

DTMNs를 위한 신뢰성 있는 데이터 전송 지원 방법*

서 두 옥** · 이 동 호***

A Reliable Transport Supporting Method for a DTMNs

Seo, Doo Ok · Lee, Dong Ho

〈Abstract〉

While portable and wireless devices are pouring, a new network technology is needed as a breakthrough. The new network technology features large delays, intermittent connectivity, and absence of an end-to-end path from sources to destinations. A network which has one of those characteristics is called DTNs(Delay Tolerant Networks). The main 4 routing methods have been researched so far in extream environment. In this paper, we look into the reliability of DTMNs(Delay Tolerant Mobile Networks) in several different situations, and propose an algorithm that selects a positive routine by sending the only information of its position when making a connection to a detected node. We simulate the proposed algorithm here in DTN using ONE simulator. As a result, it shows that the algorithm reduces the number of message transmission each node.

Key Words : Delay Tolerant Networks, DTMNS, Mobile Network, Reliability

I. 서론

노트북, PDA 그리고 핸드폰과 같은 무선기기들이 폭발적으로 증가하고 있다. 사용자들의 모바일 기기에 대한 의존성 또한 증가하고 있으며, 언제 어디서나 사용자가 필요로 할 때 연결될 것을 사용자는 요구하고 있다. 또한 극단적인 네트워크 환경에서도 이러한 요구는 동등하게 적용된다. 예를 들어 위성 네트워크, 지구와 행성 간 통신, 군사/전략, 동떨어진 외딴 마을 그리고 재해 구

조와 같은 새로운 네트워크 환경은 최근 자연 재해와 함께 더욱 두드러지고 있다. 극단적인 네트워크 환경에서도 통신이 가능하도록 요구되어 진다.

새로운 네트워크 환경의 출현은 네트워크 분할, 큰 지연, 때때로 중단되는 통신 연결, 높은 링크 에러율 그리고 이기종간의 네트워크 환경과 같은 새로운 모형을 요구하고 있다. 그 결과 큰 지연, 간헐적인 연결 그리고 가장 중요한 근원지와 목적지간의 경로 부재와 같은 새로운 가설을 필요로 한다.

새로운 모형과 가설들은 극단적이고 이동 환경에서의 연구에 박차를 가하게 하였다. Mobile Ad Hoc NETworks(MANETs) 연구자들은 이동성 문제 해결을

* 이 논문은 2007년도 광운대학교 연구년에 의하여 연구되었음

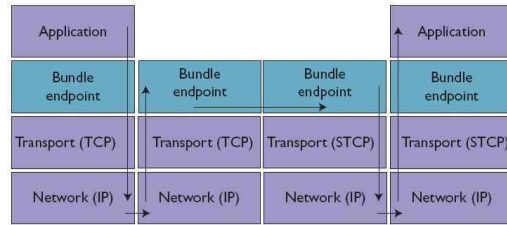
** (주)비트캠프 개발팀장

*** 광운대학교 컴퓨터소프트웨어학과 교수

위해 라우팅 문제에 초점을 맞추고 접근하였다[1-3]. 하지만 모든 극단적인 상황을 고려하지 않고 오직 근원지와 목적지간의 종단 간 경로 부재만을 고려하였다. 이와는 다르게 또 다른 연구 그룹은 경로 부재 해결을 위해 주소화에 초점을 맞추고 연구하게 되었다. 그 결과 극단적인 환경에서 라우팅과 메시지 전달 문제 해결에 초점을 맞추고 연구되어진 Delay Tolerant Networks(DTNs) 구조를 소개하였다[4-7].

본 논문에서는 특수한 DTNs 구조인 Delay Tolerant Mobile Networks(DTMNs) 즉, 큰 범위의 연결이 끊긴 모바일 네트워크를 위한 3가지 종단 간 신뢰성 연구를 소개한다[8]. 2장에서는 관련 연구를 전개하고, DTMNs의 개요를 소개한다. 3장에서는 DTMNs의 3가지 신뢰성 연구에 관하여 논의한다. 4장에서는 감지된 노드로 전송할 때 위치 정보만을 전달하여 전달 확률이 높은 경로를 선택하도록 하는 알고리즘에 대한 설명과 이에 대한 성능을 분석하고, 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구되어져야 할 내용들을 논한다.

예를 들면, 노드 이동 전체를 제어할 수 있다는 가정 하에서 정적인 센서들로부터 데이터를 모으기 위하여 “data mules”을 이용하는 해결 방법이 그 중 하나이다 [9]. 또 다른 방법은 산재된 정적인 노드들 사이에 메시지 전송을 위하여 “ferries”를 이용하여 최적의 경로를 찾는 것이다[10]. 마지막으로 전염 라우팅(Epidemic Routing)기법은 네트워크에서 메시지 전송을 위하여 단순히 퍼트리는 방법을 제시한다[11]. 이와 같은 모든 방법들은 극단적인 환경에서 메시지 전달과 라우팅 기술에 초점을 맞추고 있다.



