

와이맥스 메쉬 네트워크에서 LSQR 스케줄링을 이용한 QoS 라우팅 성능 향상에 관한 연구

탁우영*, 이고운*, 조항기*, 유인태**

요약

무선 메쉬 네트워크는 확장성이 좋으며 넓은 지역에 서비스가 가능하므로 네트워크 음영지역 해소 및 우회, 분산 경로 구축을 위한 솔루션으로 각광받고 있다. 하지만 메쉬 네트워크는 인프라 기반의 네트워크보다 사용자에게 낮은 QoS를 제공한다. 본 논문에서는 모바일 WiMAX 기반의 메쉬 네트워크에서 라우팅 성능을 향상시키고 QoS를 보장하기 위한 LSQR (Load Sensing QoS Routing) 기법을 제안한다. LSQR 기법은 각각의 노드가 네트워크의 혼잡 상황을 인지하여 우회 경로를 선택한다. 이는 대량의 인터넷 트래픽이 발생할 때 centralized link에서 distributed link로 라우팅 경로를 변경하여 효과적인 부하 분산을 기대할 수 있다. NS-2를 이용한 시뮬레이션 결과로부터, 제안한 LSQR 기법이 기존의 다른 대표적인 라우팅 기법에 비해 패킷 손실을 감소하고 동시에 데이터 전송 속도를 증가함을 검증하였다.

키워드 : LSQR, 스케줄링, QoS, 와이맥스, 메쉬 네트워크

A Study on QoS Routing Performance Enhancement by using LSQR Scheduling in WiMAX Mesh Networks

Wooyoung Tak*, Gowoon Lee*, Hangki Joh*, Intae Ryoo**

Abstract

Recently, wireless mesh network has been focused as a core technology for resolving the issues of shadow zone and distributed bypass route as it has broad service coverage as well as good scalability features. It, however, provides users with relatively lower QoS than infrastructure-based networks. In order for addressing this QoS issue and also enhancing the routing performance of mobile WiMax mesh network, this paper proposes a load sensing QoS routing (LSQR) scheme. In the proposed LSQR, each node figures out network congestion status and selects a bypass route accordingly. With this scheme, we can expect good load balancing effect by changing the routing paths from centralized links to distributed links under a heavy traffic condition. From the simulation results using NS-2, it has been verified that the LSQR shows lower packet loss rates and data transmission delays than the existing representative routing schemes.

Keywords : LSQR, Scheduling, QoS, WiMax, Mesh Network

1. 서론

※ 교신저자(Corresponding Author): Intae Ryoo
접수일:2013년 11월 07일, 수정일:2013년 12월 07일
완료일:2013년 12월 15일
* 경희대학교 대학원 컴퓨터공학과
** 경희대학교 컴퓨터공학과 교수
Tel: +82-31-201-2599, Fax: +82-31-201-2599
email: itryoo@khu.ac.kr
■ 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2013-H0301-13-1006)
■ 본 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원

최근 스마트폰의 보급과 무선 네트워크 서비스가 가능한 단말의 증가로 데이터 트래픽이 급격하게 증가하고 있다. 증가하는 데이터를 처리하기 위해서 인프라의 확충이 필요하다. 하지만 자본 투자에 의한 설비의 증설만이 증가하는 트래픽에 대한 해결책은 아니다. 운전자가 네비게이션으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임 (2012-0001313)

이션을 통해 정체 구간에 대한 정보를 획득하여 우회 도로를 이용해 목적지까지 돌아가는 방법이 있다. 교통 정보를 통해 정체 구간을 피해서 운행한다면 거리는 멀어지지만, 더욱 빠른 시간에 목적지에 도달할 수 있을 것이다. 이처럼 네트워크 트래픽에서도 추가적인 인프라의 구축 이외에도 상대적으로 부하가 덜한 구간으로 우회 경로를 선택함으로써 네트워크 전체의 안정성과 효율을 높이고 과부하를 방지할 수 있다. 이러한 방법의 적용을 위해서 인프라 기반의 네트워크보다 무선 메쉬 네트워크가 적합하다.

최근 무선 메쉬 네트워크는 기존 이동 통신망보다 인프라에 대한 의존성이 적고, 시간 및 비용 경감 효과 등의 많은 장점으로 인해 주목받고 있다[1]. 또한, 유선의 인프라에 비해 적은 비용으로 무선 백본 네트워크 구축이 가능하며 빠르고 유연하게 네트워크의 확장이 가능하므로 매우 효율적이다. 이와 같은 장점으로 기존의 무선 네트워크를 활용한 커버리지의 확대로 네트워크 음영 지역을 없애고 우회경로와 분산경로를 확보할 수 있다.

