

에드 혹 네트워크에서 소스 기반 다중 게이트웨이 선출 라우팅 프로토콜

준회원 이 병 진*, 정회원 유 상 조*

Source-based Multiple Gateway Selection Routing Protocol in Ad-hoc Networks

Byung-Jin Lee* *Associate Member*, Sang-Jo Yoo* *Regular Member*

요 약

MANET 이란 이동 노드들이 기반 구조의 도움 없이 서로 통신하는 네트워크를 말한다. 이러한 네트워크는 무선 자원이 한정적이고, 노드의 이동성으로 인하여 통신을 원하는 노드 사이에 통신 선로를 구성하는데 많은 어려움이 따른다. 본 논문에서는 이동 노드의 위치 정보를 이용하여 격자 내에서 예상되는 생존 시간 정보를 산출하고, 그 정보를 이용하여 다음 게이트웨이를 소스에 기반을 두고 선출함으로써 효율적으로 통신 선로를 만들어 주는 방법을 제시한다. 또한 본 논문에서 제안된 SMGS 프로토콜은 각 격자마다 예상 생존 시간이 가장 큰 노드를 후보 노드로 선출하여 통신 설정시 실시간적으로 격자에 가장 오래 남을 수 있는 노드를 게이트웨이로 선출함으로써 게이트웨이 핸드 오프를 줄여주어 핸드 오프시 발생하는 패킷 손실 및 시간적 지연을 완화시켜 주고, 다중 게이트웨이를 생성시켜 게이트웨이에 통신이 집중되는 현상을 막아준다.

Key Words : Ad-hoc networks, MANET, Routing protocol, Geocasting, Source selection

ABSTRACT

A mobile ad-hoc network (MANET) is one consisting of a set of mobile hosts capable of communicating with each other without the assistance of base stations. It is necessary to use bandwidth effectively because MANET has limited bandwidth. In this paper, we propose SMGS (source based multiple gateway selection routing protocol). In SMGS, each node estimates its expected life time (ELT) and if its ELT is larger than that of current gateway it becomes a candidate node. When a source node establishes a path, in each grid the candidate node will take the route request and be a gateway node for the each source node. The node that is expected to stay the longest time in the grid is selected so that we can reduce frequent gateway handoff, packet loss, and handoff delay.

I. 서 론

MANET(Mobile Ad-Hoc Network)은 각 노드들이 기반 구조의 도움을 받지 않고 스스로 라우터의

역할과 각 통신의 주체들의 역할을 해내는 노드로 구성된 네트워크를 말한다. 이러한 네트워크는 전쟁, 천재지변 등과 같이 기반 구조가 없거나 파괴되어 졌을 경우, 신속하게 네트워크를 구축 할 수 있다는

* 인하대학교 정보통신대학원 멀티미디어통신망연구실 (arin0213@empal.com, sjyoo@inha.ac.kr)

논문번호 : KICS2005-03-128, 접수일자 : 2005년 03월 29일

※ 본 연구는 정보통신부/정보통신연구진흥원 정보통신기초기술 연구지원 사업의 연구 결과로 수행되었음.

장점을 가지고 있으므로 현재 활발히 연구되고 있다. MANET은 노드들이 끊임없이 이동하므로 고정된 네트워크 토폴로지를 구성할 수 없다. 따라서 통신을 위해서 통신 경로를 설정하는 새로운 라우팅 프로토콜이 필요하게 된다. 이러한 연구의 결과로 여러 가지 ad-hoc 라우팅 프로토콜들이 만들어지고 있다. 가장 널리 알려진 프로토콜로는 모든 이동 노드들이 주기적으로 라우팅 정보를 교환하는 proactive 방식의 DSDV^[1]가 있다. 이 프로토콜은 각 노드들이 통신을 원하는 시점에서 바로 라우팅 경로를 설정할 수 있으며, 노드의 이동으로 인한 라우팅 경로가 단절 되었을 경우 신속하게 경로를 다시 설정할 수 있는 장점이 있다. 그러나 주기적인 전송은 네트워크 오버헤드를 증가시킨다. 이러한 proactive 방식의 주기적인 브로드캐스팅 (broadcasting)에 의한 네트워크 오버헤드를 줄이는 프로토콜로 reactive 방식의 AODV^[2], DSR^[3], ZRP^[4] 등이 있다. 이 프로토콜은 노드들이 실질적으로 통신을 시작하려는 시점에서 경로를 설정하므로 경로 설정을 위한 주기적인 제어 패킷을 보내지 않게 된다. 그러나 통신 시작 시와 경로 단절 시 경로를 설정하는 지연이 생긴다는 문제점이 있다.

