시조건이 만족되지 못하여 실행

하지 못하는 경우, 계획된 행위를 수행 중에 상황변화로 인하여 해당 행위의 개시조건이 위반되는 경우, 계획된 행위를 수행하였음에도 상황변화로 종료조건을 만족하지 못하는 경우가 있다. 위와 같은 상황이 발생하면 재 계획으로 새로운 행위를 계획해야 한다. 재 계획은 현재 만족하지 못하는 조건을 만족시켜주기 위하여 새로운 행위를 계획하는 것이다. 그러므로 재 계획이 실행되는 위의 3가지 경우에 만족되지 못하는 조건을 목표로 하여 재 계획을 수행하게 된다.

그림 3은 재 계획이 일어나는 상황을 보여준다. 재 계획이 결정되고 재 계획을 위한 목표상태(target states)가 정해지면 행위 모델 중에서 해당 목표상태와 가장 일치하는 행위를 찾는다(그림에서는 B2가 선택되었음). 그 다음에 해당 행위의 개시조건이 현재상태와 얼마나 매칭되는지를 점검한다. 만약 일정치 이상으로 매칭이 되면 해당 재 계획 경로가 설정되나 그렇지 않다면 해당 행위의 개시조건을 만족시키는 종료조건을 갖는 다른 행위들을 연속으로 찾아나간다. 이 과정은 찾은 행위의 개시조건이 현재 상황과 일정치 이상 매칭 할 때까지 계속되며 일정치 이상 매칭된 경우를 모두 찾게 하면 여러 개의 경로가 탐색될 수 있다. 여러 개의 경로가 탐색된 경우에는 각 경로별로 비용을 계산하여 가장 작은 비용이 드는 경로를 선택한다. 재 계획 시 경로 탐색은 경우에 따라서 재 계획 행위들이 매우 길어질 수도 있으며 무한 루프에 빠질 수도 있으므로 실제적으로는 적절하게 탐색을 제어하는 규칙이 필요하다.

목표지향행위계획이나 재 계획에서 각 행위계획별로 매칭 정도와 비용을 판단하는 것도 쉬운 일은 아니다. 여러 개의 행위계획이 발생했을 때 행위계획 안에 포함된 행위들의 개수가 작은 것이 좋을 수도 있으나 그 보다는 각 행위의 난이도와 비용이 중요하며 때때로 행위에 드는 시간이 중요한 경우도 많다. 또한 현재 가용한 자원에 대한 제한을 판단하여야만 한다. 예를 들어 공격무기가 제한적인 경우 공격이라는 행위보다는 우회하는 행위가 더 현실적일 수 있다. 이

러한 모든 것을 감안하여 행위 계획별로 비용을 계산하고 결정해야한다. 다만 초기연구로 본 논문에서는 행위의 개수와 매칭정도의 합만을 사용하는 비교적 단순한 방법으로 비용을 계산하여 사용하였다. 그러나 실제 군인과 유사하게 동작하는 가상군을 만들려면 이러한 부분이 많이 보강되어야 할 것이다.

3. 실험 및 결과

제안한 방법을 공군 전투기 모델에 적용하여 실험하였다. 적용 시나리오는 특정 지점에서의 이동을 목표로

속적으로 재 계획을 실행하며 상황에 대응한다.

