

멀티네트워크 환경에서 QoS 기반 네트워크 선택 알고리즘

윤주상

동의대학교 멀티미디어공학과

e-mail:jsyoun@deu.ac.kr

QoS based Network Selection Algorithm in Multi-Network Environments

JooSang Youn

Department of Multimedia Engineering, Dong-Eui University

요 약

최근 이동통신 시스템 및 통신기술의 발달로 인해 동일 장소에서 동일 시간에 다양한 접속 네트워크에 접근이 가능하다. 또한 스마트폰과 같은 다양한 네트워크에 접속 할 수 있는 멀티인터페이스를 장착한 장치들이 등장하고 있다. 하지만 기존 네트워크 프로토콜은 단일인터페이스를 가정하고 구현되어 있다. 따라서 멀티인터페이스 환경에서 응용 서비스 요구에 맞는 네트워크 인터페이스를 선택할 수 있는 기능이 없다. 따라서 본 논문에서는 응용서비스가 요구하는 네트워크 품질에 맞는 최선의 네트워크를 선택할 수 있는 멀티인터페이스 기반 QoS 방법을 제안한다.

키워드

멀티네트워크, IEEE 802.11e, IEEE 802.16, QoS

1. 서 론

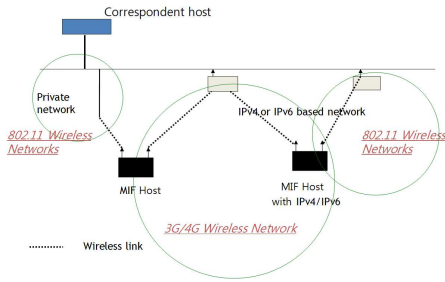
최근 무선네트워크 환경은 다양한 무선 접속 기술이 존재하며 이 기술들을 통해 WLAN-WMAN과 같은 이종네트워크 서비스가 제공되고 있다. 또한 다양한 접속 기술을 갖춘 멀티인터페이스 이동단말이 출시되고 있으며 이로 인해 무선네트워크를 사용하는 데이터가 유선네트워크를 이용하는 데이터를 추월하고 있다. 무선네트워크는 유선네트워크에 비해 대역폭 한계가 있다. 따라서 멀티인터페이스를 통해 기존 싱글인터페이스 이용 시 대역폭 한계를 극복하기 위한 다양한 연구가 진행 중이다. 본 논문에서는 멀티네트워크 환경에서 멀티인터페이스 기반 품질 보장 서비스 방법을 제안한다. 제안기법은 이동단말이 WLAN, WMAN 연결이 가능한 이종네트워크를 가정하며 특히, WLAN은 IEEE 802.11e 기반 무선랜, WMAN은 UMIS 시스템을 가정한다.

기존 IEEE802.11 WLAN 기술은 QoS 서비스를 제공하기 못한다. 따라서 모든 데이터가 최선형 서비스(best effort)를 제공 받는다. 하지만 IEEE 802.11e 기술은 MAC 계층에서 데이터 타입 및 우선순위에 따라서 차별화된 서비스를 제공할 수 있다. IEEE 802.11e는 두 가지 모드로 동작한다. 하나는 경쟁 기반 Enhanced Distributed Coordinated Access (EDCA) 모드이며 다른 하나는 폴링 기반 Controlled Channel Access (HCCA) 모드이다. EDCA는 MAC 계층에 4개의 Access Category(AC)를 정의하고 있으며 4개의 AC는 AC_VO(voice), AC_VI(video), AC_BE(best effort), AC_BK(background)등이다. 따라서 EDCA 모드에서는 4개의 AC를 통해 우선순위 별로 차별화된 서비스를 제공한다. 또한 트래픽 별로 요구되는 서비스 요구

사항에 따라서 각 AC 별로 큐를 가지고 있으며 각 AC는 minimum contention window(CWMin), maximum contention window(CWMax), arbitrary inter-frame spacing(AIFS), transmission opportunity(TxOP)등의 설정 값을 다르게 하여 서비스 차별화를 실행한다.