이러한 문제점을 해결하며 효율적으로 라우팅 경로를 설정하기 위해 위치 정보를 이용한 프로토콜이 연구되고 있다^{[5],[6]}. 대표적인 프로토콜들로 LAR^[7], GRID^{[8],[9]} 등이 있으며 이 프로토콜들은 GPS 장치와 같은 위치 인식 장치를 가지고 자신의 위치 정보를 산출 한다는 전제 조건을 가진다.

LAR (Location Aided Routing)^[7] 프로토콜은 위치 정보를 이용하여 과거의 통신 기록을 가지고 목적지 노드의 위치를 예상하여 예상 구역을 만든다. 소스 노드의 위치와 이 영역을 이용하여 요구 영역을 구성하고, 데이터 전송을 위한 경로 탐색 절차를 진행시킨다. LAR 프로토콜의 경로 탐색 절차는 소스 노드가 경로 설정 요구 패킷을 브로드캐스팅 하면서 시작된다. 이때 경로 설정 요구 패킷이 요구 영역을 벗어나면 폐기 시킨다. 따라서 전 영역에 요구 패킷을 브로드캐스팅 시키는 reactive 프로토콜보다 제어 패킷이 퍼져 나가는 지역이 줄어든다. 그러나 요구 영역 내에서는 다른 프로토콜과 같이 제어 패킷을 브로드캐스팅 하므로 여전히 네트워크 오버헤드는 문제가 된다.

본 논문에서는 위치 정보를 이용하여 네트워크 오버헤드를 줄여주며, 게이트웨이가 격자를 떠나는 시간보다 먼저 게이트웨이 핸드 오프를 발생시켜

핸드 오프시 발생하는 불필요한 시간적 지연을 줄여주고, 한 노드가 집중적으로 데이터 패킷을 전달해 주는 일을 여러 노드로 분산시켜 한 노드의 급격한 전력소모를 줄여 줄 수 있는 소스 기반 다중 게이트웨이 선출 라우팅 프로토콜 (SMGS: Source-based Multiple Gateway Selection routing protocol)을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 소스 기반 다중 게이트웨이 선출 프로토콜 (SMGS)을 소개하고, 제 3장에서는 제안된 SMGS 프로토콜의 전체적인 알고리즘을 기술하며, 제 4장에서는 모의 실험 환경 및 결과를 도출하며, 마지막으로 제 5장에서 본 연구의 결론을 기술한다.

II. 소스기반 다중 게이트웨이 선출 프로토콜 (SMGS)

2.1 격자 기반 라우팅 프로토콜 구조

격자 기반 라우팅 프로토콜은 전체적인 영역을 작은 격자로 나누고, 격자 안에 전체적인 통신을 담당하는 게이트웨이 노드를 설정하는 방식이다. 이 방식은 기존의 프로토콜에서 모든 노드들이 경로 설정 제어 패킷을 브로드캐스팅 함으로써 데이터 전송에 써야 할 자원을 경로 설정에 사용하는 문제점을 격자 내에 게이트웨이 노드 만이 제어 패킷을 브로드캐스팅 함으로써 해결하였다. 대표적인 라우팅 프로토콜로는 GRID^{[8],[9]} 프로토콜이 있다.

GRID 프로토콜에서 각 격자마다 통신의 주체 역할을 하는 게이트웨이는 물리적 중심에 가장 가까운 노드가 선출되며, GATE 메시지를 주기적으로 브로드캐스팅 한다. 경로 설정 절차를 보면 그림 1과 같이 소스 노드 S가 통신을 시작하기 위해 요구 패킷을 (RREQ) 보낸다. 이때 I 노드와 같이 요구 영역을 벗어난 노드, 중복된 요구 패킷, 패킷을 받

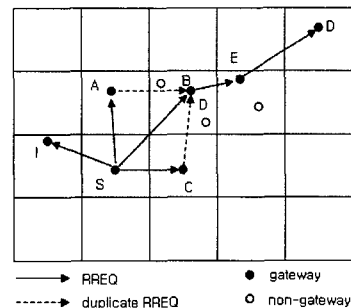


그림 1. RREQ 전송

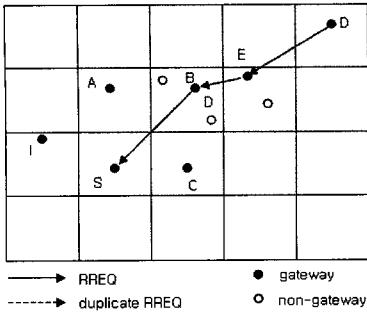


그림 2. RREP 전송

은 노드가 게이트웨이 노드, 목적지 노드가 아닐 경우 패킷을 폐기시킨다. 전 격자의 게이트웨이 노드인 B 노드가 브로드캐스팅 한 요구 패킷을 받은 E 노드는 자신의 라우팅 테이블 안에 응답 패킷이 돌아올 수 있는 길을 설정하기 위해 이전 요구 패킷이 왔던 B 노드를 적어 놓고, 요구 패킷을 전송한다.