그림 4는 이러한 실험결과 중 하나를 보여준 것으로 재 계획되는 상황을 보여준다. 해당 실험에서 공군 전투기 가상군은 이동 중 적 전투기 출현을 관찰하고 현재 행위인 목표지점으로의 이동이라는 태스크의 개시 조건 중 하나인 “적 무장 위협이 없다”라는 조건이 위배됨을 확인하여 재 계획에 진입한다. 2절에서 설명한 절차에 따라 재 계획을 수행한 결과 3개의 재 계획 방법이 가능함을 찾아낸다. 각 계획은 행위간의 매칭정도와 각 계획별 행위 개수를 이용하여 비용을 계산하고 가장 낮은 비용의 재 계획을 선택한다. 그림의 결과에서는 기총발사의 비용이 2.0, 단거리 무장 발사가 3.0,

```
[Time:오전 11:03:32] anonymous_0:BEGIN_0이동_1
[Time:오전 11:03:32] anonymous_0:BEGIN_0이동:Doing_1
[Time:오전 11:03:43] anonymous_0:ABORT_PreCondition_0이동:Doing_1
[Time:오전 11:03:44] anonymous_0:[REPLAN]_Candidates Begin_0
[Time:오전 11:03:44] anonymous_0:[REPLAN]_기총무장선택->기총사격가능위치이동->기총발사->이동2.000000_0
[Time:오전 11:03:44] anonymous_0:[REPLAN]_단거리무장선택->단거리사격가능위치이동->단거리LockOn->단거리발사->이동3.000000_0
[Time:오전 11:03:44] anonymous_0:[REPLAN]_중거리무장선택->중거리사격가능위치이동->중거리LockOn->중거리발사->이동3.166667_0
[Time:오전 11:03:44] anonymous_0:[REPLAN]_Candidates End_0
[Time:오전 11:03:44] anonymous_0:BEGIN_기총무장선택_1
[Time:오전 11:03:44] anonymous_0:if (적과의거리 is 가깝다)(1.000000) then (선택된무장 is 기총)
[Time:오전 11:03:44] anonymous_0:BEGIN_기총무장선택:Doing_1
[Time:오전 11:03:44] anonymous_0:DONE_PostCondition_기총무장선택:Doing_1
[Time:오전 11:03:44] anonymous_0:DONE_기총무장선택_1
[Time:오전 11:03:44] anonymous_0:BEGIN_기총사격가능위치이동_2
[Time:오전 11:03:44] anonymous_0:BEGIN_기총사격가능위치이동:Doing_1
[Time:오전 11:03:51] anonymous_0:DONE_PostCondition_기총사격가능위치이동:Doing_1
[Time:오전 11:03:51] anonymous_0:DONE_기총사격가능위치이동_2
[Time:오전 11:03:51] anonymous_0:BEGIN_기총발사_3
[Time:오전 11:03:51] anonymous_0:BEGIN_기총발사:Doing_1
[Time:오전 11:03:56] anonymous_0:DONE_PostCondition_기총발사:Doing_1
[Time:오전 11:03:56] anonymous_0:DONE_기총발사_3
[Time:오전 11:03:56] anonymous_0:BEGIN_이동_4
[Time:오전 11:04:04] anonymous_0:DONE_PostCondition_이동:Doing_1
[Time:오전 11:04:04] anonymous_0:DONE_이동_4
[Time:오전 11:04:04] anonymous_0:DONE_CurrentBehaviorIsZero_unknown_0
[Time:오전 11:04:04] anonymous_0:BEGIN_0이동:Doing_1
[Time:오전 11:04:04] anonymous_0:DONE_PostCondition_0이동:Doing_1
[Time:오전 11:04:04] anonymous_0:DONE_UnknownLink_unknown_0
```

그림 4. 재 계획 실험결과 중 하나

Fig. 4. One example of replanning experiments

받은 공군 전투기 한 대가 특정 지점으로 이동하다가 적의 전투기를 만나는 돌발 상황을 가정한 것이다. 실험은 목표지향행위계획으로 이동 계획을 세우고 이동 중에 적 전투기가 출현하는 돌발 상황에 대하여 적절한 재 계획을 수립하고 행동하는지를 살펴보았다. 전투기의 상태는 무기 없음, 단거리 무기보유, 중거리 무기보유, 기총 보유 등이 존재하며 환경으로는 적 전투기의 출현 시 적과의 거리와 적 전투기의 공격행동 등이 될 수 있다. 다음과 같은 총 6가지 시나리오에 대하여 실험하였다. 1) 중단거리 무기보유, 기총 보유, 적이 가깝게 나타남; 2) 중단거리 무기보유, 적이 단거리에 나타남; 3) 중단거리 무기보유, 적이 중거리에 나타남; 4) 이동 중 돌발 상황 없음; 5) 무기 없는데 적이 나타남; 6) 중단거리 무기보유, 기총보유, 적이 단거리에서 먼저 무장공격 등이다. 각 시나리오에 대하여 실험한 결과 전투기 가상군이 적절하게 재 계획을 실행하는 것을 볼 수 있었다. 시나리오 1에 대하여는 기총발사행위로, 시나리오 2에 대해서는 단거리 무장발사로, 시나리오 3에 대해서는 중거리 무장 발사로, 시나리오 4에 대해서는 계속 이동으로, 시나리오 5에 대해서는 도망으로, 시나리오 6에 대해서는 회피로 재 계획하는 것을 볼 수 있었다. 물론 위의 결과는 돌발 상황에 대하여 처음 재 계획한 행위에 대한 결과로 전투기 가상군은 필요시 지

그리고 중거리 무장 발사가 3.166667의 비용으로 계산되어 기총발사를 최종 재 계획으로 선택하였다. 상황에 따라서 다른 재 계획이 더 비용이 적게 판단될 수 있다. 선택된 기총발사를 수행하기 위하여 기총 준비하고 기총사격 가능위치로 이동을 하고 기총을 발사하게 된다. 기총발사 후에 해당 행위의 종료조건 “적 무장 위협이 없다”를 만족할 상황이 되기까지 즉 적 전투기의 격멸이나 퇴각이 발생하기 까지 기총발사를 하게 된다. 또한 지속되는 상황을 모니터링 하여 적절한 공격 행위로 재 계획하거나 무기가 모두 소진되는 등의 특이한 상황 발생 시에도 해당 상황에 따른 행위로 재 계획되어 실행할 것이다.

