

모바일 애드혹 네트워크의 OLSR(Optimized Link State Routing Protocol) 구현에 관한 연구

논문

60P-4-16

The Study on the OLSR(Optimized Link State Routing Protocol) Implementation in the Mobile Ad-hoc Network

조태경[†] · 이재희^{*}
(Tae-Kyung Cho · Jea-Hee Lee)

Abstract - In this paper, we research the OLSR(Optimized Link State Routing Protocol) of the mobile ad-hoc network protocols, and design the system implementation based on the Embedded Linux for the Ubiquitous Space construction. We prove the performance of proposed system in the various experiment environments through several scenarios which is about transmitting the image data on the mobile ad-hoc network environment

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

1. 서론

현재 스마트폰(smart phone)의 등장과 더불어 센서 네트워크(sensor network)에 대한 관심이 높아지고 있다. 센서 네트워크에서 사용하는 센싱 엔진은 도처에 편재되어 있기 때문에, 통신 거리 상의 제약을 극복하기 위해 센싱 엔진 간 애드혹 네트워크(ad-hoc network)를 구성하여 멀티홉 릴레이(multi-hop relay) 기능을 구현하고 있다.

이동 애드혹 네트워크는 이동성을 가진 다수의 노드들에 의해 자율적으로 구성되는 한시적인 통신망으로서, 기반망(Infrastructure Network)이 존재하지 않거나 기반망의 확장이 용이하지 않은 지역에서 한시적으로 통신망을 구성하기 위한 목적으로 사용되고 있다. 최근 들어, 이동 애드혹 네트워크 기술은 홈 네트워크, 센서 네트워크, 개인 영역 통신망 등 다양한 응용 분야에서 적용되고 있으며, 차세대 네트워크 방식의 하나로써 활발한 연구가 진행되고 있다. 이동 애드혹 네트워크 라우팅 프로토콜[1]에 대한 연구는 1970년대 이동 애드혹 네트워크의 출현과 더불어 시작되었으며, 1997년에 구성된 IETF MANET(Mobile Ad hoc NETWORK) 작업 그룹을 중심으로 표준화 작업이 진행되고 있다.

본 논문에서는 임베디드 리눅스 기반의 통신 장비를 애드혹 네트워크의 단말로 동작할 수 있도록 하는 소프트웨어 모듈 개발을 수행하였다.

본 논문에서 수행한 연구내용은 다음과 같다. 먼저 이동 애드혹 네트워크를 구성하기 위해 OLSR 프로토콜의 패킷 포맷, 제어 메시지, MID 메시지 포맷, 정보저장 관계 등을 분석하고, C언어를 사용하여 구현했다. 또한 현재 스마트폰의 OS로 각광받고 있는 안드로이드폰의 기본커널인 임베디드 리눅스위에 OLSR 프로토콜을 탑재하기 위해 Arm9 프로세

서를 이용하여 하드웨어를 구현했다. 마지막으로 임베디드 리눅스가 이식된 하드웨어에 본 논문에서 구현한 OLSR 프로토콜을 탑재하고, 실험을 통해 성능을 검증하였다.

2. 이동 애드혹 네트워크 라우팅 프로토콜

2.1 대표적 이동 애드혹 네트워크 라우팅 프로토콜

이동 애드혹 네트워크 라우팅 프로토콜은 프로액티브(proactive) 라우팅 방식과 리액티브(reactive) 라우팅 방식으로 분류할 수 있다.

프로액티브 라우팅 방식은 모든 이동 노드들이 항상 최신의 루트 정보를 유지하며, 라우팅 정보를 주기적으로 또는 네트워크 토폴로지 상의 변경이 있을 때마다 네트워크 전체로 전파시켜 각 노드들이 자신의 라우팅 정보를 변경한다. 프로액티브 라우팅 방식은 패킷 발생 시 지연 없이 항상 최적의 루트를 통해서 라우팅 할 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 방식의 단점인 제어 메시지의 오버헤드를 감소시킬 수 있다. 또한, 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 트래픽의 전송 지연을 야기하는 단점이 있다.[2][3]

2.2 Optimized Link State Routing의 원리

OLSR 프로토콜은 이동 애드혹 네트워크 라우팅 알고리즘으로 RFC(Request For Comment)3626에 정의되어 있다. OLSR은 테이블 기반의 프로액티브 라우팅 프로토콜에 속하는 것으로 모든 이동 노드가 네트워크 상의 모든 라우팅 정보를 가지고 있다. OLSR은 이동 애드혹 네트워크에서 현