RREQ를 받은 목적지 노드는 그림 2와 같이 응답 패킷을 발송한다. 이 경우 각 게이트웨이 노드는 요구 패킷이 지났던 경로로 응답 패킷을 보낸다. 소스 노드가 응답 패킷을 받으면 경로가 설정되고 데이터 전송이 시작된다.

GRID 프로토콜에서 게이트웨이는 격자를 빠져나갈 경우 자신의 라우팅 테이블을 담은 RETIRE 패킷을 브로드캐스팅 한다. 이때 격자 내의 일반 노드는 라우팅 테이블을 상속받고, 격자의 물리적 중심으로부터의 거리를 적은 BID(Broadcast ID) 패킷을 브로드캐스팅 한다. BID 패킷을 이용한 핸드 오프 절차는 일정 시간의 지연을 가져온다. 따라서 게이트웨이가 데이터 전송에 참여하고 있을 때, 핸드 오프가 진행되는 일정 시간 동안 데이터 전송의 실패가 발생한다.

2.2 소스 기반 다중 게이트웨이 선출 라우팅 프로토콜(SMGS)

본 논문에서 제안하는 SMGS 프로토콜은 격자 기반의 라우팅 프로토콜이다. 이 프로토콜은 GRID 프로토콜과 같이 네트워크 오버헤드를 줄이면서 문제점을 효율적으로 해결 할 수 있는 프로토콜이다.

SMGS 프로토콜은 각 노드의 격자 내에서의 생존 시간 정보 (Expected Life Time)를 사용하여 게이트웨이 핸드 오프 발생을 줄여 줄 수 있고, 다중 게이트웨이를 선출하여 하나의 게이트웨이 노드에 트래픽이 몰리는 현상을 완화시켜 준다. 또한 게이트웨이 핸드 오프시 발생하는 데이터 패킷 전송 실패와 시간적 지연을 줄여 준다.

SMGS 프로토콜은 다음과 같은 전제 조건을 가진다. 첫째, 각 노드는 GPS 장치를 사용하여 자신의 위치 정보를 수신으로 확인 할 수 있어야 한다. 각 노드는 이 정보를 통하여 격자를 빠져 나갈 때까지 남아 있을 예상 시간 (ELT)을 구해 낼 수 있다. 이 값은 식 (1)로 정의된다.

$$ELT = \frac{S}{V} \tag{1}$$

여기서 S는 격자 경계 면과 현 노드 사이의 거리이고, V는 과거의 이동을 참조한 평균 이동 속도이다. 만약 V 값이 0이 되면 노드의 ELT 값을 무한대 값으로 설정한다.

둘째, 각 게이트웨이 노드는 주위 격자에서 주기적으로 브로드캐스팅 하는 메시지 (GATE, CANDIDATE) 를 탐지해야 하므로 그림 3과 같은 전송 범위를 가져야 한다.

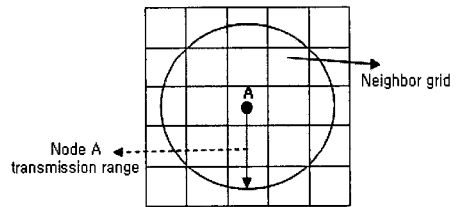


그림 3. 전송범위 정의

표 1은 본 논문에서 사용하게 될 용어 정의이다. 본 논문에서 제안한 SMGS 프로토콜은 통신 시작시 ELT 값이 가장 큰 노드를 게이트웨이로 선출하고, 게이트웨이를 통하여 통신을 중계하며, 게이트웨이 후보 노드를 이용하여 핸드 오프 문제를 해결한다. 게이트웨이 후보 노드는 그림 4와 같이 선출된다. 그림 4-a에서와 같이 S-A-D 노드를 따라 통신이 이루어 지고 있다. 일정 시간 경과 후 게이트웨이 노드인 A 노드가 브로드캐스팅하는 GATE 패킷의 ELT 값보다 더 큰 ELT 값을 가지는 여러 개의 후보 노드가 그림 4-b와 같이 짧은 시간 동안 존재하게 된다. 후보 노드들은 CANDIDATE 패킷을 주기적으로 브로드캐스팅 하며 서로의 CANDIDATE 패킷을 받는다. 각 후보 노드들은 패킷 안에 있는 ELT 값과 자신의 ELT 값을 비교하여 자신의 ELT 값이 작아지게 되면 패킷 브로드캐스팅을 중단한다. 결국 그림 4-c와 같이 하나의 게이트웨이 후보 노드만이 존재하게 된다.

