
Ad Hoc 네트워크 기반의 가변 지오캐스팅

이철승* · 이 준**

Variable Geocasting based on Ad Hoc Networks

Cheol-seung Lee* · Joon Lee**

요 약

최근 산업 및 연구단체에서 이동 Ad-hoc망에 대한 관심이 높아지고 있다. 기존 연구들은 라우팅에 초점을 맞추고 있었던 것에 반해 본 논문에서는 이들 연구의 결과로 형성된 Ad-hoc망을 실제로 이용하기 위한 응용으로 가변 지오캐스팅 방법을 제안한다. 지오캐스팅 프로토콜 목적은 특별한 지오캐스팅 영역에 위치한 노드들의 그룹에 패킷 데이터를 전송하는 것이다.

본 논문에서는 Ad-hoc기반의 이동 네트워크 환경에서 지오캐스트 서비스를 지원하는 기존연구에 데이터 전송 경로의 비 최적화, 빈번한 지오캐스트 전송트리의 재구성으로 인한 오버헤드, 서비스단절의 문제를 해결하기 위해 이동형태기반의 가변지오캐스팅기법을 제안한다. 가변지오캐스팅기법은 서비스범위를 목적지 노드의 이동성에 따라 가변적으로 설정하고 자원예약기법과 다양한 실험을 통해 이동노드의 이동성에 따른 접근성 및 네트워크 오버헤드를 줄여 성능평가 하였다.

ABSTRACT

Mobile Ad-hoc networks have recently attracted a lot of attention in the research community as well as in industry. Although the previous research mainly focused on various of Ad-hoc in routing, we consider, in this paper, how to efficiently support applications such as variable Geocasting based on Ad-hoc networks. The goal of a geocasting protocol is deliver data packets to a group of nodes that are located within a specified geocasting region.

Previous research that support geocast service in mobile computing based on Ad-hoc have the non-optimization problem of data delivery path, overhead by frequent reconstruction of the geocast tree, and service disruption problem. In this paper, we propose the mobility pattern based geocast technique using variable service range according to the mobility of destination node and resource reservation to solve this problem. The experimental results show that our proposed mechanism has improved performance of Connection & Network Overhead than previous research.

키워드

Ad-hoc, Geocast, LBM

I. 서 론

최근 독립된 네트워크의 구성 및 다양한 정보통신 단

말간의 상호접속에 대한 요구로 인해 Ad-hoc네트워크는 빠르게 확산되고 있다. Ad-hoc네트워크는 멀티 홉 무선인 터페이스를 이용함으로써 네트워크 인프라가 구축되지

않은 동적인 네트워크에 이동노드들에게 라우터 기능이 전가되는 임시적인 네트워크를 말한다[1].

본 논문에서는 지오캐스팅영역의 이동노드들에게 패킷데이터를 전송하기 위해 개선된 LBM(Location Based Multitasking)을 사용하여 지오캐스팅영역을 이동노드의 이동성에 따라 가변적으로 설정하고, 이동방향에 대한 정보를 통하여 이동노드가 지오캐스팅 영역 밖으로 이동할 때 자원예약기법을 함께 사용한다. 이를 통해 지오캐스팅 그룹의 재구성 횟수 및 서비스단절을 최소화시키며 자원 예약시 발생하는 오버헤드를 줄일 수 있었다.

본 논문의 구성으로는 2장 Ad-hoc 지오캐스팅기법과 문제점을 알아보고, 3장 Ad-hoc기반의 가변지오캐스팅 기법을 제안한다. 4장 기존기법과 제안한 기법의 성능평가를 위한 시뮬레이션 및 결과를 제시하며 마지막 5장 결론 및 향후 연구방향을 제시한다.

II. 관련 연구

2.1. Ad-hoc Geocasting

Ad-hoc 지오캐스팅은 이동노드의 위치정보를 이용하여 지오캐스팅영역의 이동노드들에게 패킷데이터를 전송하는 멀티캐스팅의 특별한 방법이다.

Ad-hoc 지오캐스팅 프로토콜은 플로딩의 변형된 방법으로 포워딩되는 영역을 축소시킴으로써 데이터의 확산을 줄이는 방법과 컨트롤패킷을 이용하여 소스노드로부터 멀티캐스팅 영역내의 목적지노드까지 라우트를 형성하여 보내는 방법으로 구분한다[2].