본 논문에서는 광대역 무선 통신인 WiMAX 메쉬 모드를 활용해 우회 경로를 선택하여 부하를 분산하는 방안에 대해 연구하였다. 이는 라우팅의 성능을 향상시키고 사용자에게 QoS (Quality of Service), QoE (Quality of Experience)를 보장할 수 방법이다.

본 논문은 다음과 같은 순서로 구성된다. 2장에서는 메쉬 네트워크에서 라우팅 방안과 QoS를 보장하기 방안에 대해 알아본다. 3장에서는 LSQR (Load Sensing QoS Routing) 기법을 통해 효율적인 경로 탐색 방안에 대해 알아본다. 4장에서는 시뮬레이션을 통하여 LSQR 알고리즘을 검증하였다. 이를 통하여 LSQR 기법이 높은 오버헤드에도 지연시간과 패킷의 손실이 감소하는 것을 보였다. 5장 결론에서는 요약 및 향후 연구 방안에 대해 논의한다.

2. 관련연구

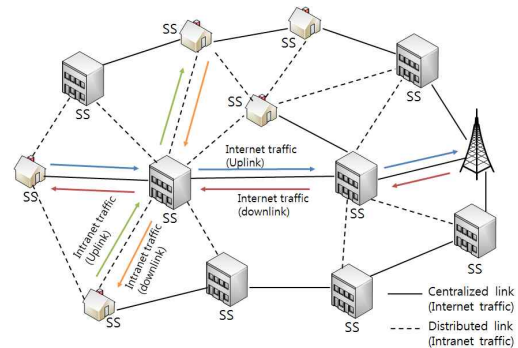
2.1 IEEE 802.16 메쉬 네트워크

Mobile WiMAX는 PMP (Point to Multipoint) 모드와 Mesh 모드로 동작한다[2]. PMP 모드는

SS (Subscriber Station)과 BS (Base Station)의 직접 통신만 허용한다. 반면, 메쉬 모드에서는 SS가 다른 SS들을 통해서 BS와 연결되거나 BS와 직접 연결도 가능하다. 대신 PMP 모드만 이동성을 지원하고 메쉬 모드는 이동성을 지원하지 않아 고정된 SS만 통신이 가능하다. 본 논문에서는 메쉬 모드에 중점을 두고 연구를 진행하였다.

(그림 1)은 Mobile WiMAX 기반의 무선 메쉬 네트워크에서 데이터 흐름을 보여준다. 네트워크 링크는 centralized link와 distributed link로 분류되어 인터넷 트래픽과 인트라넷 트래픽을 처리한다. 인터넷 트래픽은 CS (Centralized Scheduling)에 의해 경로가 결정되고, 인트라넷 트래픽은 DS (Distributed Scheduling)에 의해 경로가 결정된다. CS의 경우 메쉬 BS는 각 SS에게 고정 시간 슬롯을 비율적으로 할당하며, DS 경우 제어 메시지 전송을 관리하는 스케줄링 기능과 데이터 영역을 할당을 관리하는 스케줄링 기능으로 구분된다.

(그림 1) Data Flow of WiMAX Mesh Network



(Figure 1) WiMAX 메쉬 네트워크의 데이터 흐름

2.2 Mobile WiMAX QoS 클래스

Mobile WiMAX는 사용자에게 우수한 서비스 제공을 위해 QoS 클래스를 정의하고 있다[3]. 정의된 QoS 파라미터는 UGS (Unsolicited Grant Service), rtPS (real-time Polling Service), ertPS (extended rtPS), nrtPS (non-real-time Polling Service), BE (Best Effort) 등이 있다. UGS는 CBR (Constrant Bit

Rate)와 TDM (Time Division Multiplexer) 서비스 같은 주기를 가진 고정된 크기의 데이터 패킷을 통해 실시간 트래픽을 지원한다. rtPS는 주기를 가진 가변 크기의 데이터 패킷을 통해 실시간 트래픽을 지원하고, 오디오와 비디오 스트리밍에 사용된다. ertPS는 유동적 간격의 주기를 가진 가변 크기의 데이터 패킷을 통해 실시간 트래픽을 지원하고, 잡음을 제거한 VoIP (Voice over Internet Protocol)에 사용된다. nrtPS는 delay tolerant 트래픽을 지원하고 파일 전송에 사용된다. BE 서비스는 웹브라우징과 메일 전송 같은 일반적인 데이터 서비스를 지원한다.