<그림 1> Overlay 네트워크의 Bundle 프로토콜

II. 관련연구

2.1 Delay Tolerant Networks

MANETs에서는 노드들 사이의 종단 간 경로를 찾기 위하여 다양한 프로토콜을 소개하였지만 주로 라우팅에 중점을 두고 작업을 하였다[1-3]. 하지만 극단적인 환경에서는 경로가 존재하지 않는 경우가 대부분이다. 분리된 이동 네트워크와 산재된 센서 네트워크에서 메시지 전달을 위해 대부분 축적 전송(store-and-forward) 형식에 의존하여 해결 방안을 연구하고 제시하였다.

대부분의 해결 방안은 연결이 끊긴 이동 네트워크와 산재된 센서 네트워크의 메시지 전달을 위하여 축적 전송 형태에 의존하였다. 이러한 전송기법은 몇 가지 가정 하에서 수많은 메시지 전송 기술들을 만들어내게 된다.

Delay Tolerant Networking Research Group (DTNRG)은 극단적인 환경에서 이기종간 네트워크 사이의 연결을 위한 DTNs 구조를 소개하였다[12]. DTNs는 극단적인 환경에서 이질적인 네트워크 사이에서 상호 운용을 위해 overlay 구조를 제공한다. Bundle Layer 프로토콜은 이전의 다양한 연구방법과 같은 축적 전송 연구를 사용하여 새로운 네트워크 환경의 모험들을 다루기 위하여 소개 하였다[13-15]. 또한 보관 전송(custody transfer) 개념을 기반으로 “custodian” 시스템을 제안하였다[16].

2.2 DTMNs의 개요

DTMNs의 개념은 네트워크에서 모든 노드들은 이동하고, 네트워크에서 두 노드 간에 종단 간 경로는 존재하지 않는다고 가정한 DTNs의 특수한 범주이다[17]. 이러

한 환경에서 노드의 산재성과 이동성 때문에 각 노드는 전형적인 DTNs 구조에 관하여 “region”이라고 본다[4]. 유사하게 각각의 노드는 DTN 게이트웨이처럼 메시지 전달을 위하여 overlay bundle 동작을 한다. DTMNs에서 노드에 관하여 두 가지 기본적인 가정을 한다. 첫 번째로 노드들은 무계획적이다. 다시 말하면 네트워크에서 노드들은 다른 노드들의 상태, 위치 또는 이동 패턴에 관한 어떠한 정보도 가지고 있지 않다. 두 번째로 노드들은 자율적이다. 다시 말하면 각 노드는 자체적으로 독립적인 제어를 한다[8, 18]. 무계획적이고 자율적이라는 가정 아래에서 메시지 교체와 전달을 위하여 대부분 Flooding 기법을 이용한다. 예를 들어 네트워크에서 메시지 전송을 위하여 단순히 퍼트리하는 방법을 적용한 전염 라우팅(Epidemic Routing) 기법이 있다[11].

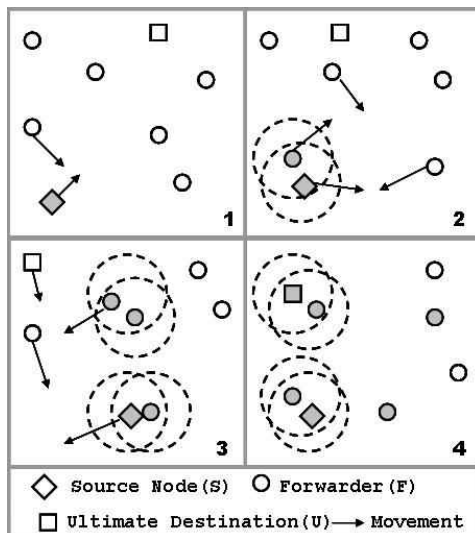
최종 목적지 노드이다. 회색 노드들은 메시지의 복사본을 전달 받은 노드들을 표현한다. 이 그림이 보여주고 있는 기본적인 동작 과정은 근원지 노드(S)에서 최종 목적지 노드(U)에 메시지가 전달 될 때까지 중간 전달 노드(F)를 통하여 메시지를 전파하는 방법으로 이루어진다. 최초의 근원지 노드(S)는 이웃한 노드에게 메시지의 복사본을 전달하고, <그림 2>의 2, 3에서 회색 노드는 감염된 노드들로 이동 시 자신과 이웃한 노드들에게 메시지의 복사본을 전달한다. 감염된 중간 노드들(F)은 저장 후 전달(store and forward) 방식으로 계속해서 메시지를 복사하여 전달하고 최종적으로 목적지 노드(U)에게 메시지를 전달하는 방식이다.

III. 신뢰성 연구

이번 절에서는 3가지의 신뢰성 연구를 소개하고자 한다. 첫 번째로 DTMNs를 위한 가장 기본적인 신뢰성 연구인 hop-by-hop이다. 그 후에 DTMNs 상에서 중단 간 응답 메시지 전달을 위한 두 가지의 다른 연구에 관하여 이야기 한다.