이러한 동적인 상황변화와 해당 상황변화에 따른 동적인 재 계획과 행동은 실제 군인이 조정하는 전투기의 행동과 매우 유사하게 행위를 모사할 수 있게 한다. 이 이외에 여러 가지 추가적인 실험결과 제안한 방법이 적절히 동작함을 확인하였다. 다만, 현재는 기본적인 동작만 확인한 상태에서 추후 좀 더 정교하게 모델링하고 비용계산 방법도 좀 더 정교하게 가다듬을 필요가 있다.

4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 위게임에서 가상군이 보다 실제 군인과 유사하게 행동하도록 하기 위하여 목표지향행위계획을 하고 상황이나 환경변화 시 이를 체크해 스스로 적절한 재 계획을 수행할 수 있게 하는 방법을 제안하였다. 이를 위하여 기존의 계층적 태스크 모델링 방법을 기본으로 개시조건과 종료조건을 갖는 계층적 행위 모델링 방법을 제안하였다. 또한 해당 계층적 행위 모델에 목표지향행위계획을 하고 재 계획을 하는 방법을 제안하였다. 이러한 과정에서 필수적인 조건의 매칭 평가방법과 재 계획된 행위들의 비용 계산 방법 등을 정립하였다. 특히 실제 군인과 유사한 수준으로 결정을 할 수 있도록 하고 모델링을 보다 쉽게 할 수 있도록 하기 위하여 개시조건과 종료조건에 퍼지개념을 도입하여 퍼지매칭을 하게 하였다. 본 논문에서 제안한 방법을 공군 전투기 가상군 상황에 적용하여 실험한 결과 여러 가지 시나리오에 대하여 적절한 재 계획을 수행할 수 있음을 확인하였다. 다만, 기본적인 동작을 확인한 단계로 보다 정교한 판단을 내릴 수 있게 하기 위해서는 추후 보다 많은 퍼지매칭 항목을 도입해야하며 보다 정확한 비용계산방법이 고안되어야 할 것이다.

References

- [1] Ki-Duk Kwon, "Behavior Control of NPC(Non-Player Character) using Hierarchical Finite State Machine," *Journal of Korean Institute of Information Technology*, vol. 7, no. 3, pp. 23-30, 2009
- [2] D. Choi, J. Cho, I. Kim, J. Park, and S. H. Jung, "An Automated Planning Method for Autonomous Behaviors of Computer Generated Forces in War games," *Journal of The Korean Society of Computer and Information*, vol. 16, no. 9, pp. 11-18, 2011
- [3] B. C. Kim, J. M. Lee, T. S. Kim, and K. S. Lee, "War-game Simulator Using Event based Web Services," *Journal of The Korean Society for Simulation*, vol. 19, no. 1, pp. 33-39, 2010
- [4] J. S. Kim, D. S. Kim, J. G. Kim, and K. H. Ryu, "Design and Implementation of Real-Time Parallel Engine for Discrete Event Wargame Simulation," *The KIPS transactions*, vol. 10-A, no. 2, pp. 111-122, 2003
- [5] S. Y. Lee, S. H. Jang, and J. S. Lee, "Modeling and Simulation of Optimal Path Considering Battlefield-situation in the War-game Simulation," *Journal of The Korean Society for Simulation*, vol. 19, no. 3, pp. 27-35, 2010
- [6] J. Orkin, "Applying Goal-Oriented Action Planning to Games," in *AI Game Programming Wisdom 2*, pp. 217-228, 2003, Charles River Media.
- [7] K. Erol, "Hierarchical Task Network Planning: Formalization, Analysis, and Implementation," Phd thesis, *Department of Computer Science, University of Maryland*, College Park, MD, 1996.
- [8] A. Ozaki, M. Furuichi, K. Takahashi, and H. Matsukawa, "Design and Implementation of Parallel and Distributed Wargame Simulation System," in *Proceedings of IEICE/IEEE Joint Special Issue on Autonomous Decentralized Systems and Systems Assurance*, vol. E84-D, pp. 1376-1384, 2001.
- [9] P. Pearce, A. Robinson, and S. Wright, "The Wargame Infrastructure and Simulation Environment (Wise)," in *Proceedings of 7th International Conference of Knowledge-Based Intelligence Information and Engineering Systems*, 2003. Oxford, UK.
- [10] D. S. Nau, "Current Trends in Automated Planning," *AI Magazine*, vol. 28, no. 4, pp. 43-58, 2007.

저 자 소 개



정성훈(Sung Hoon Jung)

1988: 한양대학교 공학사.
 1991: 한국과학기술원 공학석사.
 1995: 한국과학기술원 공학박사.
 1996 ~ 현재: 한성대학교 정보통신공학과 교수

관심분야 : 지능시스템, 시스템생물학, 뇌공학
 Phone : +82-2-760-4344
 E-mail : shjung@hansung.ac.kr