표 1. SMGS 관련 용어 정의

ELT(Expected Life Time)	격자 안의 노드들이 격자를 떠나기 전까지의 시간
게이트웨이(gateway)	통신의 주체로서 실질적으로 통신에 참여하고 있는 노드
후보노드(gateway candidate)	통신 중, 현재 통신에 참여하지는 않지만 격자내에서 ELT값이 가장 큰 노드
GATE	게이트웨이가 주기적으로 브로드캐스팅 하는 패킷
CANDIDATE	게이트웨이 후보 노드가 주기적으로 브로드캐스팅 하는 패킷
RREQ(Route Request)	목적지 노드까지의 길 설정을 위해서 소스 노드 측에서 보내는 패킷
RREP(Route Reply)	RREQ를 받은 목적지 노드에서 보내는 응답 패킷
GATE_CHANGE	핸드오프 발생시 바뀐 게이트웨이 노드가 보내는 패킷

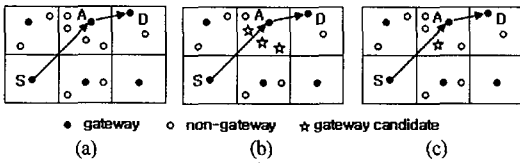


그림 4. 후보 노드 선출

SMGS 프로토콜은 경로를 설정하기 위하여 소스 노드가 그림 5와 같이 요구 패킷을 브로드캐스팅 한다. 이때 요구 영역을 벗어난 I 노드와 같은 게이트웨이 노드가 요구 패킷을 받으면 폐기한다. 또한 게이트웨이 노드, 목적지 노드, 후보 노드가 아닌 경우와 중복된 패킷인 경우 폐기한다. 조건에 맞는 후보 노드 혹은 게이트웨이 노드가 (후보 노드에 우선권이 있음) 요구 패킷을 받은 경우 패킷에 대한 최소한의 정보를 라우팅 테이블 안에 적고, 요구 패킷 안에 이전 노드의 ID가 아닌 전 격자의 번호를 기록하여 요구패킷을 브로드캐스팅 한다.

요구 패킷을 받은 목적지 노드는 그림 6과 같이 응답 패킷을 전송한다. 응답 패킷은 요구 패킷에 있는 격자를 따라서 전송하게 된다. 이때 목적지 노드는 1번 격자의 백워드 격자 (backward grid)인 2번 격자의 게이트웨이 노드 혹은 후보 노드가 브로드캐스팅 하는 패킷을 받는다. 응답 패킷 안에 있는 격자에서 브로드캐스팅 하는 메시지 중에 후보 노드가 보내는 CANDIDATE 패킷이 있으면 그 후보 노드에게 응답 패킷을 보내고, 그렇지 않은 경우에는 게이트웨이 노드에게 응답 패킷을 보낸다. E 노드 경우 백워드 격자인 3번 격자에서 GATE 패킷과 CANDIDATE 패킷을 모두 받는다. 이 경우 E 노드가 후보 노드인 B 노드에게 응답 패킷을 보내는 소스 선출이 이루어진다. 즉 각 소스 노드마다 실시간적으로 안정성이 높은 경로를 선출하게 된다. 후보 노드가 여러 개 존재할 경우, 후보 노드 중 ELT 값이 가장 큰 노드를 선택해 응답 메시지를

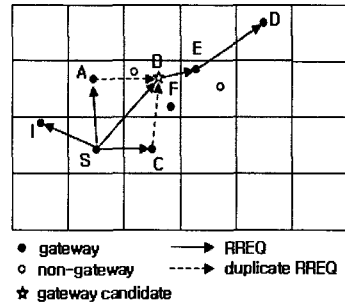


그림 5. RREQ 전송

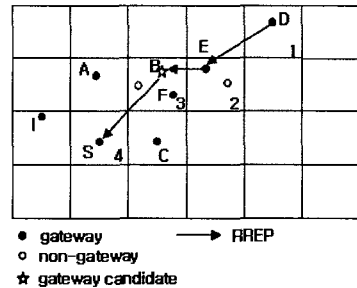


그림 6. RREP 전송

보낸다. 이렇게 해서 결국 응답 메시지는 소스 노드인 S 노드에게 도달하게 되고 통신이 시작된다.

GRID 프로토콜의 경우 S-F-E-D를 따라 통신이 진행된다. 즉 격자에 더 오래 머무를 수 있는 B 노드가 있지만, 게이트웨이인 F 노드를 선택하게 된다. 반면 제안된 SMGS 프로토콜은 노드가 격자에 머무르는 시간을 예상해서 게이트웨이 노드를 선택하므로, GRID 프로토콜 보다 안정성이 높은 경로를 설정 할 수 있다.

SMGS 프로토콜은 후보 노드를 이용하여 게이트웨이 핸드 오프시 발생하는 시간적 지연과 데이터 손실을 줄여준다. SMGS 프로토콜의 핸드 오프 절차는 그림 7과 같이 일어난다. 그림 7-a와 같이 1번 (A-F 간)과 2번 (C-D 간) 통신이 이루어지고 있다.