본 논문에서는 WLAN-WMAN과 같은 이종네트워크 환경에서 QoS 기반 네트워크 선택 알고리즘을 제안한다. 다시 말해 멀티인터페이스 이동단말은 데이터 전송 시 사용될 네트워크로 링크 성능이 좋은 WLAN을 우선 선택한다. WLAN 내부에서는 IEEE 802.11e 프로토콜을 통해서 QoS가 제공된다. 따라서 video 데이터가 WLAN를 통해 데이터 전달 시 AC_VI(video)를 이용한다. 이때 우선순위가 높은 AC_VO에 voice 데이터가 존재할 경우 video 데이터는 우선순위가 낮기 때문에 서비스 감소가 있을 수 있다. 이때 만약 UMIS 네트워크가 AC_VI 보다 빠른 서비스를 제공한다면 video 데이터는 WMAN를 통해 데이터를 전달하면 좀 더 나은 서비스를 제공 받을 수 있다. 다른 데이터의 경우도 마찬가지로 WLAN을 통한 서비스 보다 UMIS를 통한 서비스 품질이 좋은 경우 UMIS 네트워크를 통해 서비스를 받을 수 있도록 네트워크를 선택한다. 본 논문에서 제안하는 QoS 모델은 soft QoS 모델이다. Soft QoS 모델은 QoS를 제공하기 위해 별도로 시그널링 절차를 수행하지 않는다. 이는 네트워크 오버헤드를 추가로 발생시키지 않는 모델이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 네트워크 모델을 정의하고 3장에서 멀티인터페이스 기반 QoS 네트워크 선택 알고리즘을 제안하고 4장에서 결과 및 추후 연구에 대해서 기술한다.



[그림 1] 멀티 네트워크 모델

II. 네트워크 모델

본 논문에서는 그림 1과 같은 네트워크 모델을 가정한다.

네트워크 구성은 IEEE 802.11e 기반 무선랜과 3G 네트워크 기술로 UMIS 네트워크를 가정한다. 또한 멀티인터페이스 이동단말은 무선랜, UMIS 인터페이스 장치를 가정한다. 멀티인터페이스 단말은 두 개의 인터페이스를 통해서 WLAN, WMAN 등에 다중 연결 설정이 가능하다. 이동노드는 그림 2처럼 5개의 포워딩 큐를 가지고 있다. 4 개의 큐는 IEEE 802.11e에 정의된 AC이며 1개는 UMIS 포워딩 큐이다. 네트워크 선택 기능은 논리인터페이스 내에 정의된다. 논리인터페이스[2, 3]는 IP 계층에서 물리적 인터페이스의 변화를 숨기기 위한 기술로 사용된다.

III. QoS 기반 네트워크 선택 알고리즘

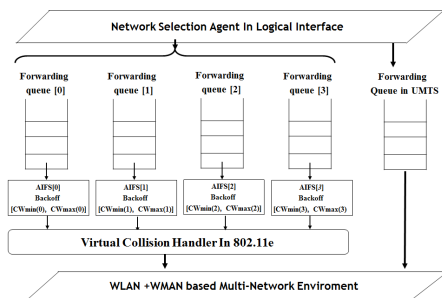
본 절에서는 서비스 모델 정의, 각 포워딩 큐의 성능 파라미터 정의 및 네트워크 선택 알고리즘 등을 기술한다.

3.1 서비스 모델 정의

본 논문에서의 QoS 서비스는 다음과 같이 4개로 정의한다.

- 낮은 지연 서비스(Low delay service)
- 높은 대역폭 성능 서비스(high throughput service)
- 낮은 손실 서비스(low loss service)
- 최선 서비스(best effort service)

응용 서비스별로 위에 정의된 서비스를 매핑하면 다



[그림 2] 멀티인터페이스 이동노드 내 포워딩 큐

음과 같다.

