

전장 환경에서 DTN을 이용한 정보전달기법

정회원 김 영 안*

Information Delivery Scheme by Using DTN in Battlefield Eenvironment

Young An Kim* *Regular Member*

요 약

무선 LAN은 인터넷 환경에서 대용량 콘텐츠 다운로드를 이동하면서도 가능하다는 점에서 주목받게 되었다. 그러나 WLAN의 통신 가능범위는 100m정도로 좁고, 범위를 벗어났을 때는 인터넷과 단절되게 된다. 군 환경에서도 AP가 산재되어 설치된 전장지역을 질차나 탱크로 이동하면서 대용량 파일을 다운로드할 경우에 하나의 AP로 다운로드를 완료하지 못하면 일단 통신이 단절되어 다음 AP에서는 처음부터 다시 다운로드를 실시해야 하는 문제점이 발생된다.

본 논문에서는 DTN 기술을 이용하여 대용량 파일을 다운로드하는 경우 도중에 단절된 전장 환경에서 안정적인 다운로드를 실현하기 위해 이동하는 수신노드에 대해 효율적인 분할수신을 하기 위한 방안을 제안하여, 시뮬레이션 결과를 통해 제안한 정보전달기법의 성능을 검증했다.

Key Words : WLAN, DTN, AP, Battlefield environment, Information delivery scheme

ABSTRACT

Wireless Local Area Network (WLAN) is recently become popular on the internet since we can download and transfer mass data through it. However, transferring data with distances over 100m often causes some troubles. When downloading mass data from moving vehicles such as cars, jeeps, tanks, etc., if the download process from the first AP (Access Point) is not completed then we have to re-start this process from the second AP (from 0%). Therefore, the question is how to maintain the data we have received from the first AP, and then continuously download remaining data from the next APs in a battlefield environment.

In this paper, we propose an effective method for receiving mass data separately from the mobile receive nodes in a Delay Tolerant Network (DTN). We carried on an experiment and evaluation by simulation; these simulation results are provided to show the proposed information delivery scheme performance.

1. 서 론

현재, 통신 속도의 향상과 인터넷 이용료의 저가격화에 의한 사용이 활발해지고, 이와 관련 저용량 파일과 함께 음악이나 영화 등 대용량 콘텐츠의 수요가 높아지고 있다.

한편, 고속 무선 LAN (WLAN, Wireless LAN)은 유선네트워크 일부를 이용할 수밖에 없었고, 집이나 건물 등에 한정되었다. 인터넷에 있는 대용량 콘텐츠의 접속을 무선 네트워크를 이용함으로써 언제든지 또는 이동시에도 이용이 가능하다는 점에서 주목받게 되었다. 그러나 WLAN의 통신 속도는 빠르지만 서버

* 국방대학교 전산정보학과(roundsun@kndu.ac.kr)

논문번호 : KICS2010-07-360, 접수일자 : 2010년 7월 31일, 최종논문접수일자 : 2011년 1월 5일

스범위는 반경 100m 정도로 좁기 때문에 접속이 단절되면 요구하는 통신품질을 유지하기가 곤란하다.

이러한 문제점을 해결하기 위한 기술로 DTN(Delay Tolerant Network)이 있다¹⁻³⁾. DTN 기술로 인해 도중에 통신이 단절되어도 다음 접속이 회복되면 통신을 도중에 재개할 수 있으므로 효율적인 통신 제공이 가능하다. 예를 들어 WLAN의 AP(Access Point)가 설치된 지역을 질차나 탱크로 이동하면서 대용량 파일 즉 상황도 등을 다운로드할 경우, DTN을 적용하지 않을 경우는 하나의 AP에서 다운로드가 완료되지 않은 채 일단 접속이 단절되면 다음 AP에서는 데이터를 서버로부터 처음부터 다시 다운로드를 해야만 하지만, DTN을 적용하면 하나의 AP에서 다운로드가 완료되지 않은 채 접속이 단절되어도 다음 AP에 접속하면 이어서 다운로드가 가능하다. 즉 분할 수신으로 중간에 단절된 통신환경에서도 대용량 파일을 효율적으로 다운로드가 가능하다⁴⁾.

