

임베디드 리눅스를 이용한 OLSR(Optimized Link State Routing Protocol) 구현에 관한 연구

정희원 이재희*, 조태경**, 이상하***

The Study on the Implementation of OLSR(Optimized Link State Routing Protocol) based on the Embedded Linux

Jae-Hee Lee*, Tae-Kyung Cho**, Sang-Ha Lee*** *Regular Members*

요 약

본 논문에서 유비쿼터스 공간구축을 위한 이동 애드 혹(Mobile Ad-hoc) 라우팅 프로토콜 중에서 프로액티브(Proactive)방식인 OLSR 프로토콜(Optimized Link State Routing Protocol) 방식을 임베디드 리눅스기반에서 설계 및 구현방법에 관하여 연구 하였다.

Key Words : Mobile Ad-hoc, OLSR, MANET, MPR, Ubiquitous

ABSTRACT

In this paper, for researching the OLSR(Optimized Link State Routing Protocol) of the proactive mobile ad-hoc protocols, design and implementation based on the Embedded Linux for the Ubiquitous Space construction.

1. 서 론

현재 세계적으로 유비쿼터스 센서 네트워크(Ubiquitous Sensor Network)대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 누구나 사용하고 있는 휴대용 단말기인 네트워크 PC(Network Personal Computer), PDA, 휴대폰 등은 제한된 정보만을 전달하지만, 향후 초소형 칩으로 된 센서와 센싱 엔진이 모든 환경에 존재할 경우, 환경에 따라 각종 정보를 얻거나 저장해 사용자의 요구에 따라 자유롭게 어느 곳에서나 정보를 이용할 수 있도록 진화할 것이다.

센서 네트워크에서 사용되는 센싱 엔진은 도처에 편재돼 역할을 수행해야 하기 때문에 통신 거리의 제약을 극복하고자 센싱 엔진 간 애드 혹 네트워크(Ad-hoc Network) 구성에 의한 멀티 홉 릴레이

(Multi-hop Relay) 기능을 사용한다. 또한 서비스를 제공받는 사용자의 위치는 한 곳에 고정된 것이 아니기 때문에 사용자의 환경에 맞는 서비스를 제공하기 위해서는 위치 인식 서비스도 필요하다. 위치 인식 서비스는 이동통신망이나 위성신호 등을 이용해 사용자가 갖고 있는 단말기의 위치를 측정하는 것이 목적이다. 또한, 측정된 위치에 근거하여 다양한 서비스를 사용자 단말기나, 주변에 있는 시설에 제공한다. 유비쿼터스 환경은 사용자가 언제 어디서나 컴퓨터를 통해 편리한 생활을 영위하는데 목적이 있으므로 통신 단말기의 이동으로 인한 통신환경의 변화에서도 지속적이고도 안정된 통신서비스를 제공하는 것은 더욱 중요한 서비스로 부각될 것이다.

* 동서울대학 정보통신과 (ljh7314@dsc.ac.kr), ** 상명대학교 정보통신공학과(tkcho@smu.ac.kr)

*** 동서울대학 정보통신과(shyi@dsc.ac.kr)

논문번호 : 09032-0602, 접수일자 : 2009년 6월 2일

1.1 에드 혹 네트워크(Ad-hoc Network)

에드 혹 네트워크는 기존 고정된 네트워크가 아닌, 휴대용 단말기로 구성돼 자율적이고, 독립적인 네트워크를 구성한다. 에드 혹 네트워크에서는 휴대폰, PDA 등 단말기 간의 연결이 가능하고, 자유로운 네트워크의 참여와 이탈이 가능해 네트워크를 구성하기 어렵거나, 단기간 사용할 네트워크를 구성해야 하는 곳에 적용하기가 용이하다. 네트워크 구성에 필수적인 통신 단말기는 과거 유선 전화기와 같은 고정 단말기에서 휴대 단말기로 점차 발전하면서 다양한 형태와 기능을 가진 단말기가 등장하게 됐다. 이런 단말기들은 다양한 서비스를 이용하기 위해 에드 혹 네트워크가 필요하며, 다양한 컴퓨터가 실생활의 사물과 주위 환경에 심어져 서로 연결돼 언제, 어디서나 이용할 수 있는 인간, 사물, 정보 간의 최적의 컴퓨팅 환경 요소로 작용한다. 따라서 유비쿼터스 컴퓨팅에서 점차 개인과 사물, 사물과 사물 간의 능동적인 통신을 위한 에드 혹 네트워크의 필요성이 부각되고 있는 것이다. 에드 혹 네트워크는 고정된 하부구조가 없기 때문에 이동 노드 간 데이터를 전달할 수 있어야 하는데, 이를 위해 각 이동 노드가 유선망의 라우터 기능을 수행해야 한다. 또한, 모든 노드는 이동성을 가지고 있기 때문에 시간에 따라 네트워크 위상이 동적으로 변하고, 전원 상태에 따른 데이터 전송 환경이 제한된다.^[1]

