

애드혹 네트워크에서 임시 경로 설정 유니캐스트를 기반으로 한 향상된 멀티 홉 전송 기법

고 성 현*, 유 성 재**, 정 수 환**

Enhanced Packet Transmission in Ad-hoc Networks using Unicast with Temporary Routing

Sung-Hyun Ko *, Sung-Jae Yoo **, Sou-Hwan Jung **

요 약

스마트 패킷 에이전트는 유비쿼터스 네트워크 환경에서 사용자들의 단말에 라우팅 프로토콜 실행모듈과 서비스 실행모듈을 동적으로 제공해주기 위해 제안된 어플리케이션 서비스이다. 하지만 기존의 스마트 패킷 에이전트는 브로드캐스트 멀티 홉 전송기법을 사용함으로 인해 네트워크 내 트래픽 증가, 구성 노드들의 불필요한 참여, 낮은 전송 속도 등의 문제점을 발생시켰다. 본 논문에서는 브로드캐스트 멀티 홉 전송기법의 패킷 전송 소요 시간을 줄이고 네트워크 트래픽을 개선하기 위한 유니캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법을 제안한다. 유니캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법은 u-Zone Master가 이동 노드와의 Hop Counter 계산을 통하여 임시 라우팅 경로를 설정하게 함으로써, 스마트 패킷 에이전트의 네트워크 트래픽과 패킷 재전송률을 감소시킨다. 또한 본 논문에서는 슬라이딩 윈도우 기반의 UDP 전송 방식을 제안하여 기존의 Stop&Wait 방식이 지니고 있던 낮은 전송 속도 문제를 개선하였다. 제안 방식의 개선 사항은 성능 분석의 결과로 입증한다.

▶ Keyword : 유비쿼터스 네트워크, 애드혹 라우팅 프로토콜, 스마트 패킷, 패킷 통신, 슬라이딩 윈도우

Abstract

Smart packet agent is an application that is proposed to provide routing protocol and service module in ubiquitous network environment. However, it uses multi-hop broadcast, thus it causes increasing network traffic, low-speed data transmission, and the unnecessary joining nodes. In this paper, a transmit technique that uses unicast-based multi-hop to have lower network traffic and faster transmission time than the multi-hop broadcast technique. In our scheme, u-Zone Master establishes temporary routing paths by calculating moving nodes' hop-counter. Therefore, it reduces smart packet agent's network traffic and retransmission rate. Besides, this paper proposed

• 제1저자 : 고성현 교신저자 : 정수환

• 투고일 : 2010. 08. 23, 심사일 : 2010. 12. 01, 게재확정일 : 2010. 12. 27.

*(주)스파이어테크놀로지(Spire Technology Inc.)

** 송실대학교 정보통신공학과(School of Electronic Engineering, Soongsil University)

※ 이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No.2010-0000100)

an UDP transmission that bases on sliding window. Hence, the Stop & Wait transmission speed is improved. The results, which are taken by analyzing performance prove that the proposed scheme has better performance.

▶ Keyword : Ubiquitous Networks, Ad-hoc Routing Protocol, Smart Packet, Packet Transmission, Sliding Windows

I. 서론

최근 무선 네트워크 기술이 빠르게 발전함에 따라 사용자가 장소에 구애를 받지 않고 언제 어디서나 원하는 서비스를 제공받을 수 있는 유비쿼터스 시대가 현실에 더욱 가까워졌다. 유비쿼터스 네트워크[1]에서는 사용자가 실시간으로 주변 네트워크 환경과 끊임없이 통신하고, 유용한 상황 정보를 생성하고, 활용하게 된다. 이러한 유비쿼터스 네트워크를 보다 효과적으로 실현하기 위해 커뮤니티 기반의 유비쿼터스 네트워크 기술이 연구되고 있다.

커뮤니티 기반의 유비쿼터스 네트워크[2]는 모바일 애드혹 네트워크(Mobile Ad-hoc Networks)[3] 환경에서 사용자의 상황인식정보를 수집 및 분석하여 필요한 서비스를 제공하는 지능적인 네트워크다. 커뮤니티 기반의 유비쿼터스 네트워크 환경은 커뮤니티의 특성에 따라 AODV(Ad hoc On-demand Distance Vector)[4], OLSR(Optimized Link State Routing)[5], DSR(Dynamic Source Routing)[6]과 같은 각종 애드혹 라우팅 프로토콜 실행 모듈과 다양한 서비스 실행 모듈을 제공한다. 이와 같은 각종 애드혹 라우팅 프로토콜 실행모듈과 다양한 서비스 실행 모듈을 자유롭게 이동하고, 저장 공간이 제한적인 이동 노드에게 효율적으로 제공해 주기 위해 스마트 패킷 에이전트[7]가 제안되었다. 스마트 패킷 에이전트는 커뮤니티 기반의 유비쿼터스 네트워크에서 실행모듈을 동적으로 제공하고, 실행하며, 저장 공간이 제한적인 이동 노드를 고려하여 동적으로 실행모듈을 삭제한다. 스마트 패킷 에이전트는 새로운 커뮤니티 네트워크에 접근한 이동 노드에게 애드혹 라우팅 프로토콜 실행 모듈을 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법으로 전송한다. 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법은 애드혹 라우팅 프로토콜 실행모듈이 없어 u-Zone Master 또는 다른 커뮤니티 멤버들과 멀티 홉 경로를 설정할 수 없는 이동 노드를 고려한 전송기법으로 u-Zone Master가 브로드캐스트한 실행모듈 데이터 패킷을 커뮤니티 멤버들이 다시 브로드캐스트하여 멀티 홉으로 이동 노드에게 전송한다. 하지만 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법은 네트워크 트래픽 증가로 인한 데이

터 패킷 재전송률 증가, 브로드캐스트 전송으로 인해 모든 커뮤니티 멤버들이 전송과정 참여하게 되는 문제점이 있다. 결과적으로 실행모듈 전송속도가 저하되고, 전원이 제한적인 이동 노드의 불필요한 전원 소비가 발생한다.