2.2. LBM

LBM은 플로딩범위를 작은 영역으로 국한하여 라우팅 메시지수를 줄임으로써 라우팅 성능을 향상시키는 LAR을 멀티캐스팅 개념으로 접근한 프로토콜이다. 소스노드가 데이터를 멀티캐스트 하는 특정지역을 멀티캐스트영역이라 하며 일반적으로 사각형, 원, 다각형으로 나타낼 수 있다. 포워딩영역은 소스노드를 기준으로 멀티캐스트영역을 포함한 특정 지역을 말하며 일반적으로 사각형이나 고깔 혹은 다른 모양으로 나타낼 수 있다[3]. 포워딩영역의 크기는 멀티캐스트영역의 크기 소스노드의 위치 그리고 포워딩영역의 조정크기에 의해 결정되며 데이터 전송 시 통신경로의 효율성 및 데이터 전송 지연시

간 사이의 오버헤드를 고려하여 적절한 값으로 결정해야 한다.

2.2.1. LBM Scheme 1 (LBM-box)

LBMS-1은 멀티캐스트영역과 포워딩영역으로 구성되며 소스노드에서 목적지노드로 패킷 전송시 포워딩영역을 사용하여 패킷전달에 소모되는 오버헤드를 줄이면서 전달의 효율을 높이는 데 초점을 두고 있다.

또한 플로딩을 사용하는 경우와 비교하여 많은 오버헤드를 줄일 수 있으며, 하나 이상의 노드가 멀티캐스트 영역에 들어가게 되면 그 노드는 자동으로 멀티캐스트 그룹에 추가된다[4].

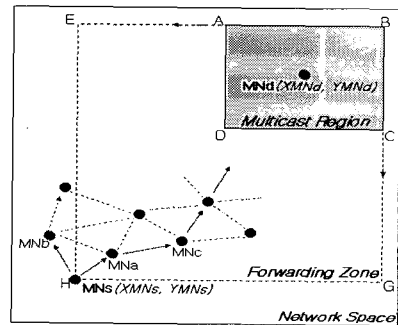


그림 1. LBM Scheme 1
Fig. 1. Location-Based Multicast Scheme 1

그림 1에서 MNs는 소스노드이며 멀티캐스트영역은 "ABCD"이고 크기는 300unit×300unit이다. 소스노드가 이웃노드에게 패킷을 전달하려고 할 때 이웃노드가 포워딩영역에 없을 경우 더 이상 패킷을 전송할 수 없게 된다. 이 경우 포워딩영역을 확장하기 위해 매개변수 δ 를 사용한다. 포워딩영역이 사각형 일 때 X, Y축의 양, 음의 방향으로 δ 만큼 확장하게 된다. 즉 X, Y축으로 2δ 만큼 확장하게 되며, 만약 δ 값이 100unit인 경우 포워딩영역 크기는 2δ 이며 200unit으로 늘어나게 된다. 결과적으로 포워딩영역의 크기는 500unit×500unit으로 "EBGH"를 이루게 된다.

소스노드는 이웃노드에게 포워딩영역의 4개 모서리 좌표 값이 포함된 멀티캐스트 패킷(X, Y Data + Packet)을 플로딩 한다. MNa는 포워딩영역 내에 있으므로 이웃노드들에게 플로딩 하게 되며, 플로딩 과정을 멀티캐스트영역에 있는 목적지노드 MNd가 패킷데이터를 받을 때 까지 반복 수행하게 된다. 목적지노드는 패킷에 포함된 (X, Y

Data + Packet)을 비교하여 포워딩영역에 있는지 비교한다. 이때 포워딩영역 외부에 있는 MNb는 수신한 패킷을 버리게 된다. 만약 소스노드가 멀티캐스트영역 내에 있다면 포워딩영역과 멀티캐스트영역은 같게 되고 δ 값은 0이 된다.

