엔트로피-도플러 기법을 이용한 동적 라우팅 프로토콜에 관한 연구

지삼현* · 김순국** · 두경민*** · 이강환****

A study on Dynamic Routing Protocol using Entropy-Doppler Topology

Sam-Hyun Chi* Sun-Guk Kim** Kyung-Min Doo*** Kang-Whan Lee****

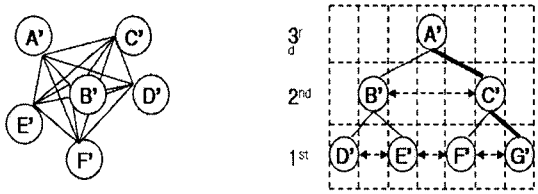
요 약

MANET(Mobile Ad-Hoc Networks)는 이동성이 있는 상태의 모바일 노드들이 자율적인 이동 네트워크 구조를 갖는 것을 말하며, 일반적인 무선 네트워크는 크게 트리구조(Tree structure) 및 메쉬구조(Mesh structure)로 나누고 있다. 따라서 이러한 네트워크 구조의 특성에는 전송경로의 단절, 전송 중첩 및 망의 지속성을 보장이 어려운 실정이다. 따라서 본 논문에서는 온톨로지 기반의 도플러효과를 이용한 동적인 라우팅 프로토콜 방법으로 ODDMRP (Ontology Doppler effect-based Dynamic Multicast Routing Protocol)기술을 제안한다.

본 논문의 ODDMRP에서는 노드들의 엔트로피(Entropy)에 의한 도플러 효과(Doppler effect)와 이를 이용한 주변 노드(node)들의 이동위치, 이동시간 및 분포도 등 전송되는 전송 속도(Velocity) 뿐만 아니라 노드의 이동방향과 속성체계구조(Property structure organization)가 포함된 기술을 제안하고자 한다. 이러한 구조는 최적화(Optimized)된 전송 경로를 유지하며 경로의 안정화(Stabilization) 및 연결의 지속성(Continuation durability of connectivity)을 향상 시킨다.

ABSTRACT

MANET(Mobile Ad hoc Networks) is free-mobility formation of mobile nodes in the wireless networks. Generally, wireless networks has two main type of structures which Tree and Mesh. These general structure



(a) Random path process (b) Sequence on Ontology Doppler effect-based

is difficult to do which connectivity, redundancy transmit and network continuant. In this paper, we would suggest a new ODDMRP(Ontology Doppler effect-based Dynamic Multicast Routing Protocol) technology for effective MANET which Ontology Doppler effect-based. ODDMRP consist of the parameters for node entropy when using Doppler effect which moving position of round node, moving time, and distribution chart in velocity also it express distance of destination node and property structure organization. It would be used to provide improvement to keep the optimal communication routing and also could be improve network stabilization, and continuation durability of connectivity.

Key World: Ad-hoc network, MANET, Doppler effect, Routing protocol, Modeling

*한국기술교육대학교 정보기술공학부 컴퓨터공학

Ⅰ. 서론

이동성 에드혹 네트워크망(MANET)은 기존의 고정된 유선망 즉, 기지국, 중계기 및 AP등을 이용한 네트워크 구조와 다른 구조로 네트워크의 자율성 및 이동성을 갖는다. 따라서 순수한 이동로드(Mobile node) 또는 멀티로드(Multi node)들로만 이루어져 통신되는 자율적인 네트워크(Fixable networks)라고 할 수 있다. 또한 멀티센서네트워크(Multi sensor networks)이라고도 부른다.[1]

기존에 제안된 유선망에서의 멀티케스팅은 주로 DVMRP, MOSPF, CBT, PIT등이 있다. 그러나 이러한 프로토콜은 Ad hoc 네트워크상에서 효율성이 매우 낮으며, 이동성에서의 동적인 환경변화, 제한된 대역폭, 높은 에러율(Error rate) 등이 무선 링크의 특징을 지닌 에드혹 네트워크의 환경을 고려하지 못하기 때문이다. 이러한 환경들을 개선하고 효율적인 에드혹 네트워크를 구성하기 위한 프로토콜로써 AMRIS, CAMP, CBM, DDM, MAODV(Multicast Operation of the Ad hoc On-demand Distance Vector Routing Protocol), MZRP, ODMRP, Overlay Multicast, RTMA, WARM등이 있다.[2][3]