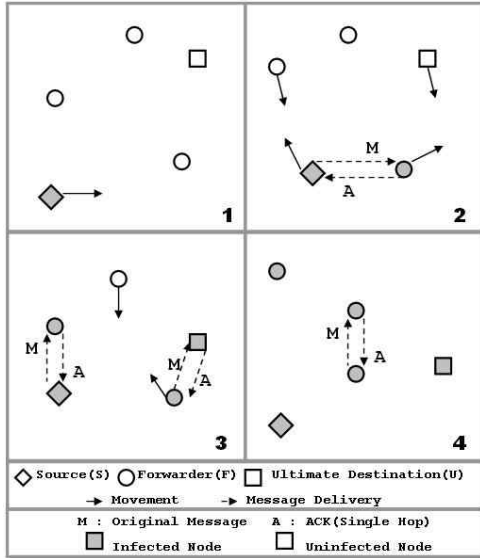
3.1 Hop-by-Hop

Hop-by-Hop 신뢰성은 전형적인 DTNs에서 처음으로 소개 되었다[4]. 이 개념은 목적지를 위한 경로의 주어진 region을 통하여 메시지를 전달한다. 각 region은 hop으로 표현한다. 이들 region의 가장자리의 게이트웨이들은 보관자처럼 동작하고, region을 경유하여 신뢰성 있는 메시지 전송의 책임을 다한다[5]. 그러므로 이 경우에 중단 간 응답 메시지가 존재하지 않으며 근원지 노드는 오직 다음 게이트웨이가 메시지를 받았는지 못 받았는지만 알고 있으면 되고, 나머지는 게이트웨이가 처리할 것이라고 가정한다[5, 18].



<그림 2> DTMNs에서 메시지 전달의 예

<그림 2>는 DTMNs의 동작 과정을 묘사하고 있다. 즉, 근원지 노드(S)로부터 최종 목적지 노드(U)로 메시지 전달을 위한 기본적인 방법을 보여주고 있다. 그림의 하위 번호는 DTMNs의 동작 과정의 순서를 표현하고 있다. “S”는 근원지 노드이고 “F”는 중간 노드이며 “U”는



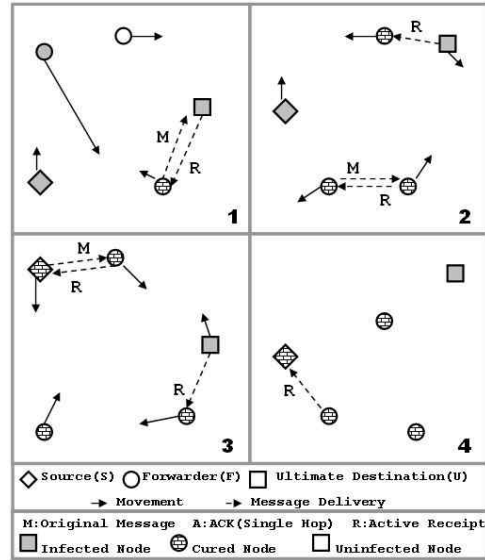
<그림 3> DTMNs에서 hop-by-hop의 신뢰성 동작과정

<그림 3>은 DTMNs에서 hop-by-hop 신뢰성의 동작 과정을 보여주고 있다. “S”는 근원지 노드이며 메시지를 전송한다. “F”는 중간 노드이며 “U”는 최종 목적지 노드이다. 임의의 노드에 메시지(M)가 성공적으로 전달 될 때마다 응답 메시지(ACK)를 보낸다. 응답 메시지는 메시지 수신에 대한 응답으로 보낸다. 근원지 노드(S)와 함께 중간 노드들(F)은 수많은 노드들에게 자발적으로 수많은 노드들에게 퍼트린다. 충분한 시간과 이동성이 주어지면 근원지 노드(S)는 메시지(M)가 정상적으로 목적지 노드(U)에 전달 된 것으로 가정한다. 비록 hop-by-hop이 중단 간 신뢰성이 부재하지만 근원지 노드(S)의 버퍼에 메시지(M)가 남아 있는 시간을 최소화하는 장점이 있다. 왜냐하면 근원지 노드(S)는 중단 간 응답 메시지를 기다릴 필요가 없기 때문이다.

3.2 Active Receipt

Hop-by-Hop 신뢰성의 문제점은 중단 간 신뢰성 부재에 있다. 전장에서 노드의 파괴나 자연 재해 발생 시 노

드의 고장과 같은 경우에 중단 간 신뢰성을 보장하지 못하는 경우가 발생한다. Hop-by-Hop 신뢰성의 단점을 극복하기 위하여 Active Receipt를 소개한다[5, 18].