2.3 메쉬 네트워크 라우팅 기법

2.3.1 QOLSR

QOLSR (QoS Optimized Link State Routing Protocol)[5]은 MANeT(Mobile Ad-hoc Network)을 위해서 제안된 OLSR[6]을 QoS 라우팅으로 확장한 라우팅 프로토콜이다. QOLSR은 QoS 정보를 전체 네트워크에 퍼뜨리고 QoS 요구사항을 만족하는 라우팅 경로를 찾기 위해서, QMPR (QoS Multipoint Relay) 선택 알고리즘을 제안하고 HELLO 메시지와 TC 메시지의 형식을 변경한다.

2.3.2 CDQAR

CDQAR (Centralized-Distributed Queue-Aware Routing)[7]은 WiMAX 메쉬 모드에서 라우팅 동작을 위한 프로토콜이다. CDQAR은 CQAR[8] (Centralized Queue-Aware Routing)의 향상된 방안으로 좀 더 복잡한 혼잡 감지 알고리즘으로 더욱 향상된 성능을 이끌어냈다. CQAR은 혼잡 감지를 위해 centralized link의 큐 길이를 사용한다. 그러나 이 파라미터는 일반적인 상황에서 효과적이지 못하다. 그러므로 centralized link의 큐의 길이뿐만 아니라 distributed link의 큐의 길이도 고려하도록 수정하였다.

CDQAR은 네트워크 혼잡을 방지하기 위해 MAC 계층으로부터 얻은 큐의 길이 정보를 기반으로 인터넷 트래픽의 라우팅을 변경하는 라우팅-스케줄링 알고리즘이다. 만약 SS가 하나 이상의 잠재적인 부모 노드를 가진다면, 잠재적인 부모 노드들 사이에 두 번째 노드가 SS의 초

기화 동안에 가상의 부모 노드가 된다. CS 부분에 혼잡한 경우에 SS는 부모 노드에서 가상의 부모 노드로 인터넷 트래픽의 라우팅을 변경한다. 인터넷 트래픽의 분산으로 centralized link 사용이 감소하여 부하를 줄일 수 있다. 그러므로 CS 부분의 전체 트래픽은 감소하고, 시스템은 혼잡 상태에서 비 혼잡 상태로 바뀌게 된다. 인터넷 트래픽을 방해하지 않기 위해서 SS는 CS 부분에 혼잡 상황이 종료되었을 때, 가상의 부모 노드에서 부모 노드로 인터넷 트래픽의 라우팅을 경로를 전환한다.

2.3.3 기존 라우팅의 특징 및 문제점

QOLSR은 Proactive 라우팅 프로토콜의 OLSR의 확장판으로 경로 관련 정보를 다른 주변 노드들에게 주기적으로 송수신하여 라우팅 경로를 설정하는 방식이다. 노드 간의 주기적인 라우팅 정보 교환을 통한 경로정보는 데이터 전송 이전에 라우팅 테이블을 통해 관리한다. 이러한 라우팅 정보는 노드의 토폴로지 변경 시 주변 노드들에게 전달되며 주변의 노드들은 테이블의 정보를 갱신하게 된다. 그러므로 QOLSR은 실제 데이터 전송 시 최적 경로를 통한 빠른 라우팅이 가능하며 QoS를 보장할 수 있다. 하지만 주기적인 정보 교환으로 오버헤드가 높게 나타난다.

CDQAR은 Kuran이 제한한 WiMAX 메쉬 네트워크에서 라우팅 방안으로 CQAR의 확장된 개념이다. 미리 설정된 경로를 통해 빠른 라우팅이 가능하며, 크로스 레이어 기술 적용을 통한 네트워크의 혼잡을 쉽게 감지하여 다른 경로를 선택할 수 있다. 반면 복잡한 네트워크 혼잡 감지 방법과 환경에 따른 성능 변화의 심화로 실제적인 구현의 어려움이 있다.