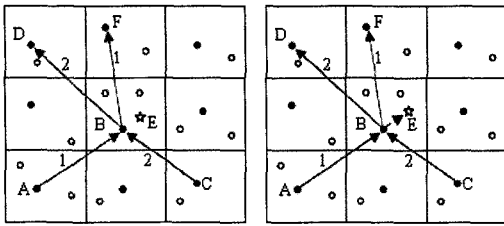


그림 7-a

그림 7-b

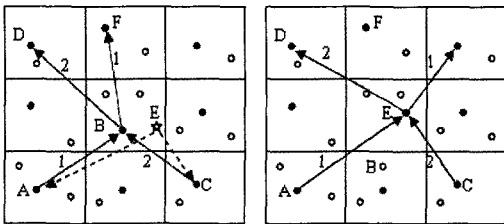


그림 7-c

그림 7-d

- gateway
- non-gateway
- ☆ gateway candidate
- DATA
- CHANGE Message

그림 7. 핸드오프 절차

일정 시간 경과 후 B 노드의 ELT 값이 ELT_Limit 값보다 작아진다. 이는 잠시 후면 B 노드는 현재 자신의 격자를 떠나게 된다는 의미다. 따라서 그림 7-b와 같이 B 노드는 통신을 유지하면서 자신의 라우팅 테이블을 게이트웨이 후보 노드인 E 노드에게 넘겨준다. 라우팅 테이블을 받은 E 노드는 GATE_CHANGE 패킷을 그림 7-c와 같이 브로드캐스팅 한다. A 노드와 C 노드가 이 패킷을 받게 되면 데이터 전송의 경로를 B 노드에서 E 노드로 그림 7-d와 같이 변경한다. 잠시 후 B 노드는 격자를 떠나고 핸드 오프는 성공적으로 이루어진다.

GRID 프로토콜의 핸드 오프는 일정 시간 동안 게이트웨이를 선출하는 시간 지연이 존재한다. 따라서 통신 중인 게이트웨이 노드가 격자를 떠나게 되면 게이트웨이를 선출하는 시간 동안의 데이터 전송 실패가 일어난다. SMGS 프로토콜은 게이트웨이 노드가 격자를 떠나는 시간을 예측하여 미리 핸드 오프를 발생시킴으로써 핸드 오프 시 발생하는 문제점을 해결하였다.

제안된 SMGS 프로토콜은 다중 게이트웨이 선출 알고리즘을 가진다.

그림 8-a와 같이 A-E-F를 잇는 통신이 진행 중이다. 일정 시간이 경과 후 B 와 C 를 잇는 경로가 필요하게 될 경우 B 노드는 그림 8-b와 같이 RREQ 패킷을 브로드캐스팅 한다. 그 순간 E 노드가 선택되어 있는 그림 8의 중앙 격자에서 후보 게이트웨이 노드인 G 노드가 B 노드와 C 노드간의 패킷 전송을

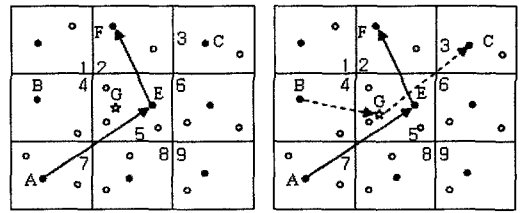


그림 8-a

그림 8-b

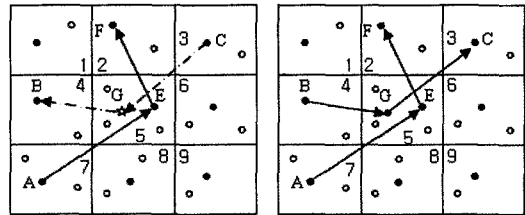


그림 8-c

그림 8-d

- data transmission
- RREQ
- RREP
- gateway
- non-gateway
- ☆ gateway candidate

그림 8. 다중게이트웨이 선출

책임진다. 그림 8-c와 같이 RREQ를 받은 C 노드는 RREP를 전송하고, B노드가 RREP를 받게 되면 그림 8-d와 같이 B-G-C 경로를 따라서 통신을 시작하게 된다. 이 하나의 격자안에 2개의 게이트웨이 (G, E) 노드가 그림 8-d와 같이 만들어진다.

GRID 프로토콜의 경우는 게이트웨이 노드인 E 노드가 전송을 책임지게 되어 통신이 한 노드에 몰리는 효과를 가져와 전력 소모가 한 노드에 집중적으로 이루어지게 된다. 그러나 SMGS 프로토콜에서는 자연적으로 게이트웨이의 수를 증가시켜 한 노드로 트래픽이 집중되는 효과를 완화시켜 준다. GRID 프로토콜에서는 그림 8에서의 경우와 같이 게이트웨이 E의 잔여 체류 시간이 작아도 단일 게이트웨이를 사용함으로써 E가 계속 A-F 간 통신을 중계하게 된다. 이는 잦은 게이트웨이 핸드 오프와 연결 끊김 현상을 초래할 수 있다. 이에 비해 제안된 SMGS 프로토콜은 특정 연결이 개시 될 때를 기준으로 가장 최적의 게이트웨이를 선정하게 되고 해당 게이트웨이는 해당 격자에 머무는 한 연결이 종료될 때까지 연결 간 통신을 중계하게 된다.

