

지리적 장애하의 오버레이 네트워크 평가를 위한 에뮬레이션 플랫폼 구현

김경백

전남대학교, 전자컴퓨터공학부

kyungbaekkim@jnu.ac.kr

Implementation of the emulation platform for evaluating overlay networks under geography-correlated failures

Kyungbaek Kim

Dept. Electronics and Computer Engineering
Chonnam National University

요약

본 논문은 대규모 네트워크 장애에 따른 오버레이 네트워크의 성능을 측정하기 위한, 에뮬레이션 플랫폼의 구성법과 이를 사용한 초기 결과에 대해서 소개한다. 에뮬레이션 플랫폼은 머신간의 통신 딜레이를 가상으로 설정하기 위한 에뮬레이터인 ModelNet을 기본으로 구성된다. 그리고 지리적 장애(geography-correlated failure)에 대한 상황을 적용하기 위해, ModelNet에 적용되는 인터넷 토폴로지에 대한 지리적 정보를 맵핑하는 모듈 및, 지리적 장애를 가정하여 발생시키기 위한 지리적 장애 발생 모듈을 추가한다. 이와 같은 지리적 장애를 인지하는 오버레이 네트워크 에뮬레이션 플랫폼은 다양한 오버레이 프로토콜의 성능 분석을 위해 사용될 수 있다. 본 논문에서는 안정적인 플래쉬 디세미네이션을 수행하기 위한 오버레이 네트워크 프로토콜에 대한 성능 분석을 본 에뮬레이터로 수행한 결과를 제공한다.

I. 서론

오버레이 네트워크란 임의의 네트워크 상위에 구성된 네트워크라는 의미로, 일반적으로 IP 네트워크 상위에 구현된 사용자 머신간의 네트워크를 의미한다. 오버레이 네트워크는 날로 향상되는 사용자단의 머신간의 통신 네트워크를 이용해 보다 다양한 네트워크 서비스를 가능하게 한다. 그 예로 오버레이 멀티캐스팅을 생각할 수 있다. IP 네트워크 멀티캐스팅의 실현을 위해서는 IP 네트워크의 라우터, 브릿지를 포함한 모든 구성 요소들이 이 멀티캐스팅에 대해서 이해를 해야 가능하다. 이와 같은 조건은 다양한 IP 네트워크 도메인들이 서로 다른 관리자에 의해서 관리된다는 점을 고려하면, 이루어지기 아주 힘들다는 것은 쉽게 알 수 있다. 반면, 오버레이 네트워크 멀티캐스팅은 사용자 머신간의 엔드-투-엔드 커뮤니케이션만 보장되면 그 실현이 가능하다는 점에서 IP 네트워크를 고치지 않더라도 쉽게 실현될 수 있다. 이와 같은 점에서 오버레이 네트워크 서비스는 비디오 전송, 오디오 전송, 파일 전송, 정보 전송 등 다양한 분야에서 연구되고 있다[1][2].

오버레이 네트워크의 그래프 $G(V,E)$ 는 $|V|$ 개의 사용자 머신을 고려한 노드와 $|E|$ 개의 각 머신을 연결하는 에지로 구성된다. 이때, 하부의 네트워크의 그래프를 $G'(V',E')$ 라 할 때, 오버레이 네트워크의 하나의 에지는 하부 네트워크의 다수의 에지로 구성되어 있고 $E_i = \sum E'_j$ 와 같이 표현된다. 즉, 하부 네트워크 에지의 장애는 다수의 오버레이 네트워크의 에지에 영향을 줄 수 있게 된다.[3] 이러한 오버레이 네트워크와 하부 네트워크의 특성을 고려한 네트워크 장애 시 오버레이 네트워크의 성능 측정을 위해서는 하부 네트워크 구조, 오버레이 네트워크 구조 그리고 오버레이 네트워크와 하부 네트워크의 맵핑 정보를 고려한 시뮬레이션 및 에뮬레이션이 필요하다.