- Voice 서비스는 엄격한 플레이백타임을 요구한다. 따라서 다른 서비스 보다 낮은 지연 서비스로 매핑 된다.
- Video 서비스는 대부분 높은 대역폭과 낮은 지연이 요구된다. 따라서 다른 서비스 보다 높은 대역폭 성능 서비스로 매핑 된다.
- 벌크 데이터(Bulk data) 서비스는 TCP 프로토콜을 이용하는 응용으로 데이터 손실에 민감하다. 따라서 다른 서비스 보다 낮은 손실 서비스와 매핑 된다.
- 나머지 서비스는 어떤 QoS 성능도 요구하지 않는 서비스로 정의된다. 따라서 최선 서비스로 매핑 된다.

3.2 포워딩 큐 성능 파라미터

포워딩 큐 성능 파라미터는 다음과 같다.

- Expected Forwarding Delay (S_i)
- Expected Waiting Delay (W_i)
- Average Drop Rate (D_i)

Expected Forwarding Delay(S_i)는 i 번째 큐에서 패킷이 포워딩 큐에 도착 이후 다음 홉까지 성공적으로 전달될 때까지의 지연으로 정의된다. S_i 는 포워딩 큐(forwarding queue)에서의 큐잉 지연(queue delay)과 링크 서비스 지연(link service queue)으로 구성된다. 따라서 S_i 는 식 1과 같이 정의된다.

$$S_i = \bar{Q}_i + \bar{L}_i \tag{1}$$

평가된 큐잉 지연과 링크 은 평균값은 weighted moving average를 취한다. 각 패킷이 서비스가 완료된 후 \bar{Q}_i 는 식 2와 같이 업데이트 된다.

$$\bar{Q}_i = \beta \bar{Q}_i' + (1 - \beta) Q_i \tag{2}$$

여기서 \bar{Q}_i' 는 전 패킷 서비스까지의 평균 큐잉 지연 값이며 β 는 weighting factor ($\beta < 1$)이며 Q_i 는 현재 서비스된 패킷의 큐잉 지연 값이다.

링크 서비스 지연의 경우도 큐잉 지연과 같은 방식을 사용한다. 각 패킷이 서비스가 완료된 후 \bar{L}_i 는 식 3와 같이 업데이트 된다.

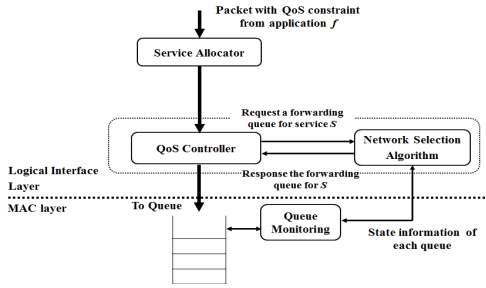
$$\bar{L}_i = \beta \bar{L}_i' + (1 - \beta) L_i \tag{3}$$

여기서 \bar{L}_i' 는 전 패킷 서비스까지의 평균 링크 서비스 지연 값이며 β 는 weighting factor ($\beta < 1$)이며 L_i 는 현재 서비스된 패킷의 링크 서비스 지연 값이다.

Expected Waiting Delay (W_i)은 새로운 패킷이 큐에 도착에서 링크 서비스를 받기 전까지 큐에서 대기하는 지연으로 정의된다. W_i 는 식 4처럼 정의된다.

$$W_i = N_i \times \bar{L}_i \tag{4}$$

여기서 N_i 는 현재 i 큐에 남아있는 패킷 수이며 \bar{L}_i 는 전 패킷 서비스까지의 평균 링크 서비스 지연 값이다.



