# 효율적인 트래픽 처리를 위한 능동 메커니즘 응용 방안

## Active Mechanism for Efficient Traffic Processing

이직수, 이원구, 이성현, 이재광*
한남대학교 컴퓨터공학과*

Lee Jik-su, Lee won-gu, Lee seoung-hyun,
Lee jae-kwang*
Dept. of Computer Engineering,
Hannam University*.

**요약**

컴퓨터 시뮬레이션을 통해 실제 전투 자산을 가동하지 않고 실전과 같은 전투경험을 부여하기 위해서는 데이터베이스를 포함한 페더레이트(federate)간의 연동(federation)이 네트워크 상에서 잘 수행되어야 한다. 이에 본 논문에서는 전장 데이터(이하 액티브 패킷)의 신속한 전달을 필요로 하는 실제상황과 유사한 전장공간을 구축할 수 있도록 액티브 네트워크 상에서 페더레이트(혹은 액티브 노드) 간의 효율적인 트래픽 처리가 가능한 가상 전장 환경을 구성하고, 이에 대한 유효성을 모의 실험을 통하여 검증하였다.

**Abstract**

Computer simulation endow a military man with field training such as combat experience without operating combat strength or capabilities. To samely construct simulation environment against actual combat environment is to well construct DB to operate war game model, associate among federates on network. we construct virtual combat environment enabling to efficiently manage network traffic among federates(or active nodes) on active network that construct virtual military training space such as urgent combat field needed to rapidly transfer combat information including image and video.

## I. 서 론[1)]

컴퓨터 시뮬레이션을 통해 실제 전투자산을 가동하지 않고 실전과 같은 전투경험을 부여하는 가상 모의훈련 전장환경은 컴퓨터를 이용한 가상의 전장환경을 제공하여, 군사작전의 분석 및 훈련용으로 사용된다. 하지만 환경적인 특성상 다량의 전장 데이터(이하 액티브 패킷)의 송수신을 고려했을 때, 종단장치(시뮬레이션 서버와 IGI 호스트)간의 네트워크 트래픽 부하가 현저하게 증가하여 중간 노드(네트워크 서버, IGI 서버)들의 트래픽 처리율이 현저하게 저하될 수 있고, 이는 실제 전장환경과 유사한 환경을 구축하고 모의훈련 하고자 하는 가상 모의훈련 전장환경의 구성에 대한 실패를 초래할 수도 있다. 이러한 문제점들을 해결하고자 하는 연구가 아직은 미비하지만, 향후 다각적인 측면에서 연구될 것이다[1].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 지금까지 알려진 분산 시뮬레이션 및 액티브 네트워크 구조에 대해 살펴보고, 3장에서는 모델링을 수행할 대상 네트워크(혹은 가상 전장환경)의 성능향상을 위한 다

1) 본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구결과로 수행되었음.

양한 액티브 네트워크 기법에 대해서 설명할 것이다. 4장에서는 새로이 제시한 액티브 노드 및 네트워크에 대한 모델링을 하며, 5장에서는 결론을 맺고 향후 연구방향에 대해 논의한다.

## Ⅱ. 관련연구

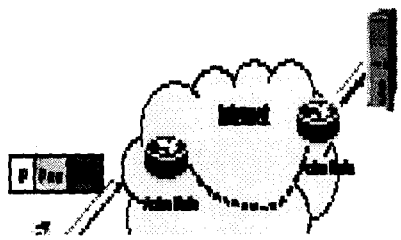
### 1. 분산 시뮬레이션의 구조

네트워크 기술을 이용한 분산 시뮬레이션은 개별 무기체계 수준의 장비조작 및 전투기술 훈련에 사용해 오던 각종 시뮬레이션들을 하나의 컴퓨터 네트워크를 통해 연결함으로써 동일한 전장공간에서 시뮬레이터들을 운용할 수 있도록 하기 위한 시도로 출발했다[2]. 그러나 기존의 시뮬레이션 모형들은 대부분 각종 모의기능을 단일 모형에 통합하여 묘사하는 중앙집중식 모의구조를 갖는다. 이러한 중앙집중식 모의구조를 갖는 단일 모형으로는 보다 복잡하고 다양한 현대전을 실전과 유사한 훈련환경으로 조성하는 것이 불가능하게 되었다. 따라서 다양한 유형의 시뮬레이션 모델들을 상호연동하고 통합하는 방법을 통해 보다 복잡한 새로운 목적을 달성할 수 있도록 하기 위한 방안들이 요구되었다. 이러한 시도의 하나로 미 국방성에서는 1995년부터 표준연동구조(HLA: High Level Architect-ure)를 개발하게 되었고, 2000년에는 IEEE1516 국제표준으로 등록되었다[3].