본 논문에서는 유니캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법을 제안한다. 제안 기법은 스마트 패킷 에이전트의 패킷 재전송률과 네트워크 트래픽을 감소시키며 전송속도를 향상시켜 기존 기술이 가지고 있던 문제점을 해결해준다. 제안 기법의 성능은 스마트 패킷 에이전트의 실제 동작 실험을 통해 입증한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 커뮤니티 기반의 유비쿼터스 네트워크에 대해서 설명하고, 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법의 문제점을 분석한다. 3장에서는 기존 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법의 문제점을 개선하기 위한 유니캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법을 제안하고, 4장에서 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법과 유니캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법의 성능을 비교 분석한다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

2.1 스마트 패킷 에이전트

스마트 패킷 에이전트는 커뮤니티 기반의 유비쿼터스 네트워크 환경에서 존재하는 다양한 네트워크 서비스를 사용자의 상황인식정보를 기반으로 제공해주기 위해 제안되었다[7].

커뮤니티 기반의 유비쿼터스 네트워크 환경은 그림 1과 같이 uT-Gateway, u-Zone Master, 이동 노드로 구성되어 있다. u-Zone Master는 다른 u-Zone Master들과 유무선으로 연결되어 있으며, 각 u-Zone Master는 이동 노드들과 모바일 애드혹 네트워크를 형성한다. 이때 u-Zone Master와 이동 노드들로 형성된 네트워크를 커뮤니티라고 하며, 커뮤니티를 구성하고 있는 이동 노드들을 커뮤니티 멤버라고 한다. u-Zone Master는 커뮤니티 멤버들에게 애드혹 라우팅 프로토콜 실행모듈 및 서비스 실행모듈을 스마트 패킷 에이전트를 통해서 동적으로 제공하고, 커뮤니티 멤버들은 u-Zone Master와 연결되어 있는 uT-Gateway를 통해서 인터넷 망

으로 연결된다.

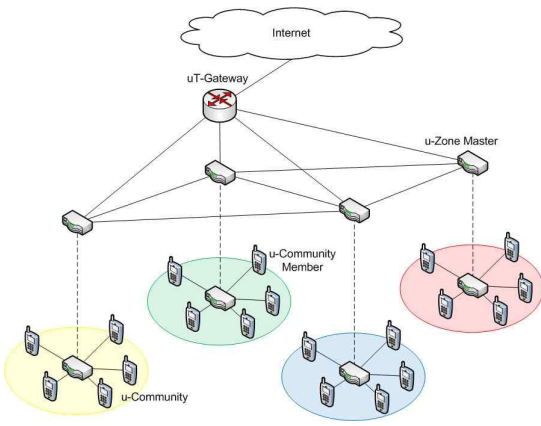


그림 1. 커뮤니티 기반의 유비쿼터스 네트워크 구조
Fig. 1. Structure of Community Based Ubiquitous Networks

스마트 패킷 에이전트는 이와 같은 커뮤니티 기반의 유비쿼터스 네트워크 환경의 u-Zone Master와 이동 노드에 설치되어 동작하며, 각종 에드혹 라우팅 프로토콜 실행모듈 및 다양한 서비스 모듈을 동적으로 제공해 준다.

이동 노드가 스마트 패킷 에이전트를 통해 u-Zone Master로부터 에드혹 라우팅 프로토콜 실행모듈을 전송받아 커뮤니티 멤버가 되는 과정은 3가지 단계로 구분되며, 그림 2와 같이 가입 요청단계, 에드혹 라우팅 프로토콜 실행모듈 전송단계, 커뮤니티 가입단계로 구성된다.

가입요청 단계에서 u-Zone Master는 자신의 고유 식별 정보와 커뮤니티 네트워크에서 사용하고 있는 라우팅 프로토콜 식별 정보를 포함한 Notify Hello 메시지를 주기적으로 브로드캐스트한다. Notify Hello 메시지를 수신한 커뮤니티 멤버들은 메시지를 다시 브로드캐스트하는 방법으로 u-Zone Master의 무선 전송범위 밖에 있는 이동 노드들에게 전달할 수 있다. 이때 커뮤니티에 가입하고자 하는 이동 노드는 필요 시 라우팅 프로토콜 실행모듈을 전송받기 위하여 Request 메시지를 브로드캐스트하여 u-Zone Master에게 전송한다.

에드혹 라우팅 프로토콜 실행모듈 전송단계에서 u-Zone Master는 가입요청 단계에서 받은 Request 메시지에 대한 Response 메시지를 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법을 사용하여 전송한다. 보내지는 Respnese 메시지는 라우팅 실행모듈이 포함되어 있다. 이후 Response 메시지를 수신 받은 이동 노드는 Request 메시지를 브로드캐스트하여

u-Zone Master에게 다음 Payload를 요청한다. 이와 같은 방법으로 u-Zone Master에게 에드혹 라우팅 프로토콜 실행모듈을 성공적으로 수신 받은 이동 노드는 커뮤니티 멤버가 되며, 커뮤니티 네트워크에 존재하는 다른 커뮤니티 멤버들과 멀티 홉으로 경로를 설정하고 통신할 수 있게 된다.