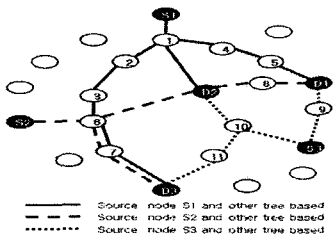
따라서 전송속도 및 네트워크의 효율적인 망구조를 통한 멀티캐스트를 사용하여 대역폭의 낭비를 줄이고 서비스의 질을 향상시킬 수 있고, 네트워크의 전송 중에 끊임이 없는 지속적인 네트워크 상태를 유지할 수 있는 방법들이 연구중에 있다.

그러나 이러한 연구에도 불구하고 에드혹 네트워크 프로토콜은 이동성 환경에서의 노드들의 제어메시지 오버헤드, 대역폭의 낭비, 송신자와 수신자의 우선권 부여, 중계로드들의 중복 선택 등 많은 개선점에 대한 연구가 계속되고 있다. 특히 각 소스노드와 이웃노드 및 목적지 노드의 거리 및 이동속도, 움직이는 노드의 방향 및 노드들의 라우팅 방식에 도플러 효과를 이용 온톨로지 기반으로 한 ODDMRP (Ontology Doppler effect-based Dynamic Multicast Routing Protocol)방식의 구조를 제안한다.

본 논문의 구성요소는 Ⅱ. 기존의(트리멀티케스기반 및 공유트리기반)프로토콜의 개선점을 분석 Ⅲ. 도플러 효과를 이용한 효율적인 ODDMRP 구조적 메커니즘에 대한 전개 및 설명 Ⅳ. 제안된 방법을 통한 효율적인 네크워크상의 구조에 대한 분석 수행, 마지막 Ⅴ 논문의 연구에 대한 결론을 맺는다.

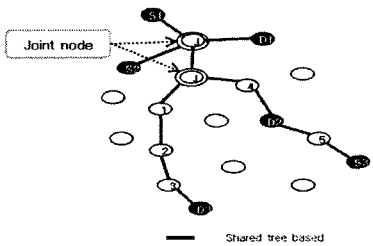
Ⅱ. 기존의 프로토콜 문제점 및 분석

현재 기존의 제안된 에드혹 멀티케스팅 환경의 프로토콜은 크게 분류하자면 소스노드가 목적지까지의 data를 전송하고자 할 때 최단 노드들을 통해서 전송하는 방식인 트리멀티케스트기반(Tree-multicast-based)프로토콜을 사용한다. 따라서 트리기반 멀티케스팅 프로토콜은 유선망에서의 제안된 방법으로 [그림1]과 같이 소스노드가 목적지까지 데이터를 전송할 때 단일의 노드상에서 한 개의 노드 경로가 단절될 시에 전송경로가 복구 될 때까지 데이터의 지연을 가져온다. 소스노드 S1은 자신을 트리의 루트로 하고 각 목적지 노드들의 R1, R2, R3을 포함하는 기반 트리를 구성한다. 공유 트리 기반(shared tree based) 멀티캐스팅은 하나의 멀티캐스트 그룹에 대해 모든 노드가 한 개의 멀티캐스트 트리를 공유하여 사용하는 방식으로, 노드들 모두 공유트리의 루트 노드에 이르는 최단 경로를 통해 데이터를 주고받는다.



[그림1]. 트리 멀티캐스팅 기반 구조

그러나 한개 이상의 전송경로를 사용하는 메쉬기반 프로토콜의 경우는 여분의 경로가 존재하므로 경로가 절단 시에도 전송 경로를 유지할 수 있는 장점도 있다. 따라서 공유트리기반의 방식에 비해 트리기반의 방식이 전송률이 떨어질 수 가 있다. 아울 트리기반 멀티캐스팅 방식 및 공유트리기반 방식을 병행해서 사용하는 [그림2]와 같이 공유트리 기반 방식(shared tree based) 방법도 많이 제안되고 있다.



