

위치기반 Ad hoc 라우팅에서 경로복구 방법론

차우석⁰ 유석대 조기환

전북대학교 컴퓨터정보학과

{wscha⁰, sdyu, ghcho}@dcs.chonbuk.ac.kr

A Route Recovery Method for position based Ad hoc routing

Woo-Suk Cha⁰ Suk-Dea Yu Gi-Hwan Cho

Dept. of Computer Information, Chonbuk University

요 약

Ad hoc 네트워크는 유선기반구조 없이 지리적으로 분산된 노드들이 동적으로 연결되어 자치적인 네트워크를 구성한다. 라우팅 프로토콜은 무선자원을 효율적으로 사용하기 위해서 최소의 오버헤드를 갖도록 수행되어야 한다. 위치기반 라우팅 프로토콜은 위치정보를 이용하여 노드들간의 경로를 설정하고 유지할 필요 없이 직접 데이터 패킷을 전송하도록 지원하는 라우팅 프로토콜이다. 본 논문에서는 위치기반 라우팅 프로토콜인 GPF(Greedy Packet Forwarding)기법을 이용하여 패킷을 전송하는 도중 패킷을 전송할 수 없는 영역에 도착했을 때, 지역적인 flooding을 이용하여 이를 복구하는 방법론을 제시한다. 이 복구방법에서 전반적인 패킷전송은 GPF기법을 적용하며, GPF기법을 적용할 수 없는 영역에서만 지역적으로 flooding 알고리즘을 적용한다. 따라서 제어메시지를 지역에 국한시켜 사용함으로써 제한된 무선자원을 효율적으로 사용할 수 있다. 또한 노드들의 수가 증가하는 네트워크 환경에서 보다 나은 확장성을 기대할 수 있다.

1. 서 론

1970년대 이후, 무선네트워크에 이동환경이 부가됨으로써 그 중요성이 날로 증가하고 있다. 이동무선 네트워크는 크게 두 가지로 구분할 수 있다[1]. 첫 번째는 base Station과 같이 고정된 유선 게이트웨이를 갖는 유선기반 네트워크이다. 두 번째는 유선기반구조가 없는 이동노드들이 자치적으로 구성하는 구조로써, Ad hoc 네트워크라고 불린다. Ad hoc 네트워크는 고정된 게이트웨이가 없는 네트워크로 모든 노드들이 이동 가능하고, 동적으로 연결된다. 또한 네트워크내의 각 노드들은 다른 노드들과의 연결 경로를 설정하고 유지하는 라우터의 기능을 수행한다.

이동무선 네트워크 환경에서는 이동특성으로 인하여 빈번하게 위상이 변화하므로, 이를 능동적으로 처리하기 위한 다양한 접근방법의 라우팅 프로토콜들이 제안되고 있다. 라우팅 프로토콜들은 높은 전력소모, 낮은 대역폭, 높은 에러율 등을 포함하는 무선네트워크의 전형적인 제약요소를 효율적으로 처리할 수 있어야 한다. Ad hoc 라우팅 프로토콜은 크게 위상기반 라우팅 프로토콜과 위치기반 라우팅 프로토콜로 구분할 수 있다[2].

위상기반 라우팅 프로토콜은 패킷을 전송하기 위해서 네트워크의 링크에 대한 정보를 이용하며, 테이블기반(table driven) 라우팅 프로토콜과 요구기반(on demand) 라우팅 프로토콜로 구분된다.

위치기반 라우팅 프로토콜은 부가적인 지리적인 위치정보를 이용하여 위상기반 라우팅 프로토콜의 제약사항을 완화시키기 위하여 제안되었다. 이러한 라우팅 프로토콜들은 패킷 라우팅 결정을 전송 패킷의 헤더에 포함된 목적지노드의 위치정보와 무선전송범위 내에 있는 이웃노드들에 대한 위치정보만을 이용하여 결정한다. 따라서 각 노드들은 자신의 물리적인 위치정보를 필요로 하

며, 위치정보는 GPS, Active Badges, Cricket, Spot ON 등의 위치센싱 기법들을 이용하여 획득할 수 있다 [3]. 패킷을 전송하고자 하는 노드는 목적지노드의 위치정보를 획득하여 패킷의 헤더필드에 삽입해야 한다. 목적지노드의 위치정보를 제공하기 위하여 DREAM(Distance Routing Effect Algorithm for Mobility), GLS(Greedy Location Service), Quorum Based Location Service 등의 위치정보 서비스 방법론이 제안되었다[3]. 위치기반 라우팅 프로토콜에서 적용되는 패킷전송방법은 홉단위로 목적지노드까지 점진적으로 경로를 찾아서 패킷을 전송하는 greedy 알고리즘과 패킷을 복제하여 브로드캐스트하는 flooding 알고리즘으로 구분된다[4].

