

다중 계층에서의 에너지를 고려한 오버레이 멀티 캐스트

이범재 · 진운 · 김순국 · 두경민 · 지삼현 · 이강환

Overlay Multicast for Multi-layer with Energy care

Bumjae Lee · Yun Chen · Sunguk Kim · Kyoungmin Doo · Samhyun Chi · Kangwhan Lee

본 연구는 산업자원부와 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 이동 에드혹에서 각 Node에 대한 관리 방법은 향후 차세대 네트워크의 중요한 부분으로 인식되고 있다. 본 논문에서 연구하고 제안하는 오버레이 멀티캐스트 Routing 알고리즘은 Cluster링 Node의 오버레이ID 생성 및 유지에 관한 알고리즘으로 MANET의 여러 가지 제한 조건 및 조건에 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 OMM은 오버레이 멀티캐스트를 Cluster링 기반의 RODMRP에서 사용하는 멀티레이어 구조에 링크코스트에 따른 Node의 잔여 에너지를 고려하여 적용하였으며, 멀티레이어의 장점과 네트워크의 Life Time을 위한 Node의 오버레이 ID 생성 및 유지에 대한 효율적인 알고리즘을 제안하고 있다

키워드

오버레이 멀티캐스트, MANET, Multi layer, RODMRP, 에너지

1. 서 론

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. 이에 많은 연구가 이루어지고 있는 Routing 방식이 오버레이 멀티캐스트이다. 오버레이 멀티캐스트는 Group Member들만으로 구성되는 오버레이 멀티캐스트 트리를 이용하여 Group 통신을 지원한다.[1,2,3,4] 이러한 오버레이

멀티캐스트 트리는 여러 가지 제약 및 조건에 따라 다양한 형태로 유연성 있게 구성된다. 이것은 MANET의 특성과 부합된다. 이러한 오버레이 멀티캐스트로는 AMROUTE[2], PAST-DM[3], POM[4], MADPastry[1]등이 있다.

오버레이 멀티캐스트는 단일 계층을 Cluster로 이루어져 있다. 단일 구조의 Cluster는 한 개의 Head Node에 일정량의 Member Node로 이루어져 있는 방식이다. 단일 Cluster는 한 개의 Head가 일정량의 Member Node들을 관리하여 Routing이 이루어지는데 이 방식은 Cluster 수가 증가할수록 Routing 트래픽 증가로 인하여 효율이 떨어지는 경향을 가지고 있다. 그래서 본 논문은 RODMRP[5]에서 제안한 다중 계층 토폴로지를 사용하라고 한다. RODMRP에서 제안하는 다

중 계층 토폴로지를 이용한 Routing 방식은 Cluster 내에서의 전송은 패킷 size가 증가하지 않아 트래픽을 감소 할 수 있으며, 계층에 따른 관리가 가능하므로 대규모 Cluster의 관리에도 적합하다.

본 논문에서는 RODMRP의 토폴로지를 사용한 Routing 알고리즘으로 OMM(오버레이 멀티캐스트 for Multi-layer with Energy)을 제안한다. OMM은 다중 계층에 적합한 오버레이 멀티캐스트에 에너지를 고려하여 네트워크를 구성하고 관리하는 프로토콜이다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 OMM의 Cluster 대해 살펴보고 3장에서 OMM의 Routing 방법을 제안한다. 마지막으로 5장에서 결론 및 향후과제로써 끝을 맺는다.