2.2 스마트 패킷 에이전트의 문제점

스마트 패킷 에이전트는 에드혹 라우팅 프로토콜 실행모듈이 없는 이동 노드에게 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법으로 에드혹 라우팅 프로토콜 실행모듈을 전송했다. 하지만 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법은 네트워크 트래픽 증가로 인한 재전송률 증가, 브로드캐스트 전송으로 인한 모든 커뮤니티 멤버의 전송과정 참여, Stop&Wait 전송으로 인한 전송시간이 증가되는 문제점이 있다. 다음은 스마트 패킷 에이전트에서 사용하는 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법의 문제점을 분석해 본다.

2.3.1 커뮤니티 내의 네트워크 트래픽 증가

u-Zone Master와 커뮤니티 멤버는 이동 노드에게 에드혹 라우팅 프로토콜 실행모듈을 멀티 홉으로 전송해 주기 위해서 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법으로 전송했다. 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법은 u-Zone Master와 커뮤니티 멤버가 에드혹 라우팅 프로토콜 실행모듈을 Response 메시지에 포함하여 브로드캐스트하고, Response 메시지를 수신 받은 이동 노드도 다음 Response 메시지를 요청하는 Request 메시지를 브로드캐스트한다. 이와 같은 전송기법은 u-Zone Master가 이동 노드에게 실행모듈을 전송해 주는 과정동안 네트워크 트래픽이 급격하게 증가하게 된다. 증가된 네트워크 트래픽으로 인해 데이터 패킷 손실률도 증가하게 되며, 손실된 데이터 패킷을 재전송하는 과정에서 불필요한 시간이 소비된다. 다음 표 1은 다양한 크기의 실행모듈을 1 홉, 2 홉 거리에서 u-Zone Master가 이동 노드에게 전송할 때 발생하는 데이터 패킷 손실률을 보여준다.

표 1. 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법에서의 데이터 패킷 손실률
Table 1. Retransmission Rate of Multi-hop Broadcast

| 거리 | 크기 | 500KB | 1MB | 3MB | 5MB |
|-----|-----|--------|--------|--------|--------|
| | 1 홉 | | 10.88% | 11.02% | 14.38% |
| 2 홉 | | 15.26% | 15.74% | 18.82% | 25.36% |

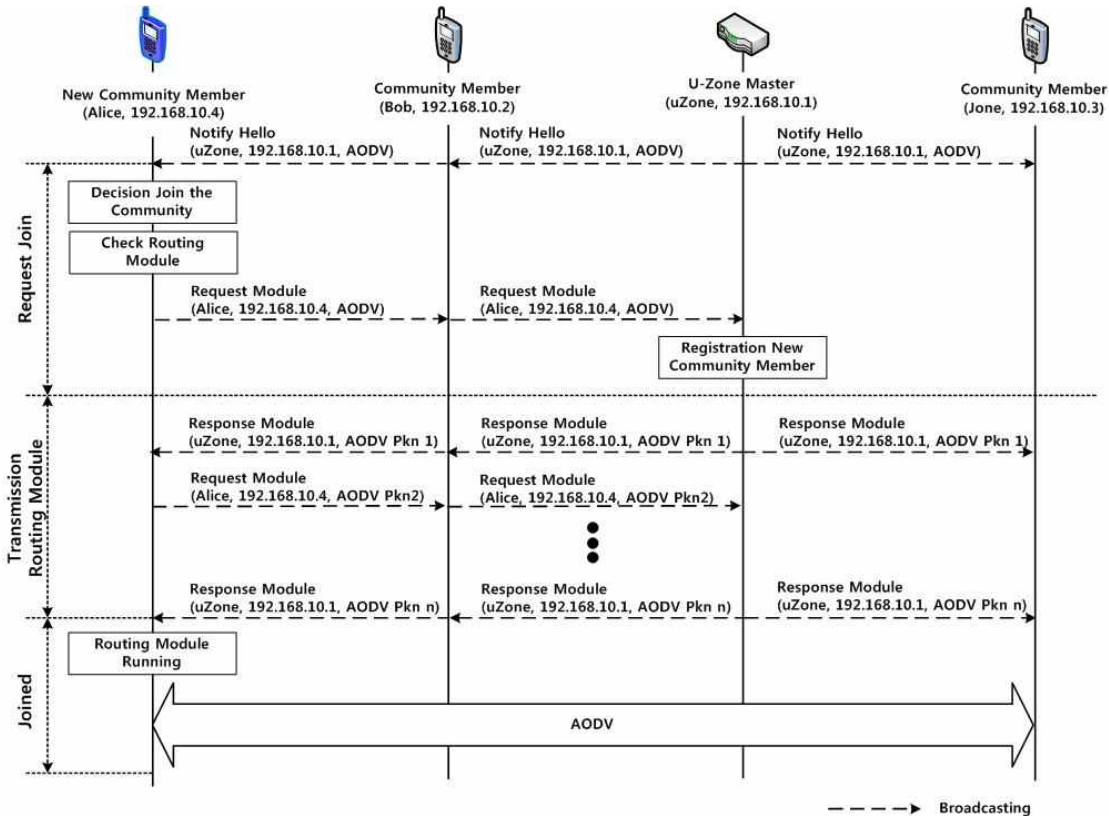


그림 2. 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법
Fig. 2. Multi-hop Broadcast Packet Transmission

2.3.2 모든 커뮤니티 멤버의 전송과정 참여

커뮤니티 네트워크는 넷북, 스마트폰, UMPC(Ultra Mobile Personal Computer) 등과 같이 전원이 제한적인 이동 노드로 구성되어있다. 이와 같은 전원이 제한적인 이동 노드들은 불필요한 전원 소비를 줄이기 위해 수신할 데이터가 없을 경우 절전모드로 전환하여 전원사용을 일시적으로 최소화 시킨다. 하지만 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법은 u-Zone Master가 브로드캐스트 한 데이터 패킷을 커뮤니티 멤버가 다시 브로드캐스트하여 멀티 홉으로 전송하기 때문에 커뮤니티 네트워크의 모든 커뮤니티 멤버가 전송과정에 참여 하게 되며, 전송 경로 상에 위치하지 않은 커뮤니티 멤버도 절전모드로 전환하지 못하고 불필요한 전원을 소비하게 된다.