본 논문에서는 GPF기법을 이용하여 패킷을 전송하는 과정에서 패킷을 전송할 수 없는 영역에 도착했을 때, 지역적인 flooding 알고리즘을 적용하여 이를 복구하는 방법론을 제시한다.

논문의 2장에서는 GPF기법의 문제점을 해결하는 다른 방법론에 대해서 소개하고, 3장에서는 GPF기법의 패킷전송방법과 GPF기법의 패킷전송에러가 발생하는 위상조건에 대해서 기술한다. 4장에서는 GPF기법의 문제점을 해결하기 위하여 지역적인 flooding 방법을 적용하여 이를 복구하는 방법론을 제시하고, 5장에서는 결론 및 향후 연구과제에 대해서 기술한다.

2. 관련 연구

[5]의 GPSR기법은 GPF기법의 문제점을 해결하기 위하여 그래프이론을 이용하여 다음 패킷전송노드를 선택함으로써 이를 해결하고 있다. 그래프이론을 적용하기 위한 전제조건으로 모든 노드들의 무선전송범위가 동일하다는 것과 이차원 평면을 가정하고 있다. 이러한 가정은 현실에 GPSR기법을 직접 적용하기에는 많은 난관을

갖게 된다. 실제 전력소모와 중복되는 영역에서의 간섭 등을 줄이기 위해서 노드들간의 무선전송범위를 서로 다르게 적용할 경우 그래프 자체를 구성할 수 없게 된다. 또한 무선전송범위가 같더라도 무선의 상호간섭이나 높은 건물 등과 같은 주변환경의 전파방해요인으로 인하여 전파단절이 발생하는 경우 GPSR기법에서 인지할 수 없는 연결간선의 단절이 발생한다. 따라서 전파단절이 빈번하게 발생하는 환경에서는 GPSR기법을 적용하기에 어렵다.

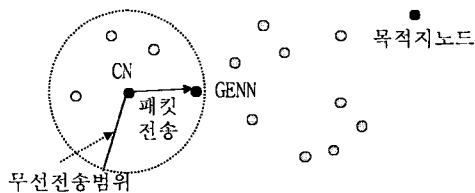
본 논문에서는 GPF기법의 문제점을 해결하기 위하여 그래프 이론을 적용하는 GPSR방법과는 달리 점진적으로 브로드캐스팅 흡수율을 증가시키는 지역적인 flooding 알고리즘을 이용하여 패킷전송에러가 발생한 노드(Current Node : CN)보다 목적지노드에 근접해 있는 다음 패킷전송노드(Greedy Enable Near Node : GENN)에 대한 경로를 설정하여 이를 복구하는 방법론을 제시한다.

3. GPF기법

GPF기법은 기본적으로 GPS와 같은 위치센싱 기법을 이용하여 각 노드는 자신의 위치정보를 알고있으며, 기존에 제안된 위치정보 서비스 방법론을 이용하여 패킷을 전송하고자 하는 목적지노드의 위치정보를 획득한다[2].

3.1 GPF기법에서의 패킷전송노드 결정방법

GPF기법에서는 패킷을 전송할 다음 GENN을 결정할 때, 단지 목적지노드의 위치정보와 전송노드의 무선전송 범위 내에 위치하는 이웃노드들의 위치정보만을 이용하여 GENN을 결정한다. 목적지노드의 위치정보는 전송되는 패킷을 생성하는 노드에서 목적지노드의 위치정보를 패킷의 헤더필드에 삽입한다. 이웃노드들의 위치정보는 간단히 비콘 프로토콜을 이용하여 획득한다. [그림 1]은 GPF기법을 이용하여 패킷을 전송하는 예를 보이고 있다.



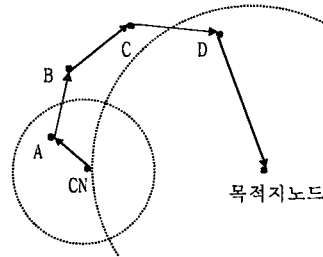
[그림 1] GPF기법의 패킷전송의 예

패킷을 전송 받은 노드는 자신의 무선전송범위 내에 포함된 이웃노드들 중에서 목적지노드에 가장 근접한 노드를 다음 전송노드로 선택하여 패킷을 전송한다. 이러한 패킷전송과정을 패킷이 목적지노드에 도착할 때까지 반복한다.