본 논문에서는 DTN을 적용하여 전장 환경에서 대용량 파일을 다운로드할 경우 중간에 단절된 경우 효율적으로 다운로드를 실행하기 위해서 이동하는 수신 노드에 대해서 분할수신을 실현하기 위한 방안을 제안한다. 제안방안이 효율적인 분할수신을 하기 위해 고정 AP뿐만 아니라 정기적으로 지역 내를 이동하는 중계 노드를 이용하는 것을 제안하여 제안방법의 유효성을 시뮬레이션으로 평가했다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 군 전술인터넷 운용 실태와 DTN 기술에 대해서 소개하고, 3장에서는 제안환경과 현재 네트워크의 문제점과 제안방안인 Super Node(SN)와 중계노드의 역할에 대해서 구체적으로 설명한다. 4장에서는 제안방법에 대한 성능평가를 실시하였으며, 마지막 5장에서 논문의 결론을 맺었다.

II. 관련 연구

2.1 군 전술인터넷 운용

네트워크중심전(NCW:Network Centric Warfare)은 전장의 제 전력요소를 네트워크로 연결함으로써, 지리적으로 분산된 제 전력요소들이 전장의 상황을 정보수집, 처리, 저장, 전파, 활용의 절차와 수단을 통하여 지속적으로 제공받을 수 있도록 한다. 이러한 네트워크중심전 구현을 위하여 미 육군에서는 전투무선망의 기반으로 지휘통제 및 부대위치, 적정보 등 작전 수행에 필요한 정보들을 공유할 수 있는 “전술인터넷”을 운용하고 있다. 전술인터넷(TI : Tactical Internet)

은 부대의 이동성, 적의 간섭, 지휘소 파괴 등이 발생하는 실제 전장 환경 하에 전개되어 운용되는 시스템이다. 즉 전시상황에서 지휘통제(C2 : Command Control) 및 각종 상황인식정보(SA : Situation Awareness)를 신뢰성 있게, 지속적으로 제공할 수 있도록 하는 것으로 여단급 부대 및 전투개체에 이르기까지 네트워크로 연결하여 정보를 제공하는 자동화체계 개념이다. 이러한 환경이 우리군의 차세대 전술망인 TICN(Tactical Information Communication Network)에서의 전술인터넷 서비스 환경과 동일하다⁵⁻⁶⁾.

전술인터넷에서 동일내용의 정보를 두 개 이상의 부대 또는 전투개체에 전달하고자 할 때 사전에 지정된 그룹을 바탕으로 사용한다. 그러나 여단급이하 전술인터넷 환경에서 화생방 상황, 게릴라 출현, 지역기상정보, 적 전투기 출현 등의 전투원 및 부대에 필요한 정보를 지리적 특성을 고려하여 특정지역 부대 및 전투원에게 전달해야 할 경우, 현재 전술인터넷을 이용할 경우는 이동성으로 인한 통신범위를 벗어나거나 강한 전파 간섭을 받았을 때 거리가 멀어 지연시간 증가 등 네트워크 활용측면에서 효율성이 저하되는 문제점이 발생하여 접속이 차단된다. 즉, 전술 인터넷에서는 지연 및 패킷손실이 크거나 불연속적인 접속 등의 통신특성을 고려하지 않는다.

2.2 DTN

DTN은 기존 인터넷에서는 고려하지 않은 지연 및 패킷 손실률이 커지거나, 불연속적인 접속현상이다. 즉, 열악한 통신환경에 있어서 가능한 통신품질을 제공하기 위해 고려한 기술로 DTN이 적용된 통신환경은 인공위성 네트워크, 지상무선 네트워크, 센서 네트워크 및 수중음향 네트워크 등이 있다⁷⁾.

또한, DTN 기술을 이용하면 통신환경이 잘 구축되지 않은 산악지, 사막 등과 같은 환경에서도 통신 서비스를 제공하는 것이 가능하다. 특히 군 환경은 70% 이상이 산악으로 되어 있고, 독립부대도 많기 때문에 DTN기술에 대한 요구가 많을 것이며, 장차 관련연구가 활발히 진행될 것으로 판단된다.

DTN의 프로토콜로서 특징적인 것으로서 번들층(Bundle Layer)이 제안되어 현재 표준화가 진행되고 있다. 번들층은 그림 1과 같이 전달계층과 응용계층 사이에 위치하여 통신이 단절된 것을 감지하였을 때 동작한다.

