

# 근접도-인지 이웃노드 선택 알고리즘 구현과 테스트

김경백\*

\*전남대학교 전자컴퓨터공학부

## Implementing and testing a proximity-aware neighbor selection algorithm

Kyungbaek Kim\*

\*Department of Electronics and Computer Engineering,

Chonnam National University

E-mail : kyungbaekkim@jnu.ac.kr

### 요 약

사용자 단말의 성능이 혁신적으로 향상됨에 따라, 사용자에게 친숙하고 확장성이 강한 오버레이 네트워크의 사용이 급격히 증가 하고 있다. 다양한 구조를 가질 수 있는 오버레이 네트워크는 데이터 전송 시 사용자들의 예기치 못한 장애에 대응하기 위해 복제 기반의 기법들을 적용하여 전송의 안정성을 높인다. 복제 기반의 기법은 균등 분포 특성을 가지는 장애 모델에 대해서는 효과적으로 동작하는 반면, Geo-correlated Failure와 같이 특정 지역에 장애가 몰리게 되는 가우시안 분포 특성을 가지는 장애에 대해 잘 대응 하지 못한다. 이러한 단점을 보완하기 위해 근접도-인지 기반의 복제 기법이 제안되었다. 이 논문에서는 이러한 근접도-인지 이웃노드 선택 알고리즘을 구현하고 이를 Emulated WAN(Wide Area Network)상에서 테스트한 결과를 소개한다. 결과의 분석을 통해 근접도 인지 이웃노드 선택 알고리즘을 사용한 오버레이 네트워크는 랜덤한 이웃노드 선택 알고리즘을 사용한 오버레이 네트워크에 비해 Geo-correlated Failure에 보다 강인한 특성을 가질 수 있음을 확인하였다.

### 키워드

Geographical Failure, Proximity-aware, Neighbor Selection, Reliability

## 1. 서 론

오늘날 유저들의 단말들의 (데스크탑 PC, 노트북, 스마트폰 등) 성능이 혁신적으로 향상되고 있다. 특히 휴대가 편리한 스마트 디바이스(IPhone, Galaxy Phone)와 Netbook / Notebook의 성능이 급격히 향상되고 있다. 수년전에는 상상할 수 없을

정도로 다양하고 복잡한 응용프로그램들을 스마트 디바이스나, 노트북에서 수행할 수 있게 되었다. 뿐만 아니라, 통신 채널의 성능에 있어서도 획기적인 발전이 있었고, 보다 다양한 타입의 전송채널이 등장하게 되었다. 예를 들어, 스마트 디바이스 유저는 WiPi뿐만아니라 3G네트워크를 통해서 정보를 주고 받게 된다.

이에 따라 다양한 타입의 데이터 전송 네트워크를 사용하는 유저에게 친숙하고, 확장성이 강한 오버레이 네트워크의 사용이 급격히 증가하고 있다[1,2,3,4]. 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 생각 할 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 관리 된다는 점을 고려하면, 이루어지기 아주 힘들다는 것은 쉽게 알 수 있다. 반면, 오버레이 네트워크 멀티캐스트는 사용자 머신간의 엔드-투-엔드 커뮤니케이션만 보장되면 그 실현이 가능하다는 점에서 IP 네트워크를 고치지 않더라도 쉽게 실현될 수 있다. 이러한 오버레이 네트워크는 메세징[4], 음성통신, 데이터 전송(content distribution)[3], 멀티미디어 전송(streaming service)[1]와 같은 다양한 분야에 적용되고 있다.

오버레이 네트워크에서의 중요한 이슈중 하나는 데이터 전송의 안정성이다. 오버레이 네트워크를 구성하는 리소스들이 일반 사용자에서 제공되고 있는 점을 고려하면, 서버중심의 서비스에 비해 그 안정성 및 가용성이 떨어질 수 있다. 이러한 문제의 해결을 위해 기존의 연구들에서는 일반 사용자의 예기치 못한 장애를 극복하기 위해 복제 기반의 기법들을 제시한다.[1,2,3] 예를 들면, 데이터 전송 네트워크에서는 두 오버레이 노드 사이에 다수의 오버레이 패스를 설정함으로써 임의의 장애에 대해 강인한 데이터 전송을 수행할 수 있도록 한다는 것이다.