[그림2].공유트리 기반 방식

트리기반멀티캐스팅(Tree multicast based)은 멀티캐스트 그룹 내의 각 노드들이 자신을 루트로 하는 별개의 루트를 구성하여 데이터를 전송하는 것으로 최단 경로를 사용하는 트리기반이

라 한다. 소스노드 S1, S2, S3 는 임의의 노드를 루트로 하는 한 개의 멀티캐스트 트리상 공유하여 사용한다. 다라서 기존에 제안된 공유 트리 기반 에드혹 멀티캐스팅 프로토콜에는 MAODV (Multicast Operation of the Ad hoc On-demand Distance Vector Routing Protocol) 이 있다.[4]

멀티캐스트 그룹의 멤버만을 포함한 가상의 논리적 구조를 유지하여 오버헤드를 줄이고자 하는 오버레이(Overlay) 멀티캐스팅[5]과 QoS (Quality of Service)를 보장하기 위한 멀티캐스팅[6], 사용자의 특정 사용 용도에 의존하는 application-dependent 멀티캐스팅 프로토콜[7][8] 등이 있다.

따라서 이러한 일련의 문제점을 해결하기 위하여 송, 수신간의 노드의 움직임의 방향성 정보를 수집하여 거리, 속도 및 우회경로를 개선하고자 하며, 이를 바탕으로 노드들의 충돌, 오버헤드 증가 및 컨트롤 메시지 증가를 최소화 하는 방안을 제시한다.

III. MANET에 대한 ODDMRP의 메커니즘

도플러효과(Doppler effect-based)는 매질에 대하여 파원(소스노드)이 운동하는 경우와 이웃노드(관측자)가 운동하는 경우 그 발생 방식이 다르다. 즉, 매질에 대하여 정지하고 있는 이웃노드(관측자)에게 파원(소스노드)이 가까워지는(멀어지는) 경우에는 파동이 진행방향으로 압축(확대)되기 때문에 이 효과가 생기며, 정지하고 있는 파원에 이웃노드(관측자)쪽이 운동할 경우에는 단위시간 내에 이웃노드(관측자)가 받는 파동수가 변하기 때문에 이 효과가 나타난다. 따라서 주파수의 변동 값은 양자가 다소 다르며, 전자의 경우에는 파원의 주파수를 f(Master 노드), 관측된 주파수를 F′(이웃노드)라 하고 파동의 전파속도를 V(Master 의 이동속도), 파원의 운동속도를 υ(이웃노드의 이동속도)라 하면 식(1)의 경우는 거리측정의 경우: 송신된 펄스가 목표물(즉 이웃노드)에 부딧혀서 수신된 시간 T와 거리 R의 관계 식

$$T = \frac{2R}{c}$$

c는 전파속도, 숫자 2는 펄스가 목표물까지의 왕복거리를 의미한다.

속도측정의 경우: 소스노드에서 이동 노드들이 멀어지면 (-)현상이 발생되고, 소스로부터 가까워지면 (+)현상이 나타난다.

$$f_d = f_o(1 \pm \frac{v}{c}\cos\theta)$$

f_d는 도플러 천이 주파수, c는 전파속도, v는 거리로 표현된다.

$$F' = f^* \frac{V}{V \pm v} \quad \text{(가까워질 경우는+부호)} \quad (1)$$

$$F' = f^* \left(\frac{1 \pm v}{V}\right) \quad \text{(멀어질 경우-부호)} \quad (2)$$

라는 식이 성립되고, 식(2)의 경우에는 υ는 이웃노드(관측자)의 속도, 가까워질 경우 $\frac{v}{V}$는 (+)라는 관계가 성립된다. 그러나 이 두 식에 의한 F′의 차는 근소하므로, $\frac{v}{V}$의 제곱이라는 미소항을 무시하면 어느 경우에나

$$F' = f^* \frac{V \pm v}{V} \quad (3)$$

라는 식(3)이 성립된다.