II. OMM의 Cluster

MANET에서의 일정 Node들의 집합인 Cluster의 형성은 전송 hop의 감소에 따른 효율 증가, Node의 관리의 효율성 등의 이유로 많이 사용되고 있다. 그림 1.은 일반적인 Cluster의 구조이다. 일정 Node를 그룹화 하여 Cluster를 만들고, 그 Cluster를 대표하는 Head를 두어 Head를 중심으로 Cluster를 관리하고, Routing Path를 유지한다. 이것은 Routing Hop 감소시킨다. Hop의 감소시키면, 전송 시 발생하는 Overhead 및 delay를 감소 하는 시킬 수 있다. Head를 두어 Cluster를 관리 하면, 그렇지 않았을 때보다 Routing Table을 체계적으로 관리하여 보다 효율적인 Routing을 가능하게 한다. 이것은 제한된 자원과 여러 제약 조건을 가지고 있는 MANET에 매우 효율적인 Network 구조로 평가되고 있다. [6]

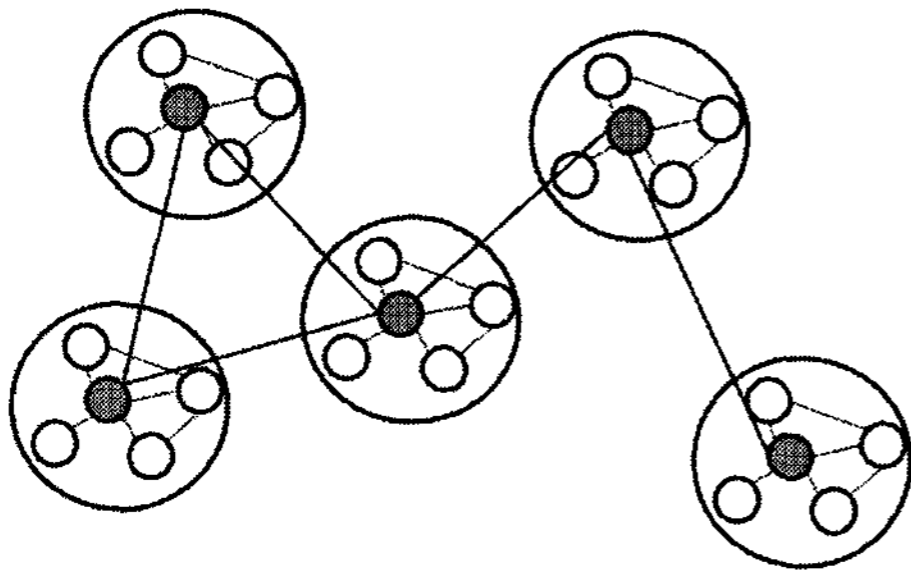


그림 1. 일반 Cluster의 구조

본 논문에서도 Cluster를 이용하고 있으며, Cluster를 구성하는 각 Node는 일정 속성을 가지고 있다. 이러한 속성을 기준으로 동일한 속성 간에 계층적인 트리를 구성하여 다중 계층 Cluster를 구성하고 있다. 각 Node는 속성을 가지면 각 속성별로 관리 및 정보 수집이 용이하다. 이러한 구조는 면적당 높은 Node 밀도를 가지게 되며,

이로 인하여, 발생하는 트래픽은 일방적인 네트워크 구조로는 감당하기 힘들다. 본 논문에서 제안하는 OMM은 특히 이런 실외의 대규모 센서 네트워크 구조에서 효율적이다.

A. Cluster 형성

OMM에서 Cluster의 형성은 2단계로 나누어져 있다. OMM은 다중 계층 Cluster로 구성되어 있으며, 다중 계층을 이루기 위해서는 1차적으로 단일 계층 Cluster를 형성해야한다. 단일 계층 Cluster를 형성하기 위해서 본 논문은 Random Landmarking[7]을 이용하여, 무작위 한 Node를 키 값으로 잡고, 그 Node를 기준으로 같은 속성의 Node들만으로 1차적인 Cluster를 구성한다. 이때 Random Landmarking의 최대 hop수는 1로 하며, 최대 가입 Node의 수는 k로 한다. (k는 시스템의 크기 및 어플리케이션에 따라 다르다.) 최대 hop수를 1로 한 것은 한 Cluster 내의 모든 Node가 서로 통신 가능한 범위 안에 있다는 것을 의미한다. 오버레이 멀티캐스트의 오버레이 Routing과 물리적 Routing의 차이를 있다.[1] 이 차이를 줄이기 위해서 한 Cluster 내에 모든 통신 가능한 상태에서 논리적인 다중 계층 Cluster를 만드는 것이다. 그림 2.은 Random Landmarking을 이용하여 구성된 단일 계층 Cluster의 모습이 다. 여기서 같은 음영은 동일한 속성의 Cluster를 의미한다.