구체적으로는 번들층이 통신이 단절된 것을 감지하면 그때까지 수신한 데이터를 「스토리지」에 저장한

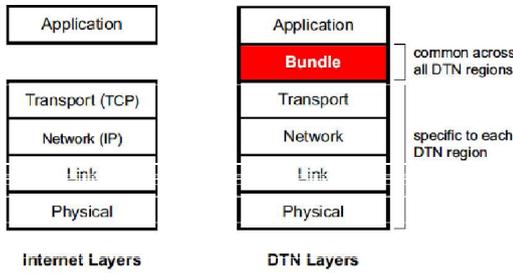


그림 1. DTN Bundle Layer

다. 통신상태가 회복되면 수신하지 않은 나머지 데이터를 송신상태로부터 받은 동일한 데이터의 재전송 횟수를 감소시켜 통신품질을 유지할 수가 있다. 또 네트워크 내에 있는 노드가 자신의 스토리지에 다른 노드에 보낼 데이터를 가지고 있으면 송신상태 노드와 통신기회가 생기면 가지고 있는 데이터를 보낸다. 다시 말해 중계노드로서 역할을 수행함으로써 효율적인 데이터 통신을 실현한다. 또한 번들층은 통신품질을 가지는 것뿐만 아니라 그림 2처럼 각각의 지역네트워크 프로토콜에 번들층을 가지고 있어 지역네트워크간 통신을 실현한다. 즉, 다른 프로토콜 스택을 갖고 있는 네트워크간에도 데이터 전송이 가능하다.

그림 2는 두 개의 다른 프로토콜 스택간에 데이터 전송을 나타낸 것으로 한방향의 네트워크에 도착한 데이터는 중앙의 DTN Gateway의 번들층에 의해 저장된다. 여기의 번들층은 다른 통신 프로토콜에 대하여 별도 네트워크의 프로토콜 스택으로 변경해서 도착 노드에 송신한다. 이러한 번들층이 동작하기 때문에 프로토콜이 다른 두 개의 네트워크 사이에 있는 노드들과의 통신을 실현할 수가 있다¹⁸⁻⁹⁾.

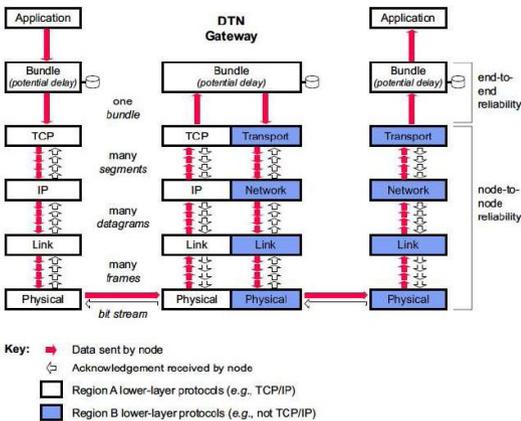


그림 2. DTN Bundle Layer Operation

DTN에 대해서는 스토리지 이외에도 네트워크 컨텐츠나 경로제어 보안, 연결이 단절될 때 대응 등에 대한 응용을 고려할 수 있다.

III. 제안방법

본 논문에서는 단절 가능한 전술망통신 환경에 있어서 효율적으로 대용량 파일을 다운로드하기 위해 필요한 분할수신방법과 중계노드의 이용에 대해서 제안한다.

3.1 제안환경과 문제점 분석

AP가 설치된 지역에 있어서 노드가 이동하면서 C4I 서버로부터 상황도나 상황일지 등의 대용량 파일을 다운로드하고 있다고 가정한다. 이동 노드가 이런 환경에서 대용량 파일을 다운로드하기 위해서는 목적지로 향하는 도중에 조우하는 AP를 이용 전술망에 접속하여 파일 다운로드를 해야만 한다. 그러나 AP의 통신가능범위는 한정되어, 조우한 AP로부터 취득 가능한 데이터 서비스도 한정되어 있다. 그러기 때문에 대용량 파일을 한번에 AP를 접속해서 다운로드를 완료하기는 쉬운 일이 아니며, 특히 전술 인터넷에서는 다운로드가 완료하기 전에 통신 단절이 발생하면 재접속하여도 처음부터 다시 다운로드 해야만 하기 때문에 효율이 좋지 않다.

본 논문에서는 그림 3과 같이 제안환경을 이용하여 현재의 전술 인터넷의 문제점을 해결한다. 그림에서 수신노드(꺾차)가 AP에 접속한 후에 다운로드가 완료되지 않았는데 통신지역을 이동하면 그때까지 다운로드한 데이터는 무산된다. 이후에 조우되는 중앙의 AP로부터 다운로드를 개시하지만 최초의 AP에 접속했을 때 수신한 데이터를 버렸기 때문에 다운로드가 완료되지 않고, 다시 취득한 데이터를 버린다. 최후에 조우한 AP에 대해서도 같은 이유로 다운로드가 완료

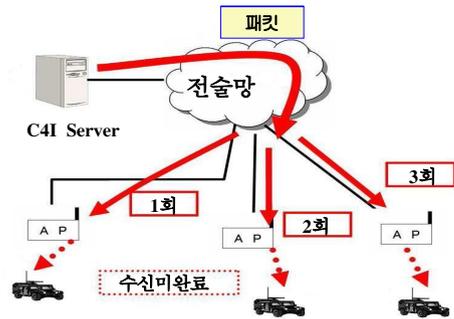


그림 3. 제안 환경

되지 않은 채로 지역을 통과하게 된다.