광파와 전파의 경우에는 파동을 전파하는 물리적 매질이 존재하지 않으므로 주파수의 변화는 파원과 관측자의 상대속도만으로 결정되는데, 이 경우에는 시간에 대한 상대론적 효과에 의하여 파원과 이웃노드(관측자)가 일직선상을v라는 상대속도로 운동할 때 파원의 주파수 f와 관측되는 주파수 F′ 사이에는

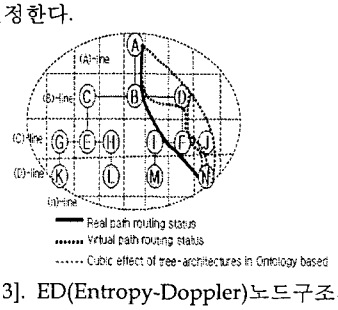
$$F' = f^* \frac{\sqrt{1-\beta}}{1+\beta} \quad (4)$$

$$(\beta = \frac{v}{c} \quad c\text{:광속})$$

식(4)이 성립된다. 또, 파원에 대하여 θ라는 각도를 가진 방향으로 운동하는 경우에

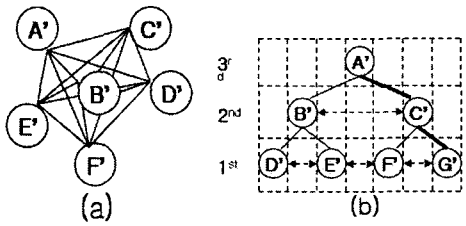
$$F' = f^* \frac{1 - \beta\cos\theta}{\sqrt{1-\beta\cos^2}} \quad (5)$$

식(5) 관계가 성립 된다. 따라서 [그림3]은 도플러 효과를 이용한 이동 노드의 구조는 밀집되어 있는 노드들의 중첩경로 및 메시지 충돌의 엔트로피(Entropy)를 최소화 할 수 있는 방법으로서 도플러 효과를 이용하고, 소스 노드의 위치 정보를 파악하고 주변 중계노드 또는 이웃 노드들의 위치, 속도 및 상황인지를 통하여 목적지까지 경로를 설정한다.



[그림3]. ED(Entropy-Doppler)노드구조의 예

또한 [그림4]와 같은 (a)Random path process 와 (b)Sequency on topology of Entropy-Doppler effect-based 동작과정을 통하여 도플러 효과를 이용한 이동거리, 이동속도, 각 source node 및 이웃노드들의 정보들에 대하여 데이터가 전송되는 process를 알 수 가있다. 특히 (a)는 불규칙한 상태인 Random형태로 노드들이 분산되어 중첩되는 path가 많아지고 제어메시지의 지연 및 핸드오버 빈도수가 높아질 가능성을 가지고 있다. 따라서 (b)Sequency on topology of Entropy-Doppler effect-based의 경우 A'3rd계층의 소스 노드로부터 2nd계층의 B' 또는 C'로 1st계층의 D'-E'-F'-G로 최적화경로를 선택하고 아울러 네트워크상에서 발생되는 악영향 요소의 엔트로피를 최소화로 낮출 수 있다. 온톨로지상 엔트로피-도플로 효과기반(Ontology Entropy-Doppler effect-based)의 경로에 따라서 방향성 정보, 이동속도 등을 계층별로 알 수 가있어 노드의 중첩, 제어메시지의 지연, 핸드오버의 수를 낮출 수 있는 장점이 있다.



(a) Random path process (b) Sequency on topology of Entropy-Doppler effect-based
[그림4]. ED(Entropy-Doppler effect-based) path process 과정 구조의 예