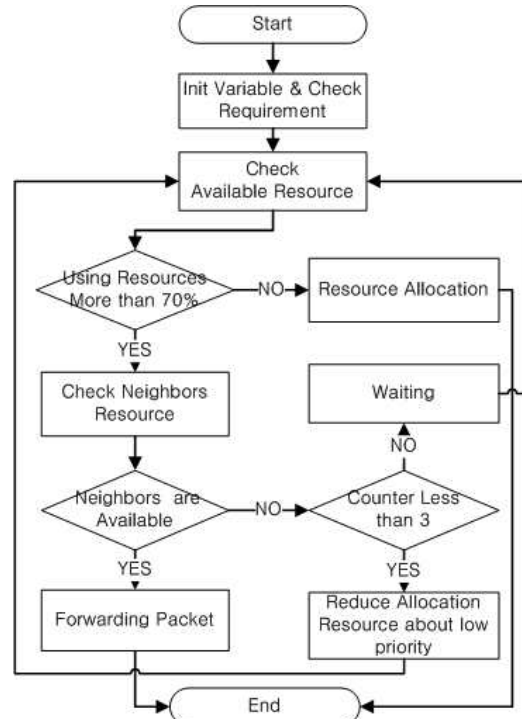
3. LSQR 기법

LSQR (Load Sensing QoS Routing) 기법은 WiMAX 메쉬 네트워크 영역에서 효율적인 라우팅을 제공하기 위해, 본 논문에서 제안하는 스케줄링 방법이다. QOLSR과 CDQAR의 장점을 결합하여 단점을 보완함으로써 더욱 효율적인 하이브리드 방식을 적용하였다. 와이맥스 메쉬 네트워크에서 각 노드는 자신과 주변의 시스템 정

보를 주고받음으로써 네트워크 상황을 파악하고 우회경로를 검색한다. 우회경로는 미리 정해진 인터넷 경로만을 따라가는 것이 아니라 인터넷 경로를 활용하여 노드 스스로 능동적으로 결정할 수 있다.

와이맥스의 메쉬 모드는 인터넷 트래픽과 인터넷 트래픽으로 구분하여 전송한다. 일반적으로 사용자들에게 인터넷으로 접속 가능하도록 서비스를 제공하는 것이 네트워크 제공자로서의 주된 목표이다. 그러므로 네트워크 접속에서 대부분의 트래픽은 인터넷 트래픽이다. 동시에 많은 사용자가 인터넷 서비스를 이용하려 한다면 트래픽의 증가로 BS로 전송하거나 BS로부터 수신하는 데이터 서브프레임의 CS 부분에 부하가 발생한다. 메쉬 모드에서 데이터 서브프레임은 CS와 DS 두 부분으로 나뉜다. CS와 DS 부분의 서브프레임의 크기는 BS에 의해 결정된다. 그러므로 BS는 데이터 서브프레임의 CS-DS 할당을 변경해 주어야 한다[9]. 그러나 BS는 DS 부분의 데이터 서브프레임을 활용할 방법은 표준에 정의되지 않았으며, CS-DS 할당 변화를 동적으로 수행하는 방법도 제정되지 않았다. 그러므로 BS는 혼잡에 대처하기 위해서 CS-DS 설정을 사용할 수 없다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 (그림 2)와 같이, CS 부분에 혼잡이 발생할 때 인터넷 트래픽을 위해 데이터 서브프레임의 DS 부분을 적절하게 사용하도록 허용하는 라우팅 기법을 제안한다.

(그림 2) 스케줄링 알고리즘



(Figure 2) Scheduling Algorithm

전송할 데이터를 수신하면 스케줄링 프로세스가 시작되고 Counter는 0으로 초기화된다. Counter는 알고리즘에서 몇 번의 루프를 수행하였는지 알 수 있는 변수이다. 또한, 루프 수행 횟수에 따라 다른 프로세스를 수행함으로써 적절한 서비스를 수행할 수 있다. 다음 홉으로 전달할 패킷을 수신하면 대역폭의 요구량과 현재 사용 중인 대역폭 및 할당 가능한 대역폭을 점검한다. 자원을 할당해줬을 경우에 전체 대역폭이 70% 이하가 된다면 자원을 할당해주고, 그렇지 않다면 이웃 노드의 현재 가용한 대역폭을 확인하고 처리 가능 여부를 판단한다. 데이터를 처리할 만한 충분한 대역폭을 가진 노드가 존재한다면 그 노드로 패킷을 전달한다. 가용한 대역폭의 결과를 수신결과를 통해 그 노드에 대한 정보를 분석하여 BS에서부터 가장 가까운 노드로 데이터를 전송한다. 단, 수신한 데이터를 전송한 노드와 현재의 노드를 기준으로 BS에서부터 2홉 이상 떨어진 노드는 제외한다. 만약 패킷을 처리할 만한 충분한 자원을 가진 이웃 노드