전술통신망에서는 인터넷에 접속할 때마다 데이터의 재취득을 시도해야 하기 때문에 다운로드 효율이 굉장히 떨어진다. 이러한 통신의 접속, 단절을 반복하게 되는 통신환경에서 대용량 파일을 다운로드하기 위해서는 복수의 AP를 이용해서 대용량 파일을 다운로드 하기 위한 분할수신을 효율적으로 해야 할 필요가 있다.

3.2 Super Node(SN)과 중계노드

제안환경에서 필요한 분할수신을 효율적으로 수행하기 위해서 Super Node(SN)와 중계노드를 제안한다. SN은 수신노드가 요구하는 대용량 파일을 일시적으로 보관하여 수신노드가 조우한 AP에 분할해서 데이터를 전달한다. 또한 SN에 의해 분할된 데이터는 중계노드에도 전달해서 수신노드에 도달하도록 함으로써 분할수신 효율을 높인다. 여기서 번들층에 데이터를 일시적으로 저장하기 위한 스토리지 기능을 가지는 것으로 가정한다.

3.2.1 Super Node(SN)

제안방법의 구성은 그림 4와 같으며, SN은 도로 등 넓은 지역에 구성된 지역 네트워크와 전술망 사이에 위치하고 두 네트워크를 접속할 때 게이트웨이 역할을 한다. 또한 SN은 지역네트워크에서 존재하는 노드의 이동정보 및 위치정보를 관리한다.

SN은 수신노드가 데이터를 저장하고 있는 서버에 대해 요구한 모든 데이터를 일시적으로 저장하는 기기로, 번들층 기능을 가지고 있다. 추가적으로 SN은 수신노드로부터 분할 다운로드에 대한 요구를 수신하면 요구에 포함된 수신노드의 이동 및 위치정보와 AP 위치정보로부터 차후 조우가 예상되는 AP 또는 중계노드의 데이터를 분할해서 송신한다. 이러한 이유로 수신노드는 효율적인 분할수신이 가능하게 되며, 데이터를 저장해 두는 것으로 기존 인터넷의 데이터 통신과 비교하여 데이터 접속시간을 단축하고, 더욱이 통신간 에러에 의한 재전송이 필요할 때도 데이터 재전

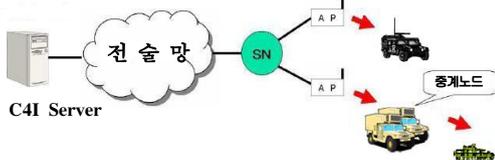


그림 4. SN과 중계노드

송을 SN이 대신하므로 재전송에 걸리는 시간 단축이 가능하며 통신품질도 크게 개선할 수 있다.

3.2.2 중계노드

제안방법에서는 분할수신의 효율을 개선하기 위해서 AP와 함께 수신노드에 데이터 배송을 가능하게 한 노드로서 중계노드를 제안한다. 중계노드가 AP를 거쳐서 SN에 접속할 때 SN은 이후 중계노드가 수신노드와 조우한다고 판단한 경우 SN으로부터 분할 데이터를 수신하고, 차후에 실제로 수신노드와 조우할 때에 요구한 데이터를 수신노드에 배송한다. 이러한 AP에 추가해서 중계노드를 이용하는 것으로 분할수신의 기회가 부가되어 결과적으로 다운로드 시간이 단축된다.

3.3 패킷 전송방법

제안방법인 패킷 전송방법은 그림 5와 같이 수신노드는 C41 서버에 지역네트워크의 게이트웨이인 SN을 거쳐서 데이터를 요구한다. 수신노드가 데이터 요구를 C41 서버에 하는 것과 동시에 SN은 수신노드의 위치정보와 이동정보를 획득해서 관리한다. 다음으로 수신노드로부터 요구를 받은 C41 서버는 수신노드가 존재하는 지역네트워크에게 패킷을 전송한다.

