

DTN 라우팅 프로토콜의 성능 평가를 위한 테스트베드 구축에 관한 연구

김정훈, 최낙중, 권태경, 최양희
서울대학교

{kjh, fomula, tk, yhchoi}@mmlab.snu.ac.kr

A Study on Building a Test-Bed for Performance Evaluation of DTN Routing Protocols

Junghoon Kim, Nakjung Choi, Ted "Taekyoung" Kwon, Yanghee Choi
Seoul National University

요 약

본 논문은 중단간 연결성이 보장되지 않는 Delay/Disruption Tolerant Network (DTN) 환경에서 개발되는 라우팅 기법들의 성능을 시뮬레이션 기반의 측정 방법이 아닌 Dynamic Switch 라는 소프트웨어 스위치를 사용하여 가상의 이동성을 제공할 수 있는 DTN 테스트베드를 구축한다. 본 DTN 테스트베드에서는 기존 시뮬레이션 도구에서 생성된 단말들의 이동 시나리오와 동일하게 DTN 테스트베드에 적용할 수 있다. 또한, 대표적인 두 가지 이동 시나리오에서 최근에 DTN 환경을 위해 제안된 PROPHET 라우팅 프로토콜의 성능을 측정하고, 향후 진행 방향을 제시한다.

제 1 장. 서론

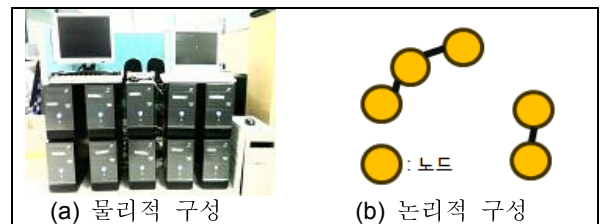
Delay/Disruption Tolerant Network (DTN) 패러다임은 이종의 네트워크들을 연동하기 위해 등장한 개념으로 최근에는 중단간 연결성이 보장되지 않는 상황에서도 노드간 통신이 지원하는 기능을 포함한다[1]. 대부분의 DTN 연구들은 저장 및 전달(store-and-forward) 기반의 라우팅 프로토콜 설계에 초점을 맞추고 있다. 예를 들어, 접촉(contact)하는 모든 DTN 노드에게 메시지 복사본을 전달하는 Epidemic [2], 한정된 개수의 메시지 복사본만을 전달하는 Spray & Wait [3], 다른 DTN 노드와 접촉하는 확률에 따라 메시지 복사본을 전달하는 PROPHET [4] 라우팅 기법이 있다. 특히, PROPHET 라우팅 기법은 IRTF DTNRG 기구에서 표준화가 진행 중이다. 그러나 이러한 DTN 라우팅 기법의 성능 측정은 대부분 시뮬레이션을 통해 이루어지고 있으며, 실제 DTN 환경에서 발생 가능한 다양한 변수들이 적절하게 반영된 것이 아니기 때문에 정확한 성능 분석이 힘들다. 본 논문은 시뮬레이션 도구를 사용해 생성된 이동 시나리오에 따라 가상의 이동성을 제공할 수 있는 Dynamic Switch [5] 라는 소프트웨어 스위치를 이용해 실제 DTN 환경에서 다양한 DTN 라우팅 프로토콜의 성능 측정을 수행할 수 있으면서도, 쉽게 다양한 이동 시나리오에 대한 실험이 가능한 DTN 테스트베드 구축 과정과 PROPHET 라우팅 기법의 실제 성능 측정 결과를 소개한다. 이후 2 장에서는 DTN 테스트베드 구성 및 동작을 설명하고, 3 장에서는 구축된 DTN 테스트베드 상에서 PROPHET 라우팅 프로토콜의 성능을 실제 측정한다. 마지막으로 4 장에서 향후 과제를 제시한다.

제 2 장. DTN 테스트베드 구축

본 논문에서 소개하는 DTN 테스트베드는 Dynamic Switch 라는 소프트웨어 스위치를 사용하여 다양한 이동

시나리오 테스트가 가능하다. Dynamic Switch 도구는 각 노드들간의 연결성을 조정할 수 있는 일종의 응용 프로그램으로, 이동 시나리오에 정의된 특정 시각의 위치에 따라 서로간에 통신이 가능하게 하는, 고정 노드가 이동 노드처럼 동작할 수 있도록 하는 기능을 제공한다.