가 존재하지 않는다면 Counter가 3 이하인지 검사한다. Counter가 3 이하라면 낮은 우선순위의 패킷 전송인 nrtPS, BE 전송에 관한 우선순위를 감소시켜 UGS, ertPS, rtPS 서비스에 대한 QoS를 보장한다. 기존 WiMAX 시스템의 QoS 우선순위에 따라 주기를 가진 실시간 트래픽의 우선순위가 정의되어 있지만, 혼잡상황에 보다 나은 서비스를 위해 조정이 필요하다. 이 과정을 3번 반복했을 때 더 이상의 조절로 인한 성능향상이 거의 없으므로 잠깐의 대기시간을 가지게 된다. Counter 값을 1만큼 증가시키고, 그 값이 3보다 크다면 t 시간만큼 대기하게 된다. t 시간의 초깃값은 10msec이며, 반복될 때마다 2배 씩 증가한다. t 값이 3sec 이상이 되었을 경우 t는 다시 10msec로 초기화되고 패킷은 폐기된다. (그림 2)에서 라우팅 경로 설정을 위한 전체 스케줄링을 보여준다.

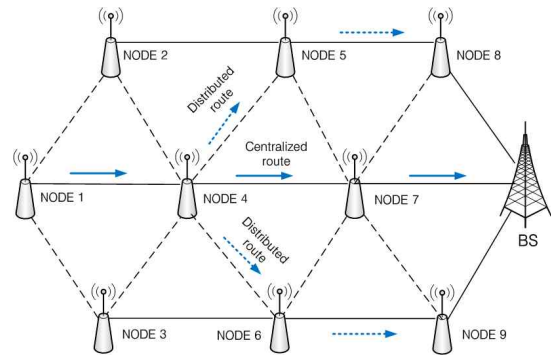
평온한 트래픽의 상황에서는 패킷의 흐름이 원활하여 정상적인 서비스가 가능하다. 하지만 혼잡한 트래픽의 상황에서 사용자는 정상적으로 네트워크를 이용할 수 없게 된다. 와이맥스 메쉬 네트워크에서 사용자의 밀도가 높은 지역이나 순간적으로 사람들이 몰려 과도한 트래픽이 일부 구간에서 LSQR 스케줄링을 적용하여 부하분산의 효과를 기대할 수 있다. 부하 분산을 통한 네트워크의 QoS/QoE를 향상 정도를 측정해본다.

4. 시뮬레이션 및 성능분석

4.1 시뮬레이션 환경

본 논문에서는 제안한 LSQR 스케줄링 기법의 성능을 평가 및 비교하기 위해 NS-2를 이용하여 노드 간 시뮬레이터를 구축하였다. 시뮬레이터는 모바일 와이맥스 메쉬 모드 시스템에서 특정 노드로부터 BS까지 라우팅 성능을 분석하는데 사용되었다. (그림 3)은 시뮬레이션에 활용된 네트워크 토폴로지를 보여준다.

(그림 3) 성능 비교 및 분석을 위한 네트워크 토폴로지



(Figure 3) Network Topology for Comparing and Analyzing Performance

<표 1> 시뮬레이션 파라미터

Parameter	Setting Value
Simulation Timer	200 sec
Node Count	10
Distance between node	100 m
Transmission Distance	100 m
PHY, MAC Protocol	IEEE 802.16 Mesh Mode
Traffic	UDP, VoIP
Packet Size	1024 bytes
Link Bandwidth	10 Mbps

<Table 1> Simulation Parameter

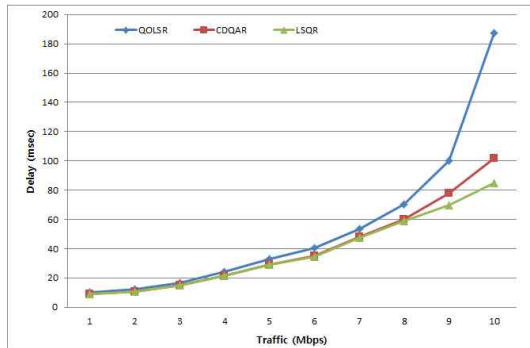
네트워크 토폴로지에서 실선은 Centralized link이고 점선은 Distributed link이다. 각각의 노드와 BS의 물리 계층과 MAC 계층에서 와이맥스 표준의 메쉬 모드를 사용하였고 이동성이 거의 없으므로 이동 시나리오는 고려하지 않았다. 시뮬레이션에 사용된 파라미터들은 <표 1>에 정리하였다.