수신노드의 대용량 파일은 우선 SN의 스토리지에 일시적으로 저장이 되고, SN은 수신노드가 어느 AP와 조우할가를 판단하여 조우가 예상되는 AP에게 패킷을 분배한다. 분배된 패킷은 AP에 저장되고 수신노드가 AP에 조우할 때 패킷을 송신한다. 이때 AP와 접속 가능한 중계노드가 이후 수신노드에 조우한다고 SN에 의해 판단된 경우, SN은 수신노드 패킷을 AP를 경우해서 중계노드로 전송한다. 이후 중계노드가 수신노드와 조우했을 때 중계노드는 수신노드에게 패킷을 전송한다. 이러한 절차로 길치는 이동하면서 요구한 대용량 파일을 다운로드 한다.

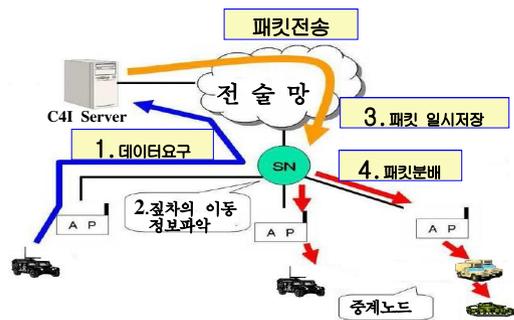


그림 5. 패킷 전송방식

IV. 성능평가

본 실험은 필란드 헬싱키 대학에서 개발한 DTN 전용 시뮬레이터인 The Opportunistic Network Environment Simulator(The ONE 1.3.0)을 사용하여 진행하였다.

제안방법의 유효성 평가를 위해 10 × 10의 격자형 지역을 이용했으며, 그림 6과 같이 수신노드를 질차, 중계노드를 정기적으로 운행하는 차량으로 하고, AP는 영역내에 랜덤하게 배치했다. 하나의 영역 넓이는 240m의 정사각형이고, 질차 속도는 43.2km/h로 하나의 영역을 20초에 통과하는 것으로 설정했다. 여기서 질차는 동일한 영역에 존재하는 AP 또는 중계노드들과 통신만 가능하고, 출발을 하면 우측 또는 아랫방향으로만 랜덤하게 움직이고 최종적으로 목적지에 도착한다.

또한 영역의 중앙에는 초기위치를 랜덤하게 결정된 중계노드가 다른 중계노드와 동일한 간격 및 속도로 이동하며, 시뮬레이션 조건은 <표1>과 같다. 분할수신회수는 수신노드가 AP 또는 중계노드와 조우하여 대용량 파일의 분할한 데이터 파일을 수신한 횟수, 즉 분할수신 완료한 횟수이다. 시뮬레이션으로 분할수신회수의 빈도를 조사하는 것으로 분할수신 및 중계노드 수에 의한 다운로드 기회를 어느 정도 가질 수 있는지를 확인했다.

또한, 평균수신회수는 분할수신회수로 산출하며,

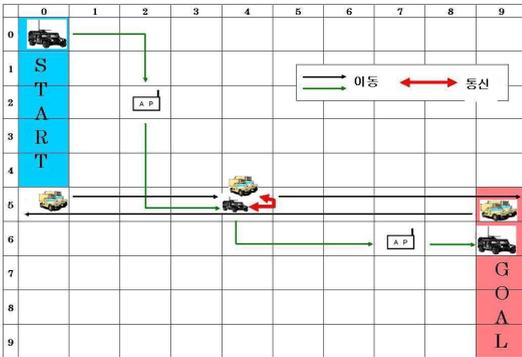


그림 6. 시뮬레이션 모델

표 1. 시뮬레이션 조건

AP 수	4, 6, 8
중계노드 속도	1, 2, 4 times (Speed of vehicle)
중계노드간 거리	720/1200/1680m

분할수신회수가 없는 경우 기존 인터넷 수신방식의 경우 수신노드가 출발지에서 목적지까지 진행되는 동안에 복수 AP에 조우하여 데이터 수신을 했을 경우에는 접속이 단절되어 획득한 데이터를 버리고 재접속시에 데이터를 수신하기 위해 처음부터 다시하기 때문에 여러 번 AP와 접속해도 수신할 기회는 한번이라고 본다. 이런 상황에서 평균수신회수를 산출하면 분할수신을 하지 않았을 때나 분할수신을 했을 때나 얻어지는 수신회수(수신 가능한 기회)가 어느 정도 차이가 생기는지를 수신회수의 빈도와 평균수신회수의 두 가지 요소를 이용해서 평가했다. 다운로드 완료시간은 어느 하나의 대용량 파일의 다운로드 완료까지 시간이며, 본 논문에서는 수신노드가 제안방법을 이용하여 대용량 파일의 다운로드가 완료될 때까지 어느 정도 시간을 필요로 하는가를 평가요소로 사용했다.