이와 같은 하부 네트워크의 장애가 오버레이 네트워크에 미치는 영향은 그

장애의 규모가 지리적으로 광범위하게 일어날 경우 더욱 심각해진다.[4][5] 최근 이러한 넓은 지역에서 발생하는 장애, 즉 지리적 장애(geography-correlated failure)하에서의 오버레이 네트워크 성능에 대한 연구가 진행되었으나, 시뮬레이션을 통해 제안된 알고리즘을 검증하였다. 따라서 본 논문에서는 이와 같은 지리적 장애를 고려한 에뮬레이션 플랫폼을 제공함으로써 보다 효율적으로 지리적 장애의 오버레이 네트워크에 대한 영향을 분석할 수 있도록 한다.

II. 본론

II.1 에뮬레이션 플랫폼 개요

제안되는 에뮬레이션 플랫폼의 전체 구조는 그림 1과 같다. 우선 플랫폼에서 인터넷 딜레이를 에뮬레이션 하기 위해 ModelNet[6]을 사용한다. 하부 네트워크 구조는 ModelNet에서 사용하는 Inet[7] 인터넷 토폴로지 생성기를 사용하여 정의하고, 오버레이 네트워크 구조는 오버레이 네트워크 모듈에서 사용자 정의된 프로토콜에 따라서 결정된다. 지리적 장애를 고려하기 위해 Inet에서 하부 네트워크를 정의할 때, 지리적 위치에 대한 정보를 맵핑하도록 하고, 오버레이 네트워크 노드들도 지리적 위치에 사용자 정의에 따라 분포하여 맵핑되도록 한다. 맵핑 정보는 지리정보 맵핑 모듈(Geography Mapping Module)에서 관리하고, 이 정보는 플랫폼의 지리적 장애 생성 모듈(Geography Correlated Failure Generator)에서 장애를 발생시킬 때 해당 하부/오버레이 노드를 선택하는데 있어 사용된다.

제안된 에뮬레이터 플랫폼에서는 지리적 장애에 따라 하부 네트워크의 구조를 ModelNet에서 다시 읽어 들이는 방식 대신, 오버레이 네트워크의 장애를 인지하여 오버레이 노드 자체에서 에지를 사용하지 못하게 하는 방식을

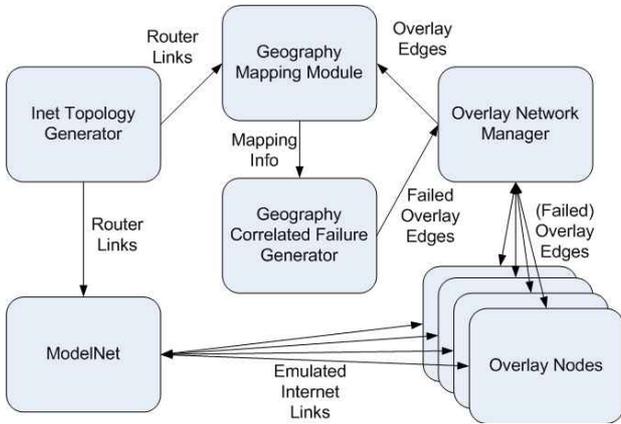


그림 1. 제안된 에뮬레이션 플랫폼의 전체 구조.

취한다. 이는 ModelNet 및 오버레이 노드들을 수행하는 머신의 설정을 바꾸지 않고 다양한 에뮬레이션 수행을 가능하게 해주어 보다 효율적인 실험을 가능하게 한다. 이와 같은 역할은 제안된 플랫폼의 오버레이 네트워크 매니저(Overlay Network Manager)에서 담당하게 되고, 이 모듈은 각 오버레이 노드, 지리정보 맵핑 모듈, 그리고 지리적 장애 생성 모듈과 연동한다.