### 2. 액티브 네트워크(Active Network)

사용자의 네트워크 요구 기능을 수행하기 위해 프로그램 코드를 전송 및 실행함으로써 통신망에 새로운 서비스를 신속하고 경제적으로 도입하고 망 자원들을 보다 적절하게 활용할 수 있도록 하는데 목표를 두고 연구되고 있는 분야가 액티브 네트워크 분야이다. 기존의 네트워크는 이를 이용하는 응용 및 사용자가 네트워크 환경에 스스로 적응하게 하면서 서비스를 제공하는 것과는 달리 액티브 네트워크는 사용자의 요구에 맞추어 서비스를 제공한다.

이러한 액티브 네트워크 운영 환경은 기존의 네트워크 노드가 단순히 패킷을 저장한 후 포워딩(store and forward) 하는 식의 단순한 네트워킹 기능을 하는 것과는 달리 액티브 네트워크는 사용자가 원하는 프로그램을 패킷을 통하여 전송하여 실행하거나 네트워크 노드에 미리 설치된 프로그램 중에서 해당 기능을 실행(store-compute-forward)함으로써 사용자가 원하는 네트워크 기능을 이용하게 된다. 이처럼 네트워크 노드에서 라우팅과 같은 단순한 기능에서 벗어나 네트워크 종단간에서만 이루어지던 여러 가지 에러 처리 및 흐름 제어와 같은 복잡한 기능 혹은 그 외 사용자가 원하는 기능을 네트워크 노드에서 수행할 수 있다는 것은 사용자나 네트워크 망 자체에 유연성뿐 아니라 여러 많은 장점들을 제공할 수 있다[4].



▶▶ 그림 1. 액티브 네트워크 운영환경의 예

## Ⅲ. 네트워크 트래픽 성능 향상 방안

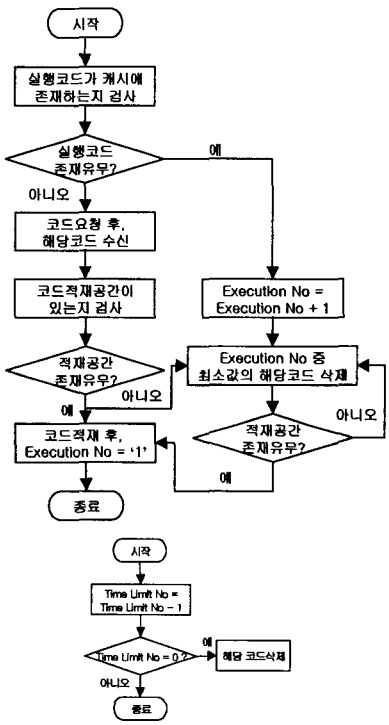
### 1. 네트워크상의 트래픽 제어

기존의 네트워크의 내부 라우터(core router)들이 주로 패킷 전송과 경로할당을 처리하는 반면 액티브 네트워크에서는 패킷 내에 프로그램이나 처리에 필요한 정보를 담아 전송하게 되는데 네트워크 상에 있는 노드는 액티브 패킷(Active packet)을 읽어 들여 각 라우터의 실행환경(Execution Environment)에서 실행할 수 있고 필요한 프로그램(혹은 코드)을 다른 곳으로부터 다운로드하여 실행 가능하다. 또한 네트워크 내부 노드들은 서로에게 필요한 네트워크 상

의 정보를 공유할 수 있다. 이 기술을 사용할 경우 가상 전장환경 상에서 혼잡이 발생하면 네트워크 내부에서 이를 감지하여 주변 라우터에 혼잡에 대한 정보를 알려줄 수 있으며 직접적으로 혼잡을 제어할 수 있다[5]. 액티브 네트워크 상에서 패킷이 액티브 노드(Active Node)에 수신되었을 경우 액티브 노드 상에 있는 혼잡정보(Congestion Information)와 액티브 패킷에 있는 혼잡 정보를 이용하여 패킷에 대한 처리를 수행하기 때문에 액티브 노드를 이용한 혼잡제어는 액티브 노드의 위치와 노드간의 통신이 중요하다고 할 수 있다[6]. 하지만, 본 연구에서는 액티브 노드의 위치에 관해서는 고려하지 않는다. 만일 가상 전장환경 상에서 혼잡이 발생할 경우 액티브 노드의 패킷 처리방식에 대한 선택문제는 네트워크의 성능에 큰 영향을 끼칠 수 있으며, 이는 모의훈련용 시뮬레이션인 워게임 모델에도 커다란 영향을 미칠 수 있다.