2.3.3 비효율적인 Stop&Wait 전송기법

u-Zone Master는 신뢰적인 전송을 하기위해 각 데이터 패킷에 대해 ACK 메시지를 수신한다[8]. 이로 인해 u-Zone Master는 데이터 패킷을 전송한 이후 다음 데이터 패킷을 전송하기 위해서는 ACK 메시지의 수신을 대기한다. 이와 같은

과정에서 평균적으로 6msec의 불필요한 시간이 소비된다. 결과적으로 약 5Mbyte의 실행모듈을 전송하는 과정에서 불필요하게 소비되는 시간은 최소 29.682sec이며, 중간에 데이터 패킷이 손실되어 재전송하게 될 경우 불필요하게 소비되는 시간은 더욱 증가하게 되며, 결국 전송속도가 저하된다[9].

III. 제안 기법

커뮤니티 기반의 유비쿼터스 네트워크에서 애드혹 라우팅 프로토콜 실행 모듈이 없이 커뮤니티 네트워크에 접근한 이동 노드에게 u-Zone Master는 라우팅 프로토콜 실행 모듈을 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법으로 전송한다. 하지만 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법은 커뮤니티 내의 네트워크 트래픽 증가로 인한 재전송률 증가, 비효율적인 Stop&Wait 전송기법으로 인한 전송 시간 증가, 브로드 캐스트 전송기법으로 인한 이동 노드의 불필요한 전원소비와 같은 문제점이 있다.

본 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 커뮤니티 기반의 유비쿼터스 네트워크 환경을 고려한 유니캐스트 기

반의 멀티 홉 전송기법을 제안한다. 유니캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법은 임시 라우팅 경로 설정과정과 슬라이딩 윈도우 전송과정으로 구분된다.

3.1 임시 라우팅 경로 설정

기존 스마트 패킷 에이전트의 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법의 문제점인 네트워크 트래픽 증가로 인한 재전송률 증가, 브로드캐스트 전송으로 인한 전송 경로 상에 위치하지 않은 커뮤니티 멤버의 불필요한 전송과정 참여 및 전원 소비의 문제점을 해결하기 위해 임시 라우팅 경로 설정을 제안한다.

임시 라우팅 경로 설정은 에드혹 라우팅 프로토콜 실행모듈 없이 커뮤니티 네트워크에 접근한 이동 노드가 u-Zone Master에게 브로드캐스트로 실행모듈을 요청하는 과정에서 실행모듈을 전송해 주기 위한 임시적으로 라우팅 경로를 설정하고, 설정된 라우팅 경로를 통해서 실행모듈을 전송한다. 임시 라우팅 경로설정을 하기위해서 그림 3과 같이 TRH(Temporary Routing Header) 확장헤더를 제안한다.

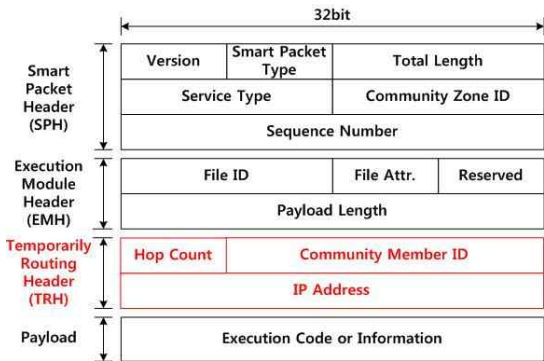


그림 3. 임시 라우팅을 위한 스마트 패킷 헤더
Fig. 3. Smart Packet Header for Temporary Routing

TRH는 임시 라우팅 경로 설정을 위한 확장 헤더이다. TRH를 구성하는 필드는 u-Zone Master와 이동 노드와의 거리를 나타내는 Hop Counter 필드와 전송 경로 상의 커뮤니티 멤버 식별정보를 나타내는 Community Member ID 필드, 그리고 커뮤니티 멤버의 IP 주소 정보를 나타내는 IP Address 필드로 구성되어 있다. 커뮤니티에 초기 접근한 이동 노드가 u-Zone Master로부터 에드혹 라우팅 프로토콜 실행 모듈을 전송받기 위해 TRH 확장헤더를 이용하여 임시 라우팅 경로를 설정하고 실행 모듈을 전송받는 과정은 그림 4와 같다. 그림 4의 Request Join과정과 같이 u-Zone Master는 u-Zone Master의 식별정보 'uZone'과 IP 주소