2.2.2 LBM Scheme 2 (LBM-step)

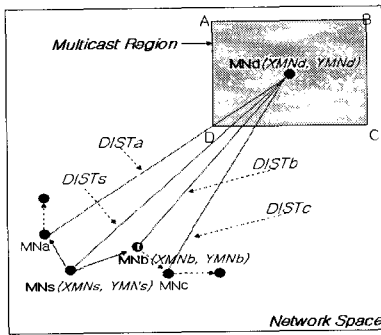


그림 2. LBM Scheme 2
Fig. 2. Location-Based Multicast Scheme 2

LBMS-2는 포워딩영역이 존재하지 않고 패킷데이터를 포워딩 할 것인가는 이동노드들의 상대적 거리로 결정한다. 멀티캐스트영역의 목적지노드의 중심 좌표와 소스노드의 좌표가 전송 데이터패킷에 포함되며 목적지노드로부터 임의의 노드 MNa에 대한 거리는 $DISTa$ 가 된다. 패킷데이터를 수신한 중간노드 MNb는 $DISTb$ 를 계산하여 임의의 δ 에 대해 $DISTb + \delta \geq DISTc$ 이면 이웃노드들에게 패킷을 포워딩하고 그렇지 않으면 패킷데이터를 버린다.

패킷을 포워딩할 때 소스노드의 좌표는 포워딩 노드의 좌표 (XMNb, YMNb)로 바꾸어 전송한다.

2.3.LBM의 문제점

소스노드와 멀티캐스트영역 중간에 포워딩영역을 형성하게 되는 LBM은 중간에 장애물이 있을 경우 우회경로가 존재함에도 불구하고 목적지노드까지 찾아갈 수 없는 상황이 발생한다. 비록 δ 값을 변경시켜 우회경로를 찾을 수 있지만, 포워딩영역을 넓힘으로써 패킷데이터 전송 오버헤드가 급격히 증가하는 경우를 초래한다. 또한 LBM scheme 1, 2 같은 경우 GPS정보의 오차 값으로 인해 예상하지 못한 이동 노드에게 전송되는 결과가 발생한다.

이 또한 δ 값을 조정함으로써 해결할 수 있지만, 쓸모없는 노드가 데이터를 받음으로써 전체 네트워크의 대역폭을 낭비하게 되는 문제점을 가지고 있다.

III. 가변 범위 지오 캐스팅

본 장에서는 2장의 관련연구와 문제점을 바탕으로 이동노드간의 패킷 전송시 발생하는 오버헤드를 줄이기 위해 지오캐스팅영역 그룹의 재구성 횟수를 줄이고 영역 밖으로 이동하는 목적지노드에게 서비스 단절을 최소화시켜 지속적인 서비스를 제공할 수 있는 Ad-hoc기반 가변지오캐스팅 방법을 제안한다.

본 논문에서는 이동노드들의 다양한 이동성 때문에 지오캐스팅영역을 고정적으로 사용하는 것은 비효율적이므로 사전에 전달주기를 지역적으로 채택하여 결정하고 자원예약기법을 함께 사용하여 목적지노드가 이동했을 경우 지오캐스팅 패킷을 지속적으로 전송 받을 수 있게 하였다.

표 1에서 Rt 는 소스노드의 이동성 가중치를 곱하여 반올림을 하는 것으로 시간에 따른 지오캐스팅영역 결정시 반영하기 위해서 이다. 소스노드에서 다음 홉 노드 선택시 가중치를 부여하는 식은 Y 와 같으며 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ 는 실제 네트워크 환경에 근접하기 위한 네트워크 상수이다. $E(MNs)$ 가 0이면 더 이상 통신에 참여할 수 없게 된다. $D(MNs)$ 는 포워딩영역 내에 $DIST(s)$ 를 구하여 지오캐스팅영역보다 큰 경우는 여러 홉을 거쳐 패킷을 전송하게 된다.