Ⅳ. 모의실험

본 논문에서는 실험 대상으로 새로 제안된 ODDMRP(Ontology Doppler effect-based Dynamic Multicast Routing Protocol)를 각 노드 레벨(Node-level-based)상에서 소스 노드와 이웃노드들 간의 전송되는 전송지연시간(Transmit delay time), 경로변경(Node path change) 및 경로 재설정시 지연시간(Delay time of path Re-registration), 노드들 간의 연계된 방향성 정보수집에 대한 안정성 및 신뢰성을 도플러 효과를 이용한 온톨로지상에서의 주된 실험 상황들로 언급되어진다. 따라서 소스노드와 이웃노드들의 전송되어지는 과정에서 환경적 변화 및 시스템(system)적 변화를 통한 최적화(Optimization)를 볼 수가 있다. 아울러 이러한 실험을 통하여 향후 Zigbee-X Simulation tool kits를 사용한 OED(Ontology Entropy-Doppler effect-based) 실험이 계속적으로 진행이 되어야 할 것이고, 이러한 모의실험을 통한 진보된 에드혹 네트워크의 시스템 연구에 큰 경험이 될 것이다. 각 노드들의 정보가 도플러 효과로 인하여 자신의 상황정보와 이웃 노드들의 정보가 온톨로지상 도플러 효과 기반으로 구성된다. 아울러 온톨로지상 도플러 효과 기반에 들어온 모든 노드들의 이동 및 전송이 시작된다. 각 노드들의 이동 시나리오를 바꿔가면서 수식에 의한 소스 노드(Source node)로부터 목적지(Destination node) 노드까지의 방향성 정보 수집에 의한 노드간 전송의 최적화, 신뢰성 있는 방향성 정보 수집 상황을 확인하는 동시에 이웃노드들 간의 우회경로 확률 및 재전송 신호지연률 등 평균값으로 제안한 ODDMRP 기술에 대한 최적화 구조를 보여준다.

1) 소스 노드만 이동하고 있을 때는 식(6)과 같이 전개된다.

$$f = f0\left(\frac{V}{V-v}\right) \tag{6}$$

식(6)의 경우 Source node만 D(Destination)로 이동상대를 보여줌으로써 고정된 이웃노드들 간의 비교 속도 및 방향성 정보를 구체적으로 인지를 할 수 있는 구조를 보여주고 있다.

2) Source node는 정지하고 이웃 노드만 이동할때 식(7)과 같은 관계식이 성립된다.

$$f = f0\left(\frac{V-v}{V}\right) \tag{7}$$

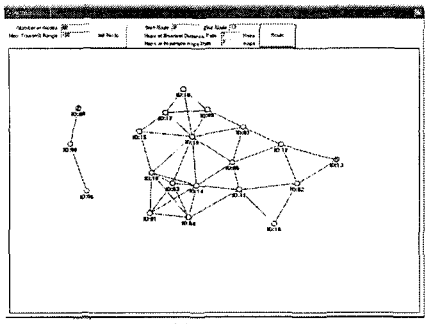
식(7)의 구조는 이웃노드n…….만 이동함으로써 Source node로부터 멀어져가고 있는 인지상황을 알 수 가있다. 따라서 노드와 노드간의 전송시간은 상대적으로 지연될 수 있는 상태를 보여준다.

3) Source node와 이웃로드가 동시에 이동 할 때에는 식(8)과 같은 과정이 성립된다.

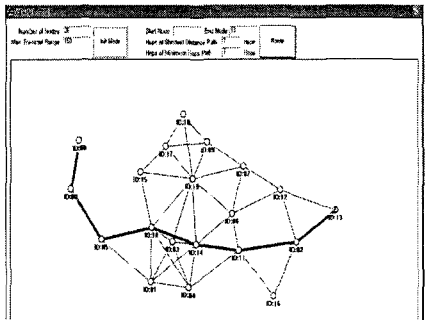
$$f = f0\left(\frac{V-v}{V-v}\right) \tag{8}$$

$f = f0$:기본속도에 대한 노드의 상대속도

V=Source node velocity v=이웃노드(중계노드 또는 destination node)속도 식(8)과 같이 Source node와 이웃노드들이 동시에 같은 방향성을 가지는 동시에 목적지(Destination)까지의 방향성 정보$f = f0$를 주고받도록 방향성을 가지는 구조를 보여주고 있다. 「그림5」와 같이 이러한 제안을 통하여 가상의 20개 노드(소스 및 이웃)들을 네트워크를 구성하였다. 구성된 경로를 임의로 끊은 상태와 최적화 경로를 통하여 네트워크를 보여주는 실험을 하였다.