DTN 테스트베드는 11 대의 PC, 2 개의 모니터, 2 개의 KVM 스위치로 구성되어 있다. 10 대의 PC 에는 DTN 라우팅 프로토콜이 동작할 수 있도록 DTN2 [1], PROPHET [4] 패키지가 설치되어 있고, 나머지 1 대의 PC 에는 Dynamic Switch 도구가 설치되어 있다. DTN2 패키지는 정적인(static) DTN 라우팅 프로토콜을, PROPHET 라우팅 프로토콜은 동적인(dynamic) DTN 라우팅 프로토콜의 성능 평가를 위해 설치하였다. 그림 1 은 구축된 DTN 테스트베드의 구성을 보여준다.



<그림 1. 테스트베드 구성>

그림 1(a)에서 볼 수 있듯이 10 대의 PC 가 Dynamic Switch 도구에 연결되어 입력된 다양한 이동 시나리오에 따라 그림 1(b)에서 볼 수 있듯이 각 DTN 노드간 연결성을 조정하는 역할을 수행한다. Dynamic Switch 도구에서 사용할 이동 시나리오의 생성을 위해 ONE 시뮬레이터[6]를 통해 시간에 따른 DTN 노드간 연결성 정보를 Dynamic Switch 도구의 입력 값으로 변환할 수 있도록 수정하였다. 즉, 수정된 ONE 시뮬레이터를 실행시키면 그 결과로 각 DTN 노드의 이동 시나리오가 Dynamic Switch 도구의 명령어 형태로 이동 시나리오

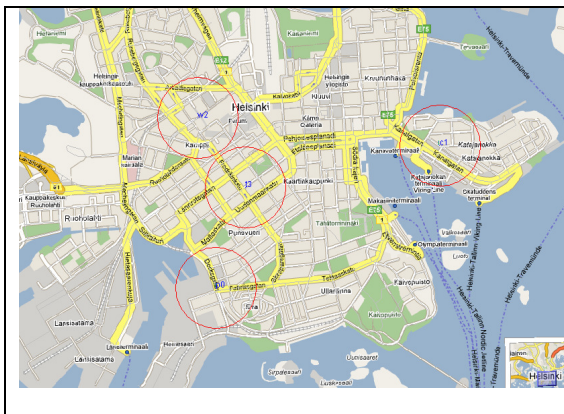
파일이 생성된다. 따라서 DTN 테스트베드에서 동작하는 각 DTN 노드가 이렇게 생성된 이동 시나리오에서 어떤 패턴에서 움직이고 있는지, ONE 시뮬레이터를 통해 시각적으로 확인하는 것이 가능하다.

제 3 장. Case Study: PProPHET

PProPHET 라우팅 프로토콜은 각 DTN 노드가 다른 DTN 노드와 접촉할 확률을 유지하고 있다. 실제 접촉할 때마다 서로가 유지하는 확률 정보를 교환 및 갱신하고, 자신보다 목적지 DTN 노드와 만날 확률이 더 높을 경우에만 해당 메시지의 복사본을 전달한다. 따라서 Epidemic 라우팅 프로토콜의 다수의 불필요한 메시지 복사본이라는 오버헤드를 줄일 수 있다. PProPHET 라우팅 프로토콜에서 가장 중요한 동작은 확률을 갱신하는 방법으로 다음과 같은 방법으로 계산된다.

- i) DTN 노드가 다른 DTN 노드와 접촉할 확률은 직접 접촉할 확률과 다른 DTN 노드를 거쳐 접촉할 확률의 합으로 정의된다.
- ii) 두 DTN 노드가 처음 접촉한 경우에는 상대방을 자신의 확률 목록에 추가하고, 기본으로 설정된 값(0.75)을 할당한다.
- iii) 두 DTN 노드가 접촉한 경우에는 상대방이 가지고 있는 DTN 노드 목록을 교환하고, i) 정의를 사용하여 자신의 DTN 노드 목록 및 확률을 갱신한다.
- iv) DTN 노드간 연결이 없는 상태에서는 상대 DTN 노드와 접촉할 확률을 일정 비율만큼 주기적으로 감소시킨다. 즉, 에이징(aging) 기법이 적용된다.