[†] 교신저자, 정회원 : 상명대학교 정보통신공학과 교수·공박
E-mail: tkcho@smu.ac.kr

^{*} 비회원 : 동서울대학 정보통신과 교수·공박
접수일자 : 2011년 6월 13일
최종완료 : 2011년 9월 7일

제 제안된 링크 상태 알고리즘 중에서 가장 최적화된 것으로 알려져 있으나 계층적이지 않은 네트워크 구성으로 인한 오버헤드를 줄이기 위해서 네트워크 구조에 계층성을 줌으로써 브로드캐스트 메시지 전송으로 인한 오버헤드를 줄인다.

OLSR의 특징은 선택된 노드인 MPR(Multi Point Relay)만이 제어 메시지를 브로드캐스팅 한다는 것이다. 네트워크 상의 노드는 1홉(hop) 거리상의 이웃노드 중에서 MPR을 선택하고 MPR로 선택된 노드들만이 제어 메시지를 네트워크 상에 전송할 수 있다.

MPR 선택에 있어서 단 방향 링크에서 데이터를 전송하는 문제를 회피하기 위해서 이웃한 노드와 양방향 링크가 존재하는지를 먼저 확인해야한다.

중단 간 이동노드의 메시지 송수신을 위한 경로 검색에도 MPR이 사용된다. 네트워크의 모든 노드들은 이웃 노드들과 주기적으로 Hello 메시지를 교환하고 이 메시지를 통해 각 노드들은 MPR set을 구성한다.

이때 Hello 메시지에는 해당노드가 도달 가능한 이웃 노드들의 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.

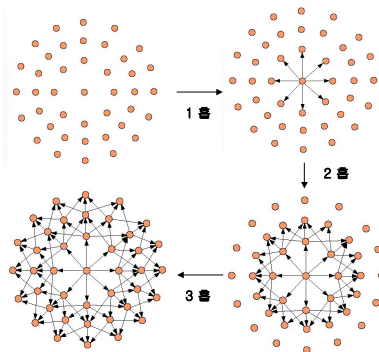


그림 1 홉에 따른 정규 플러딩
Fig. 1 Regular flooding according to hop

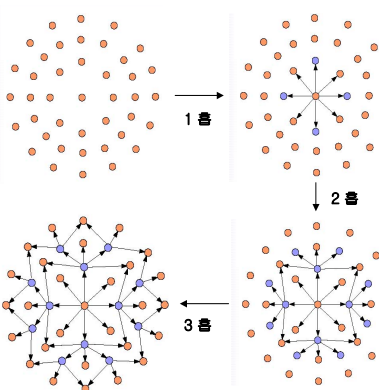


그림 2 홉에 따른 MPR 플러딩
Fig. 2 MPR flooding according to hop

4) 2홉 거리에 있는 노드들이 모두 포함될 때 까지 2)의 과정부터 반복한다.

2.3 OLSR 패킷 포맷

OLSR 패킷 포맷은 헤더(head)와 바디(body) 구성되어 있다. OLSR 패킷의 헤더는 패킷길이(packet length)와 패킷 순서번호(packet sequence number)로 구성되어 있다. OLSR 패킷의 바디는 1개 또는 그 이상의 OLSR 메시지로 구성되어 있다.

하나의 OLSR 메시지는 메시지 타입, Vtime, 메시지 크기, 발신주소, Time To Live, 홉 카운트, 메시지 일련번호, 메시지 필드로 구성된다.[4]

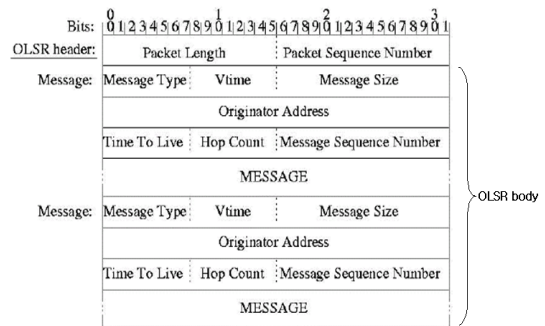


그림 3 OLSR 패킷 포맷
Fig. 3 OLSR packet format

2.4 OLSR 제어 메시지

OLSR 제어 메시지는 Hello 메시지, MID 메시지 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 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 4는 Hello 메시지의 포맷이다.