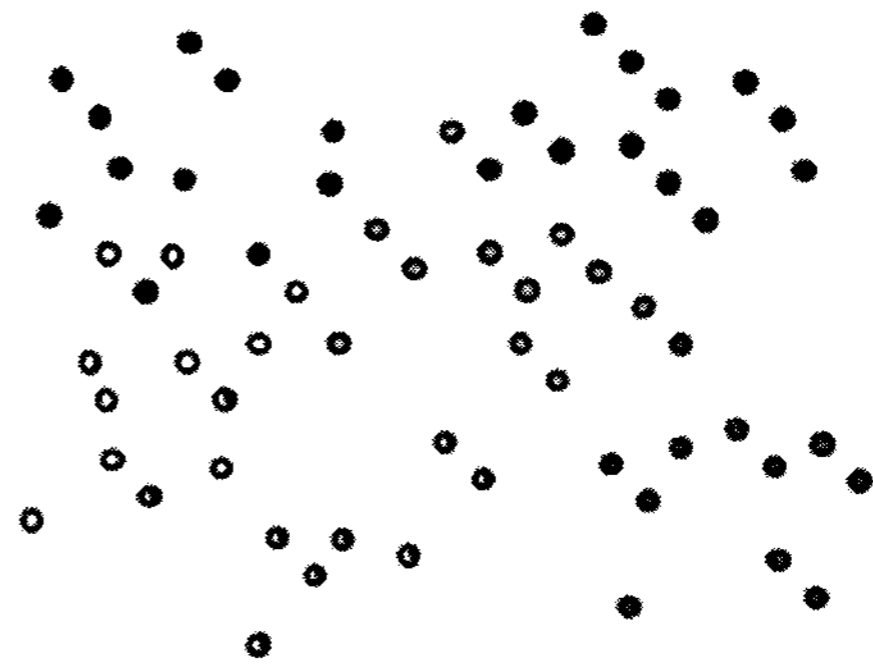


그림 2. 단일 Cluster 구성

단일 계층 Cluster는 ECC[8]에 이용하여 논리적인 다중 계층 Cluster로 구성하게 된다. 이 때 overlay ID를 부여하게 된다. 위의 제안된 ECC는 Node의 에너지를 고려하여, Group Head를 선정하게 되고, 그 Group Head의 Member는 Head Member로 이루어져 있다. 각 Head Member는 일정수의 Member로 이루어져 있다. 이렇게 일정 Member를 가진 Member Head들이 계층적인 트리를 형성하여 하나의 다중 계층 Cluster를 형성한다. 그림 3. ECC에 의해 구성된 다중 계층 Cluster의 계층적 구조를 보여준다.