이 연구들에서는 사용자의 장애가 지역적으로 균등하게 퍼져서 발생하는 것으로 가정되지만, 최근 스마트 디바이스와 미디어의 발달로 사용자들은 장소정보와 밀접한 관계를 가지게 되어 사용자의 장애가 가우

시안 모델을 따라 발생 할 수 있다. 즉 모바일 디바이스들이 오버레이네트워크에 참여하게 된다면, 사용자들의 리소스가 장소정보에 밀접한 관련이 있게 되고, 이에 따라 사용자의 장애가 지리적으로 밀접한 관계를 가질 수 있다. 이러한 장소와 연관된 사용자의 장애는 Geo-correlated failure라고 정의한다.[5,6]

이러한 geo-correlated failure는 특히 재난경보시스템이나 전략정보전달 시스템과 같은 전달시간의 제한이 확실하게 있는 Mission Critical한 시스템에서 보다 그 영향이 심각하게 된다.[6] 예를 들면, 지진이나 폭우와 같은 재난 상황에서는 그 지역 부근의 사용자들 또는 그 지역에 관심 있는 사람들에게 경보나 대처정보를 전달해주어야 한다. 하지만, 이러한 재난 상황에서는 그 지역의 통신 기간시설이 데미지를 입으면서 통신 네트워크가 마비될 가능성이 높아진다. 뿐만 아니라, 전략적으로 EMP를 사용하여 특정지역을 공격할 경우[5] 그곳에서의 통신이 마비되게 된다. 이와 같은 다양한 형태의 Geo-correlated failure가 생길 경우 이 장애와 관련된 지역의 사용자들도 모두 서비스를 받지도 또는 제공하지도 못하게 된다. 물론 이와 같은 기간시설의 장애에 따른 backup 통신채널이 가동될 수도 있지만, 이와 같은 장애 복구는 Time-consumption한 특성을 가지게 되므로, Mission Critical한 시스템에서는 그 사용이 힘들게 된다. 최근 이러한 Geo-correlated failure에 강인한 데이터 전송 오버레이 구성을 위한 근접도-인지 이웃노드 선택 알고리즘이 제안되었다.[6]

이 논문에서는 이러한 Geo-correlated failure에 강인한 특성을 가지는 오버레이 네트워크를 구성하기 위한 근접도-인지 이웃노드 선택 알고리즘을 구현하고 WAN 에 물레이터 플랫폼[7] 상에서 수행된 테스트 결과를 소개한다.

## II. 근접도-인지 이웃노드 선택 알고리즘

오버레이 네트워크에 존재하는 노드들은 오버레이 노드라고 정의한다. 오버레이 노

드들은 일반적으로 Random Failure Model에 따라서 failure를 발생 시킨다고 가정할 수 있다. 이러한 가정이 가능하기 위해서는 오버레이 네트워크와 하부 네트워크와의 연결에 있어서 연관성이 없다는 가정이 필수적이다. 하지만 Geo-Correlated Failure를 고려하게 될 경우, 오버레이 네트워크의 Failure는 하부 인프라스트럭처의 Failure에 영향을 받게 된다. 즉 그림 1 에서와 같이 지리적 연관성을 가진 인프라의 라우터들이 동시에 Failure를 발생시키게 되면, 오버레이 링크 AC와 BD에 동시에 영향을 미치게 된다.

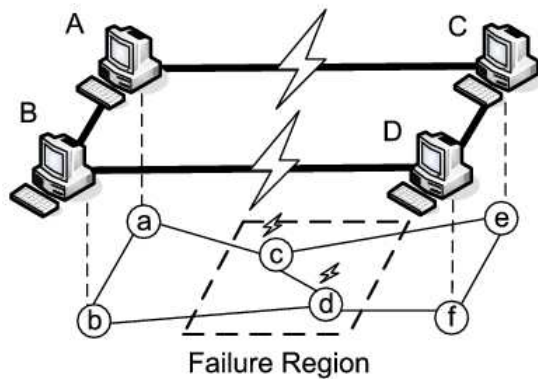


그림 1. Geo-Correlated Failure와 오버레이 링크 Failure. (a,b,c,d : 인프라 라우터, A,B,C,D : 오버레이 노드)