'192.168.10.1', 그리고 커뮤니티 네트워크에서 사용하고 있는 에드혹 라우팅 프로토콜 실행모듈 식별정보 'AODV'를 포함한 Notify Hello 메시지를 커뮤니티 네트워크에 브로드캐스트한다. u-Zone Master로부터 브로드캐스트된 Notify Hello 메시지를 수신받은 커뮤니티 멤버 Bob은 u-Zone Master의 무선 전송 범위 밖의 이동 노드도 Notify Hello 메시지를 수신 받을 수 있도록 Notify Hello 메시지를 다시 브로드캐스트한다. 커뮤니티 멤버로부터 브로드캐스트된 Notify Hello 메시지를 수신 받은 이동 노드 Alice는 메시지 안의 u-Zone Master 식별정보를 확인하고, 커뮤니티에 가입여부를 결정한다. 이후 커뮤니티에 가입을 결정한 이동 노드는 Notify Hello 메시지 안에 포함된 에드혹 라우팅 프로토콜 실행모듈 식별정보와 이동 노드가 보유하고 있는 실행모듈 식별정보와 비교하여 없을 경우 u-Zone Master에게 에드혹 라우팅 프로토콜 실행모듈 요청하는 Request 메시지를 브로드캐스트한다. 이동 노드 Alice는 Request에 TRH 확장헤더를 추가하고, TRH 확장헤더의 Hop Counter 필드에는 '0'으로 Community Member ID에는 'Alice', 마지막으로 IP Address 필드에는 자신의 IP 주소 정보인 '192.168.10.4'를 넣는다. 이때 TRH 확장헤더의 Hop Counter 필드는 자기 자신이기 때문에 '0'으로 한다. Alice로부터 브로드캐스트된 Request 메시지를 수신 받은 커뮤니티 멤버 Bob은 Alice의 TRH 확장헤더 뒤에 Bob의 정보를 포함한 TRH 확장헤더를 추가하고, Request 메시지를 다시 브로드캐스트한다. 이때 Bob은 Alice와 1 홉 거리이기 때문에 Hop Counter 필드에는 '1'을 넣는다. 커뮤니티 멤버 Bob으로부터 브로드캐스트된 Request 메시지를 수신 받은 u-Zone Master는 Alice를 새로운 커뮤니티 멤버로 등록하고 에드혹 라우팅 프로토콜 실행 모듈 전송을 위해 TRH 확장헤더를 확인한다. TRH 확장헤더에 마지막으로 추가한 Community Member가 Bob이며 Bob이 Alice와 1 홉 거리인 것을 확인한 u-Zone Master는 결과적으로 Alice와 u-Zone Master의 거리가 2 홉 거리인 것을 확인한다. 이후 TRH 확장헤더의 정보를 기반으로 u-Zone Master는 에드혹 라우팅 프로토콜 실행모듈을 Bob에게 Bob은 Alice에게 유니캐스트로 전송한다.

3.2 UDP(User Datagram Protocol) 기반의 슬라이딩 윈도우

기존의 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법에서는 Stop&Wait를 기반으로 에드혹 라우팅 프로토콜 실행 모듈을 전송했다. 하지만 Stop&Wait 전송 방법은 불필요한 ACK 메시지 대기시간으로 인해 전송속도를 저하시키는 문제

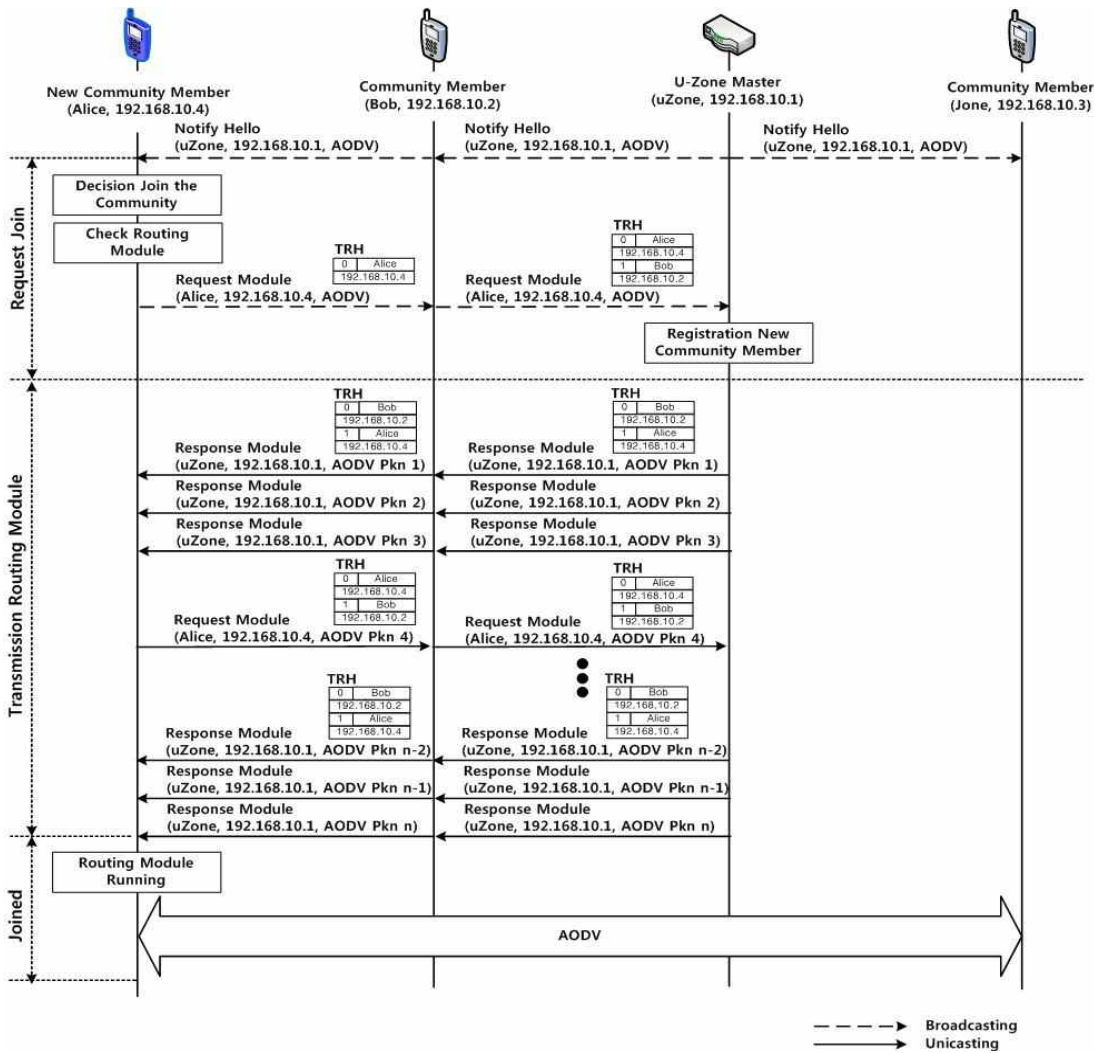


그림 4. 유니캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법
Fig. 4. Multi-hop Unicast Packet Transmission