1.2 이동 에드 혹 네트워크(Mobile Ad-hoc Network)

이동 에드 혹 네트워크는 이동성을 가진 다수의 노드들에 의해 자율적으로 구성되는 임시적인 네트워크로서, 기반 망(Infrastructure Network)이 존재하지 않거나 기반 망에 기초한 네트워크의 전개가 용이하지 않은 지역에서 임시적으로 네트워크를 구성하기 위한 목적으로 연구되어 왔다. 최근 들어, 이동 에드 혹 네트워크 기술은 홈 네트워킹, 센서 네트워크, PAN(Personal Area Network) 등 다양한 응용 분야로의 적용이 예상되고 있으며 차세대 네트워킹 방식의 하나로써 활발한 연구가 진행되고 있다.

이동 에드 혹 네트워크 라우팅 프로토콜은 이동 에드 혹 노드들간의 통신을 가능하게 하는 기술로서 이동 에드 혹 네트워크의 가장 중요한 연구 분야로 자리 매김하고 있다. 이동 에드 혹 네트워크는 그림 1과 같이 무선 인터페이스를 사용하여 이동

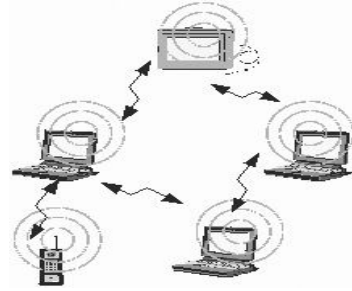


그림 1. 이동 Ad Hoc 네트워크의 예

노드들간에 peer-to-peer 통신이 가능하게 한다. 이동 에드 혹 네트워크 라우팅 프로토콜에 대한 연구는 1970년대 이동 에드 혹 네트워크의 출현과 더불어 시작되었으며, 1997년에 구성된 IETF MANET (Mobile Ad hoc NETwork) 작업 그룹을 중심으로 표준화 작업이 진행되고 있다. 이동 에드 혹 네트워크를 위한 라우팅 프로토콜은 다음과 같은 다양한 네트워크 특성을 고려하여 연구되고 있다.^[2]

- 1) 노드의 이동에 따라 네트워크 토폴로지가 동적으로 변화한다. 네트워크 토폴로지의 변화는 빈번한 루트 정보의 갱신을 야기시켜 루트 정보의 관리를 복잡하게 하며, 이를 위한 라우팅 제어 메시지는 네트워크의 오버헤드로서 작용한다.
- 2) 이동 노드들은 무선 인터페이스를 사용하여 서로 통신한다. 무선 인터페이스는 기본적으로 전송 대역폭 및 전송 거리 상의 제약이 있다. 따라서, 원거리 노드들 간의 통신을 위해서는 멀티-홉 통신이 필수적이다. 멀티-홉 통신을 위해 각 노드는 호스트 기능 외에 라우팅 기능도 포함한다.
- 3) 이동 노드들은 제한된 용량의 배터리를 사용하기 때문에 에너지 사용에 있어 제약이 크다. 따라서, 배터리 상태를 고려한 통신이 필요하다.
- 4) 이동 노드들은 무선 인터페이스를 사용하여 서로 통신하고 있으며, 모든 노드들이 라우팅 기능을 가지고 있기 때문에 보안 상으로 매우 취약하다. 특히, 브로드캐스팅되는 라우팅 제어 메시지는 해킹의 위험이 크다.