III. SMGS 알고리즘

SMGS 프로토콜의 동작 절차는 몇 가지 알고리즘으로 요약 할 수 있다. 통신 선로 설정 절차, 게이트웨이 핸드 오프시 다음 게이트웨이 선출 등의 알고리즘이 있다.

SMGS 프로토콜은 통신을 시작하기 위한 의사 코드는 다음과 같다.

```

Path Setup Procedure
i) Source node sends RREQ.

Nodes in the neighbor grids receive RREQ;
IF (node == destination node)
    Send RREP to the gateway node or
    candidate node that has the
    maximum ELT in the backward
    grid;
END IF
ELSE IF ((node == gateway ) and (no
candidate node in the grid)) or
(node == candidate node))
    IF (The RREQ is already received)
        Drop (RREQ);
    END IF
    ELSE //The RREQ is a new one
        Add the grid number into RREQ;
        Broadcast RREQ to the neighbor grids;
    END ELSE
END ELSE IF
ELSE
    Drop (RREQ);
END ELSE

ii) Destination node replies RREP.

IF (node == source node)
    Connection path established;
    Start communication
END IF
ELSE
    IF (The next backward grid has a
    candidate node)
        //The candidate node has a larger
        ELT than gateway of the backward
        grid
        Send RREP to the candidate node;
    END IF
    ELSE
        Send RREP to the gateway node;
    END ELSE

Gateway Hand-off Procedure

IF (gateway ELT < ELT_limit)
    IF (A candidate node exists)
        Forward the current gateway's routing
        table to the candidate node;
    END IF
    ELSE IF (Multiple gateways exist)
        Find the gateway that has the maximum
        ELT;
    
```

```

Forward the current gateway's routing
table to the gateway;
END ELSE IF
END IF
IF (Candidate node or gateway node
receives the routing table)
    It becomes a new gateway for the con-
nectionson the received routing
table;
    Broadcast GATE_CHANGE message to the
    neighbor grids;
    //GATE_CHANGE message includes the
    previous and new gateway IDs.
    All backward gateways that received the
    GATE_CHANGE message update their routing
    table for data forwarding;
END IF
    
```

IV. 모의실험

본 논문에서 제안한 SMGS 프로토콜의 성능을 평가하기 위하여 ns-2^[10] 시뮬레이터를 이용하였다. 비교 대상 프로토콜로는 GRID 프로토콜을 사용하였다. 모의 실험 환경은 표 2와 같다. 첫 번째 실험으로 이동 노드의 수를 100개, 통신 설정 수를 50개로 고정하고, 각 노드의 이동속도를 10~30m/s로 증가시켜 가면서 게이트웨이 유지 시간을 비교하였다. 그림 8에서 알 수 있듯이 SMGS프

표 2. 모의 실험 환경

모의 실험 영역	1000 * 1000 m
격자수	100 * 100m(100개격자)
모바일 노드	50~600 개
이동 속도	10~30m/s(36~108km/h)
통신 설정수	1Mbps CBR 트래픽
핸드 오프	0.3(ELT_limit)이하 일 때 발생