3.2 GPF기법의 문제점

GPF기법은 CN의 무선전송범위 내에 있는 이웃노드들 중에서 CN보다 목적지노드에 근접해있는 노드가 없는 경우 패킷을 전송할 수 없는 문제가 발생한다. 즉, 먼 거

리로 돌아서 목적지노드까지 가는 경로가 존재하더라도 존재하는 경로를 찾을 방법이 없다는 것이다. [그림 2]는 GPF기법에서 다음 GENN을 결정하는데 실패한 간단한 위상구조를 보이고 있다.



[그림 2] 전송에러 위상구조

[그림 2]와 같은 위상구조의 경우 "CN→A→B→C→D→목적지노드"와 같은 우회하는 전송경로가 존재한다. 하지만 GPF에서는 기본적으로 이웃노드들 중에서 CN보다 목적지노드에 근접해있는 노드들만을 패킷을 전송할 노드의 후보로 선택한다. 따라서 CN의 전송범위 내에 있는 A는 CN보다 목적지노드로부터 원거리에 위치하므로 GENN으로 선택되지 못하고, CN에서 패킷전송에러가 발생한다.

4. GPF기법의 문제해결을 위한 경로복구방법론

본 논문에서 제안하는 경로복구 방법론은 지역적인 flooding 알고리즘을 이용하여 전송에러가 발생한 CN보다 목적지노드에 근접해있는 GENN을 결정하고, 패킷을 전송함으로써 GPF기법의 문제점을 해결한다.

4.1 기본적인 패킷전송 방법

본 논문의 경로복구 방법론은 GF(Greedy Forwarding)와 GR(Greedy Recovery)모드의 두 가지 전송모드를 갖는다. 처음 패킷이 생성되어 전송될 때는 기본적으로 패킷 헤더의 MODE 필드가 GF모드로 설정되어 GPF기법에 의해서 전송된다. 패킷전송에러가 발생하면 에러가 발생한 노드에서 패킷 헤더의 MODE 필드를 GR모드로 변환하고 NND(Near Node Decision)기법에 따라 목적지노드에 근접한 GENN을 결정하고 패킷을 전송한다.

[표 1] 패킷의 헤더필드들

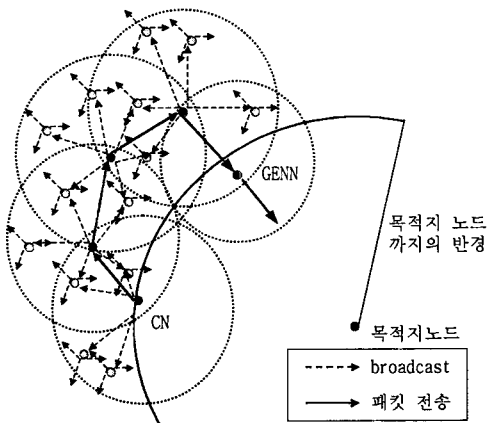
필드	기능
DL	목적지 노드의 위치정보
MODE	패킷의 전송모드(GF모드, GR모드)
PA	바로 이전 전송노드의 주소(플로딩에서 제외)

NND기법에 의해 선택된 GENN에 도착한 패킷은 다시 GR모드에서 GF모드로 전환되어 다시 GPF기법에 의해서 패킷이 전송되며, 패킷이 목적지노드에 도착할 때까지 이 과정을 반복한다.

4.2 NND기법

NND기법은 지역적인 flooding 알고리즘을 적용하여

전송에러가 발생한 CN에서 목적지노드에 보다 인접해 있는 GENN까지의 경로를 탐색하고 유지하는 방법이다. GENN까지의 기본 경로탐색과 유지 메커니즘은 DSR(Dynamic Source Routing) 프로토콜과 유사하다[6]. DSR이 네트워크 전체를 flooding의 기본영역으로 하는 반면, NND기법은 CN과 인접해 있는 영역을 flooding 영역으로 하고 있다. 또한 해당 노드를 결정하기 매개변수로 요구기반 라우팅 프로토콜은 노드의 IP주소를 이용하지만, NND기법은 노드들의 위치정보를 매개변수로 하여 결정한다.