II.2 Porting ModelNet to FreeBSD 7.4R and Ubuntu 10.04

초기에 제안된 ModelNet은 FreeBSD 4.x 에 최적화 되어 개발되었다.[6] 하지만 최근 FreeBSD의 업데이트에서 udp 부분을 포함한 네트워크 커널코드가 변경되어 FreeBSD 7.x이후 버전에서는 기존의 ModelNet 이 제대로 동작하지 못하였다. 따라서, 제안된 에뮬레이터 플랫폼을 구현할 때, ModelNet의 코드를 수정하여 FreeBSD 7.4R 및 Ubuntu 10.04에서 동작할 수 있도록 포팅을 수행하였다. 주로 udp관련 코드 수정, 커널 메모리 관리 코드 수정, 보안 관련 네트워크 코드 수정 등을 통해 포팅을 수행하였다. 현재 구현된 에뮬레이터 플랫폼은 그림 2와 같이 ModelNet 을 수행하기 위한 FreeBSD 7.0 서버 하나와 오버레이 노드들을 실행시키기 위한 5개의 Ubuntu 10.04 서버들로 구성되어 있다.

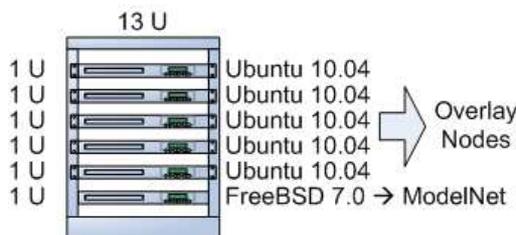


그림 2 구현된 에뮬레이터 플랫폼 서버 구성

II.3 지리정보 맵핑 및 지리적 장애 생성

지리정보 맵핑을 위해서 우선 Inet 인터넷 토폴로지 생성기에서 사용하는 10000x10000 구역을 지리정보와 맵핑하는 방식을 사용하였다. 즉 생성된 각 라우터의 위치는 지정된 구역 내에서 랜덤하게 분포되도록 하고, 두 라우터를 연결하는 링크는 직선으로 표현된다고 가정한다. 오버레이 노드들의 위치는 하부 네트워크의 임의의 Stub 라우터를 오버레이 노드의 Gateway Node로 선택하고 해당 Stub 라우터의 위치를 취함으로써 설정한다.

지리적 장애를 생성하기 위해서는 위에서 주어진 구역 내의 임의의 사각형 구역을 지리적 장애 구역으로 선택한다. 이때, 이 구역 내에 포함된 라우터는 장애 라우터로 간주하게 되고, 또한 이 구역을 가로지르는 하부 네트워크 에지들도 장애가 발생한 것으로 간주한다. 이러한 장애 라우터 및 에지들과

관련된 모든 오버레이 에지들은 장애가 발생한 것으로 가정하고 오버레이 네트워크 매니저에서 각 오버레이 노드들에게 해당 장애 오버레이 에지에 대한 정보를 푸시하도록 한다.

II.4 에뮬레이터 플랫폼 기반 실험 결과

제안된 에뮬레이터 플랫폼의 동작을 확인하기 위해 기존의 오버레이 네트워크 프로토콜에 대한 지리적 장애하의 성능 측정을 수행하였다. 성능을 확인하고자 하는 오버레이 프로토콜은 논문 [4]에서 제안된 안정적인 플래쉬 디세미네이션 오버레이 네트워크 프로토콜이다. 이 프로토콜에 따라 구성된 오버레이 네트워크는 랜덤하게 구성된 오버레이 네트워크보다 지리적 장애에 보다 강한 특성을 가지게 된다.

논문 [4]에서는 시뮬레이션을 통해 성능을 측정하였고 이에 대한 시뮬레이션 결과는 그림 3과 같다. 그림에서 Random-T가 랜덤하게 구성된 오버레이 네트워크를 의미하고, Proximity-T가 논문 [4]에서 제안된 프로토콜로 구성된 오버레이 네트워크이다. 그림에서 지리적 장애의 크기가 증가할 때 제안된 프로토콜로 구성된 오버레이 네트워크가 보다 높은 Reliability를 가짐을 확인할 수 있다.

그림 4에서는 이와 동일한 조건의 실험을 제안된 에뮬레이션 플랫폼에서 수행한 결과를 나타내고 있다. 그림 3과 비교할 때, Proximity-T가 여전히 지리적 장애에 보다 강한 특성을 보임을 확인할 수 있었다.