II. 이동 에드 혹 네트워크 라우팅 프로토콜

2.1 이동 에드 혹 네트워크 라우팅 프로토콜의 분류

이동 에드 혹 네트워크 라우팅 프로토콜은 그림

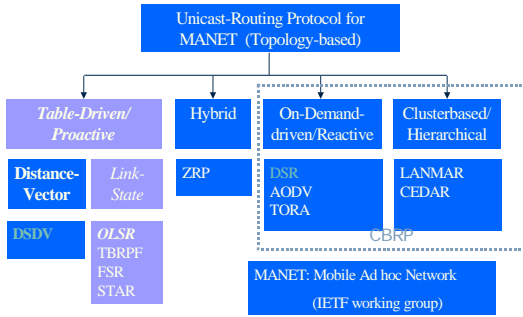


그림 2. 이동 애드 혹 네트워크 라우팅 프로토콜의 분류

2와 같이 프로액티브(Proactive, Table-driven) 방식과 리액티브(Reactive, On-demand) 방식으로 크게 분류할 수 있다. 프로액티브 라우팅 방식은 모든 이동 노드들이 항상 최신의 루트 정보를 유지하며, 라우팅 정보를 주기적으로 또는 네트워크 토폴로지의 변경이 있을 때마다 네트워크 전체로 전파시켜 각 노드들이 자신의 라우팅 정보를 변경하도록 하고 있다. 프로액티브 라우팅 방식은 패킷 발생시 지연 없이 항상 최적의 루트를 통해서 라우팅할 수 있는 장점을 가지고 있으나 네트워크 토폴로지의 변화가 심할 경우 라우팅 정보를 네트워크 전체로 전파하기 위한 라우팅 프로토콜 메시지의 오버헤드가 크다는 문제점이 있다. 리액티브 라우팅 방식은 트래픽이 발생하는 시점에서 루트를 탐색하는 방법으로서 프로액티브 라우팅 방식이 가지는 제어 메시지의 오버헤드를 감소시킬 수 있다. 루트 정보는 루트 상의 각 노드에 저장되나 일정 기간 동안 해당 루트가 사용되지 않을 경우 노드로부터 삭제된다. 리액티브 라우팅 방식은 트래픽이 발생하는 시점에서 루트를 탐색하기 때문에 루트 탐색에 추가적인 시간이 필요하며, 이는 트래픽에 대한 전송 지연을 야기 시키는 단점이 있다.^{[3],[4]}

2.2 OLSR(Optimized Link State Routing)의 기본개념

OLSR 프로토콜은 이동 애드 혹(Mobile Ad-hoc) 네트워크에서의 라우팅 알고리즘으로 연구 되어졌고 RFC(Request For Comment)3626에서 정의되어져 왔다. OLSR은 테이블 기반의 Proactive 라우팅 프로토콜에 속하는 것으로 모든 이동 노드가 네트워크 상의 모든 라우팅 정보를 가지고 있다. OLSR은 이동 애드 혹 네트워크에서 현재 제안된 링크 상태 알고리즘 중에서 가장 최적화된 것으로 알려져 있으나 계층적이지 않은 네트워크 구성으로 인한 오

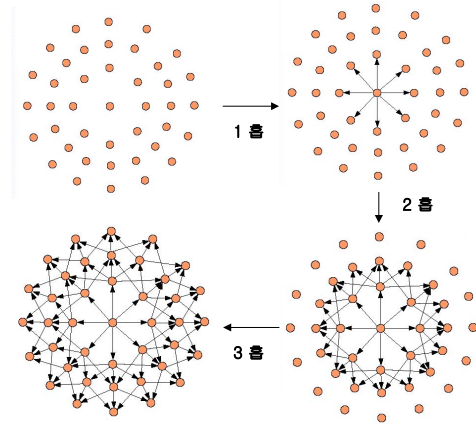


그림 3. 홉에 따른 정규 플러딩(Regular Flooding)

버헤드를 줄이기 위해서 네트워크 구조에 계층성을 도입으로써 브로드캐스트 메시지 전송으로 인한 오버헤드를 줄인다.