<그림 4> DTMNs에서 Active Receipt의 신뢰성 동작과정

Active Receipt는 기본적으로 중단 간 응답 메시지에 기반하고 있다. 목적지 노드(U)는 근원지 노드(S)로부터 메시지(M)를 수신한 후에 “receipt”를 생성하여 근원지 노드(S)에게 능동적으로 “receipt”를 보내게 된다. “actively”라는 의미는 노드들이 전달을 위해 새로운 메시지 즉, receipt를 다룬다는 것이다.

<그림 4>는 DTMNs에서 Active Receipt의 동작과정을 묘사하고 있다. DTMNs의 메시지 전달 과정을 통하여 최종 목적지 노드(U)가 메시지를 전달 받았다는 가정 하에서 근원지 노드(S)에게 메시지 전달 여부에 대한 메시지를 전달하는 과정을 묘사하고 있다. 최종 목적지 노드(U)는 메시지를 받은 후 “Active Receipt”(R) 메시지를 전파 한다. 이 과정에서 관찰할 수 있는 것은 “Active Receipt”(R) 메시지에 전염된 노드들은 네트워크에서 메시지 전송을 중단한다. 또한 메시지에 재 감염되는 것을

방지한다. 비록 네트워크를 통한 메시지의 감염을 멈추지만 R 자체는 타임아웃 또는 TTL 값까지 계속되어 진다. 기존 hop-by-hop 방식은 주어진 타임아웃 시간 동안 무조건 이웃한 노드들에게 메시지를 감염 시키지만 “Active Receipt” 신뢰성 동작 방식은 목적지 노드(U)에 메시지 전달 후 불필요한 메시지 전달을 줄일 수 있다. 그러므로 “Active Receipt”(R)을 나르고 전송하는 비용은 hop-by-hop 신뢰성 동작 방식의 메시지(M) 전송보다는 적게 든다.

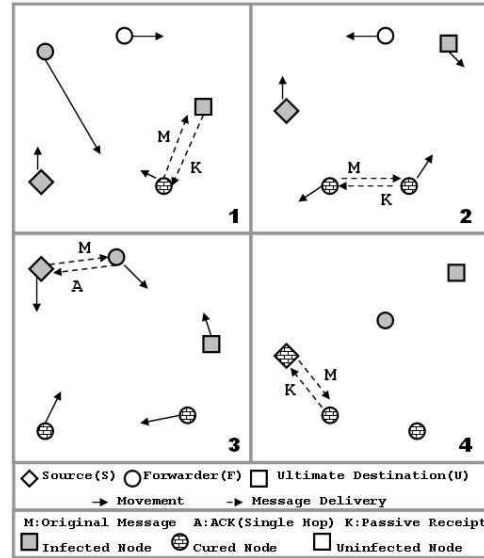
3.3 Passive Receipt

Active Receipt는 중단 간 신뢰성을 보장하기 위하여 너무 많은 비용 손실이 발생하는 단점을 가지고 있다. 하나의 목적지에 전달하기 위해 네트워크에서 감염된 노드들은 하나 보다 두 가지 메시지를 전달하여야 한다. 이러한 비용적 손실의 단점을 극복하기 위하여 passive receipt를 소개하고자 한다[5, 18].

<그림 5>는 DTMNs에서 passive receipt의 동작과정을 뚜렷하게 묘사하고 있다. 처음은 <그림 4>와 비슷하지만 일반적인 “active receipt”(R)를 생성하는 대신에 전염된 노드에 메시지 전송을 멈추게 하기 위하여 kill 메시지(K)를 보낸다. 이러한 동작 과정은 hop-by-hop 신뢰성 동작 방식의 메시지(M) 전송과 “Active Receipt”(R) 메시지 전송을 줄여 메시지 전달 수를 현저히 줄일 수 있으므로 비용적인 손실을 현저히 줄일 수 있다는 장점이 있다.

IV. 위치 정보를 이용한 신뢰성 알고리즘 제안 및 성능 분석

Hop-by-Hop 신뢰성은 가장 기본적인 동작 과정만을 보여주며 중단 간 경로가 존재하지 않을 경우 신뢰성을 보장하지 못한다는 단점이 있다. 또한 데이터 전송 시 매번 확인 메시지를 보내기 때문에 불필요한 트래픽이 발



<그림 5> DTMNs에서 Passive Receipt의 신뢰성 동작과정

생하게 된다. Active Receipt는 중단 간 신뢰성을 보장하기 위하여 전송된 데이터가 버퍼에서 오버플로우가 발생할 위험성이 높으며 신뢰성 보장을 위해 하나 또는 두 가지 메시지를 전달하므로 너무 많은 비용 손실이 발생하는 단점을 가지고 있다.

4.1 메시지 정의 및 구조

본 논문에서 제안하는 기법을 자세하게 설명하기에 앞서 사용되는 메시지의 종류를 우선 설명한다. <표 1>에서 제시된 바와 같이 3가지 종류의 메시지를 사용한다. 각각의 메시지 타입에 대한 구조는 다음과 같다.