4.1 AP수 변경에 의한 평가

AP수를 변경하면서 제안방안에 대한 분할수신 및 중계노드의 유효성에 대하여 검증을 실시했다. 수신노드가 AP에 접속하여 SN에 대해서 분할수신 요구를 통지했을 때만 복수의 AP 또는 중계노드를 이용하여 데이터를 수신하는 것이 가능하다. 역으로 말하면 최초로 AP에 조우하기까지의 시간이 성능에 커다란 영향을 주는 것이다. 그러기 때문에 영역내의 AP수는 수신노드가 AP에 조우할 확률을 좌우하기 때문에 제안방법의 성능에 커다란 영향을 주게 된다.

그림 7은 중계노드의 속도 4배, 중계노드의 간격을 720m(3개영역)로하고, 이때 AP수가 4, 6, 8개로 될 때 각각의 분할수신회수 분포에 대한 결과이며, 중계노드를 사용했을 때의 분할수신 분포와 중계노드를 사용하지 않았을 때 분포를 나타낸 것이다.

AP수 변화가 분할수신에 미치는 기본적인 영향에 대해 평가를 실시한 결과 AP수가 증가한 만큼 AP수에 조우하지 않을 확률이 급격히 변화하고 있어, AP

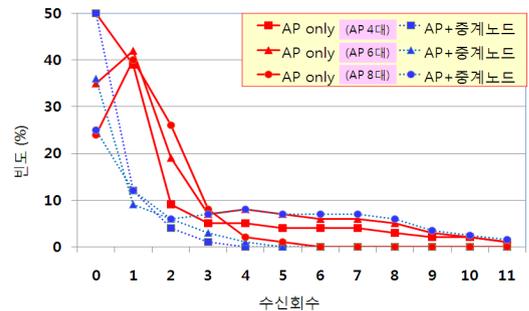


그림 7. AP수 변화에 따른 분할수신회수

수를 8개로 했을 때에는 AP에 조우하지 않을 확률이 25%로 75% 확률로 AP에 조우한다는 것이며, 이후 다른 AP까지는 중계노드를 이용해서 분할수신이 가능하다는 것을 의미한다. 그러나 결과에서와 같이 AP를 8개로 배치하여도 최대로 5개 AP만 접속된다는 사실도 확인했다. 또한 중계노드를 이용했을 때의 성능을 보면 AP수 증가와 함께 8~10회로 조우회수 확률이 상승하게 되어 분할수신 효과도 동반 향상된다는 것을 확인했다.

(1) 분할수신을 이용하지 않은 경우, (2) AP에 의해 분할수신을 할 경우, (3) AP+중계노드에 의한 분할수신을 행할 경우의 평균수신회수에 대한 평가결과가 표 2와 같다. 표에서와 같이 분할수신을 전혀 하지 않았을 경우는 여러 번 AP와 조우하여도 매회 처음부터 데이터를 수신하기 때문에 최대 1이 된다. 또한 AP에 의해 분할수신을 할 때에는 평균수신회수가 AP수 증가에 비례하여 증가함을 알 수 있다. 그러나 AP가 최대 8개밖에 배치되어 있지 않았기 때문에 통신기회 자체가 부족해서 충분하게 분할수신을 할 수가 없다. 여기서 AP와 함께 중계노드에 의한 분할수신을 행할 경우는 AP수가 증가함에 따라 크게 평균수신회수가 증가했다. 이것은 AP수의 증가에 의해 조기에 AP와 조우하여 분할수신이 가능하게 되기 때문에 중계노드 효과를 충분히 이용하고 있다고 할 수 있다.

위와 같은 결과에 의해, 수신노드가 AP에 조우해서 처음으로 분할수신이 가능하게 되기 때문에 AP수가 분할수신의 성능에 대해 커다란 영향을 가지고 있다는 것을 확인했다.

표 2. AP수와 평균 수신회수

AP수	분할수신 미실시	AP에 의한 분할수신	AP+중계노드에 의한 분할수신
4	0.48	0.58	2.38
6	0.64	0.90	3.61
8	0.75	1.23	4.05

4.2 중계노드 속도에 의한 평가

중계노드를 사용하여 분할수신시에는 중계노드 간격과 속도가 중요한 요소이다. 요소 값이 변화함으로 수신노드가 중계노드에 조우할 횟수가 변화하여 분할수신 효과도 변화하게 된다. 중계노드의 속도를 질차의 속도에 비교하여 1, 2, 4배로 변화할 때 중계노드의 속도가 분할수신 성능에 미치는 영향을 평가했다. AP수는 8개, 중계노드 간격은 720m로 설정했다.