점이 있었다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 Sliding Windows 전송기법을 UDP 환경에 적용하였다. UDP 환경에 슬라이딩 윈도우를 적용하기 위해 각 데이터 패킷에는 순서에 따라 일련번호를 부여하고, 윈도우의 크기만큼 데이터 패킷을 일괄적으로 유니캐스트 전송한다. 이후 중간에 손실된 데이터 패킷은 일련번호를 기반으로 검출하여 재전송 요청을 한다. 각 윈도우의 마지막 데이터 패킷은 일정시간 동안 이동 노드가 수신 받지 못하면 손실된 패킷으로 파악하고, u-Zone Master에게 재전송 요청한다. 그림 4의 Request Join 과정에서 TRH 확장헤더를 통해 임시 라우팅 경로를 설정한 이후 u-Zone Master는 Transmission Routing Module 과정에서 각 데이터 패킷에 일련번호를 부여하고, Windows의 크기만큼 일괄적으로 데이터 패킷을 전송한다. u-Zone

Master로부터 일괄적으로 전송된 데이터 패킷을 수신한 이동 노드는 중간에 손실된 데이터 패킷을 일련번호를 통해 확인하고, 손실된 데이터 패킷 재전송을 요청한다. 이후 u-Zone Master는 손실된 데이터 패킷을 재전송하고, 일괄적으로 전송된 데이터 패킷을 성공적으로 모두 수신한 이동 노드는 다음 데이터 패킷의 일련번호를 포함한 Request 메시지를 u-Zone Master에게 전송한다. u-Zone Master는 다음 윈도우를 일괄적으로 전송하고 이후 u-Zone Master로부터 애드혹 라우팅 프로토콜 실행모듈을 성공적으로 수신 받은 이동 노드는 동적으로 애드혹 라우팅 프로토콜 실행모듈을 실행시키고, 다른 커뮤니티 멤버들과 멀티 홉으로 경로를 설정하고 통신한다.

IV. 제안 기법 성능 분석

이 장에서는 기존의 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송 기법과 본 논문에서 제안하는 유니캐스트 기반의 멀티 홉 전송 기법에 대한 비교 실험을 하고 성능을 분석한다.

4.1 실험 환경

브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송 기법과 본 논문에서 제안한 유니캐스트 기반의 멀티 홉 전송 기법 비교 실험 환경은 다음과 같다. 네트워크 구성은 커뮤니티 기반의 유비쿼터스 네트워크 환경에서 이동 노드가 커뮤니티에 가입하는 과정을 재현하기 위하여 u-Zone Master, 커뮤니티 멤버, 커뮤니티에 가입을 시도하는 새로운 커뮤니티 멤버로 하였다. 실제 구현된 커뮤니티 기반의 유비쿼터스 환경을 고려하여 각 구성 요소는 무선 신호 전달 범위가 넓은 WLAN을 기반으로 1 홉 내지 2 홉 거리의 통신을 지원할 수 있도록 설계되었다. 실험 결과는 요구된 패킷의 재전송 빈도수와 전송 속도를 직접 측정하여 집계하였으며 실험을 위해 사용된 구성 요소들의 구체적인 사양은 다음과 같다.

- u-Zone Master : 노트북 1대
 - CPU : Pentium IV 1.7 GHz
 - 메모리 : 512 MB
 - 리눅스 커널 버전 : 레드햇 2.4.33
 - Wireless Lan 카드 : MMC Wave Cast
 - 스마트 패킷 에이전트 크기(리눅스) : 65.3 Kbyte
- Community Member : 노트북 1대
 - CPU : Core 2 1.66 GHz
 - 메모리 : 1 GB
 - 윈도우 버전 : Windows XP SP2
 - Wireless Lan 카드 : Intel Wireless Lan
 - 스마트 패킷 에이전트 크기(윈도우) : 88 Kbyte
- New Community Member : 모바일 1대
 - CPU : Bulverde PXA 270 520 Mhz
 - 메모리 : 384 GB
 - 윈도우 버전 : Windows Mobile 5.0
 - Wireless Lan 카드 : 802.11 b/g 무선랜
 - 스마트 패킷 에이전트 크기(모바일) : 88 Kbyte

