

# 다중 계층을 위한 효율적 오버레이 멀티 캐스트

이범재 · 김영삼 · 이강환

## Construction of an Efficient Overlay Multicast for Multi-layer

Bumjae Lee · Youngsam Kim · Kangwhan Lee

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

Korea University of Technology and Education

winduser@kut.ac.kr

### 요 약

MANET이 유연성 있고, 자유로운 네트워크로서 주목 받아감에 따라 MANET에서의 Routing 알고리즘이 중요한 논점이 되고 있다. 특히 MANET에서 각 Node에 대한 관리 방법은 향후 차세대 네트워크의 중요한 부분으로 인식되고 있다. 본 논문에서 제안하는 오버레이 멀티캐스트 Routing 알고리즘은 각 Node의 오버레이 ID 생성과 유지 및 전송에 관한 알고리즘으로 MANET의 여러 가지 제한 조건 및 환경에 따라 유연성 있게 작용하므로, 현재 많은 연구가 이루어지고 있다. 그러나 기존의 오버레이 멀티캐스트는 일반적인 단일 레이어로 이루어진 Cluster에 한하여 그 알고리즘을 적용하고 있으며, Cluster의 구성 및 유지 또한 Node의 속성 구분에 따른 에너지 등을 고려하지 않고 있다. 본 논문에서 제안하는 EOMM(Efficient Overlay Multicast for Multi-layer)은 오버레이 멀티캐스트를 다중 계층 구조 기반 Cluster에서 적용하였다. 또한 Node의 속성 정보를 고려하여 Clustering 알고리즘인 TICC을 지원하여, Masking 연산을 통하여, 처리속도를 향상시켰다. 그 결과 Routing delay와 packet 증가를 감소시켜 성능을 향상시켰다.

### 키워드

오버레이 멀티캐스트, MANET, Multi layer, RODMRP, 에너지

## 1. INTRODUCTION

유연하고 자유도가 높은 네트워크의 구성이 가능하다는 장점을 가지고 있는 MANET(Mobile Ad hoc Network)은 그 특성으로 인하여 다양한 활용 분야가 제시되면서 그 관심이 집중되고 많은 연구가 이루어지고 있다. 특히 MANET의 특성을 고려한 Routing에 대한 연구가 이슈가 되고 있다. 그 이유는 제한적 자원과 이동성으로 인하여 기존 네트워크의 Routing 방식이 적용하기 어렵기 때문이다. 이와 관련된 많은 연구가 이루어지고 있는 Routing 방식이 오버레이 멀티캐스트이다. 오버레이 멀티캐스트는 Group Member들만으로 구성되는 오버레이 멀티캐스트 트리를 이용하여 Group 통신을 지원한다[1,2]. 이러한 오버레이 멀티캐스트 트리는 여러 가지 제약 및 조건에 따라 다양한 형태로 유연성 있게 구성된다. 이

것은 MANET의 특성과 부합된다. 이러한 오버레이 멀티캐스트는 OMM[1], MADPastry[2]등이 있다.

본 논문은 이러한 멀티캐스트를 이 다중 계층 토폴로지에 적용하고 있다. 다중 계층 토폴로지는 다수의 노드를 관리하기 유용하며[3], Cluster 내 계층 간의 전송은 패킷 size가 증가하지 않아 트래픽을 감소하여, 대규모 Cluster의 관리에도 적합하다.

본 논문에서는 다중 계층 토폴로지를 사용한 Routing 알고리즘으로 EOMM을 제안한다. EOMM은 다중 계층에 구성과 유지 및 그에 적합한 오버레이 멀티캐스트 프로토콜이다.

본 논문은 2장에서 기존의 알고리즘인 OMM의 특징에 대하여 설명하고, 3장에서는 기존 OMM이 가지는 문제점을 제시한다. 4장에서 제시한 문제점의 해결책으로 EOMM에 대해 서술하고, 5장

에서는 기존 AODV 및 OMM과 EOMM의 패킷 증가량에 따른 시뮬레이션으로 EOMM의 효율을 보인다. 마지막으로 6장에서 결론 및 향후과제로써 글을 맺는다.