## 2. 액티브 노드에서의 효율적인 코드 캐싱 기법

본 논문에서는 무수히 발생하게 되는 코드 요청에 대한 캐시 적중률(hit-ratio)을 높이고 실행 코드를 효율적으로 캐시(cache)에 유지함으로써 코드 요청 횟수를 줄이기 위한 효율적인 캐싱 기법을 제안하였다. 본 논문에서 제안하는 캐싱 기법은 캐시 관리자가 코드의 참조 횟수, 즉 코드의 실행 횟수에 대한 필드와 시간 제약(time limit)에 대한 필드를 참조하는 캐시를 관리하는 기법이다. 코드 정보 테이블(Code Information Table)에는 각 코드에 대한 식별자를 나타내는 필드(Code ID)와 코드 실행 횟수에 대한 정보를 나타내는 필드(Execution No), 시간 제약을 나타내는 필드(Time Limit No)로 구성된다. 코드 실행 횟수 필드는 코드가 최초 실행될 때 '1' 값을 가지며, 재실행 될 때마다 값을 '1'씩 증가시킨다. 이렇게 함으로서 코드 실행 횟수에 대한 정보를 유지한다. 시간 제약 필드는 시간 제약 값에 대한 정보를 주기적으로 갱신하여 유지한다. 코드가 최초로 실행된 후에 코드는 시간 제약에 대한 일정한 값(예를 들어 10)을 가지게 된다. 캐시 관리자는 코드가 실행된 후 일정 시간마다(예를 들어 10시간) 시간 제약 값을 '1'씩 감소시킨다. 시간 제약 값은 코드가 재실행 될 때 다시 초기 값(10)을 가진다. 제안한 알고리즘의 참조 횟수에 관한 알고리즘은 LFU(Least Frequently Used) 기법을 따른다. 그림 2는 제안한 기법의 동작 순서를 순서도로 나타내었다. 순서도는 Execution No 필드를 참조하여 해당 코드를 삭제하는 과정과 Time Limit No 필드를 참조하여 해당 코드를 삭제하는 두 개의 과정이다.




▶▶ 그림 2. 코드 캐싱 기법의 동작 과정

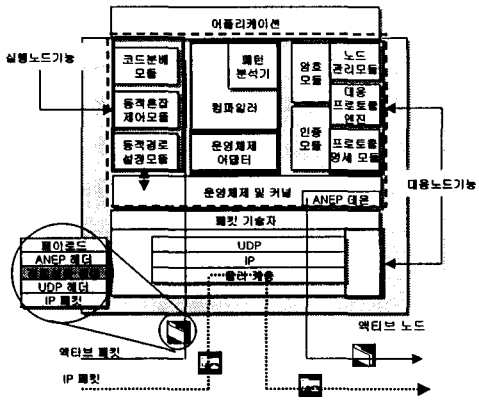
# Ⅳ. 가상 전장환경에서의 액티브 네트워크 모델링

가상 전장환경 상에서의 액티브 노드는 앞서 기술된 RED 확장 기법, 동적 라우팅 기법, 동적 멀티캐스팅 기법 및 동적 경로설정 기법을 적용하여 모델링한

후, 액티브 노드를 기본 노드로 하는 액티브 네트워크를 모델링하였다.

## 1. 액티브 노드 모델링

본 논문에서는 이를 위해 액티브 패킷에 추가적인 IP 헤더를 캡슐화하여 전달하는 IP 터널링 방법을 사용하도록 제안한다. 다음으로, 다음 액티브 노드를 선택하는 과정에 있어서는 액티브 패킷의 처리 결과와 액티브 네트워크 토폴로지 정보를 고려해야 한다. 만약 처리 결과를 통해 라우팅 정보를 얻을 수 있다면, 이 라우팅 정보를 통해 다음 액티브 노드를 선택할 수 있다. 그렇지 않다면, 액티브 노드 자신이 유지하고 있는 라우팅 정보를 기반으로 다음 액티브 노드를 결정해야 한다. 액티브 노드들을 물리적으로 서로 연결되어 있지 못할 수도 있기 때문에 액티브 노드들로만 구성된 액티브 네트워크 토폴로지 정보를 유지하고 액티브 패킷의 라우팅을 위한 액티브 라우팅 테이블을 별도로 구성해야한다. 즉, 새로운 액티브 네트워크 라우팅 프로토콜이 요구된다. 이웃한 액티브 노드들이 물리적으로 직접 연결되어 있지 못하기 때문에 이웃한 노드에 대한 최선의 정보(이웃한 노드들의 리스트, 이웃한 노드와 링크 상태)를 유지하고 그에 따른 대응이 어렵기 때문에, 액티브 네트워크 라우팅 프로토콜은 일반적인 인터넷 라우팅 프로토콜보다 좀더 복잡할 것이다[7]. 기존의 액티브 노드에 있어, 패킷이 수신되면 우선 패킷 분류기가 액티브 패킷과 일반 패킷을 분류하여 액티브 패킷일 경우 패킷 내에 들어 있는 전장정보나 프로그램을 실행환경으로 보내어 처리하게 한다. 실행환경에서 처리 후 얻어진 정보는 상태 정보 표(State Information Table : SIT)에 저장하며 패킷 생성기를 이용하여 주변 라우터에 혼잡에 대한 정보를 제공할 수 있다. 본 논문에서 제안한 액티브 노드는 그림 3와 같이 기존의 액티브 노드에 하나의 작업을 수행하기 위해 필요한 일련의 액티브 패킷들이 같은 액티브 노드를 경유하도록 하기 위한 경로 설정기법을 제공하는 경로설정 모듈, 네트워크 상의 트래픽을 제어하기 위한 혼잡제어모듈 등을 포함하고 있는 구조를 가지고 있다.