4.2 성능 분석

위와 같은 실험환경에서 500KB, 1MB, 3MB, 5MB, 10MB의 다양한 크기의 실험모듈을 1 홉, 2 홉 거리에서 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송 기법과 유니캐스트 기반의 멀티 홉 전송 기법으로 전송하였을 때 재전송률과 속도를 비교 분석하였다. 그림 5은 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송 기법과 유니캐스트 기반의 멀티 홉 전송 기법으로 다양한 크기의 실험 모듈을 전송하였을 때 재전송률을 1 홉과 2 홉으로 분류하여 비교 분석한 그래프다. 기존의 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송 기법은 u-Zone Master가 전송하는 실험 모듈의 크기가 증가할수록 그래프가 증가하고 있다. 이는 전송하고자 하는 실험 모듈의 크기가 커질수록 커뮤니티 네트워크로 브로드캐스트하는 데이터 패킷의 양이 증가하기 때문에 전송과정에서 손실되는 데이터 패킷도 증가하게 되고, 결과적으로 데이터 패킷 재전송률도 증가하게 된다. 또한 2 홉 거리일 경우 이동 노드 이외에도 전송 경로 상에 위치한 커뮤니티 멤버에서도 데이터 패킷이 손실되기 때문에 u-Zone Master와 이동 노드가 1 홉 거리일 때 최대 재전송률인 17.37% 보다 높은 27.8%로 재전송률이 발생했다. 반면 유니캐스트 기반의 멀티 홉 전송 기법은 전송하는 실험모듈의 데이터 크기가 커질수록 재전송률이 낮아지는 것을 확인할 수 있다. 500KB의 실험모듈을 전송하는 과정에서는 다소 높은 재전송률을 보여주고 있으며, 1MB부터는 재전송률이 낮아지는데, 이는 500KB의 실험모듈을 전송하는 과정에서 발생하는 재전송 요청에 비해 전체 데이터 패킷의 양이 비교적 작기 때문에 비교적 높은 재전송률이 나왔다. 결과적으로 유니캐스트 기반의 멀티 홉 전송 기법은 1 홉에서 최대 6.32%, 2 홉에서 최대 9.6%로 재전송이 발생하였으며, 이는 기존의 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송 기법보다 1 홉에서는 최대 82.1% 감소하였으며, 2 홉에서는 최대 85.18% 감소하였다.

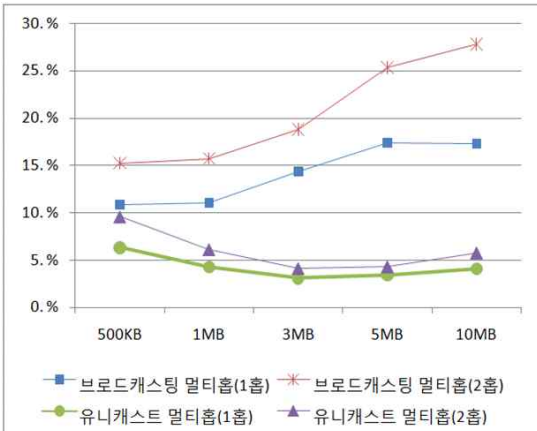


그림 5. 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법과 유니캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법의 재전송률
Fig. 5. Compare Multi-hop Broadcast and Multi-hop Unicast Retransmission Rate

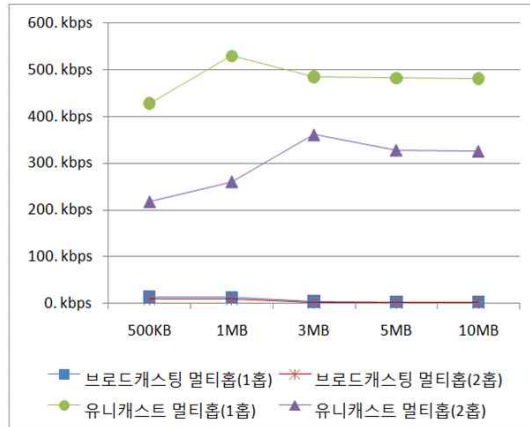


그림 6. 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법과 유니캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법의 전송속도
Fig. 6. Compare Multi-hop Broadcast and Multi-hop Unicast Transfer Rate

그림 6은 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법과 유니캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법으로 다양한 크기의 실행 모듈을 전송하였을 때 전송속도를 1 홉과 2홉으로 분류하여 비교 분석한 그래프다. 기존의 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법은 u-Zone Master가 전송하는 실행 모듈의 크기가 증가할수록 전송속도는 감소한다. 이는 기존의 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송방식이 전송하는 실행 모듈의 크기가 커질수록 중간에 손실되는 데이터 패킷의 수가 증가하고 손실된 데이터 패킷을 복구하기 위한 시간도 증가하였기 때문이다. 하지만 유니캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법은 데이터 패킷 손실률이 전송하고자 하는 실행 모듈의 크기가 커질수록 일정해지므로 전송속도 또한 실행 모듈의 크기가 커질수록 일정해진다. 500KB와 1MB의 실행모듈을 전송하는 과정에서는 전송속도가 일정하지 않았는데, 이는 중간에 손실되는 데이터 패킷을 복구하기 위해 소비되는 시간이 다른 실행모듈보다 전송시간이 낮은 500KB와 1MB 실행모듈 전송시간에 영향을 많이 주기 때문이다. 결과적으로 유니캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법은 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법보다 1 홉에서는 최대 162.68배 증가하였으며, 2 홉에서는 166.52배 증가하였다.

V. 결론

커뮤니티 기반의 유비쿼터스 네트워크는 언제, 어디서나 사용자가 원하는 서비스를 지능적으로 제공해주는 네트워크이다. 이와 같은 지능적인 네트워크 공간에서 다양한 네트워크 서비스 및 응용 서비스를 효율적으로 제공해 주기 위해 스마트 패킷 에이전트가 제안되었으며, 스마트 패킷 에이전트를 통해 이동 노드에게 애드혹 라우팅 프로토콜 실행모듈 및 서비스 실행 모듈을 동적으로 제공했다. 애드혹 라우팅 프로토콜 실행모듈이 없어 u-Zone Master와 멀티 홉 경로를 설정할 수 없는 이동 노드에게 기존의 스마트 패킷 에이전트는 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법으로 실행모듈을 전송했다. 하지만 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법은 커뮤니티 네트워크 내의 네트워크 트래픽 증가로 인한 재전송률 증가 및 비효율적인 Stop&Wait 전송기법으로 전송 시간이 증가되는 문제점이 있었다. 또한 브로드캐스트를 기반으로 실행 모듈을 전송하기 때문에 전송 경로 중간에 위치하지 않은 커뮤니티 멤버임에도 불구하고, 전송과정에 참여하여 불필요한 전원이 소비되는 문제점도 있었다. 본 논문에서는 기존의 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법의 문제점을 분석하고, 커뮤니티 기반의 유비쿼터스 네트워크 환경을 고려한 유니캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법을 제안했다. 유니캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법은 임시 라우팅 경로 설정과 슬라이딩 윈도우 전송을 적용하여 기존 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법의 문제점을 해결했다. 또한 유니캐스트 기반의 멀티

홉 전송기법과 기존 브로드캐스트 기반의 멀티 홉 전송기법의 성능을 실험을 통해 비교분석하여 재전송률은 감소시키고 전송속도는 향상시킨 것을 확인했다.