## II. RELATION WORK(OMM)

OMM[1]은 상황인식 알고리즘인 CRS/DOS[4] 기반의 다중 계층 Cluster에서 논리적 Routing과 물리적 Routing 알고리즘을 조합한 Routing 알고리즘이다. OMM은 Cluster 내에서의 전송은 각 계층 간의 논리적 Routing 패스를 사용하게 된다. 그리고 각 Cluster 간의 통신은 물리적 Routing 알고리즘인 AODV[5]를 사용하게 된다. 그림 1.는 OMM의 일반적인 Routing Path를 보여주고 있다.

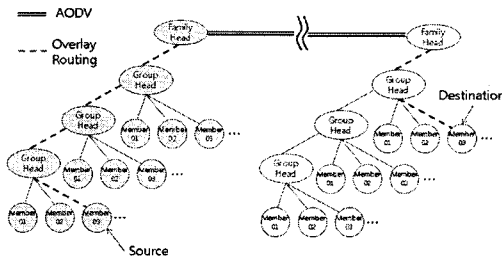


그림 1. OMM의 Routing

OMM의 Routing은 동일 Cluster 내에서의 Packet이 증가하지 않는다는 장점을 가지고 있다. 그 이유는 OMM Overlay ID를 활용하여, 같은 Cluster내의 계층 간 Routing은 간단한 연산을 통하여, Path를 찾기 때문이다. 여기서 사용된 OMM Overlay ID는 OMM의 독자적인 ID 체계로 노드의 현재 속성과 역할(role)에 따라 만들어진다. 이 ID는 노드의 속성 정보를 가지고 만들어져 있으며, Routing 및 유지 관리를 할 때 각 상황에 필요한 정보만을 Masking하여 처리한다. Masking 연산은 다음과 같이 처리된다.

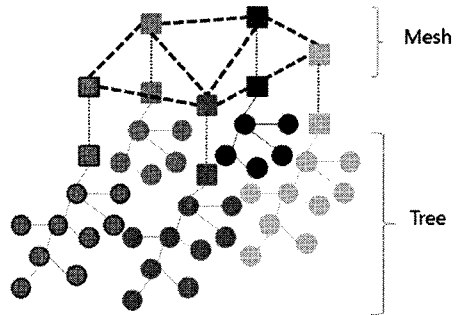
1. Member는 역할(Role) 정보를 이용하여, 자신의 Group Head를 목적지로 설정한다.
2. Group Head는 속성 정보와 계층정보를 이용하여, Source node와 속성이 같으면 상위 계층 또는 Family Head로, Destination과 속성 정보가 같으면 하위 계층을 목적지로 설정한다.
3. Family Head는 자신의 속성 정보를 이용하여, Destination과 속성 정보가 같으면 하위 Group Head로 다르면 다른 Family Head로 목적지를 설정한다.

이러한 Masking 처리는 처리 속도를 향상시켜 망의 유연성을 보장하는데 효율적이다. 또한 OMM은 SP(Step Parents)라는 개념을 가진다. SP는 각 Head가 통신 가능한 거리에 있는 자신과 같은 계층의 다른 Cluster의 Head를 저장해 두었다가, 노드의 갑작스런 이탈에 대한 대체 패스를

지원한다. 이것은 Node의 Connectivity를 향상시키는 효과가 있다.

## III. PROBLEM FORMULATION

OMM은 그림 2.와 같이 각 Cluster가 가지는 트리 구조와 Family Head들간의 매쉬 구조가 조합된 다중 계층 구조를 가지는 알고리즘이다.