OLSR의 가장 두드러지는 특징으로는 선택된 노드인 MPR(Multi Point Relay)만이 제어 메시지를 브로드 캐스팅 한다는 것이다. 네트워크 상의 노드는 1홉(Hop) 거리상의 이웃노드 중에서 MPR을 선택하고 MPR로 선택된 노드들만이 제어 메시지를 네트워크상에 전송할 수 있다. MPR 선택에 있어서 단 방향 링크에서 데이터를 전송하는 문제를 회피하기 위해서 이웃한 노드와 양방향 링크가 존재하는지를 먼저 확인해야한다. 또 종단간 이동노드의 메시지 송수신을 위한 경로 검색에도 MPR이 사용된다. 네트워크의 모든 노드들은 이웃노드들과 주기적으로 Hello 메시지를 교환하고 이 메시지를 통해 각 노드들은 MPR set을 구성한다. 이때 Hello 메시지는 해당노드가 도달 가능한 이웃노드들의 정보가 포함된다. MPR을 구성하는 절차는 다음과 같다.

- 1) 1홉 거리에 있는 노드들 중 2홉 노드에 도달하기 위해 유일한 경로를 제공하는 노드들을 MPRs에 추가한다.
- 2) 2홉 거리에 있는 노드들 중 현재의 MPRs를 통해 도달 가능한 노드들은 2홉 노드 set에서 제외한다.
- 3) MPRs에 포함되지 않은 1홉 노드들 중 2홉 거리에 있는 노드들은 가장 많이 포함하는 노드를 MPRs에 추가한다.
- 4) 2홉 거리에 있는 노드들이 모두 포함될 때 까지 2)의 과정부터 반복한다.

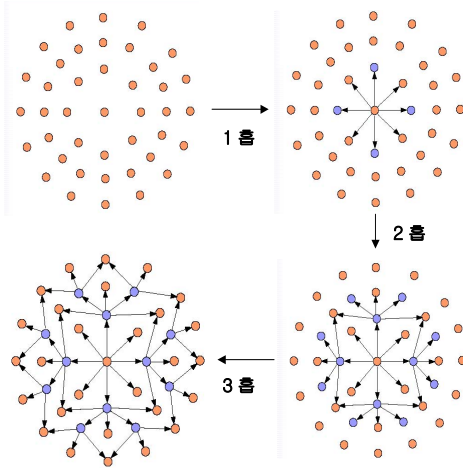


그림 4. 홉에 따른 MPR 플러딩(MPR Flooding)

2.3 OLSR 패킷포맷(Packet Format)

OLSR 패킷포맷은 헤더(Header)와 바디(Body) 구성되어 있다. OLSR 패킷의 헤더는 Packet Length와 Packet Sequence Number로 구성되어 있다. OLSR 패킷의 바디(Body)는 1개 또는 그 이상의 OLSR 메시지로 구성되어 있다. 하나의 OLSR 메시지는 Message Type, Vtime, Message Size, Originator Address, Time To Live, Hop Count, Message Sequence Number, Message 필드로 구성된다.^[5]



그림 5. OLSR 패킷포맷(Packet Format)

2.4 OLSR Control 메시지(Message)

OLSR Control 메시지는 Hello 메시지(Message), MID메시지(Multiple Interface Declaration Message) 그리고 TC(Topology Control) 메시지로 구성 된다. OLSR의 주된 기능은 이웃 노드 검색(Neighbor Node Discovery) 및 영역선전(Topology Dissemination)으로 요약할 수 있다. 이웃 노드 검색을 위해서 네트워크 상의 각 노드는 Hello 메시지를 주기적으로

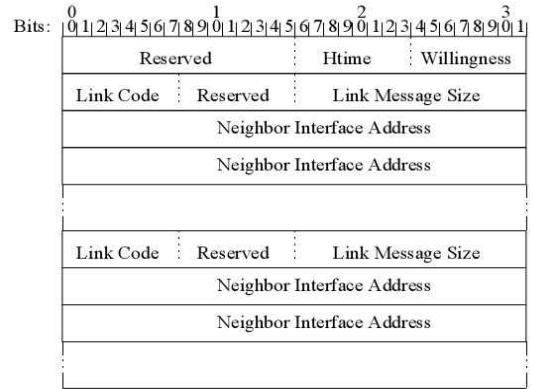


그림 6. OLSR Hello 메시지 포맷(Message Format)

교환한다. 이 Hello 메시지는 1홉 거리에 있는 이웃 노드 사이에서만 교환되기 때문에 오버헤드를 일으키지 않는다. 이 외에도 네트워크사의 모든 노드는 Hello 메시지를 사용해서 1홉 및 2홉 거리에 있는 이웃 노드를 찾을 수 있다. 그림 6은 Hello 메시지의 포맷(Format) 이다.