4.1.1 Message

전송자로부터 데이터 전송을 실시할 때 사용되는 메시지로서, 메시지 손실을 판단하기 위해 송신자에서 정하는 순서 번호를 포함한다.

4.1.2 Passive Receipt

최종 목적지 노드가 위치 정보 테이블을 수신 하고, 전염된 이웃 노드들에게 메시지 전염 중단을 요청할 때 쓰이는 메시지이다.

4.1.3 Information Table

근원지 노드와 목적지 노드간의 경로 설정을 위해서 위치 정보를 포함하는 테이블이다. 최초 근원지 노드가 자신의 현재 위치와 목적지 노드의 주소를 주위의 노드에 전염시키고, 전염된 각 노드는 위치 정보 테이블에 자신의 위치 정보를 포함하여 또다시 이웃 노드에게 전염시킨다. 최종적으로 목적지 노드에 도착하면 위치 정보 테이블을 완성되어진다. 또한 각 노드는 지속적으로 움직이므로, 최종 경로 설정을 예측하는 용도로 사용하기 위해 각 노드의 이동 경로 및 속도 등을 포함한다.

<표 1> 메시지의 정의

종류	설명
Message	데이터 메시지
Passive Receipt	전염된 노드에 메시지 중단 요청할 때 보내는 메시지
Information Table	위치 정보를 포함하는 메시지

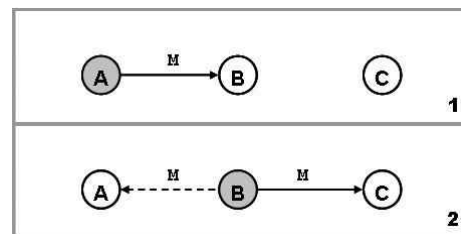
4.2 목시적 ACK를 이용한 메시지 전달

신뢰성 연구에서 가장 기본적인 동작 과정만을 보여주는 Hop-by-Hop 데이터 전송 시 ACK 메시지를 사용한 데이터 전달 및 확인을 위해서 중간 노드들은 저장 메모리가 필요하고, 근원지 노드와 목적지 노드 사에서 수 많은 ACK 메시지는 실질적으로 메시지 전달과는 관련 없는 불필요한 트래픽을 유발하여 네트워크에 추가 패킷 오버헤드를 일으킬 수 있다.

본 논문에서는 목시적 ACK 메시지를 이용하여 ACK 메시지의 수를 줄여 제어 부하를 감소시키고자 한다. 목시적 ACK 메시지는 송신 노드로부터 전염된 노드가 이웃

노드를 전염시킬 때 송신 노드도 이를 간접적으로 받게 되는데, 이 수신 내용을 ACK 메시지로 인식하는 것을 말한다. 무선 통신에서 송신 노드로부터 전송된 패킷을 받은 수신 노드가 다음 노드로 포워딩 혹은 릴레이 할 때, 송신 노드도 이 패킷을 간접적으로 수신하게 된다. 대칭형 신호 전달 환경에서 멀티캐스팅 통신을 하는 상황이라면 이 현상은 별도의 처리 없이 자연스럽게 발생한다 [19]. 수신 노드의 포워딩 동작을 패킷을 잘 받았다는 ACK로 인식하는 목시적 ACK 방법을 적용하고자 한다.

<그림 6>은 목시적 ACK의 동작 과정을 나타내고 있다. 송신자 A가 수신자 B에게 메시지를 전송한다. B는 이웃 노드를 전염시키기 위해 전달 받은 메시지를 주위에 퍼트리게 된다. 이때 송신 노드는 수신 노드가 포워딩한 패킷을 자동으로 간접 수신하게 되며 이를 통해 수신 노드에게 패킷이 잘 도달했다는 것을 알아낼 수 있다. Hop-by-Hop 신뢰성 전송과는 다르게 수신 노드는 ACK 메시지를 전송하지 않아도 되기 때문에 그만큼 불필요한 트래픽을 줄일 수 있다.

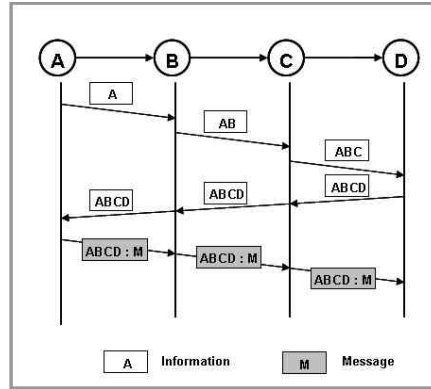


<그림 6> 목시적 ACK의 동작과정

4.3 전염 기반의 위치 정보 테이블 분산 및 경로 설정

본 논문에서 제안하고자 하는 알고리즘은 전달 신뢰성을 향상시키기 위해서 근원지 노드가 감지된 노드로 위치 정보만을 전달하고 전달 확률이 높은 경로를 선택하도록 한다. <그림 7>은 제안한 신뢰성 알고리즘을 보여주고 있다. 근원지 노드와 중간 전염 노드는 주위 노드