4.2 시뮬레이션 환경

4.2.1 임의의 트래픽 상황에서 성능 분석

노드 1에서 발생한 트래픽이 BS까지 도달하기까지 얼마만큼의 지연이 발생하는지 알아보았다. 각 노드간의 링크의 대역폭은 10Mbps이고, UDP 트래픽의 발생 정도에 따라 네트워크의 혼잡도가 달라진다. UDP 트래픽이 1~10 Mbps로 배경 트래픽으로 작용하고, 노드 1에서 VoIP 트래픽을 10 ~ 100 packet/sec을 전송하여 BS에 도달하기까지 지연시간, 패킷 전달률, 컴퓨팅 오버헤드를 측정한다. 지연시간은 노드 1에서 BS까지 패킷이 전달되는데 걸리는 시간을 측정하고, 패킷 전달률은 전체 전송된 VoIP 패킷의 개수와 성공적으로 BS까지 전달된 패킷의 개수를 측정하여 Goodput의 비율을 측정한다. 컴퓨팅 오버헤드는 각각의 경로결정을 위한 프로세싱 평균 시간을 측정하여 컴퓨팅 오버헤드를 측정하였다.

(그림 4) 트래픽 부하에 따른 지연시간

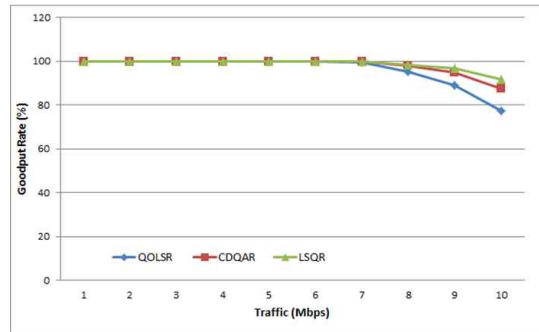


(Figure 4) Delay Time for Traffic Overload

(그림 4)는 백그라운드 트래픽에 의한 혼잡 지수에 따라 VoIP 패킷이 BS까지 도달하는데 걸리는 지연시간을 측정하였다. 모든 라우팅에서 트래픽의 증가와 함께 지연시간의 급격한 증가를 관찰할 수 있다. LSQR은 QOLSR과 4Mbps 이상의 트래픽에서부터 조금씩 지연시간 간의 차이가 벌어진다. CDQAR과 비교하여 7Mbps 이하의 구간에서 지연이 동일하게 측정되고 8Mbps 이상의 트래픽에서 비교적 큰 폭의 지연시간의 차이를 볼 수 있다. LSQR은 QOLSR과 CDQAR의 비교에서 낮은 트래픽 상황에서는 비슷한 수준의 지연을 보이지만, 트래픽이 증가할수록 지연시간은 비교적 소폭의 상승하는 것을 볼 수 있다. 특히 80% 이상의 구간에서는 다른 라우팅

과 지연시간의 큰 차이가 나타난다.

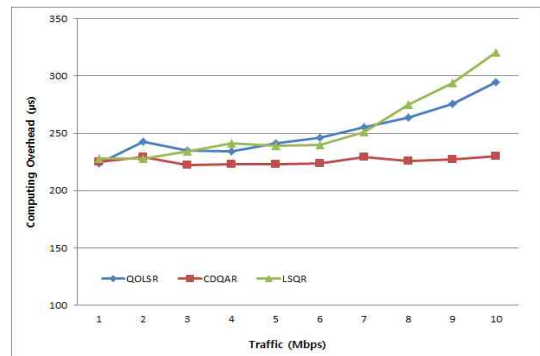
(그림 5) 트래픽 부하에 따른 패킷 전달률



(Figure 5) Packet Transmission Rate for Traffic Overload

(그림 5)는 7Mbps 이상의 트래픽에서부터 라우팅 별로 조금씩 패킷 전달률의 차이가 벌어진다. LSQR은 다른 두 라우팅과의 비교해서 7Mbps 이전의 구간에서는 동일한 결과를 보이지만 8Mbps 이상의 트래픽에서 패킷 전달률의 차이를 볼 수 있다. LSQR, QOLSR, CDQAR은 낮은 부하에서 증가한 트래픽만큼의 처리량의 증가하여 100%의 데이터 전달률을 보이지만, 높은 트래픽 구간에서 처리량의 한계로 데이터 전달률이 감소하는 것을 볼 수 있다. LSQR은 다른 라우팅 기법보다 패킷 전달률이 소폭으로 감소하여 비교적 우수한 성능을 보인다.