▶▶ 그림 3. 액티브 노드 모델링

## 2. 액티브 네트워크 모델링

워게임 모델에 적용할 액티브 네트워크 구조는 당분간 전통적인 일반 네트워크 구조와 통합되어 사용되어져야 할 것이다. 따라서 기존의 네트워크와의 효율적인 연동을 위하여 액티브 네트워크의 구조도 이를 고려한 형태로 구성되어야 하며, 향후 완전한 액티브 네트워크 구조(Complete Active Network)로 구현되더라도 최소의 관리노력으로 업그레이드 될 수 있도록 하여야 할 것이다. 따라서 본 논문에서는 가상 전장공간 상에서 기존의 네트워크와 효율적으로 연동되며, 네트워크 트래픽을 최소화할 수 있는 액티브 네트워크 기반구조를 구성하고자 하며, 기본 단위는 도메인이며, 액티브 네트워크는 기본적으로 도메인으로 구성하였다. 단, 도메인 내의 모드 노드가 액티브 노드인 경우는 고려하지 않았다.

# V. 결 론

최근의 가상 모의훈련용 워게임 모델에서의 다양한 액티브 응용을 지원하기 위해서는 액티브 네트워크의 링크, 실시간 전송, 보다 효과적인 멀티캐스트 프

로토콜이 요구된다. 데이터의 특성을 보다 효과적으로 적용하기 위하여 액티브 패킷을 사용해서 멀티미디어 데이터의 특성에 따라 대역폭과 전송지연을 미리 예측 처리하여 데이터를 전송함으로서 데이터 트래픽의 공정한 분배와 전송속도를 증가시킬 수 있게 되었다. 이에 본 논문에서는 기존 액티브 네트워크 기술들에 대한 통합을 통해 이러한 문제점들을 해결하고 가상 전장환경에 적용한 후, 모의실험을 통해 그 유효성을 검증하였다. 향후 연구로는 지금까지의 개념을 좀더 확장하여 액티브 라우터와 일반 라우터 간의 상호작용을 통해서 가능한 대역폭을 최대한 활용할 수 있는 방안을 연구하는 것이 필요하고, 광대역 네트워크를 구축했을 때의 네트워크 트래픽을 제어할 수 있는 연구가 요구되며, 모의 실험결과를 토대로 실제적인 네트워크 상의 모든 트래픽에 대해서 범용적으로 혼잡제어가 가능한 라우터 구성에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

## ▌참고문헌▐


[1] 장상철, 손미애, 정상윤, 장동옥, "차세대 시뮬레이션 연동체계 기술연구", 한국국방연구원, 2001.

[2] 김대석, 양병희, 류제철, "합성전장훈련체계 개발방안 연구", 국방과 기술, 257호, 258호, 2000.

[3] 서혜숙, 김태윤, "HLA 기반의 시뮬레이션 모형 개발 및 확장 연구", 한국정보처리학회 추계 학술발표논문집 제8권 제2호, 2001.

[4] "차세대 인터넷을 위한 능동 보안 기술백서", 한국전자통신연구원, pp.137~139, 2001.5.15

[5] S.Bhanttachariee, K. Calvert, and E. Zegura, "On Active Networking and Congestion," Technical Report GIT-CC-96-02, College of Computing, Georgia Tech., Atlanta, GA, 1996.

[6] 최기현, 장경수, 신호진, 신동렬, "액티브 라우터의 피드백 메커니즘을 이용한 혼잡제어 기법" 정보처리학회 논문지 C 제9-C권 제4호, 2002.8.

[7] 안상현, 김경춘, 한민호, 나중찬, "액티브 라우터를 가진 IP 네트워크를 위한 OSPF 프로토콜의 확장 및 액티브 패킷 전달 방식", 정보과학회논문지, 제30권 제1호, 2003.