들에게 감염 시키는 것이 아니라 자신의 위치 정보를 감염 시킨다. 전달되는 위치 정보에는 근원지 노드의 위치 및 이동 경로 및 속도 등을 포함한다. 감염된 노드는 자신의 위치 정보를 추가하여 또 다른 노드에 위치 정보를 전달한다. 최종적으로 목적지 노드가 위치 정보를 수신하면 위치 정보 테이블의 경로를 따라 직접적으로 근원지 노드에게 위치 정보 테이블을 ACK 메시지 형식으로 전송한다. 근원지 노드는 전달 받은 위치 정보 테이블을 이용하여 목적지 노드에게 메시지를 전달한다. <그림 8>은 제한한 신뢰성 알고리즘에서 메시지 전달을 위해 경로를 설정하기 위한 각 노드별 위치 정보 테이블 생성 및 전달 과정을 보여주고 있다.

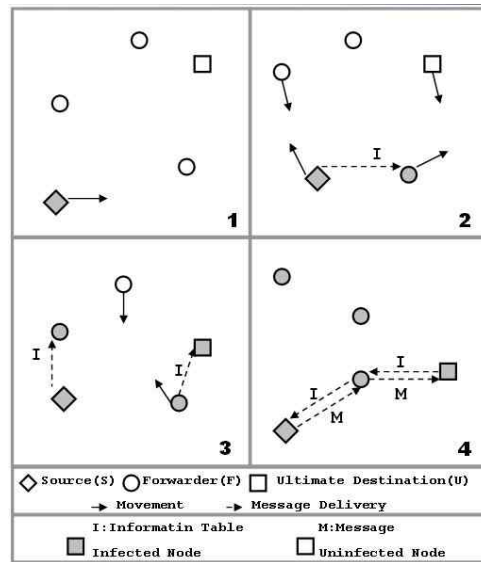


<그림 8> 제한한 신뢰성 알고리즘의 각 노드별 메시지 생성 및 전달 동작 과정

```

Type SourceNode =
record
  NodeId, NodeType, Speed, Path, Hop_Count;
  DistanceVector : Information Table
end
Global var
  InformationTable : Information Table of Neighbor Node
                    for Path_Create
Procedure Table_Construction
do
  if N received from node S
    Add S' s distance to N' s DistanceVector;
    Send N' s Neighbor Node;
  fi;
od;
Procedure Path_Create and Message_Send
do
  if D received from node N
    Add N' s distance to D' s DistanceVector;
    Send D' s InformationTable Path to Source;
  fi;
  if N received from node N
    Stop Forwarding InforamtinTable
  fi;
  if S received from N
    Send Message to Destination Node;
  fi;
od;
    
```

<그림 7> 제한한 신뢰성 알고리즘



<그림 9> DTMNs에서 위치 정보 메시지 전달 및 경로 설정 과정

[그림 9]는 DTMNs에서 위치 정보 메시지 전달 및 경로 설정을 통한 신뢰성 알고리즘의 동작 과정을 보여주고 있다. 신뢰성 알고리즘은 메시지를 처음부터 전송하지 않고 단순한 위치 정보 테이블 만을 전달하므로 각 노드 마다 저장할 메시지의 크기를 줄일 수 있다. 또한 근원지 노드는 이웃 노드를 위치 정보 테이블 만으로 감염시키

기만 하고, 감염된 노드는 위치 정보 테이블에 자신의 위치 정보만을 추가하여 이웃 노드를 감염 시킬 뿐이다. 그러므로 각 노드들은 매번 ACK 메시지를 보낼 필요가 없기 때문에 불필요한 트래픽이 발생하는 것을 방지할 수 있다. 또한 근원지 노드와 목적지 노드는 설정된 경로를 통하여 메시지를 전달하므로 불필요한 재전송 또는 다중 경로 선택을 방지할 수 있을 것으로 기대된다.

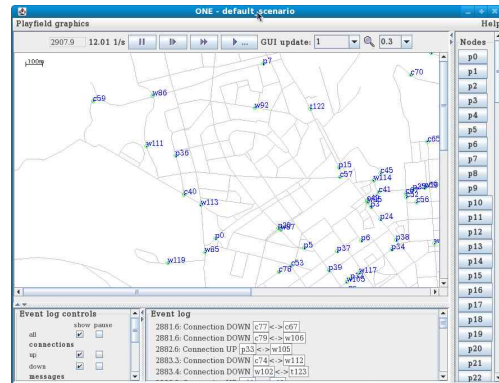
4.3 성능평가

본 실험은 핀란드 헬싱키 대학에서 개발한 DTNs 전용 시뮬레이터인 The Opportunistic Network Environment Simulator(The ONE)를 사용하여 진행하였다[20]. <표 2>는 그림 6 ~ 9의 위치 정보를 이용한 신뢰성 알고리즘의 실험을 위한 환경 설정 값 들이다. <그림 10>은 제안된 알고리즘을 ONE 시뮬레이터를 사용하여 성능 평가를 수행하는 화면을 보여주고 있다. 실험에서의 이동성 모델은 시뮬레이터에서 지원하는 것으로, 헬싱키의 실제 도로 레이아웃이 적용된 지도를 기반으로 움직이는 모델이 사용되었다.