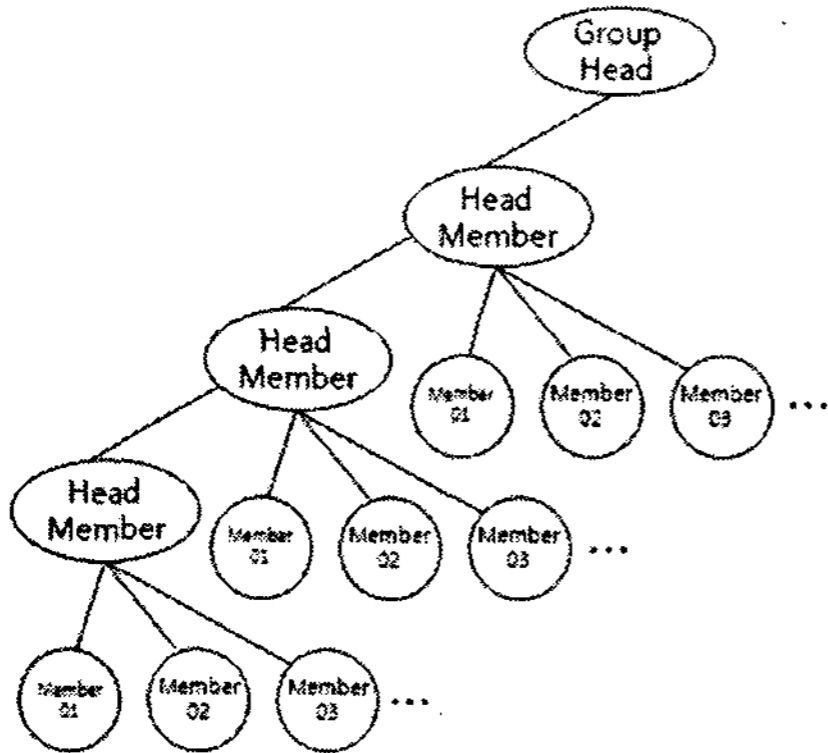


그림 3. ECC에 의해 구성된 다중 계층 Cluster

B. OMM의 오버레이 ID

OMM은 오버레이 멀티캐스트로써 간접 Routing을 지원한다. 간접 Routing은 물리적인 Routing방식과 함께 논리적인 Routing을 지원하기 때문에 그를 위한 Overlay ID가 필요하다.[1,2,3,4] 특히 OMM은 다중 계층에 적합한 Routing을 지원하기 위해서는 특별한 오버레이 ID가 필요하다. 이 오버레이 ID는 Node의 여러 속성과 정보를 가지고 있다. 이 오버레이 ID를 통하여, 현 Node의 상태 인식하고 빠른 Routing 처리 및 효율적인 Cluster관리를 할 수 있다. 오버레이 ID는 표. 1과 같은 구조로 되어 있다.

표1. OMM의 오버레이 ID 구조

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

C. OMM의 Cluster 유지

OMM의 Cluster는 에너지에 따라 Head를 변경한다. 계층적 트리 구조의 Cluster의 Head는 Member보다 더 많은 에너지를 소모 하므로, 전체적인 네트워크의 Life Time을 위하여, 주기적으로 Cluster의 Head를 변경해 주어야 한다.[8] Head의 변경 조건은 현재 Head가 정해진 일정 에너지 값을 따라 한다. 이 값은 CRS[9]를 통하여 구해진다. CRS는 주변 Node의 상황을 인지하여 그 상황에 맞게 유동적으로 이 값을 산출한다. 그 값을 기준으로 ECC에 따라 Cluster를 유지한다. Head를 변경해야하는 상황이 오면 CRS는 1차적으로 Head의 Member중 후보를 선정하여, Head를 교체한다. 이때 새로운 Head는 구 Head의 Overlay Id와 Overlay Routing Table과 같은 정보를 이어 받게 된다. Head가 바뀌게 되더라도

논리적인 다중 계층 구조는 변경되는 점이 없다. 그러므로 Overlay Routing 측면에서 주변 노드에 Head의 변경을 알릴 필요가 없다. 그림 4. 일반적인 Head의 변경에 따른 논리적 Cluster의 모습을 보여주고 있다. Member Head 수 Node A는 CRS에 의해 Head의 역할을 수행할 수 없다고 판단하여, Head 후보인 Member Node B가 새로운 Member Head를 되었음을 알 수 있다. 하지만 여기서 논리적 Cluster는 변함이 없다.