Hello 메시지가 포함하고 있는 정보는 링크상태(Link State)정보, 이웃노드들에 대한 정보(Neighbors Information)이다. 각 노드들은 자신의 1-hop 이웃들(Neighbors)의 정보와 2-hop 이웃들의 목록을 저장한다. 각 정보들은 홀딩시간(Holding Time)을 갖고 있고, 가장 최신의 MPR Set의 정보를 알기위해 Sequence Number 값을 포함하고 있고 업데이트 시, 1씩 증가한다. MID 메시지는 Multi-homed 노드들에 관한 정보를 분산시키기 위해 사용된다. MID 메시지는 OLSR에 동작하는 노드의 Interface Address의 목록이다. 다음 그림 7은 MID 메시지의 포맷 이다.

TC 메시지가 포함하고 있는 정보는 MPR Selector, Sequence Number이다. 각 노드들은 TC 메시지를 바탕으로 Topology 테이블 을 유지하고 있다. 그리고 라우팅 테이블은 이 Topology 테이블에 의해서 계산되어 진다. MPR 노드만이 주기적으로 TC 메시지를 브로드캐스트(Broadcast)한다. 만약 업데이트

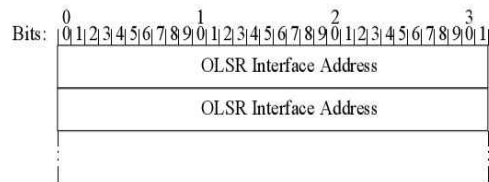


그림 7. MID 메시지 포맷(Message Format)

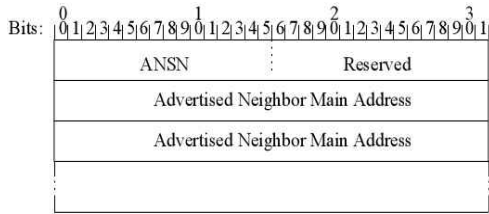


그림 8. TC 메시지 포맷(Message Format)

가 발생하지 않으면 TC 메시지를 보내지 않는다. TC 메시지를 받았을 때 이는 도착지인 경우, 테이블(Table)과 메시지와 Sequence Number를 비교했을 때 TC 메시지의 값이 더 크다면 TC 메시지를 무시, 작다면 업데이트, 같다면 Table에서 홀딩시간(Holding Time)을 갱신한다. 만약에 새로운 도착지인 경우에는 테이블(Table)에 추가한다.

2.5 OLSR 정보저장관계 고찰 (Information repositories relation overview)

OLSR기능은 3개의 주요, 모듈 이웃검색(Neighbor sensing), 멀티 포인트 연결(Multi-point Relaying)과 링크상태 플러딩(Link-state Flooding)로 나눌 수 있다. 대부분의 조정트래픽(Control Traffic)은 OLSR에 의하여 유지되는 저장집합(Repositories set)에 의하여 발생된다. 이러한 데이터 집합들은 수신된 조정트래픽(Control Traffic)에 근거하여 갱신된다. 다음 그림 9는 OLSR의 정보저장(Information Repositories)에 관계를 나타내 것이다.^[6]

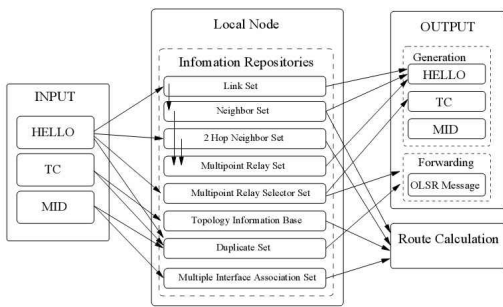
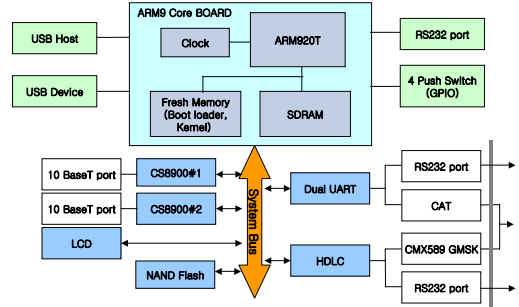