<표 2> 시뮬레이션 파라미터

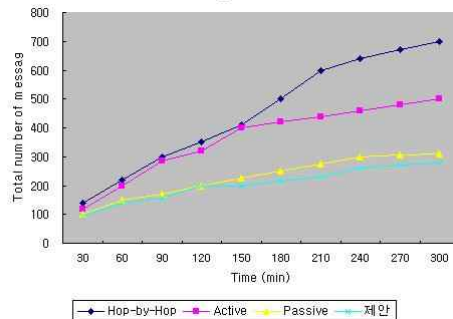
변수	값
토폴로지 사이즈	10 km ²
노드 수	10, 25, 50
시뮬레이션 시간	1시간, 3시간, 6시간
비콘 간격	1 초
재전송 대기 시간	10 초

<그림 11>과 <그림 12>는 실험상의 노드 수를 달리 하여 노드 간의 메시지가 교환 되는 수를 비교해 보았다. <그림 11>에서 볼 수 있는 바와 같이 제안된 알고리즘을 이용하였을 때 노드 간 메시지 교환 횟수가 감소하는 것을 확인 할 수 있다. 하지만 일정 시간 이후에는 그 차이가 줄어들고 있는데, 이는 실험 환경이 랜덤화 되면서 비

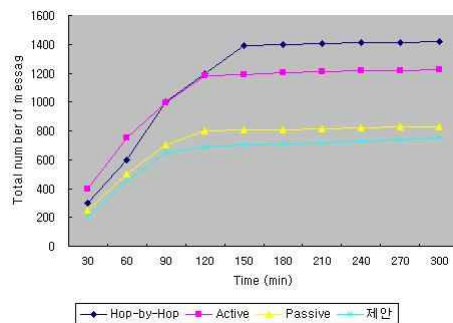


<그림 10> THE ONE 시뮬레이터를 이용한 시나리오 성능 평가

슷한 결과로 수렴하는 것으로 볼 수 있다. 또한 <그림 12>에서도 노드 간 메시지 교환 횟수가 감소하는 것을 실험 결과를 통하여 확인 할 수 있다.



<그림 11> 25개의 노드



<그림 12> 50개의 노드

V. 결론 및 향후 과제

무선기기들의 폭발적인 증가와 사용자들의 이동성은 또 다른 네트워크 환경에서 또 다른 모험을 초래하고 있다. 또한 위성 네트워크, 지구와 행성 간 통신, 군사/전략, 동떨어진 외딴 마을 그리고 재해 구조와 같은 새로운 네트워크 환경은 최근 자연 재해와 함께 더더욱 두드러지고 있으며 극단적인 네트워크 환경에서도 통신이 가능하도록 요구되어 지고 있다. 극단적인 네트워크 환경에서 이동성 문제 해결을 위하여 MANETs에서는 라우팅에 초점을 맞추어 다양한 방법을 제시하였으며, DTNRG는 새로운 DTNs 구조를 제시하였다.

네트워크에서 모든 노드들은 이동하고, 네트워크에서 두 노드 간에 종단 간 경로는 존재하지 않는다고 가정할 DTNs의 특수한 범주인 DTMNs에서 전송 계층의 주요한 내용을 고찰하여 보았다. 또한 3가지의 신뢰성 방안들을 소개하였다. 즉, hop-by-hop, active receipt 그리고 passive receipt 신뢰성 방안들이다. 기본적인 DTMNs의 복잡성에 의존하여 가장 적합한 신뢰성을 선택할 수 있다. 예를 들면 hop-by-hop은 너무 단순하며 active receipt와 passive receipt 사이에서의 선택은 비용과 지연의 우선순위에 있을 수 있다.

본 논문에서 제안된 알고리즘은 경로 설정을 위해 위치 정보 테이블을 감염 시키므로, 각 노드들이 불필요한 메시지를 저장할 필요도 없으며, 최종 목적지 노드가 완성 위치 정보 테이블을 참조하여 근원지 노드에게 ACK 메시지 형식으로 전달하므로 각 노드들이 ACK 메시지를 보낼 필요가 없다. 또한 전달 확률이 높은 경로를 선택하여 메시지를 주고받으므로 기존 방식 보다 신뢰성 향상을 꾀할 수 있다.

향후 연구 계획으로는 DTNs의 Bundle 프로토콜과 축적 전송 방식을 적용하여 유선 네트워크에서 신뢰성 있는 멀티미디어 데이터 전송을 고려할 수 있고 센서 네트워크에서는 노드들의 신뢰성을 보장하고 비용적인 면과 지연의 문제점을 고려한 다양한 연구를 진행 할 것이다.