□ Family Head ○ Member  
그림 2. OMM의 다중 계층 구조

트리 구조에서는 논리적 Routing을 사용하고, 매쉬 구조에서는 AODV Routing을 사용한다. 하지만 AODV는 On-Demand 방식의 알고리즘으로 packet전송이 요청될 때 패스를 만든다. 이것은 상대적으로 많은 전송이 이루어지는 OMM의 매쉬 구조에서는 그 효율성이 떨어지게 된다[6]. 또한 AODV는 노드의 잔여 에너지를 고려하지 않는 알고리즘이다. 이러한 방법은 기존의 OMM 구조를 무시한 Routing Path를 설정한다. 그래서 AODV는 OMM 알고리즘에서 사용하기에는 적합하지 않다.

OMM의 Clustering 과정은 2단계로 이루어져 있다.

1단계로 Hop 최대 개수를 1로 하는 제한적 조건을 가지고, Random LandMarking을 통하여 단일 Cluster를 생성한다. 그 후 만들어진 단일 Cluster내에서 모아진 정보를 가지고 에너지 정보를 기준으로 2단계로 다중 계층 Cluster를 구성하게 된다.

그러나 이러한 방식은 다음과 같은 문제점을 가지고 있다.

1. 처음 Head선출이 무작위로 진행하여, 전체 망이 불균형적인 Cluster 분포를 보인다.
2. 2단계에 거친 Cluster형성으로 처리 속

도가 느리다.

따라서 본 논문에서는 이를 해결하고자 제시한 EOMM 알고리즘을 개발하여 적용하였다. 이의 자세한 내용은 다음의 IV절에서 언급한다.

#### IV. SOLUTION

기존 OMM의 문제점을 해결하기 위하여, 본 논문은 EOMM(Efficient Overlay Multicast for Multi-layer)이라는 알고리즘을 제시하고 있다.

##### A. EOMM의 Clustering

본 논문에서는 OMM의 Random Landmarking을 이용한 Clustering 방식을 대체하기 위하여 TICC(Time Interval Clustering Control)을 사용한다. TICC는 Cluster 생성의 기준 노드 선정과 에너지 값에 따른 Cluster 구성을 동시에 이루는 알고리즘이다. TICC의 Cluster 생성은 Energy Level에 따른 Time Interval Flag Signal을 이용하여, Clustering한다. 그 단계는 다음과 같이 이루어진다.

- 1) 노드의 배터리 상태 확인
- 2) 배터리 상태에 따라 Energy Level 분류
- 3) Energy Level에 따른 Time Interval Flag Signal을 발생
- 4) 발생한 Signal을 기반으로 하여 한정된 메모리를 이용하여, Grouping 수행
- 5) Grouping된 node에 ID를 부여하고, path를 정렬하여 Cluster 완성

TICC는 node의 energy 속성을 가지고 스스로 기준 node가 되어 Clustering 한다. 그리고 이때 제한된 메모리를 사용하여, 계층 Cluster를 동시에 이룬다. 이것은 기존의 OMM의 Clustering 방식보다

##### B. EOMM의 Mesh Routing

본 논문은 기존의 OMM의 Family Haed를 이루고 있는 매쉬 간 Packet전송에서 사용하는 AODV를 대신하여, DSDV(destination-sequence distance-vector)[7]를 변형하여 사용한다. DSDV 프로토콜은 Bellman-Ford 알고리즘에 기반을 하는 table-driven 알고리즘이다.

DSDV는 네트워크 내의 모든 이동 node들은 연결 가능한 다른 모든 node들에 대한 경로의 정보를 가지고 있다. 각 항목에는 목적지 sequence number가 있다. sequence number는 이동 node들이 routing loop를 방지하기 위하여 사용된다. routing table에서 갱신된 내용은 일관성을 위하여 정기적으로 네트워크를 통하여 전송된다. 이러한 갱신을 위하여 전송되는 네트워크 traffic을 경감하기 위하여 두 가지 형태의 packet을 사용한다. 첫 번째는 full dump이다. 이 packet은 처음 Routing 패스를 생성 할 때와 패스를 재구성할 때 사용한다. 모든 routing 정보를 주변 노드에

Broadcasting 하여 패스 구성하고 Routing Table을 작성한다. 작성된 패스를 갱신할 때는 incremental dump를 사용한다. 이것은 마지막 full dump로부터 갱신된 정보를 전송하는 데 사용된다.