Hello 메시지가 포함하고 있는 정보는 링크상태(link state)정보, 이웃노드 정보(neighbors Information) 이다. 각

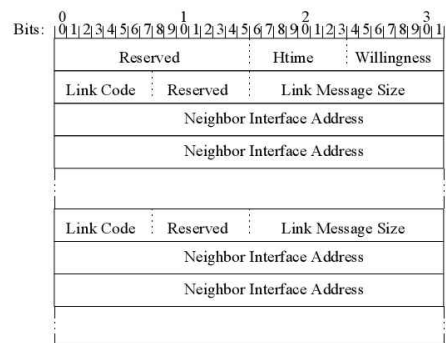


그림 4 OLSR Hello 메시지 포맷
Fig. 4 OLSR Hello message format

노드들은 자신의 1-홉 이웃들의 정보와 2-홉 이웃들의 목록을 저장한다. 각 정보들은 홀딩시간(holding time)을 갖고 있고, 가장 최신의 MPR Set의 정보를 알기위해 순서번호 값을 포함하고 있고 업데이트 시, 1씩 증가한다. MID 메시지는 Multi-homed 노드들에 관한 정보를 분산시키기 위해 사용된다. MID 메시지는 OLSR에 동작하는 노드의 인터페이스 주소의 목록이다. 그림 5에 MID 메시지 포맷을 나타냈다.

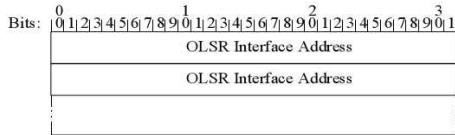


그림 5 MID 메시지 포맷
Fig. 5 MID message format

TC 메시지가 포함하고 있는 정보는 MPR Selector, 순서번호이다. 각 노드들은 TC 메시지를 바탕으로 구성(topology) 테이블을 유지하고 있다. 그리고 라우팅 테이블은 이 구성테이블에 의해서 계산되어 진다. MPR 노드만이 주기적으로 TC 메시지를 브로드캐스트 한다. 만약 업데이트가 발생하지 않으면 TC 메시지를 보내지 않는다. TC 메시지를 받았을 때 아는 도착지인 경우, 테이블과 메시지와 순서번호를 비교했을 때 TC 메시지의 값이 더 크다면 TC 메시지를 무시, 작다면 업데이트, 같다면 테이블에서 홀딩시간을 갱신한다. 만약에 새로운 도착지인 경우에는 테이블에 추가한다.

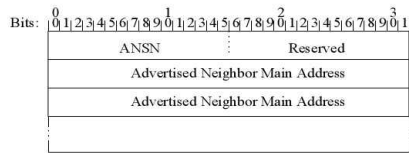


그림 6 TC 메시지 포맷
Fig. 6 TC message format

2.5 OLSR 정보저장관계 고찰

OLSR 기능은 이웃검색(neighbor sensing), 멀티 포인트 연결(multi-point relaying), 링크상태 플러딩(link-state flooding) 등의 주요 모듈로 구성된다. 대부분의 제어 트래픽은 OLSR에 의하여 유지되는 저장 집합(repositories set)에 의하여 발생

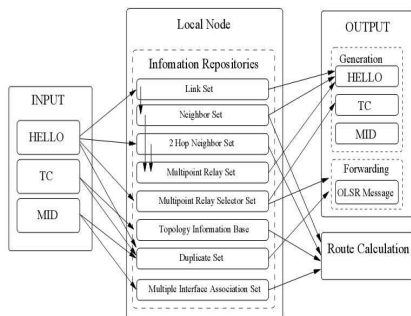


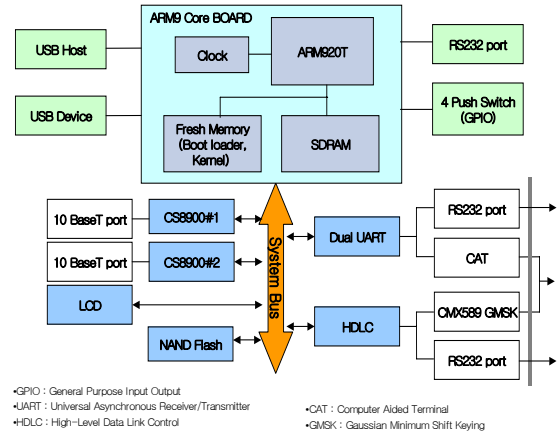
그림 7 OLSR 정보저장관계에 대한 구성도
Fig. 7 The diagram of information repositories relation

된다. 이러한 데이터 집합들은 수신된 제어 트래픽에 근거하여 갱신된다. 그림 7은 OLSR의 정보저장의 관계를 나타내 것이다.[5]

3. OLSR의 구현

3.1 하드웨어 플랫폼

그림 8은 OLSR 구현을 위해 ARM9를 main CPU로 사용하여 설계한 하드웨어 플랫폼의 구성도이고, 그림 9는 실제 구현 보드를 나타낸 것이다.