(그림 6) 트래픽 부하에 따른 컴퓨팅 오버헤드



(Figure 6) Computing Overhead for Traffic Load

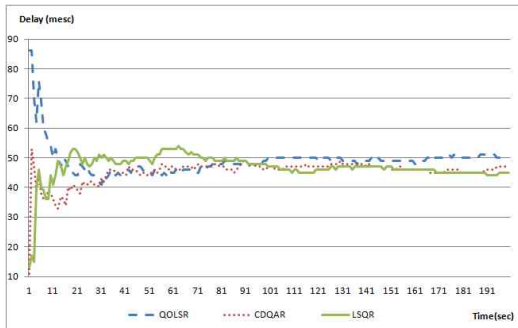
(그림 6)은 백그라운드 트래픽에 의한 혼잡

지수에 따라 우회 경로를 탐색하기 위한 컴퓨팅 오버헤드를 측정하였다. LSQR 라우팅 기법은 7Mbps 이상의 트래픽에서부터 컴퓨팅 오버헤드가 급격히 증가한다. CDQAR의 오버헤드는 트래픽의 증가와 상관없이 동일하게 측정되고, QOSLR은 비교적 소폭으로 일정하게 증가한다. LSQR 기법은 다른 라우팅 기법보다 80% 이상의 구간에서는 오버헤드가 크게 나타난다. 하지만 현재의 장비들의 GHz급 프로세싱 능력으로 비추어 봤을 때 μ s 단위의 오버헤드는 ms 단위의 지연시간에 극히 일부분에 지나지 않으므로 전체적인 시스템의 향상에 큰 저해요인이 되지 않는다.

4.2.2 랜덤 트래픽 상황에서 성능 분석

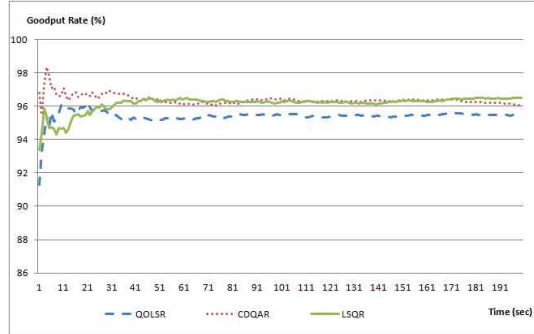
앞선 실험에서 임의의 백그라운드 트래픽 환경에서 성능을 측정하였다. 좀 더 일반적인 트래픽 상황을 대비해 랜덤한 백그라운드 트래픽 환경에서 성능 차이를 측정하기 위해 200초 동안의 트래픽을 측정하고 누적된 평균값을 통해 실제와 유사한 환경에서 평균적인 성능을 측정하고 다른 스케줄링과 비교를 통해 우수함을 증명해 보도록 한다.

(그림 7) 랜덤한 트래픽 상황에서의 지연시간



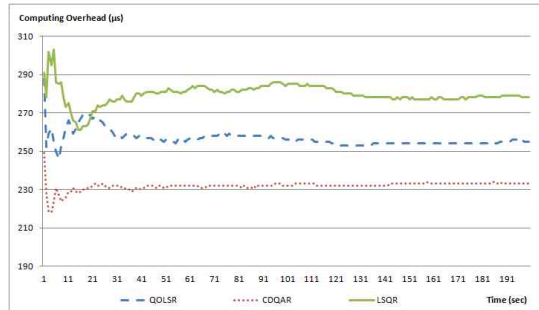
(Figure 7) Delay Time in Random Traffic

(그림 8) 랜덤한 트래픽 상황에서의 패킷 전달률



(Figure 8) Packet Transmission Rate in Random Traffic

(그림 9) 랜덤한 트래픽 상황에서의 컴퓨팅 오버헤드



(Figure 9) Computing Overhead in Random Traffic

일반적인 상황에 가까운 랜덤한 트래픽을 입력결과, LSQR 스케줄링 기법은 CDQAR에 비해 지연시간이 작고 패킷 전달률이 높은 것으로 보아 라우팅 성능이 향상되었다. (그림 9)와 같이 컴퓨팅 오버헤드의 급격한 증가를 보이지만 GHz 급의 뛰어난 컴퓨팅 장비의 활용으로 컴퓨팅 오버헤드는 성능에 별다른 영향을 주지 않는다.