실험은 지리 정보를 활용한 지도 기반(map-based) 시나리오와 임의의 이동 패턴을 기반으로 한 임의의 중간 지점(waypoint) 시나리오 상에서 수행하였다. 이동 패턴 정보는 각 이동 시나리오에 대해 DTN 노드의 개수를 4 개와 9 개로 설정하여 수정된 ONE 시뮬레이터로부터 수집하였다. 모든 이동 시나리오에서 처음 30 분간 소스 DTN 노드에서 1 분에 1 개의 파일을 생성하여 총 2 시간 동안의 전달 비율(delivery ratio)을 측정한다. 그림 2 는 노드가 4 개일 때 map-based 시나리오에 사용된 지도로 Helsinki 도시의 차도 등의 이동 가능 영역을 보여준다. 지도 기반 시나리오의 DTN 노드들은 차도를 따라 움직이면서 접촉한 DTN 노드들과 통신한다. 반면에 임의의 중간 지점 시나리오의 DTN 노드들은 한정된 공간을 임의로 이동하면서 접촉한 DTN 노드들과 통신한다.

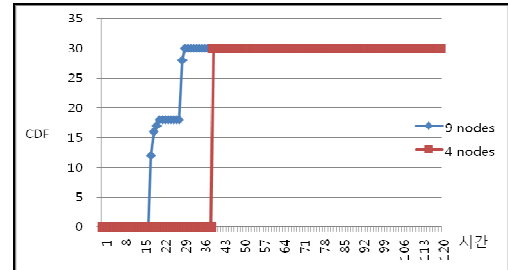


<그림 2. map-based 시나리오에서 사용된 지도>

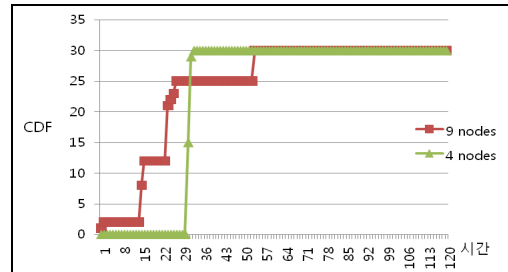
이동 시나리오에 따른 실험 결과는 그림 2, 그림 3 과 같다. 그림 2 는 지도 기반 시나리오에서 측정 및 수집한 누적 분포이고, 그림 3 은 임의의 중간 지점

시나리오에서 측정 및 수집한 누적 분포이다. 두 그래프로부터 다음과 같은 사실들을 확인할 수 있다.

- i) DTN 노드의 수가 많을수록 더 많은 접촉 기회가 주어지기 때문에 더 빨리 메시지를 전달할 수 있다.
- ii) 일정 시간이 지나면 전달되는 메시지의 수가 줄어든다. 각 이동 시나리오에서 네트워크 단절로 인해 전달할 수 없는 메시지가 존재하기 때문이다. 동일한 이동 시나리오를 사용한 ONE 시뮬레이터에서도 유사한 결과를 확인할 수 있다.



<그림 3. 지도 기반 시나리오의 전달 비율>



<그림 4. 임의의 중간 지점 시나리오의 전달 비율>

제 4 장. 향후 과제

본 논문에서는 DTN 라우팅 프로토콜의 실제 성능을 측정할 수 있는 DTN 테스트베드를 소개하였다. 그러나 현재 DTN 테스트베드는 단순히 노드간 연결성만 조정할 수 있기 때문에 무선 특성의 반영이 가능하도록 Dynamic Switch 도구를 수정하는 작업이 필요하다. 또한, ONE 시뮬레이터와 동일한 이동 시나리오에 대해 더욱 유사한 실험 결과가 가능하도록 개선시켜 나가야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 IT 산업 원천기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [2007-F-038-03, 미래 인터넷 핵심기술 연구]. 본 연구를 위해 연구장비를 지원하고 공간을 제공한 서울대학교 컴퓨터연구소에 감사 드립니다.

참고문헌

- [1] Delay Tolerant Networking Research Group, <http://www.dtnrg.org>
- [2] Amin Vahdat, David Becker, "Epidemic routing for partially connected ad hoc networks", Technical Report CS-200006, Duke University, April 2000.
- [3] Thrasivoulos Spyropoulos, Konstantinos Psounis, Cauligi S. Raghavendra "Spray and wait: An Efficient Routing Scheme for Intermittently Connected Mobile Networks", SIGCOMM 2005.
- [4] Anders Lindgren, Avri Doria, Olov Schelen, "Probabilistic Routing in Intermittently Connected Networks",
- [5] Dynamic Switch, <http://sourceforge.net/projects/dynamic-switch>
- [6] ONE(Opportunistic Network Environment) simulator, <http://www.netlab.tkk.fi/tutkimus/dtn/theone/>