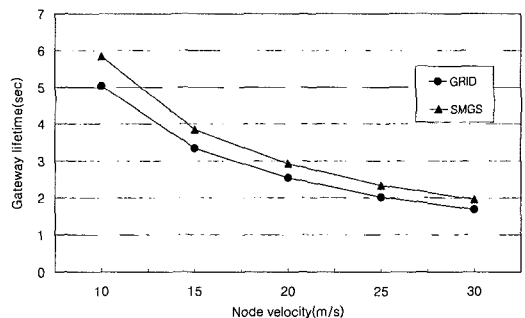


그림 8. 이동 속도 증가에 따른 게이트웨이 유지 시간 변화

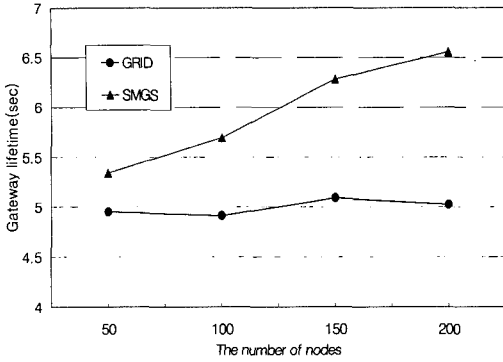


그림 9. 모바일 노드 증가에 따른 게이트웨이 유지 시간 변화

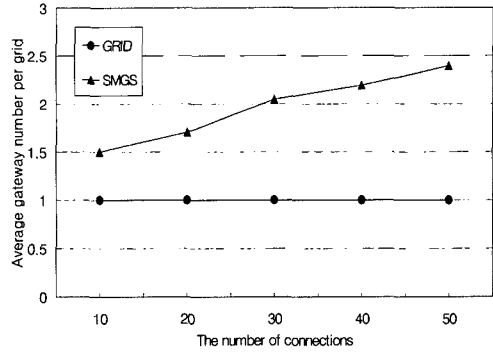


그림 10. 통신 설정수 증가에 따른 게이트웨이 증가

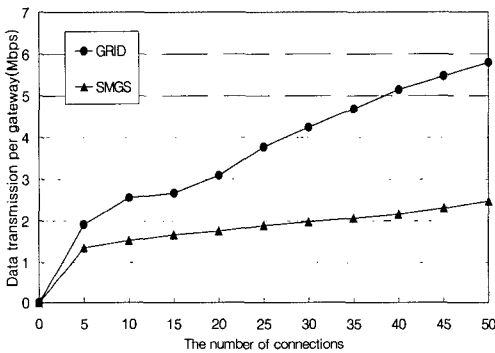


그림 11. 통신 설정수 증가에 따른 게이트웨이당 평균 데이터 처리량 변화

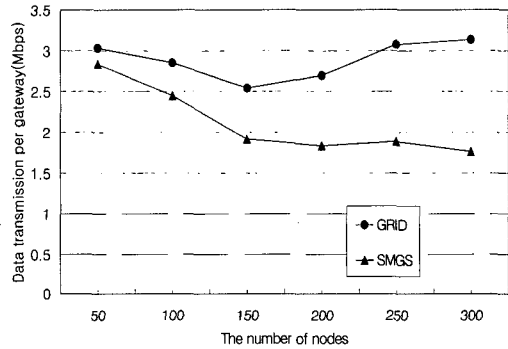


그림 12. 노드수 증가에 따른 게이트웨이당 평균 데이터 처리량 변화

로토콜은 GRID 프로토콜보다 약 1.2배 정도 게이트웨이 유지 시간이 길어짐을 볼 수 있다. 이는 핸드 오프 발생 빈도가 줄고 핸드 오프시 발생하는 지연 및 제어 패킷의 발생이 줄어들어 네트워크의 오버헤드를 감소하게 만든다.

두 번째 실험으로 이동 속도를 10m/s, 통신 설정 수를 50으로 고정 시켜놓고 노드의 수를 50~200개로 증가시키면서 게이트웨이 유지 시간을 비교하였다. 그림 9를 보면 GRID 프로토콜은 노드수가 증가하더라도 게이트웨이 유지 시간이 비교적 일정하게 됨을 알 수 있다. 그에 비해 SMGS 프로토콜은 ELT 값을 가지고 게이트웨이를 선출하므로 노드수가 증가하면 ELT 값이 큰 노드의 수가 증가하고 결국 게이트웨이 유지 시간에 영향을 미치게 된다.

세 번째 실험으로 노드 수를 600개, 이동 속도를 10m/s로 고정하고 통신 설정 수를 10~50개로 증가시키면서 평균 게이트웨이 수를 비교하였다. 그림 10은 통신을 시도하는 노드 수가 증가함에 따라 격자당 평균 게이트웨이 수가 증가함을 보여 준다. 통신이 50개까지 증가했을 경우 게이트웨이 수가

GRID 프로토콜에 비해 약 2.4배까지 증가함을 볼 수 있다. SMGS 프로토콜은 다중 게이트웨이 선출을 통해 전력 소모를 여러 노드로 분산시켜 한 노드가 집중적으로 에너지 소모가 이루어져 통신의 단절을 가져오는 현상을 완화시켜 준다. 통신 설정수가 많아지면 그에 따라 게이트웨이를 지정하는 횟수가 증가 하게 되고 결국 다중 게이트웨이를 선출하게 된다.

네 번째 실험으로 노드 수를 600개, 이동 속도를 10m/s로 고정하고 0~50 통신 설정 수를 변화 시켜 가면서 게이트웨이당 데이터 처리량의 변화를 나타 내었다. 통신 설정수가 많아지면서 SMGS 프로토콜의 게이트웨이당 데이터 처리량이 GRID 프로토콜의 50%이하로 감소됨을 볼 수 있다.