스마트 패킷 에이전트와 관련된 기존의 연구는 새로운 서비스의 제공과 보안 요소의 설계에만 중점을 두어왔으나 본 논문에서처럼 구체적인 구현을 통한 성능 향상을 목적으로 한 연구는 아직까지 진행된 적이 없다. 본 논문은 스마트 패킷 에이전트의 실질 패킷량을 조사하여 평가하는 방법으로 성능 측면에서의 개선사항을 염두해 두었으며, 이를 바탕으로 더욱 안정적으로 서비스를 제공해줄 수 있는 기법을 제안하였다.

향후 연구 과제는 인증된 커뮤니티 멤버들만이 커뮤니티 제공 서비스를 이용할 수 있도록 제어하는 구체적인 보안 프레임워크의 설계이며 성능 분석을 통하여 안전하고 효율적인 Community Member 인증 기법의 연구를 진행할 예정이다.

참고문헌

[1] H. chih-Lin, C. Chien-An, L. Chang-Jung and F. Chen-Wei, "Design of mobile group communication system in ubiquitous communication network," *Consumer Electronics*, Vol. 56, No. 1, pp. 88-96, May 2010.

[2] K. Namhi, P. Ilkyun, and K. Younghan, "Ubiquitous Zone Networking Technologies for Multi-Hop based Wireless Communications," *IWSOS 2006, LNCS 4123*, September 2006.

[3] S. Corson and J. Macker, "Mobile Ad-hoc Networking," *IETF Standard, RFC 2501*, January 1999.

[4] C. Perkins, E. Belding and S. Das, "Ad hoc On-Demand Distance Vector Routing," *IETF Standard, RFC 3561*, July 2003.

[5] T. Clausen and P. Jacquet, "Optimized Link State Routing Protocol," *IETF Standard, RFC 3626*, October 2003.

[6] D. Johnson, Y. Hu and D. Maltz, "The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad hoc Networks for IPv4," *IETF Standard, RFC 4728*, February 2007.

[7] Jaeduck Choi, Hyosun Roh, Souhwan Jung, Younghan Kim, "Routing Configuration Scheme of Ad hoc Node Using Smart Packet in Heterogeneous Routing Domains," *Korea Information and Communications Society*, Vol. 31, No. 9B, pp. 803-810, Sept. 2006.

[8] Weisong He, Guangmin Hu, Xingmiao Yao, Guangyuan Kan and Hong Wang, "Applying Multiple Time Series Data Mining to Large-Scale Networks Traffic Analysis," *CIS 2008&RAM2008*, pp. 394-399, November 2008.

[9] J. Li and Y.Q. Zhao, "Resequencing Analysis of Stop and Wait ARQ for Parallel Multichannel Communications," *IEEE/ACM*, Vol. 17, No. 3, pp. 817-830, May 2009.

[10] D. Hercog, "Generalised Sliding Windows Protocol," *IET Electronic Letters*, Vol. 38, No. 18, pp. 1067-1068, August 2002.

[11] P.G. Shah, Xu Huang and D. Sharma, "Sliding Windows Method with Flexible Windows Size for Scalar Multiplication on Wireless Sensor Networks Nodes," *ICWCSC 2010*, pp. 1-6, February 2010.

[12] A. Behzad and I. Rubin, "High Transmission Power Increases Capacity of Ad hoc Wireless Networks," *Wireless Communication*, Vol. 5, No. 1, pp. 156-165, January 2006.

[13] Jue Hong, Jiannong Cao, Wenzhong Li, Sanglu Lu and Daoxu Chen, "Minimum-Transmission Broadcast in Uncoordinated Duty-Cycled Wireless Ad hoc Networks," *Vehicular Technology*, Vol. 59, No. 1, pp. 307-318, January 2010.

[14] EunYoung Kang, "Node ID-based Service Discovery for Mobile Ad Hoc Networks," *Korea Society of Computer Information*, Vol. 14, No. 12, pp. 109-117, Dec 2009.

저 자 소 개



고 성 현
2010 : 숭실대학교
정보통신공학과 공학석사.
현 재 : (주)스파이어테크놀로지
기술본부 연구원
관심분야 : 애드혹 네트워크 라우팅,
USN 애드혹 네트워크 보안
E-mail : sunghyunkol018@gmail.com



유 성 재
2010 : 숭실대학교
정보통신전자공학부 공학사.
현 재 : 숭실대학교
정보통신공학과 공학석사과정
관심분야 : 애드혹 네트워크 보안, 사물
통신 보안
E-mail : ysj7777@ssu.ac.kr



정 수 환
1985 : 서울대학교 전자공학과 공학사.
1987 : 서울대학교 전자공학과 공학석사.
1996 : University of Washington
전자공학과 공학박사
현 재 : 숭실대학교
정보통신전자공학부 교수
관심분야 : 네트워크 보안, VoIP 보안,
이동 네트워크 보안, RFID
USN 보안
E-mail : souhwanj@ssu.ac.kr