[그림 3] 네트워크 선택 방법

Average Drop Rate (\overline{Dr}_i)는 i 큐의 평균 손실률이다. 패킷 손실은 큐()와 데이터 전송 시 링크 손실()로 구분할 수 있다. 링크 손실의 경우 링크 전송 시 충돌에 의해 발생한다. 의해 따라서 \overline{Dr}_i 는 식 5처럼 정의된다.

$$\text{---} \quad (5)$$

여기서 --- , --- 는 식(6), 식 (7)에 의해서 평가된다. 식 (6), (7)는 ISW 평가방법[2]을 통한 평균값을 갖는다.

$$(6)$$

$$(7)$$

3.3 네트워크 선택 알고리즘

본 서브 장에서는 위에서 정의한 성능평가 방법을 통해서 각 큐의 현재 서비스 상태를 측정하고 이 결과를 기반으로 응용이 요구한 QoS를 만족하는 최선의 네트워크를 선택하는 방법을 제안한다. 그림 3은 본 논문에서 제안하는 QoS 모델의 개념도이다. QoS 요구를 가진 응용 패킷은 service allocator를 통해 QoS 요구사항을 패킷에 마킹한다. 이후 QoS Controller는 패킷을 위해 네트워크 선택 알고리즘을 통해 네트워크를 선택하고 선택된 네트워크 포워딩 큐로 패킷을 전달한다. 또한 네트워크 선택 알고리즘은 Queue monitoring을 통해 주기적으로 현재 포워딩 큐의 서비스 상태 정보를 유지한다.

위에 정의한 서비스 모델 별 네트워크 선택 알고리즘은 다음과 같다. 우선 낮은 지연 서비스(Low delay service)의 경우 네트워크 선택 알고리즘 식 8에 따른다.

$$(8)$$

여기서 S_B 는 포워딩 큐 집합이다. 고려되는 포워딩 큐는 IEEE 802.11e AC_AI와 UMIS 포워딩 큐이다. t 시간에 Expected Forwarding Delay 값이 작은 포워딩

큐를 선택한다.

높은 대역폭 성능 서비스(high throughput service)의 경우는 식 9를 따른다.

$$(9)$$

여기서 S_B 는 포워딩 큐 집합이다. 고려되는 포워딩 큐는 IEEE 802.11e AC_AO와 UMIS 포워딩 큐이다. t 시간에 Expected Waiting Delay 값이 작은 포워딩 큐를 선택한다.

낮은 손실 서비스(low loss service)의 경우는 식 10을 따른다.

$$(10)$$

여기서 S_B 는 포워딩 큐 집합이다. 고려되는 포워딩 큐는 IEEE 802.11e AC_BE와 UMIS 포워딩 큐이다. t 시간에 Average Drop Rate 값이 작은 포워딩 큐를 선택한다.

나머지 서비스는 어떤 QoS 성능도 요구하지 않는 서비스이다. 따라서 AC_BK를 통해 서비스를 받는다.

IV. 결론

기존 QoS 모델은 싱글인터페이스를 가정하고 제안되었다. 하지만 최근 들어 다양한 무선 접속기술 개발로 인해 멀티인터페이스를 이용한 다중연결이 가능하며 이를 통해 응용이 요구하는 서비스 요구 사항을 멀티네트워크 내에서 제공할 수 있게 됐다. 본 논문은 멀티네트워크 환경에서 멀티인터페이스 이동단말이 다양한 네트워크를 통해 응용이 요구한 서비스를 만족시킬 수 최선의 네트워크를 선택할 수 있는 QoS 모델을 제안한다. 이 모델에서는 4개의 서비스 모델 정의, 포워딩 큐의 성능 방법 및 네트워크 선택 알고리즘을 제안한다. 추가적 연구로 제안한 QoS 모델의 성능을 평가할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임. (No. 2011-0027004)

참고문헌

- [1] D.D. Clark and W. Fang, "Explicit allocation of best-effort packet delivery service, IEEE/ACM Transactions on Networking," No. 6, pp. 362 - 373, August 1998.
- [2] <http://datatracker.ietf.org/wg/netext/charter/>
- [3] T. Melia, S. Gundavelli, et al., "Logical Interface Support for multi-mode IP Hosts," IETF Internet draft, draft-ietf-netext-logical-interface-support-01.txt, October 24, 2010.