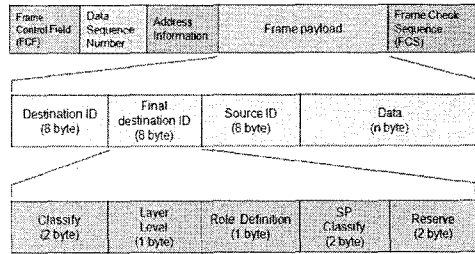
DSDV는 Routing 패스의 변경이 적고, 사용 빈도가 높은 패스에 적합하다. 이것은 기존 OMM의 AODV방식에 비해 에너지 소실 및 처리 속도 면에서 효율적이다.

그리고 DSDV는 결론적으로 각 Cluster의 Family Haed와 Cluster간 중첩 노드에 의해 패스가 이루어진다. 이점을 착안하여, EOMM은 기존의 DSDV가 full Dump시 모든 노드의 Broadcast하는 방식이 아닌 중첩 노드들만을 Masking 연산을 수행하여 대상 선정하고, Multicast하게 된다. 이것은 Full Dump시 모든 노드에 Broadcast함으로써 발생 하는 에너지 소모를 줄일 수 있다.

하지만 이러한 방식은 중첩 노드의 에너지 소모량이 커지게 되고, 중첩 노드는 다른 노드에 비해 수명이 짧아지게 된다. 이것은 망 전체의 Life Time을 단축시키는 원인이 된다.

##### C. Routing Process

EOMM은 Overlay ID를 사용하여 Routing을 하게 된다. EOMM을 802.15.4에 적용하면, 그림 3. 과 같은 Packet구조는 가지고 있다. 이때 Flame Payload는 총 3개의 Overlay ID를 포함하고 있다.



Name	Byte	description
Classify	2	현재 node의 Group 속성
Layer Level	1	현재 node의 Cluster 계층
Role Definition	1	Head는 0 Member는 순차부여(1~n)
Step Parents Classify	2	현재 node의 SP(step Parents)
Reserve	2	reserve

그림 3. EOMM의 Payload Packet 구조

이런 Overlay ID를 사용하여, Node의 속성 및 정보를 ID를 통하여 알 수 있다. EOMM의 OverlayID는 자신의 상위 계층 및 Head의 정보를 상속 받아 사용한다. 이 방식을 이용하여,

Routing시 각 역할(role)을 고려하여 필요한 정보만을 Masking연산 한다. 역할이 Group Head라면 Layer정보를 Masking 하여 사용하고, Member라면, Role 정보를 사용한다. 이런 Masking 연산 알고리즘은 동일 Cluster 내 Routing에서 간단한 연산을 통하여, Routing Path를 결정하고, 그 결과, Packet ratio와 Routing delay를 감소시킨다. 이러한 Routing은 그림 4. 같은 순서로 이루어진다. 그림 8.은 EOMM은 Source에서 Destination까지 Routing순서 보여 주고 있다.

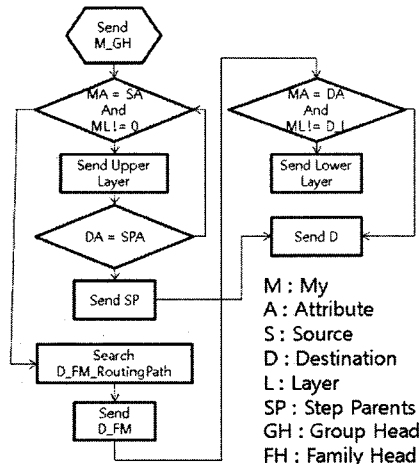


그림 4. EOMM Routing Flow Chat

V. PERFORMANCE EVALUATION

EOMM은 기존의 OMM의 AODV방식으로 인하여 잦은 Path형성에 의한 에너지 소모를 줄여 보다 에너지 효율적인 면을 향상 시켰다.