표 1. 용어 정리
Table 1. Terms Definition

R	서비스범위 원의반경(Range)
Rt	시간에 따른 서비스범위
Rn	현재의 서비스범위
$B(MNs)$	R에 대한 소스노드 가장자리 값
$B(MNs) = Rt + (1 - W(MNs))$	
$E(MNs)$	소스노드의 에너지
$D(MNs)$	소스노드에서 목적지노드까지 거리
$C(MNs)$	소스노드와 이웃노드 연결 상태
$W(MNs)$	소스노드의 mobility 가중치
$Rt = MNs \times W(MNs) $	
$Y = \alpha E(MNs) + \beta D(MNs) + \gamma C(MNs) + \delta W(MNs)$	

현재의 지오캐스팅영역(R_n)을 목적지노드의 이동에 따라 새롭게 계산된 서비스범위를 $R_n + 1$ 이라 할 때 $R_n = R_n + 1$ 이면 목적지노드의 움직임이 적거나 지오캐스팅영역을 재조정할 필요가 없을 것이다. 하지만 $R_n + 1 > R_n$ 이면 목적지노드의 이동성이 크다는 것이므로 영역내의 트리의 재구성 횟수를 줄일 수 있도록 해야 한다. 그와 반대로 $R_n > R_n + 1$ 이면 목적지노드의 지오캐스팅영역을 줄이는 것이 효율적이다. 만약 영역을 줄임으로써 영역외의 이동노드가 존재할 수 있다. 이는 목적지노드를 대표노드로 하여 영역내의 이동노드들의 개수와 줄이기 전의 이동노드들의 개수의 차이가 발생되면 영역을 그대로 유지해야 영역내의 이동노드들이 지속적인 지오캐스팅 서비스를 받을 수 있다.

3.1. 경로설정

소스노드에서 목적지노드가 선택되면 목적지노드를 중심으로 지오캐스팅 영역 R_1 이 생성되며 소스노드에서 목적지노드까지 곱갈모양의 포워딩영역이 생성된다. 목적지노드의 이동성이 큰 경우 영역을 R_2 로 확장하여 불필요한 트리의 재구성 횟수를 줄이고, 이동노드의 이동성에 따라 지오캐스팅영역을 조정하여 사용한다.

R_1 영역내의 이웃노드 MNa, MNb 가 있다. 이때 R_1 이 R_2 로 증가하여 MNc, MNd 는 지오캐스팅 트리에 가입하게 되면 목적지노드까지의 경로변화는 없고 MNc, MNd 에 대한 경로를 덧붙여 전체 경로를 설정하게 된다. 반대로 R_2 에서 R_1 으로 영역이 축소되었을 때는 목적지노드까지의 경로는 변함이 없이 R_2 영역내의 이동노드들을 삭제하여 트리를 재구성한다.

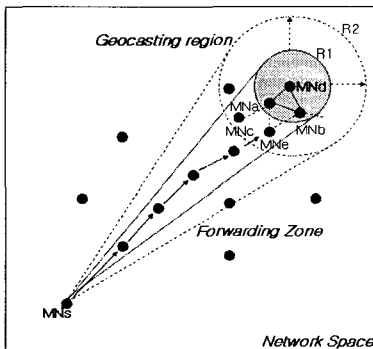


그림 3. 경로설정
Fig. 3 Path Routing

소스노드에서 지오캐스팅영역까지의 거리는 포워딩 영역내의 노드들의 Y 값을 계산 후 최선의 경로를 선택하여 지오캐스팅영역까지 경로를 설정하게 된다.

3.2. 자원예약

경로설정 이후 소스노드의 지속적인 서비스제공을 위해 자원예약기법 *MRSVP*를 사용한다. 목적지노드는 *passiveRESVmessage*를 소스노드에게 보내 자원예약을 알린다. 이때 소스노드는 자원예약을 위해 *passivePATHmessage*를 목적지노드에게 보내 경로를 설정하게 된다. *passive message*는 목적지노드의 자원예약 이후에 예약된 곳으로 이동을 하지 않고 다른 곳으로 방향을 바꾸어 이동을 하면 자원예약 경로의 불필요한 자원낭비를 막기 위한 것이다. 목적지노드가 *passive message*를 통해 자원예약된 곳으로 실제 이동한 경우 *passive* 상태를 *active* 상태로 바꾸어 데이터를 예약한 경로로 전송한다.