그림 8은 중계노드의 속도가 질차에 비해 1, 2, 4배 일 때의 평균수신회수 빈도에 대한 결과이다. 중계노드의 이동속도가 빠르게 됨에 따라 수신회수의 분포가 넓어지는 것을 알 수 있다. 이것은 중계노드의 속도가 빠를수록 수신노드가 많이 다른 중계노드와 조우하기 때문에 다수로 분할수신을 행할 기회를 가지기 때문이다. 속도가 4배로 되면 수신회수 2~8 정도 빈도로 유지되어 확률적으로 꼭 중계노드를 사용하고 있다는 것을 알 수 있다.

중계노드의 속도를 변화시킨 경우의 평균수신회수를 표 3에 나타냈다. 속도가 빠르게 되면 평균수신회수가 증가된다는 것을 확인했으며, 증가율은 그림 9와

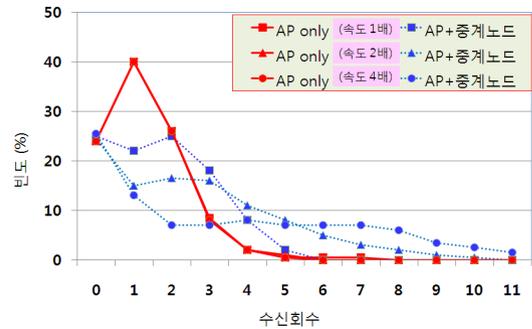


그림 8. 중계노드의 속도 변화에 따른 분할수신회수

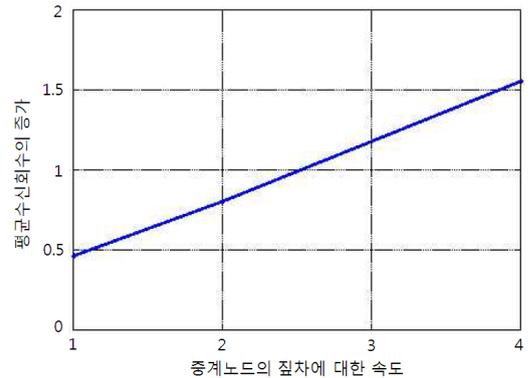


그림 9. 중계노드 속도와 평균 수신회수 증가

표 3. 중계노드 간격과 평균수신회수

분할수신 미사용	0.75
AP에 의한 분할수신	1.23
AP+중계노드에 의한 분할수신(간격 1680m)	2.58
AP+중계노드에 의한 분할수신(간격 1200m)	3.11
AP+중계노드에 의한 분할수신(간격 720m)	4.05

같다. 중계노드 속도와 평균수신회수의 증가율은 비례 관계라는 것도 확인했으며, 원인은 속도 증가에 의해 수신노드가 조우하는 중계노드 수가 증가하기 때문이다. 결과적으로 데이터의 다운로드도 효율적으로 실시한다는 것과 중계노드 속도와 평균수신회수는 비례관계가 있다는 것을 확인했다.

4.3 다운로드 완료시간

AP 및 중계노드를 이용한 분할수신 효과 평가를 위해 실제 대용량 콘텐츠를 다운로드할 경우 다운로드 완료까지 걸리는 시간에 대해 평가를 실시했다. 여기서 수신노드는 3회 수신할 기회가 주어지면 요구과일을 다운로드할 수 있다고 가정하고, 중계노드의 속도를 직차에 대해 4배, 중계노드의 간격을 720m, AP 수를 8개로 했을 경우 다운로드 완료까지 시간은 그림 10과 같다.

결과에서와 같이 중계노드를 이용한 경우가 AP만 있을 경우보다 전체적으로 다운로드 시간이 짧게 소요 되었다. 중계노드를 이용한 경우와 AP만 이용한 경우 각각의 다운로드 완료까지의 시간의 최빈치(最頻值)를 비교하면 약 40초차가 생기는 것을 확인했으며, 중계노드를 이용하지 않은 경우 다운로드 완료까지 시간을 비교하면 중계노드를 사용한 경우 다운로드 완료까지 시간 최빈치가 40초로 수신노드가 두 개의 영역을 이동할 정도 시간으로 중계노드를 이용하기 위해서는 수신노드는 중계노드와 조우하기 전에 한번 정도 AP로부터 SN에 접속을 해야만 하는 것과 중계노드가 통과하는 영역의 위치가 원인일거라고 생각된다. 그러나 중계노드를 이용한 것이 다운로드 완료까지 시간의 최빈치가 짧아지는 것 때문에 본 논문에서 제안하는 분할수신과 중계노드를 이용한 다운로드 방식이 다운로드 완료까지 시간을 단축할 수 있다