참고문헌

- [1] C. Perkins, "Ad-hoc On-Demand Distance Vector Routing," In IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, New Orleans, LA, February 1999, pp. 90 - 100.
- [2] C. Perkins and P. Bhagwat, "Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance-Vector Routing (DSDV) for Mobile Computers," In ACM SIGCOMM, London, England, October 1994, pp. 234-244.
- [3] E. Royer and C. Toh, "A Review of Current Routing Protocols for Ad-hoc Mobile Wireless Networks," IEEE Personal Communications Magazine, Vol 6, No. 2, April 1999, pp 46-55.
- [4] K. Fall, "A Delay-Tolerant Network Architecture for Challenged Internets," In ACM SIGCOMM, Karlsruhe, Germany, August 2003.
- [5] K. Fall, W. Hong, and S. Madden, "Custody Transfer for Reliable Delivery in Delay Tolerant Networks," Intel Research, Berkeley-TR-03-030, July 2003.
- [6] . S. Jain, K. Fall, and R. Patra, "Routing in a Delay Tolerant Network," In ACM SIGCOMM, Portland, OR, August 2004.
- [7] Cerf. V. et al., "Delay-Tolerant Network Architecture," IETF RFC 4838, informational, April 2007.
- [8] K. Harras and K. Almeroth, "Transport Layer Issues in Delay Tolerant Mobile Networks," IFIP Networking Conference, Coimbra, PORTUGAL, May 2006.
- [9] R. Shah, S. Roy, S. Jain, and W. Brunette, "Data MULEs: Modeling a Three-Tier Architecture for Sparse Sensor Networks," In In IEEE International

Workshop on Sensor Network Protocols and Applications, Anchorage, AK, 2003.

[10] W. Zhao and M. Ammar and E. Zegura, "Controlling the Mobility of Multiple Data Transport Ferries in a Delay-Tolerant Network," In IEEE INFOCOM, Miami, FL, March 2005.

[11] A. Vahdat and D. Becker, "Epidemic Routing for Partially Connected Ad Hoc Networks," Technical Report CS-200006, Duke University, April 2000.

[12] DTNRG, "A Delay-Tolerant Networking Research Group," <http://www.dtnrg.org/>.

[13] Scott. K, Burleigh, S, "Bundle Protocol Specification," IETF RFC 5050, experimental, November 2007.

[14] Stephen Farrell, Vinny Cahill, Dermot Geraghty, Ivor Humphreys, and Paul McDonald, "When TCP Breaks : Delay and Disruption-Tolerant Networking," IEEE Internet Computing, Vol 10, No. 4, July 200, pp. 72-78.

[15] Forrest Warthman, "Delay-Tolerant Networks (DTNs) : A Tutorial V1. 1," Mar. 2003.

[16] K. Fall, W. Hong, and S. Madden, "Custody Transfer for Reliable Delivery in Delay Tolerant Networks," Intel Research, Berkeley-TR-03-030, July 2003.

[17] K. Harras, K. Almeroth, and E. Belding-Royer, "Delay Tolerant Mobile Networks(DTMNs): Controlled Flooding Schemes in Sparse Mobile Networks," In IFIP Networking, Waterloo, Canada, May 2005.

[18] Khaled A. Harras and Kevin C. Almeroth, "Inter-Regional Messenger Scheduling in Delay Tolerant Mobile Networks," Proceedings of the 2006 International Symposium on a World of Wireless, Mobile and Multimedia

Networks(WoWMoM'06), June 2006, pp. 93 - 102.

[19] 김성훈, 양현, 박창윤, "묵시적 응답 및 간접 복구를 이용한 무선 센서 네트워크에서의 신뢰성 있는 멀티캐스팅," 정보과학회논문지, Vol. 35, No. 3, June 2008, pp. 215-226.

[20] The ONE ("The Opportunistic Network Environment simulator," "<http://www.netlab.tkk.fi/tutkimus/dtn/theone>".

■ 저자소개 ■



서 두 옥
Seo, Doo Ok

2008년 10월~현재
(주)비트캠프 개발팀장
2006년 8월 광운대학교 컴퓨터학과
박사과정수료
2004년 2월 광운대학교 컴퓨터학과 공학석사
2002년 2월 광주대학교 컴퓨터학과 공학사
관심분야 : Mobile IP, DCCP, DTNs
E-mail : clickseo@kw.ac.kr



이 동 호
Lee, Dong Ho

1984년 9월~현재
광운대학교 컴퓨터소프트웨어학과
교수
1988년 2월 서울대학교 컴퓨터공학과 공학박사
1983년 2월 서울대학교 컴퓨터공학과 공학석사
1979년 2월 서울대학교 전자공학과 공학사
관심분야 : 컴퓨터 네트워크, 차세대 인터넷,
BAN
E-mail : dhlee@kw.ac.kr

논문접수일 : 2009년 11월 7일
수정일 : 2009년 11월 20일 (1차)
2009년 12월 1일 (2차)
게재확정일 : 2009년 12월 5일