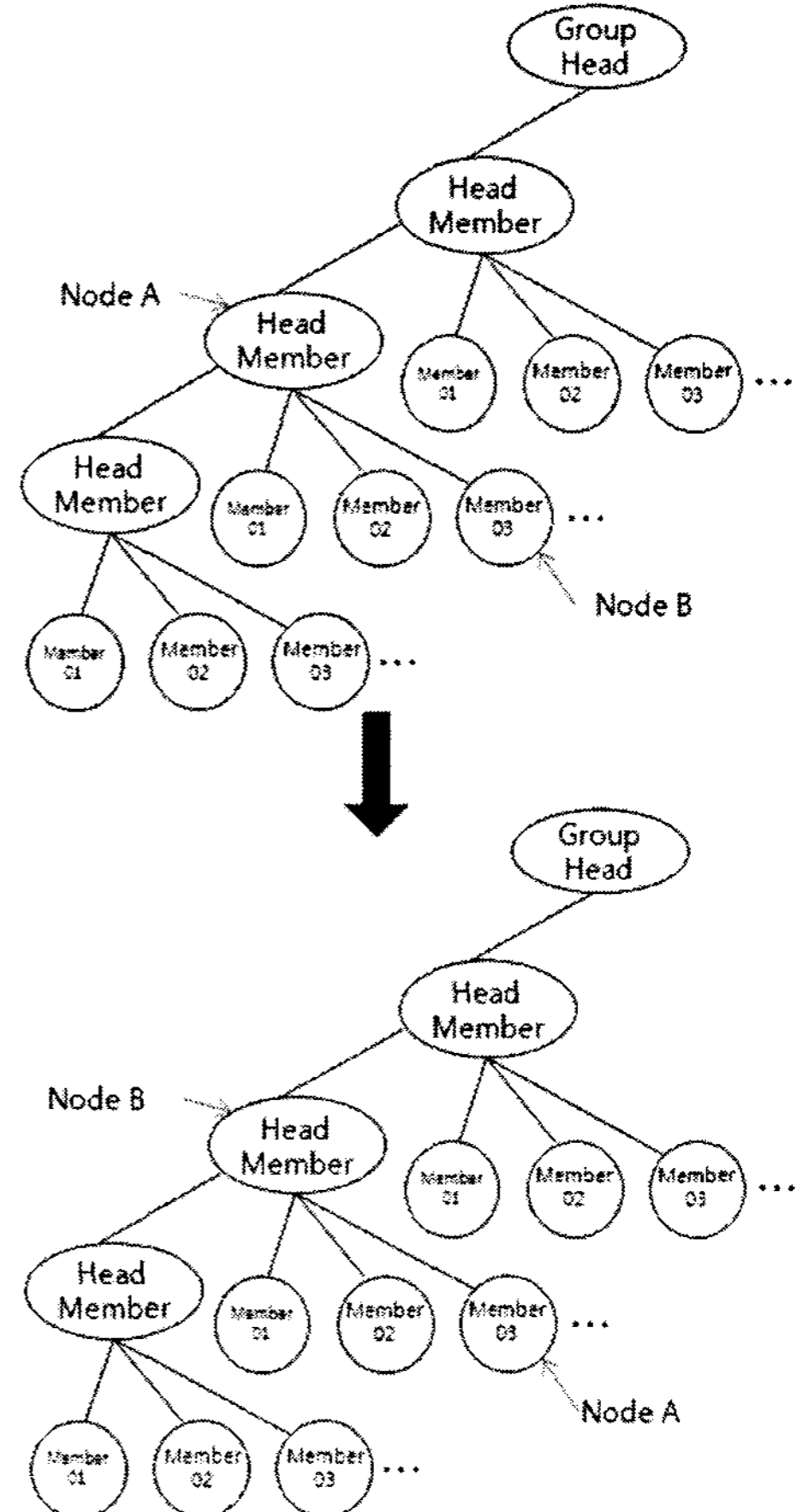


그림 4. OMM Cluster의 Head 변경

OMM의 Cluster이 Head들은 각 SP(Step Parents)를 가지고 있다. Head의 갑작스런 이탈에 의해 Routing이 유지가 안 될 경우, 그 Head의 Member들은 미리 정해진 SP에 속하게 된다. 그리고 SP 통하여 일시적으로 Routing을 유지하고 [5], Member중 새로운 Member Head를 선출하여, Cluster를 복구 시킨다. 이는 돌발적인 상황에 대한 Routing Path를 유지 시킨다. 그에 따라 Node의 Connectivity를 대폭 향상 시키는 결과를 가지게 된다.