따라서, 이와 같은 하부 인프라의 동시다발적인 Failure를 유발할 수 있는 Geo-Correlated Failure상에서 보다 안정적으로 메시지를 전달하기 위한 네트워크를 구성하기 위해, 오버레이 링크, 즉 오버레이 네이버를 오버레이 링크들간의 지리적인 근접도에 따라서 선정한다. 오버레이 링크들간의 근접도는, 두 오버레이 링크와 관련된 하부 인프라의 경로들간의 근접도로 정의된다. 그림 1에서 오버레이링크 A->C와 B->D의 근접도는 하부인프라 링크 a->c->e (A->C의 하부링크)와 b->d->f (B->D의 하부링크)의 근접도를 계산하여 사용한다. 근접도를 계산할 때는, 두 링크의 각 노드들을 인자로 하여 만들 수 있는 모든 노드 페어에 있어서 지리적 거리가 일정 Threshold값보다 작아지게 되면 그 근접도 값을 1씩 증가시킨다. 이와 같이 계산되는 오버레이 링크간의 근접도를 확인하여, 보다 작은 근접

도 값을 가지는 오버레이 네이버를 선택함으로써 오버레이 네트워크를 구성한다.

이와 같은 근접도 인지 Neighbor Selection방식을 사용하여 구성된 오버레이 네트워크는 임의의 Geo-Correlated Failure가 발생하더라도 한 노드의 모든 네이버가 동시에 이 Failure에 영향을 받을 확률을 보다 줄일 수 있다.

### III. 구현 및 결과

근접도-인지 이웃노드 선택 알고리즘의 성능의 확인을 위해 해당 알고리즘을 구현한 데이터 전송 어플리케이션과 랜덤한 이웃노드 선택 알고리즘을 사용한 데이터 전송 어플리케이션을 작성하고, 이를 WAN 에멀레이션 플랫폼 상에서 테스트 하였다. 어플리케이션들은 Java 1.6을 사용해 구현하였고 에멀레이션 플랫폼은 수정된 ModelNet을 설치한 Fedora 7.0 머신과 5대의 Ubuntu 10.04 머신들로 구성되어 있다.[7]

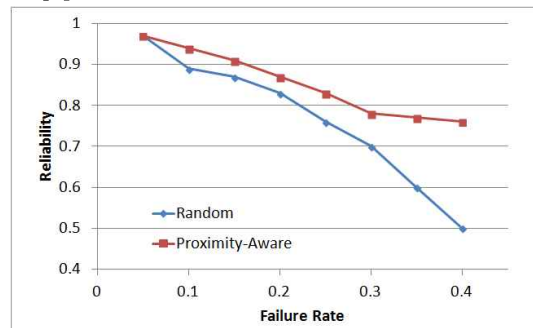


그림 2. Reliability vs Geo-Correlated Failure Rate

그림 2는 서로 다른 Geo-Correlated Failure Rate가 주어질 때 각 오버레이 네트워크의 데이터 전송 안정성을 측정된 결과이다. 장애의 정도가 아주 적은 경우 (< 0.05)를 제외하고, 모든 경우에서 근접도-인지 이웃노드 알고리즘을 사용한 경우의 데이터 전송 안정성이 높음을 알 수 있다.

그림 3에서는 20%의 Geo-correlated failure가 발생한 상황에서 데이터 전송 딜레이를 CDF형식으로 나타내고 있다. 이 그림에서 근접도-인지 이웃노드 선택 알고리즘으로 구성된 오버레이 네트워크가 보다 빠르게 메시지를 전송할 수 있음을 확인할 수 있다. 이러한 결과의 이유는 근접도-인지 이웃노드 선택 알고리즘에서 새로운

이웃노드 선택 시 근접도가 같을 경우 엔드-투-엔드 딜레이 값이 보다 작은 노드를 선택하기 때문이다. 또한, 안정성이 높아짐에 따라 데이터가 전송되는 오버레이 패스가 짧아지는 것도 하나의 이유라고 분석 된다.