그림 9. OLSR 정보저장관계에 대한 구성도

III. OLSR의 구현(Implementation)

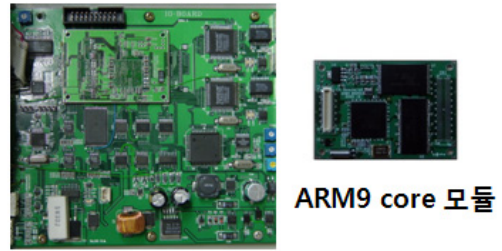
3.1 구현 하드웨어 플랫폼(Hardware Platform)

OLSR 구현을 위해 ARM9를 main CPU로 설계한 하드웨어 플랫폼의 구성도와 실제 사진이다.



*GPIO : General Purpose Input Output
 *UART : Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
 *HDLC : High-Level Data Link Control
 *CAT : Computer Aided Terminal
 *GMSK : Gaussian Minimum Shift Keying

(a) 하드웨어 플랫폼의 구성도



ARM9 core 모듈

OLSR구현 main보드

(b) 구현 보드 및 CPU 모듈

그림 10. 하드웨어 구성도 및 실제 모양

표 1. 하드웨어 플랫폼의 주요 규격

구성품	규격	모델명
CPU	ARM920T Core , MMU	
USB Host	Internal OHCI Host control	
USB Device	Internal USB Device control	S3C2410X-01
Console Port	Interanal UART	
GPIO	4개의 버튼 사용	
RAM	16M byte SDRAM	K4S281632
NOR Flash	4M byte NOR Flash Memory	AM29LV320
Regulator	LDO, Regulator for core power	LP3965-1.8

3.2 개발 소프트웨어 플랫폼(Software Platform)

구입한 무선통신용 Emulation 보드에 개발 탑재한 소프트웨어 플랫폼은 다음과 같다. PicoNet II을 근간으로 하여 임베디드 리눅스(Embedded Linux) 위에 다이내믹 라우팅 알고리즘(Dynamic Routing Algorithm)으로 OLSR알고리즘을 구현하였다. 응용 프로그램은 크게 제어 S/W, 네트워크 S/W, 시스템 관리 S/W로 나누어져 구성되었다. 제어용 S/W는 MMI, Auto Configure로 구성하였고 Network 응용 S/W는 Telnet, Ping, Web Server등으로 구성되었

다. 시스템 S/W는 Busy Box와 Video Capture 기능을 수행하는 Vidcat로 구성되어 있다.

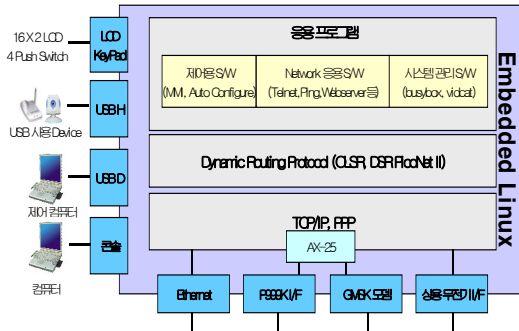


그림 11. 개발 소프트웨어 플랫폼

IV. 실험 시나리오 및 결과

무선통신의 통신거리의 한계 및 장애물로 인해 통신이 단절된 상태에서 릴레이 노드를 중간에 삽입하여 통신을 복귀하는 과정을 구현하고자 한다.

① 무선통신거리의 한계나 장애로 인해 통신두절



② Relay Node 탐색 및 추가로 통신복귀

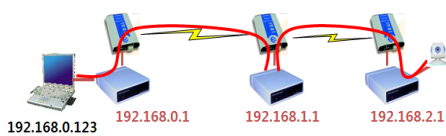


그림 12. 실험 시나리오 구성도

1) 노드 1을 통하여 노드2와 연결된 subnet 2, subnet3을 접근하기 위하여 노드 1에서는 다음과 같은 과정이 필요하다.

터널 디바이스 생성(가상 네트워크 인터페이스)

```
ifconfig tunl0 44.136.0.1
```

터널 디바이스를 만들고 실제로 pi0a 디바이스를 사용한다.