III. OMM의 Routing

OMM은 다중 계층 Cluster에서의 간접 Routing 방식을 지원한다. 동일 Cluster 내의 Routing은 오버레이 ID를 기초로 한 packet전송이 이루어지며, Group Head간에는 물리적인 Routing Path를 통해 이루어진다. OMM은 물리적인 Routing으로 AODV[9]을 사용한다. 그러므로 OMM은 OMM Overlay Routing Table과 AODV Routing Table을 갖는다. 오버레이 Routing Table은 현재 Node의 상위 계층의 Node의 Layer Level과 Step Parents 속성과 하위 계층의 Node의 Layer Level과 Step Parents 속성을 가진다. 다음 표 2.는 역할에 따른 오버레이 Routing Table의 구성이다.

표 2. 역할에 따른 오버레이 Routing Table

Role	OMM Overlay
Group Head	하위 계층 Level
	하위 계층 SP
Member Head	상위 계층 Level
	상위 계층 SP
	하위 계층 Level
	하위 계층 SP
Member	상위 계층 Level
	상위 계층 SP

그림 5.는 Overlay ID를 기반으로 하는 논리적 Routing과 AODV를 병합하여 사용하는 일반적인 OMM Routing Path이다.

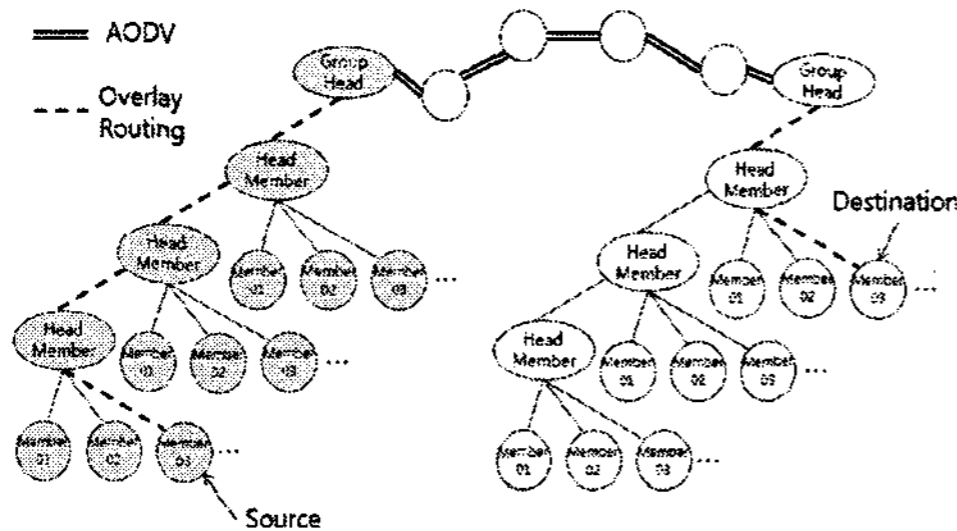


그림 5. OMM의 일반적 Routing Path

그림 5.에서 Source가 되는 한 Member Node가 Packet전송을 요청하면, 다음과 같은 순서로 거쳐서 Destination까지 Routing이 이루어진다.

1. 1. 오버레이 Routing Table에 의해 자신의 상위 계층에 Packet전송을 요청하고 전송한다.
1. 2. 응답을 받지 못하면 상위 계층의 SP에 Packet 전송을 전송한다.
2. 1. 목적지 Node의 계층 Level이 자신의 Level과 같으면, 목적지 Node의 속성과 자신의 Sp속성을 비교한다.
2. 2. 비교 결과 같으면 바로 자신의 SP로 Packet을 전송한 후, 목적지 Node로 전송하여 완

료한다.