마지막 실험으로 전체 노드를 50~300개로 증가시키고, 속도는 10m/s, 한 격자에 50개의 통신이 설정되었을 경우 게이트웨이당 통신 처리량을 비교하였다. 그림 12에서 보듯이 SMGS 프로토콜은 이동 노드의 수가 증가 할 수록 게이트웨이당 처리량이 GRID 프로토콜에 비해서 약 50%까지 줄어들음을 알

수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 위치 정보를 이용하여 ELT 값을 산출하고, 이 값을 이용하여 다중 게이트웨이를 설정하는 소스 기반의 다중 게이트웨이 선출 프로토콜을 제안하였다. SMGS 프로토콜은 위치 정보를 이용하여 기존의 프로토콜들이 가지고 있는 문제점인 제어 패킷의 브로드캐스팅에 의한 네트워크 오버헤드 문제를 해결 하였다. 또한 격자당 다중 게이트웨이를 선출하여 하나의 게이트웨이에 트래픽이 몰려 발생하는 네트워크 분할이나 통신의 단절 현상을 해결 하였고, 통신 중 게이트웨이 핸드 오프가 일어날 경우 발생하는 데이터 전송 실패와 전송 지연 문제를 게이트웨이가 격자를 빠져나가기전 미리 핸드 오프를 발생시켜 해결하였다. 모의 실험 결과에서 알 수 있듯이, SMGS 프로토콜은 게이트웨이 노드당 트래픽이 GRID 프로토콜의 50% 이하로써 트래픽 분산이 효율적으로 이루어 지게 된다. 또한 ELT 값을 이용하여 게이트웨이를 선출함으로써 게이트웨이 유지 시간이 1.2배 정도 증가하게 되어 핸드 오프 발생 빈도를 줄이는 결과를 가져 왔다. 그러나 제안된 SMGS 프로토콜은 트래픽을 분산시키기 위해 다중 게이트웨이를 사용 함으로써 GRID 프로토콜과 비교해 봤을 때 더 많은 무선 자원을 경로 유지 및 설정에 사용하는 것이 사실이다. 따라서 효율적인 에너지 분배와 무선자원의 활용 사이에 적절한 trade-off가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] Charles E. Perkins and P. Bhagwat, "Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance-Vector Routing for Mobile Computers (DSDV)" Proceedings of ACM SIGCOMM 1994, pp. 234-244, August 1994.

[2] Charles E. Perkins and Elizabeth M. Royer. "Ad-hoc On-Demand Distance Vector Routing" Proceedings of the 2nd IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, New Orleans, LA, pp. 90-100, February 1999.

[3] D.B. Johnson and D. A. Maltz, "Dynamic Source Routing in Ad Hoc Wireless Net-

works," Mobile Computing, Kluwer Academic Publishers, vol. 353, pp. 153-181, 1996.

[4] Zygmunt J. Haas, Marc R. Pearlman and Prince Samar, "The Zone Routing Protocol (ZRP) for Ad Hoc Networks", Internet-draft, raft-ietf-manet-zone-zrp-04.txt, 2002.

[5] Xia Jiang and Tracy Camp, "A Review of Geocasting Protocols for a Mobile Ad Hoc Network" In Proc. of the Grace Hopper Celebration(GHC),2002

[6] Jian Li, Prasant Mohapatra, "LAKER: Location Aided Knowledge Extraction Routing for mobile ad hoc networks", WCNC 2003 IEEE Wireless Communications and Networking Conference, Vol.4, No.1, pp. 1180-1184, 2003.

[7] Young-Bae Ko and Nitin H. Vaidya, "Location Aided Routing (LAR) in mobile ad hoc networks", In Proc. of the Fourth ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking (Mobcom'98), pp. 66-75, 1998.

[8] Wen-Hwa Liao, Yu-Chee Tseng, and Jang-Ping Sheu. "GRID: A Fully Location Aware Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Network", Telecommunication Systems Vol. 18, No. 1-3 pp. 37-60, 2001.

[9] W.H Liao et al., Yu-Chee Tseng, Kuo-Lun Lo and Jang-Ping Sheu. "GeoGRID: A Geocasting Protocol for Mobile Ad hoc Networks Based on GRID", J.Internet Tech., Vol.1 No. 2, pp 23-32, 2003.

[10] www.isi.edu/nsnam/ns/.

이 병 진 (Byung-Jin Lee)

준회원



2004년 2월 인하대학교 컴퓨터 공학과(공학사)
2004년 3월~현재 인하대학교 정보통신대학원 석사과정
<관심분야> Ad hoc networks, QoS

유 상 조 (Sang-Jo Yoo)

정회원



1988년 2월 한양대학교 전자통신학과(공학사)

1990년 2월 한국과학기술원 전기및전자공학과(공학석사)

2000년 8월 한국과학기술원 전자전산학과(공학박사)

1990년 3월~2001년 2월 KT 연

구개발본부

2000년 8월~현재 인하대학교 정보통신대학원 부교수
<관심분야> 인터넷 QoS, 초고속 통신망 구조, 멀티미디어 네트워킹, 트래픽 엔지니어링