결론적으로 LSQR 기법은 컴퓨팅 오버헤드에도 불구하고 QOLSR과 CDQAR에 비해 트래픽의 과부하 상황에서 낮은 지연과 높은 데이터 전송률을 보여 전체적인 성능이 향상되었음을 검증하였다.

5. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 WiMAX 기반의 무선 메쉬 네트워크에서 혼잡상황에도 QoS 보장을 위해 스케줄링을 통한 QoS 라우팅 기법을 제안하였다. 그리고 네트워크 시뮬레이터를 통한 검증을 수행하였다. LSQR은 네트워크의 혼잡 상황을 대비해, 각각의 노드가 한 홉 거리의 인접 노드의 대역폭 변화를 인지하여 Centralized link에 혼잡 상황 발생 시 Distributed link를 통해서 트래픽의 경로를 분산 및 우회할 수 있도록 제안하였다. 이는 모든 링크가 혼잡할 경우 서비스 우선순위에 따른 실시간 트래픽에 대해 대역폭을 보장해 줌으로써 QoS를 향상시킬 수 있다. 결론적으로 편중된 트래픽의 부하를 줄이고 트래픽을 분산시켜 좀 더 원활한 통신이 이루어지도록 하며 네트워크의 안정성을 높일 수 있을 뿐만 아니라 사용자의 체감 만족도를 높일 수 있다. 검증을 통해 LSQR 기법이 지연시간을 줄이고, 패킷 전달률을 향상시켰다. 하지만 노드의 판단만으로는 네트워크 전체 상황을 고려할 수 없으므로 노드와 BS 간의 정보 교환을 통해 더욱 최적화된 시스템 설계 방안에 대한 연구가 필요하다.

References

[1] Jae-Sung Roh, Hwi-Jin Ye, "A Study on the Performance of Home Embedded System Using a Wireless Mesh Network," Digital Contents Society, vol. 8, no.3, pp. 323-328, 2007.

[2] IEEE 802.16, "IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems Amendment 2: Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands and Corrigendum 1," 2006.

[3] Alasti, M., Neekzad, B., Jie Hui, Vannithamby, R, "Quality of Service in WiMAX and LTE Networks", IEEE Communications Magazine, Vol.48 Issue.5, May 2010, pp.104-111.

[4] Ian Akyildiz, Xudon Wang, Weilin Wang, "Wireless

Mesh Networks: A Survey," Elsevier Computer Networks, Vol. 47, No. 4, pp.445-487, Mar. 2005.

[5] H. Badis and K. A. Agha, "Quality of Service for Ad Hoc Optimized Link State Routing Protocol," IETF Draft, draft-badis-manet-qolsr-05.txt, March 2007.

[6] T. Clausen et al., "Optimized Link State Routing Protocol," IETF MANET RFC 3626, Oct., 2003.

[7] Kuran M. S., Gur G., Tugcu T., Alagoz F., "Application of the Cross-Layer Paradigm for Improving the Performance of WiMAX", IEEE Wireless Commun. vol.17, Issue. 3, pp.86-95. June, 2010.

탁 우 영



2010년 : 경희대학교 컴퓨터공학과
학사
2012년 : 경희대학교 컴퓨터공학과
석사

2013년~현재: SK 하이닉스 연구원
관심분야 : 이동통신, 무선광대역통신, 네트워크 QoS/QoE

이 고 윤



2012년 : 경희대학교 컴퓨터공학과
학사
2012년~현재 : 경희대학교 컴퓨터
공학과 석사과정

관심분야 : IPTV, 모바일 클라우드, 인터넷워킹



조 항 기

2004년 : 경희대학교 컴퓨터공학과
학사
2008년 : 경희대학교 컴퓨터공학과
석사
2008년~현재 : 경희대학교 컴퓨터
공학과 박사과정

2004년~2005년: 삼성전자 연구원

2006년~2009년: (주)아이컨택트 연구원

관심분야 : UMA(Unlicence Medium Access), IPTV,
네트워크 모니터링



유 인 태

1987년 연세대학교 전자공학과
학사
1989년 연세대학교 전자공학과
석사
1994년 연세대학교 전자공학과
박사
1997년 동경대학교 컴퓨터공학
과 박사

1997년~1999년 삼성전자 선임연구원

1999년~현재 경희대학교 컴퓨터공학과 교수

관심분야 : 인터넷 기술/IPTV, 네트워크 QoS/QoE,
트래픽 관리, 무선 통신, 네트워크 보안