2. 3. 다른 Group Head를 도달하기 전까지 계속 상위 계층으로 Packet을 전송한다.
 3. Group Head는 AODV를 통하여 목적지 Node의 Group Head를 찾아 전송한다.
 4. 1. 오버레이 Routing Table에 의해 자신의 하위 계층에 Packet전송을 요청하고 전송한다.
 4. 2. 응답을 받지 못하면 하위 계층의 SP에 Packet 전송을 전송한다.
 5. 목적지 Member Head에 도달하기까지 계속 하위 계층으로 Packet을 전송한다.
 6. 목적지 Member Head가 목적지 Node에 Packet을 전송하여 완료한다.
- 위의 Routing 순서를 의사 코드로 나타내면, 다음과 같이 표현된다.

```

while(c_overlay.layer_level != 0)
{
    if((c_overlay.classify
    == d_overlay.layer_classify)
    and (c_overlay.layer_level
    == d_overlay.layer_level))
    {
        sending_overlay(destination, packet);
        end();
    }
    if((c_overlay.layer_level
    == d_overlay.layer_level)
    and (c_overlay.sp_classify
    == d_overlay.classify))
    {
        sending_overlay(sp, packet);
        sending_overlay(destination, packet);
        end();
    }
    elseif((Sending_overlay(Upper layer,
    packet) == false) then
        Sending_overlay(Upper sp, packet);
    }
    While((c_overlay.classify
    != d_overlay.layer_classify))
        sending_AODV(next hop, packet);

    While(c_overlay.layer_level
    != d_overlay.layer_level)
    {
        if((Sending_overlay(lower layer, packet)
        == false) then
            Sending_overlay(lower sp, packet);
        }
        sending_overlay(destination, packet);
        end();
    }
}
    
```

OMM은 Cluster 내의 전송에서는 Traffic이 증가하지 않는다. 그 이유는 Cluster 내의 전송은

단 방향성을 가지기 때문에 hop 증가에 따른 Traffic이 없고[5], 그에 따른 에너지 감소 측면에서도 매우 유리하다. 또한, OMM은 오버레이 ID의 Masking 연산함으로써, 더욱 빠른 Routing 연산을 지원한다. 목적지 Node까지의 Routing에서 속성, 계층 Level, Member의 Number를 순차적으로 연산하여, 다음 Node에 대한 전송 여부를 빠르게 판단하여, Routing한다.

그리고 OMM은 물리적 Routing과 오버레이 Routing간의 차이를 줄이기 위한 SP를 이용한다. Routing 전송시 SP에 목적지 Node가 있을 경우 상위 계층으로 Packet을 전송 하는 것이 아니라 SP로 전송한다. 그림 6.는 SP를 이용한 OMM Routing Path이다. 이것은 매우 강력한 알고리즘으로써 Hop의 개수를 대폭 줄일 수 있다.