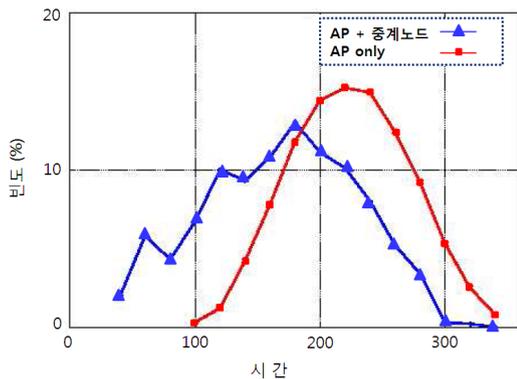


그림 10. 다운로드 시간

는 것을 확인했다.

V. 결 론

본 논문에서는 AP가 산재되어 있는 전장 환경에서 이동 수신노드가 대용량 파일을 다운로드하기 위해 도중에 단절되는 문제점을 해결하기 위한 효율적인 분할수신 방법을 제안했다. 제안방법에서는 노드의 이동 및 위치정보를 집중 관리하는 SN와 데이터 중계를 담당하는 중계노드를 제안하여 시뮬레이션에 의해 분할수신과 중계노드 이용에 대한 효과를 평가했다.

제안방법은 수신노드에 의한 분할수신 요구가 SN에 수신된 시점에서 시작되므로 AP수 변화에 대한 성능을 평가했다. 그 결과 AP수가 많을수록 수신노드가 분할수신 요구를 SN에 대해 송신하기 쉽기 때문에 분할수신회수가 증가한다는 것과, 중계노드 이동속도 및 간격을 변경하면서 중계노드에 의한 분할수신 효과를 평가한 결과 이동속도가 빠르고 간격이 짧을수록 수신노드와 중계노드의 조우회수 증가로 분할수신 효과가 크다는 것을 확인하였다.

마지막으로 다운로드 완료시간에 대해 평가한 결과 중계노드를 이용해 분할수신을 했을 때가 다운로드 시간을 크게 단축할 수 있다는 것도 확인했다.

향후 연구과제로 유비쿼터스 시대에 대비한 일시적인 접속을 포함한 많은 서비스들이 인터넷에 접속되므로 어떠한 환경에서도 제안방법을 이용한 통신성능 개선과 전장 환경에서의 통신의 유효성에 대한 연구를 추진할 계획이다.

참 고 문 헌

- [1] Forrest Warthman, "Delay-Tolerant Networks (DTNs) A Tutorial", available at <http://ipnsing.org/reports/DTN-Tutorial.pdf>, 2003.
- [2] Delay tolerant Networking research group <http://www.dtnrg.org>
- [3] S. Burleigh, A Hooke, L. Torgerson, K. Fall, V. Cerf, B. Durst and K. Scott, "Delay-TolerantNetworking", an approach to inter-planetary internet, IEEE Communication Magazine, 2003.
- [4] A. Skordylis, N. Trigoni, "Delay-bounded routing in vehicular ad hoc networks", In Proc. ACM Mobihoc'08, Hong Kong SAR, China, 2008.

- [5] Alberts, Garstka, Hayes and Signori, "Under standing Infromation Age Warfare", www.dodccrp.org, 2001.
- [6] 김영호, 엄중선, "미 육군 전술인터넷 개념과 시사점", 주간국방논단 제1108호(06-29), 2006.
- [7] Jing Zhao, Guohong Cao, "VADD: Vehicle-Assisted Data Delivery in Vehicular Ad hoc Networks", In Proceedings of INFOCOM 2006.
- [8] Z. Zhang, San Diego Research Center, "Routing in Intermittently Connected Mobile Ad Hoc Networks and Delay Tolerant Networks: Overview and Challenges", IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2006.
- [9] C. Becker, G. Schiele, "New mechanisms for routing in ad hoc networks", Proceeding of the Forth CaberNet Plenary Workshop, 2001.

김 영 안 (Young-an Kim)

정회원



1988년 2월 금오공과대학 전
산공학과 졸업

1996년 3월 Keio University
Dept. of Information and
Computer Science(공학석사)

2008년 2월 경희대학교 컴퓨터
공학과 (공학박사)

2009년 2월~현재 국방대학교 전산정보학과 교수
<관심분야> Ad-hoc Network, Routing Protocol,
DTN, VANET, WMN