(a) Failure path



(b) Repaired path

「그림5」 Simulation of node

V. 결 론

본 논문에서는 ODDMRP(Ontology Doppler effect-based Dynamic Multicast Routing Protocol)의 효과적인 경로를 설정하기 위하여 각 노드들(Nodes)이 온톨로지상 도플로 효과 기반(Ontology Doppler effect-based)으로 구성되어져 목적지(Destination)까지 전송망의 안정성을 가진 방향성 정보수집 및 신뢰성을 있는 Ad-hoc mobile networks(MANET)를 구성하는 OD의 구조방법에 대하여 제안을 하였다. 기존에 제안된 트리기반(Tree-based) 및 공유트리기반(Shared-tree-based)를 통한 몇 가지 에드혹 상에서의 네트워크 경로 설정시 지연시간의 안정성 및 경로의 지속족인 신뢰성에 문제점을 가지고 있다. 따라서 트리기반의 멀티케스팅은 각 노드들 간의 전송경로를 단 한나 만을 제공하여 대역폭의 낭비는 막을 수 있지만 이동성에 매우 취약한 성능을 나타내고 있다. 공유트리기반 멀티케스팅의 경우도 노드들의 이동성에 대비하기 위하여 동일한 데이터를 다중경로를 통하여 전송하기 때문에 중복전송으로 인한 대역폭 낭비가 크다.

따라서 본 논문에서는 이러한 취약성을 보완하고 안정성 및 신뢰성을 확보하기 위한 도플러 효과를 이용한 온톨로지 기반의 에드혹 네트워크 ODDMRP를 구조방법을 통한 노드경로 선정 시 노드지연시간 및 신뢰성 있는 전송경로 확보의 지연을 줄일 수 있었다. 따라서 이동성에서도 끊김 없는 전송 경로를 안정적으로 확보 수 있는 장점을 구조방법 실험을 통해서 알 수 있었다. 따라서 기존에 주장하고 있는MANET(Mobile Ad hoc Networks)보다 전송하고자 하는 노드들의 증가에도 불구하고 방향성 정보수집에 따른 신뢰 있는 이동성 경로 확보 및 데이터 전달율의 신뢰성이 증가된 것을 보여주는 구조적 방법에 대하여 기대할 수 있었다.

참고문헌

[1] Internet Engineering Task Force(IETF) Mobile Ad Hoc Network(MANET) Working Group Charter Group Charter. http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html.

[2] "Region-based Tree Multicasting Protocol in Wireless Ad-Hoc Networks" 한국통신학회논문지'05-11 vol.30 No.11B

[3] E. M. Royer, C. E. Perkins, "Multicast Operation of the Ad Hoc On-Demand Distance Vector Routing Protocol", Proceedings of ACM MOBICOM 1999, pp. 207-218, August 1999.

[4] C. Gui, P. Mohapatra, "Efficient Overlay Multicast for Mobile Ad Hoc Networks",Proc. 2003 IEEE Wireless Comm, and Networking Conf., Vol. 2, pp. 1118-1123, 2003.

[5] Li Xiao, Lionel M. Ni, Abdol-Hossein Esfabanian, "Prioritized Overlay Multicast in Mobile Ad Hoc Environments", IEEE Computer, Vol. 37, No. 2, pp. 67-74, February 2004.

[6] G. D. kondylis, S. V. Krishnamurthy, S. K.Dao, and Gregory J. Pottie, "Multicasting Sustained CBR and VBR Traffic in Wireless Ad Hoc Networks", Proceedings of IEEE ICC 2000, pp. 543-549, June 2000.

[7] G. Apostolopoulos, S.K. Tripathi, "On the Effectiveness of Path Pre-Computation in Reducing the Processing Cost of On-Demand QoS Path Computation", IEEE INFOCOM 1998.

[8] G. Apostolopoulos, R. Guerin, S. Kamat, S. K. Tripathi, "On Reducing the Processing Cost of On-Demand QoS Path Computation", Journal of High Speed Networking.