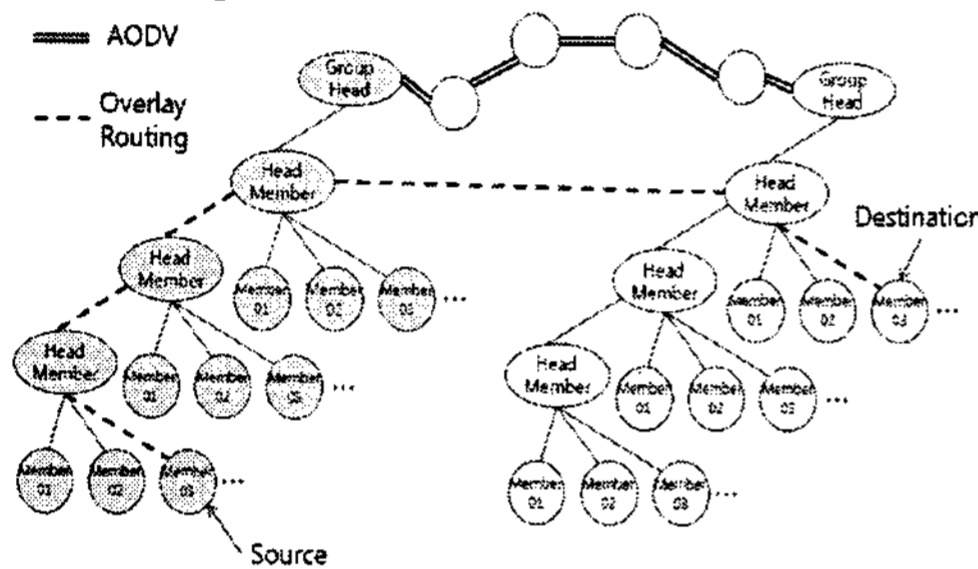


그림 6. SP를 이용한 OMM의 Routing Path

IV. 결론 및 향후 과제

본 논문에서 제안한 OMM은 다중 계층 Cluster에서의 Routing 프로토콜로 다중 계층이 가지는 Node의 관리 및 Hop의 감소와 같은 장점과 함께 Masking을 통한 연산 처리의 향상시킬 수 있는 특별한 ID구조와 망의 Life Time을 고려하여 ECC를 통한 Cluster관리와 Connnectivity 향상을 위한 SP사용 및 오버레이 멀티캐스트의 단점인 물리적 Routing과 오버레이 Routing과의 차이를 줄이기 위한 Random Landmarking 및 SP를 통한 전송 등을 지원하는 종합적인 간접 Routing 프로토콜이다. 특히 OMM은 주변 상황을 인지하여 현 상태에 가장 적합한 Cluster를 구성하고, Routing Path를 유지시킬 수 있어서, 대규모 실외 센서 네트워크와 공간정보기반의 상황정보 처리에 적합하다.

향후과제로써 OMM은 현재 보안상 취약한 문제를 해결해야한다. MANET의 제한된 자원 문제로 인하여, 보안의 문제는 현재로 가장 난해한 문제점이 대두 되고 있다. 상황인지에 따른 여러 Threshold 또한 여러번의 실행 착오를 통하여 산출하여야 한다.이러한 문제는 계속 해서 차기 연구를 통하여 개선되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 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.
- [2] M. Liu et al, "AMRoute: Adhoc Multicast Routing Protocol," Technical Report TR 9-1, CSHCN, 1999.
- [3] C. Cui et al, "Efficient Overlay Multicast for Mobile Ad Hoc Networks," in Proceedings of IEEE WCNC, Mar. 2003. pp.1118-1123.
- [4] L. Xiao et al, "Priorotized Overlay Multicast in Mobile Ad Hoc Enviroments," IEEE Computer, Feb, 2004, pp. 67-73.
- [5] Sunguk Kim, "A study on the Resilient Ontology-based Dynamic Multicast Routing Topology,"The Korea Institute of Maritime Information and Communication Sciences. 2007.
- [6] Charles E. Perkins, " Ad Hoc Networking," Addison-Welsey, 2001, pp. 75-81.
- [6] R. Winter, T. Zahn, and J. Schiller. "Random Landmarking in Mobile, Topology-Aware Peer-to-Peer Networks," In Proc. of FTDCS, May 2004.
- [7] Yun Chen, "A study on the Context-Awareness architecture for Energy Conserving Routing in MANET," The Korea Institute of Maritime Information and Communication Sciences. 2007.
- [8] Kyoungmin Doo. "A study on the Context-Aware Architecture for Ubiquitous on Computing System," The Korea Institute of Maritime Information and Communication Sciences. 2007.
- [9] C. E. Perkins and E. M. Royer. "Ad hoc on-demand distance vector routing". In Proc. of IEEE WMCSA, February 1999.