본 제안에서 지오캐스팅영역내 목적지노드는 한번의 *passiveRESVmessage*를 보내고 소스노드 역시 한번만 *passivePATHmessage*를 보낸다. *passive PATHmessage*는 지오캐스팅영역의 모든 경로에 전송되어 이동노드간의 불필요한 메시지교환을 없앨 수 있으며 지오캐스팅영역을 하나의 그룹으로 간주하여 이동노드들의 이동시 요구하는 자원예약에 대한 오버헤드를 줄일 수 있다. 목적지노드가 다른 영역으로 이동했을 경우 목적지노드는 *passive* 상태를 *active* 상태로 바꾸주는 작업만 하므로 메시지 교환 횟수가 줄게 되고 *Passive message*가 지오캐스팅영역의 모든 경로에 이루어져 있으므로 목적지노드의 이동시 *active message*를 통해 자원예약이 이루어지고 데이터를 전송하게 된다.

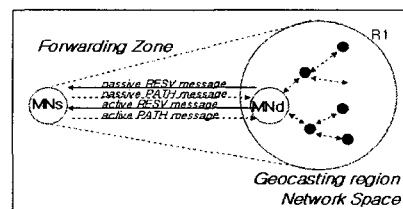


그림 4. 자원예약
Fig. 4 Resource Reservation

3.3. 영역이동

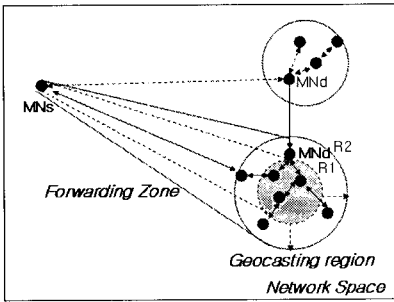


그림 5. 영역이동
Fig. 5 Region Move

목적지노드가 다른 지오캐스팅영역으로 이동했을 경우 *passivePATH*를 *activePATH*로 바꿔 데이터를 전송하게 되고 이동방향에 대한 정보를 습득하여 자원예약을 하게 된다. 자원예약방법은 3.2절과 동일하게 한 번의 메시지 전송을 통해 이루어진다. 만약 목적지노드가 이동하려는 지오캐스팅영역의 가장자리에 위치할 경우 이웃한 노드에게 목적지노드의 상태정보를 넘겨주어 지오캐스팅영역의 재설정 또는 자원예약에 대한 준비를 한다. 지오캐스팅영역의 가장자리 식은 표 1에 *B(MNs)*와 같으며 소스노드에서 목적지노드까지의 경로설정 및 자원예약방법은 3.1, 3.2절과 동일하다.

IV. 성능 평가

본 논문은 기존의 지오캐스팅 프로토콜인 LBM과 제안한 가변지오캐스팅 프로토콜의 소스노드에서 목적지노드의 접근성과 전체적 네트워크 오버헤드를 줄이기 위한 모의실험으로 NS-2 [5]를 이용하여 실험 평가를 수행하였다.

1) 시뮬레이션 환경

- A. 총 네트워크 면적: 1000m × 1000m
- B. 총 노드 수: 100개
- C. CBR (Constant bit rate) : 512Byte, 10KBrate
- D. PDR (Packet Delivery Ratio)

$$\frac{\text{total received packets of geocasting region}}{\text{total send packets} * \text{the number of receivers}}$$
- E. 이동 노드들의 전달 거리: 150m
- F. 소스노드 위치: (250, 250) 고정
- G. 시뮬레이션 전체 실행시간: 100sec

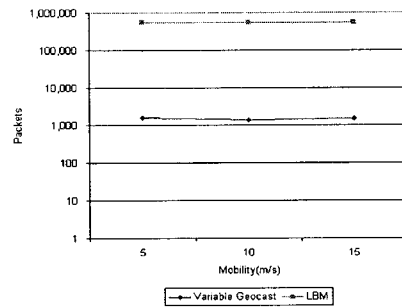
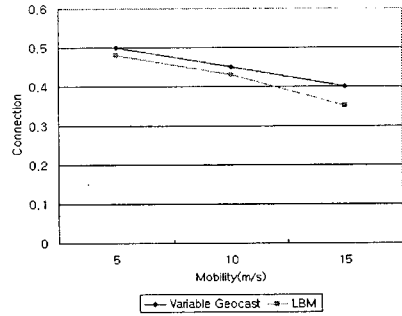