*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

그림 8 하드웨어 플랫폼의 구성도
Fig. 8 Hardware platform diagram



ARM9 core 모듈

OLSR구현 main보드

그림 9 구현 보드
Fig. 9 Implementation board

표 1은 본 연구에서 구현한 보드의 주요사양을 나타낸 것이다.

표 1 하드웨어 플랫폼의 주요 사양
Table 1 Main specification of hardware platform

구성품	규격	모델명
CPU	ARM920T Core , MMU	S3C2410X-01
USB Host	Internal OHCI Host control	
USB Device	Internal USB Device control	
Console Port	Interanl 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 소프트웨어 플랫폼

본 논문에서 구현한 소프트웨어는 PicoNet II을 근간으로 하여 임베디드 리눅스 상에 OLSR 알고리즘을 구현하였다. 응용프로그램은 크게 제어용 S/W, 네트워크 응용 S/W, 시스템 S/W로 나누어 구성하였다. 제어용 S/W는 MMI, Auto Configure로 구성하였고 Network 응용 S/W는 Telnet, Ping, 웹서버 등으로 구성했다. 마지막으로 시스템 S/W는 Busy Box 와 Video Capture 기능을 수행하는 Vidcat으로 구성하였다. 그림 10에 개발 시스템의 소프트웨어 플랫폼을 나타냈다.

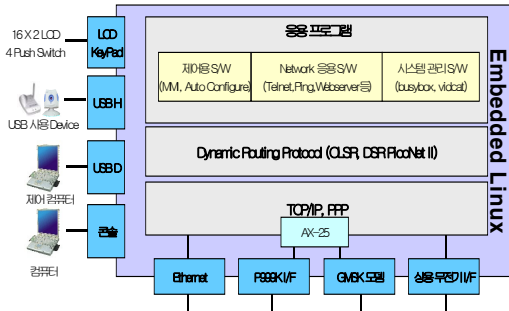


그림 10 개발 시스템의 소프트웨어 플랫폼
Fig. 10 The software platform of development system

4. 성능평가

본 연구에서 개발한 시스템의 성능을 평가하기 위한 실험 시나리오는 다음과 같다.

- 1) 송신단말기(IP 주소: 192.168.2.1)의 웹 카메라를 통해 획득한 이미지를 수신단말기(IP 주소: 192.168.0.123)로 전송하는 과정에 전파차폐물을 삽입하여 무선통신회선을 단절시킨다.
- 2) 무선통신회선이 단절된 상태에서 전파차폐를 피할 수 있는 곳에 본 논문에서 구현한 OLSR 단말기(IP 주소: 192.168.0.1)를 위치시켜 릴레이 노드의 역할을 수행하여 새로운 무선통신 회선을 확립한다.
- 3) 새로이 확립된 무선통신 회선을 사용하여 이미지 전송을 완료한다.
- 4) 수신된 이미지를 분석하여 송신이미지가 오류 없이 수신되었음을 확인한다.

그림 11에 실험 시나리오를 도시하였다.

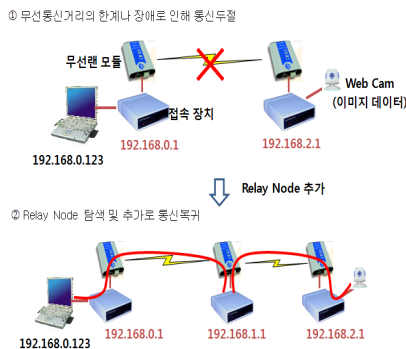


그림 11 실험 시나리오
Fig. 11 Experiment scenario

그림 12는 그림 11에 나타난 IP 주소가 192.168.1.1인 릴레이 노드에 OLSR을 설정하는 사용자 화면을 나타낸 것이다.