[그림 3] NND기법의 전송노드결정

[그림 3]에서 GF모드의 패킷을 전달받은 CN에서는 패킷전송에러가 발생하고, 전송모드는 GR모드로 전환되며, 근접한 GENN까지의 경로를 탐색하고 패킷을 전송하는 과정을 보이고 있다. CN은 데이터패킷을 버퍼에 저장하고, GENN까지의 경로를 설정하기 위한 경로설정 메커니즘을 시작한다. CN은 [표 2]와 같이 재정의한 RREQ메시지를 생성하고, 브로드캐스트시킨다.

[표 2] RREQ 메시지 헤더의 재정의

Option Type	Opt Data Len	Identification
		목적지 노드의 위치정보
		RREQ 메시지 생성노드의 위치정보
		Address[1]
		Address[2]
		...
		Address[n]

RREQ 메시지를 브로드캐스팅할 때는 "expanding ring" 탐색방법으로 flooding 되는 홉의 수를 제한하기 위해서 IP헤더의 Time-To-Live(TTL) 필드를 처음에는 2로 설정하고 flooding한다. 응답이 없는 경우 TTL필드를 1씩 증가시키면서 RREP(Route REPLY) 메시지를 받을 때까지 반복한다. 즉, CN의 주변노드부터 점진적으로 RREQ 메시지를 flooding하는 범위를 확대시켜 나간다.

RREQ 메시지를 전송 받은 이웃노드는 메시지에 포함된 목적지노드의 위치정보, RREQ 메시지를 생성한 노드의 위치정보 그리고 자신의 위치정보를 이용하여 자신이 GENN이 될 수 있는가를 결정한다. 자신이 GENN인 경우

RREQ 메시지를 생성하여 응답하고, 그렇지 않다면 TTL필드 값에 따라 자신의 주소를 RREQ 메시지에 첨부하여 이웃노드로 flooding하거나 메시지를 삭제한다. 이러한 과정을 GENN을 찾을 때까지 반복한다.

CN이 받은 RREQ 메시지에는 GENN까지의 모든 경로가 포함되며, 전송되는 데이터패킷의 헤더에 포함된다. 각 노드에서는 패킷헤더의 주소를 이용하여 패킷을 GENN까지 전송한다. 패킷을 전송 받은 GENN는 헤더의 MODE 필드를 GF모드로 전환하고 GPF기법에 따라 패킷을 목적지노드로 전송한다.

5. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 네트워크에서 전반적인 패킷전송은 GPF기법을 적용하며 전송에러가 발생하였을 때, GPF기법을 적용할 수 없는 영역에서만 지역적으로 flooding 알고리즘을 적용하여 이를 복구하는 방법론을 제시하였다.

논문에서 제안하는 방법론은 지역적으로 제한된 영역에서만 제어메시지를 사용함으로써 부족한 무선자원을 효율적으로 사용할 수 있으며, 노드들의 수가 증가하는 환경에서 기존의 Ad hoc 라우팅 프로토콜과 비교하여 보다 나은 확장성을 기대할 수 있었다.

향후 연구과제로 논문에서 제안하는 방법론과 기존의 위상기반 라우팅 프로토콜 및 GPSR기법과의 비교분석을 위한 시뮬레이션의 모델링이 필요하다. 또한 명시적으로 flooding 범위를 제한하여 계속해서 flooding 되는 것을 방지하는 방법에 대한 연구가 필요하다.

6. 참고문헌

- [1] E. M. Royer, C-K Toh, "A review Routing Protocols for Ad-hoc Mobile Wireless Networks," *IEEE Personal Communication* 6 (2), pp. 46-55, 1999
- [2] M. Mauve, J. Widmer, "A Survey on Position Based Routing in Mobile Ad Hoc Networks," *IEEE Network*, vol. 15, issue. 6, pp. 30-39, Nov. 2001
- [3] J. Hightower, G. Borriello, "Location Systems for Ubiquitous Computing," *Computer*, vol. 34, no. 8, pp. 57-66, Aug. 2001
- [4] P. Bose et al, "Routing with Guaranteed Delivery in Ad hoc Wireless Networks," *Proc. 3rd ACM Int'l. Wksp. Discrete Algorithms and Methods for Mobile Comp. and Commun.*, pp. 48-55, 1999
- [5] B. Karp and H. T. Kung, "Greedy Perimeter Stateless Routing for Wireless Networks," *Proc. 6th Annual ACM/IEEE Int'l. Conf. Mobile Comp. Net.*, Boston, MA, pp. 243-54, Aug. 2000
- [6] D. B. Johnson, D. A. Maltz, "The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks (DSR)," *IETF draft*, draft-ietf-manet-dsr-06.txt, Nov. 2001