그림 6. 접근성 및 네트워크 오버헤드
Fig. 6 Connection & Network Overhead

기존 LBM과 제안방법의 이동노드의 이동성에 따른 접근성 및 네트워크 오버헤드의 실험 결과는 그림 6과 같다. 이동노드의 Mobility/s에 차이를 두어 목적지노드의 접근율을 측정했을 때 제안한 방법은 Mobility/s가 증가 시 LBM보다 좋은 접근성능을 발휘하였다. 설정초기의 지오캐스팅영역의 노드들은 R_t를 이용하여 이동노드들에게 가중치를 부여하였으며, 목적지노드의 이동에 따른 그룹의 가입 및 탈퇴연산을 고려하여 제안한 가변 지오캐스팅영역을 통해 불필요한 트리의 재구성 횟수를 줄일 수 있었으며, 그만큼의 후보노드를 확보할 수 있었다.

포워딩영역의 확장으로 인한 오버헤드 문제를 해결하기 위해 사전에 전달주기를 지역적으로 채택하여 결정하고, 자원예약기법을 통하여 송·수신노드 사이의 불필요한 자원낭비를 줄일 수 있었다. 그로인해 목적지노드가 이동했을 경우 지오캐스팅 패킷을 지속적으로 전송받을 수 있게 하였다.

LBM과 제안한기법의 전체적 네트워크 오버헤드 측정 결과 패킷율은 확실히 차이가 난다. 그로인해 기존의 포워딩영역의 변형인 LBM보다 효율적으로 전체적인 네트워크 자원을 사용할 수 있었으며 그만큼의 오버헤드를 줄일 수 있었다.

V. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서 제안한 기법은 지오캐스팅영역의 이동노드를 가변적으로 설정하여 목적지노드의 이동으로 인한 트리의 재구성횟수를 줄이고 자원예약기법을 이용하여 이동노드간의 서비스단절 및 불필요한 자원낭비를 줄여 네트워크 오버헤드를 줄일 수 있었다.

특히 본 논문의 제안기법은 목적지노드의 이동에 따라 지오캐스팅영역을 결정함으로써 기존의 LBM 프로토콜에 비해 접근성 및 네트워크 오버헤드를 줄일 수 있었다.

향후 Ad-hoc 사용자 증가를 고려할 때 효율성 및 안정된 지오캐스팅 서비스를 제공할 수 있으며, 아울러 신뢰성 있는 지오캐스팅을 위해 보안요소의 추가적 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

- [1] Internet Engineering Task Force (IETF) Mobile Ad Hoc Networks (MANET) Working Group Charter, <http://www.ietf.org/>, 2005.
- [2] Xia Jiang and Tracy Camp, A Review of Geocasting Protocols for a Mobile Ad Hoc Network. In *Proceedings of the Grace Hopper Celebration(GHC)*, 2002.
- [3] I. Stojmenovic, "Voronoi diagram and convex hull based geocasting and routing in wireless network", Technical Report, University of Ottawa, TR-99-11, December 1999.
- [4] Y.Ko and N.H. Vaidya. Geocasting in mobile ad hoc networks: Location-based multicast algorithms. In *Proceedings of the 2nd IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Application(WMCSA)*, 1999.
- [5] K. Fall and K. Varadhan, "The ns Manual (formerly ns Notes and Documentation)" The VINT Project. <http://www.isi.edu/nsnam/ns/ns-documentation>.

저자소개



이 철 승(Cheol-Seung Lee)

2001년 2월 광주대학교 공과대학 컴퓨터학과 (공학사)
2003년 8월 조선대학교 대학원 컴퓨터공학과 (공학석사)

2006년 2월 조선대학교 대학원 컴퓨터공학과 (공학박사 수료)

※ 관심분야: Ad-hoc, 무선네트워크, 인증, 보안



이 준(Joon Lee)

1979년 2월 조선대학교 전자공학과 (공학사)
1981년 2월 조선대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)

1997년 2월 숭실대학교 대학원 전자계산학과(공학박사)
1982년 3월 - 현재 조선대학교 전자정보공과대학 컴퓨터공학부 교수

※ 관심분야: 시스템 보안, 분산 운영체제, 프로그래밍 환경