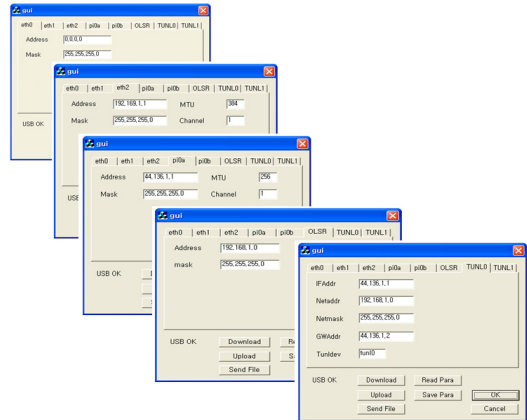
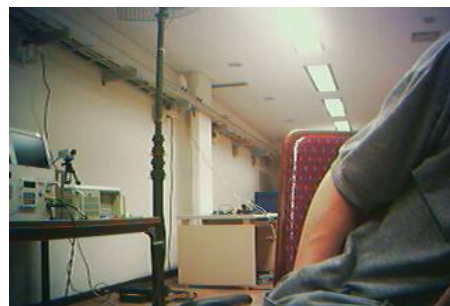


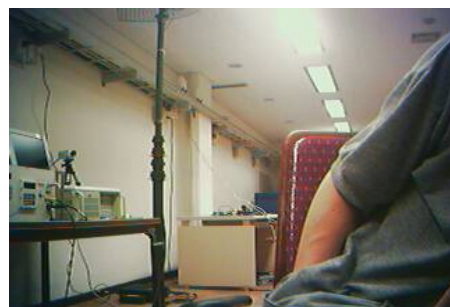
그림 12 릴레이 노드에 OLSR을 설정하는 사용자 화면
Fig. 12 The setting GUI of relay node in OLSR implement

그림 13의 (a)는 성능평가 시 사용한 송신영상이고, 그림 13의 (b)는 무선통신회선이 단절된 상태에서 본 논문에서 구현한 OLSR 단말기를 경유하여 수신된 수신영상의 한 예이다.

본 논문에서는 전술한 실험 시나리오에 따라 다수의 실험을 수행하였고 그 결과 데이터 패킷 손실이 전혀 발생하지 않았고, 따라서 수신영상의 열화는 발생하지 않았음을 확인하였다.



(a) 송신영상
(a) Transmitted image



(b) 수신영상
(b) Received image

그림 13 송·수신 영상
Fig. 13 Transmitted & Received image

5. 결 론

본 논문에서는 임베디드 리눅스 기반의 기존의 통신 장비를 이동 애드혹 네트워크의 단말로 동작시킬 수 있는 소프트웨어 모듈을 개발하였다.

본 논문에서 구현한 소프트웨어 모듈은 이동 애드혹 네트워크의 라우팅 프로토콜로 OLSR을 채택하였고, 효과적인 구현하기 위해 OLSR 프로토콜의 패킷포맷, Control 메시지, MID 메시지 포맷, 정보저장 관계 등을 분석한 후 C언어를 사용하여 개발하였다. 구현한 소프트웨어 모듈의 기능을 검증하기 위해, Arm9 프로세서를 사용한 하드웨어를 제작하고 임베디드 리눅스를 이식한 시스템을 사용하여 성능을 평가하였다. 다양한 환경에서 실시한 실험 결과를 통해, 본 논문에서 구현한 소프트웨어 모듈의 성능을 확인하였다.

본 논문에서 구현한 소프트웨어 모듈은 향후 안드로이드 OS를 기반으로 하는 스마트폰에 모바일 애드혹 네트워크 기능을 구현하는데 많은 참고가 될 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

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

저 자 소 개



조 태 경 (趙兌璟)

1984년 한양대학교 전자통신공학과 졸업.
1986년 한양대학교 전자통신공학과 석사.
2001년 한양대학교 전자통신공학과 박사.
2003년~현재 상명대학교 정보통신공학과 교수.

Tel : 041-550-5354

E-Mail : tkcho@smu.ac.kr



이 재 희 (李在熙)

1985년 2월 광운대학교 전자통신과 졸업.
1987년 2월 광운대학교 전자통신과 석사.
2000년 2월 광운대학교 전자통신과 박사.
1987~1993년 국방과학 연구소. 1993년~1999년 대덕대학 정보통신과 교수. 1999년~현재 동서울대학 정보통신과 교수

Tel : 031-720-2208

E-Mail : ljh7314@dsc.ac.kr