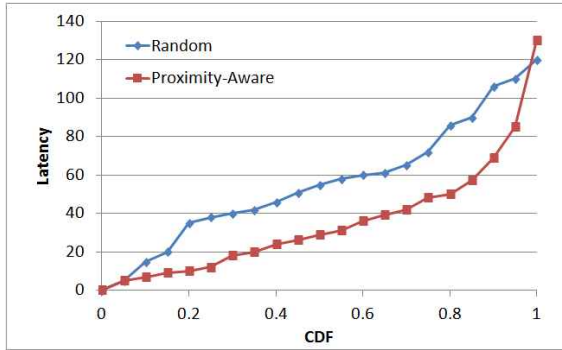


그림 3. CDF of Latency of message delivery

그림 4에서는 근접도-인지 이웃노드 선택 알고리즘에서 사용되는 Threshold값의 변화에 따른 결과를 나타내고 있다. 이때, Geo-correlated Failure는 20%로 설정하였다. 실험 결과를 통해 Threshold값이 커질수록 데이터 전송의 안정성이 높아짐을 확인 할 수 있다. 하지만 본 애플리케이션의 설정에서는 Threshold값이 5000을 넘을 경우 안정성이 포화단계에 이르는 것을 확인 할 수 있었다.

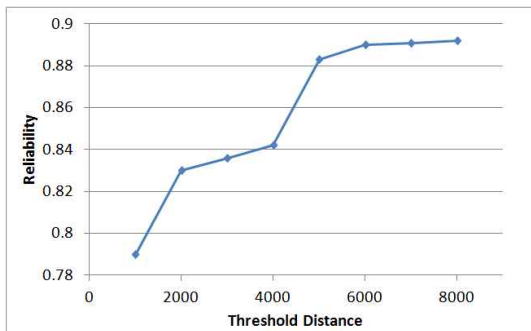


그림 4. Reliability vs Threshold Distance

## V. 결 론

이 논문에서는 근접도-인지 이웃노드 선택 알고리즘의 실용성 파악을 위한 구현과 그 테스트 결과에 대해서 소개한다. 테스트 결과를 통해, 근접도-인지 이웃노드 선택 알고리즘을 사용하여 오버레이 네트워크를 구성할 경우, 이 오버레이 네트워크는 Geo-correlated Failure에 대해 강인한 특성을 가지는 데이터 전송이 가능해짐을 확인

할 수 있었다.

## Acknowledgement

이 논문은 2013년도 전남대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

## 참고문헌

- [1] S. Banerjee, B. Bhattacharjee, C. Kommareddy, "Scalable Application Layer Multicast", in Proc. of SIGCOMM 2002.
- [2] Tetsuya Kusumoto, Yohei Kunichika, Jiro Katto, Sakae Okubo, "Tree-Based Application Layer Multicast using Proactive Route Maintenance and its Implementation", In Proc. of P2PMMS 2005.
- [3] M. Deshpande, B. Xing, I. Lazardis, B. Hore, N. Venkatasubramanian, S. Mehrotra, "CREW: A Gossip-based Flash-Dissemination System", In Proc. of ICDCS 2006
- [4] Kyungbaek Kim, Sharad Mehrotra, Nalini Venkatasubramanian, "FaReCast: Fast, Reliable Application Layer Multicast for Flash Dissemination", In Proc. of ACM/IFIP/USENIX Middleware Conference 2010, Bangalore, India.
- [5] S. Neumayer, G. Zussman, R. Cohen, E. Modiano, "Assessing the Impact of Geographically Correlated Network Failures", In Proc. of MILCOM, 2008
- [6] Kyungbaek Kim, Nalini Venkatasubramanian, "Assessing the impact of geographically correlated failures on overlay-based data dissemination", In Proceedings of IEEE Globecom 2010, Miami, Florida, USA.
- [7] 김경백, 지리적 장애하의 오버레이 네트워크 평가를 위한 애플리케이션 플랫폼 구현, 2013년도 한국통신학회 춘계 학술발표대회, 5월 10일 2013년, 나주.