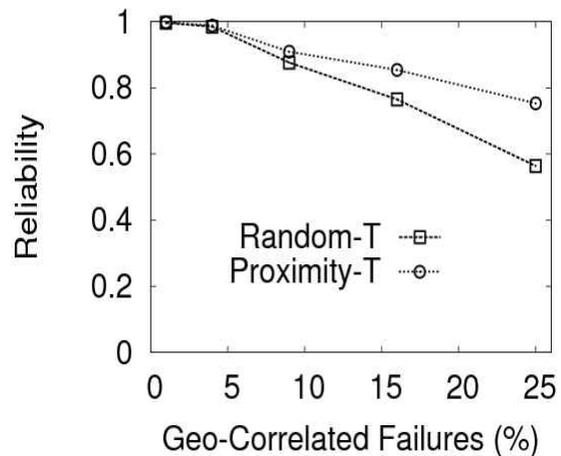


그림 3 시뮬레이션 기반 오버레이 네트워크 성능 측정 결과

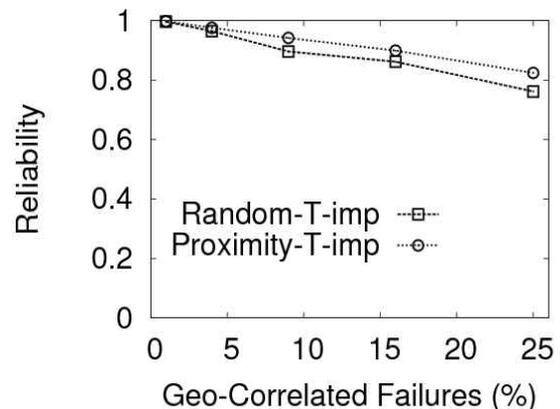


그림 4 제안된 에뮬레이션 플랫폼 기반의 성능 측정 결과

III. 결론

본 논문에서는 지리적 장애하의 오버레이 네트워크 성능 측정을 위한 에물레이션 플랫폼의 구현과 그 초기 결과에 대해서 소개한다. 지리적 장애를 고려하기 위해 에물레이션 플랫폼에서는 지리정보 맵핑 모듈 및 지리적 장애 생성 모듈에서 하부 네트워크와 오버레이 네트워크 간의 지리적 맵핑을 저장하고 사용할 수 있도록 한다. 또한 장애에 영향을 받는 오버레이 네트워크 에지들을 효율적으로 관리하기 위해 오버레이 네트워크 매니저를 두고 이를 통해 장애 에지들의 정보를 오버레이 노드들에게 알려주어 불필요한 플랫폼 초기화 및 준비 작업을 줄일 수 있도록 한다. 제안된 에물레이터 플랫폼을 통해 오버레이 네트워크의 성능, 특히 다양한 형태의 장애가 고려 될 때의 성능을 보다 효율적으로 측정할 수 있게 될 것으로 예상된다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2012년도 전남대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

- [1] Yang-hua Chu, Sanjay G. Rao, Srinivasan Seshan and Hui Zhang, "A Case for End System Multicast," in Proceedings of ACM Sigmetrics, 2000
- [2] S. Banerjee, B. Bhattacharjee and C. Kommareddy, "Scalable Application Layer Multicast," in Proceedings of SIGCOMM'02, 2002.
- [3] Weidong Cui, Ion Stoica and Randy H. Katz, Backup Path Allocation Based On A Correlated Link Failure Probability Model In Overlay Networks, in Proceedings of ICNP'02, 2002
- [4] Kyungbaek Kim and Nalini Venkatasubramanian, Assessing the impact of geographically correlated failures on overlay-based data dissemination, IEEE Globecom 2010.
- [5] S. Neumayer, G. Zussman, R. Cohen, and E. Modiano, Assessing the Impact of Geographically Correlated Network Failures, in Proceedings of MILCOM'08, 2008
- [6] David Becker and Ken Yocum, Modelnet Howto, Duke University, 2003
- [7] Inet: <http://topology.eecs.umich.edu/inet/>