일반적인 AODV방식을 사용할 때의 hop에 따른 Packet증가량은 급격히 상승한다. 하지만 EOMM은 동일 Cluster내에는 Packet의 증가량이 없고, Table-Driven방식의 채택하여, Path 생성을 위한 시간과 에너지를 줄일 수 있다. 그림 5. 은 AODV방식과 EOMM의 Hop에 따른 패킷 증가율을 보여주고 있다.

EOMM은 빠른 처리 속도와 적은 packet의 증가량 적인 면에서는 기존의 AODV에 비해 효율이 좋지만. 전송 요구량이 적은 network에서는 오히려 그 network life이 좋지 않은 것을 알 수 있다. EOMM은 실시간의 빠른 처리가 요구되는 대규모의 network에 적합하다.

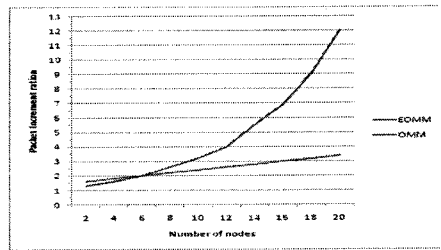


그림 5. Hop에 따른 Packet Size

VI. CONCLUSIONS

본 논문에서 제안한 EOMM은 다중 계층 Cluster에서의 속성을 고려한 특별한 ID구조와 망의 Life Time을 고려하여 TICCC를 통한 Cluster관리를 지원한다. 기존 OMM의 AODV방식을 문제점을 해결하기 위하여, DSDV를 EOMM에 맞게 변형하여 사용하여, 에너지 효율적인 면이 더욱 상승 하였다.

향후과제로써 EOMM은 중첩 노드의 관리 및 선정에 따른 세부적인 알고리즘이 필요하다. 이것은 상황인지에 따른 여러 Threshold 변화를 주는 여러 번의 실행 착오를 통하여 산출하여야 한다. 또한 전반적으로 알고리즘을 유지를 위해 사용되는 콘트롤 packet을 줄이는 알고리즘 역시 개발되어야 한다. 이러한 문제는 계속 해서 차기 연구를 통하여 개선되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Bumjae Lee. "Overlay Multicast for Multi-layer with Energy care," The Korea Institute of Maritime Information and Communication Sciences. 2007.
- [2] T. Zahn, and J. Schiller. "MADPastry: A DHT Substrate for Practicably Sized MANETs". In. Proc. of the 5th Workshop on Applications and Services in Wireless Networks (ASWN 2005), Paris, France., June 2005.
- [3] Sunguk Kim, "A study on the Resilient Ontology-based Dynamic Multicast Routing Topology,"The Korea Institute of Maritime Information and Communication Sciences. 2007.
- [4] Kyoungmin Doo. "A study on the Context-Aware Architecture for Ubiquitous on Computing System," The Korea Institute of Maritime Information and Communication Sciences. 2007.
- [5] C. E. Perkins and E. M. Royer. "Ad hoc on-demand distance vector routing". In *Proc. of IEEE WMCSA*, February 1999.
- [6] J. Raju and J. Garcia-Luna-Aceves, "A comparison of on-demand and table-driven routing for ad-hoc wireless networks," in *Proc. of IEEE ICC*, June 2000.
- [7] C.E. Perkins, and P. Bhagwat, Highly dynamic destination-sequenced distance-vector routing (DSDV) for mobile computers, *ACM SIG-COMM'94*, pp.234-244, (1994).