2) 노드 2에 대한 라우팅 테이블 생성

```
route add -net 192.168.1.0 netmask 255.255.255.0 gw 44.136.0.2 dev tunl0
```

3) 노드 3에 대한 라우팅 테이블 생성

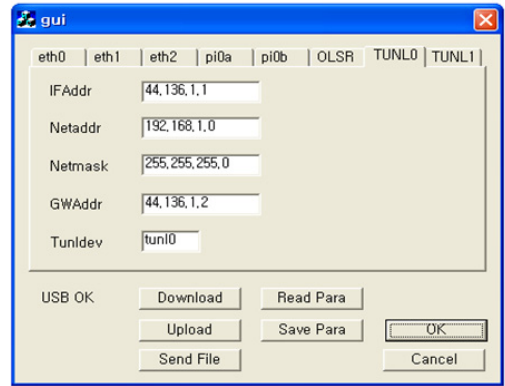


그림 13. 노드2에 대한 OLSR 구현 설정화면

```
route add -net 192.168.2.0 netmask
```

```
255.255.255.0 gw 44.136.0.3 dev tunl0
```

그림 13은 노드2에 대한 접속장치를 설정하는 화면이다.

그림 14는 통신이 장애물에 의해 무선 통신이 두절된 상태에서 릴레이 노드를 추가하여 192.168.0.123의 노트북 컴퓨터에서 192.168.2.1 인터넷 접속장치에서 접속하여 Web CAM의 전송된 사진을 나타낸 결과이다.



그림 14. Web CAM에서 수신된 영상결과

V. 결론

유비쿼터스 공간 구축에 필수적인 이동형 단말기 간의 동적 네트워크를 구성하기 위한 이동 애드 혹 네트워크의 라우팅 프로토콜 중 OLSR 라우팅 프로토콜을 저렴한 비용과 향후 특정기업에 대한 기술의 존속성을 탈피하기 위해 임베디드 리눅스를 기반으로 하여 구축하였고 실험을 통해 그 성능을 증명하였다.

참 고 문 헌

- [1] Macker, J., "Mobile Ad-Hoc Internetworking", MILCOM'97 panel on Ad-Hoc Networks, Monterey, CA, November 3, 1997
- [2] S. Corson and J. Macker, Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations, draft-ietf-manet-issues-00.txt
- [3] C.E. Perkins."Mobile IP, Design Principles and Practices". Addison Wesley ,1997
- [4] C. Perkins, Mobile Ad Hoc Networking Terminology, draft-ietf-manet-term-00.txt, October 1997.
- [5] V. Park and M. S. Corson, A Highly Adaptive Distributed Routing Algorithm for Mobile Wireless Networks, Proc. IEEE INFOCOM '97, Kobe, Japan(1997).
- [6] M.S. Corson and A. Ephremides, A distributed routing algorithm for mobile wireless networks, Wireless Networks 1(1995).

이 재 희 (Jea-Hee Lee)

정회원



1985년 2월 광운대학교 전자통신
과 졸업
1987년 2월 광운대학교 전자통신
과 석사
2000년 2월 광운대학교 전자통신
과 박사
1987~1993년 국방과학 연구소
C3I 사업본부 연구원

1993년~1999년 대덕 대학 정보통신과 조교수

1999년~현재 동서울대학 정보통신과 근무

<관심분야> Embedded System, Ubiquitous Network, Mobile IPTV, 영상신호처리

조 태 경 (Tae-Kyung Cho)

정회원



1984년 2월 한양대학교 전자통신
공학과 졸업

1986년 2월 한양대학교 대학원
전자통신공학과 석사

2001년 8월 한양대학교 대학원
전자통신공학과 박사

2003년 9월~현재 상명대학교 정
보통신공학과 교수

<관심분야> 유·무선통신프로토콜, 정보보호, 이터닝

이 상 하 (Sang-Ha Lee)

정회원



1987년 2월 울산대학교 전자계산
학과 졸업

1991년 2월 이주대학교 컴퓨터공
학과 석사

2002년 8월 이주대학교 컴퓨터공
학과 박사

1991년~1992년 (주)큐너스 컴퓨터

1993년~1999년 (주)케이엔아이시스템

2000년~현재 동서울대학 정보통신과 근무

<관심분야> 정보통신 Security, 네트워크 관리, IPTV
QoS/QoE