

---

# 전술환경에서의 VoIP 서비스를 위한 Dynamic QoS 기법 연구

신동윤\* · 김영길\*\*

## Dynamic QoS Mechanism for supporting VoIP Service in Tactical Communication Environment

Dong-Yun Shin\* · Young-Kil Kim\*\*

### 요 약

군 전술통신환경은 ALL-IP 기반에서 음성, 영상, 문자 등의 다양한 서비스 제공을 목적으로 진화되고 있다. 제약 조건이 많은 전술통신 인프라 환경에서 가입자의 요구 수준에 맞는 서비스의 품질 수준을 보장하면서 이러한 서비스를 제공하기 위해서는 전술통신환경의 무선 전송링크, 부대단위 및 개인 이동성 등의 특성을 고려한 서비스 품질 보장 방안이 요구된다. 이 논문은 전술통신환경에서 개인별 또는 임무별로 차별화 된 서비스 품질 보장을 위하여 QoS 제공 수준을 서비스 시점에 VoIP 교환기가 동적으로 결정함으로써 사용자의 이동상황에 관계없이 원래 받고 있던 동일한 서비스 품질을 제공받을 수 있는 기법을 제시한다.

### ABSTRACT

Tactical communication environment evolving for the purpose of providing services such as voice, video and text based on ALL-IP. Therefore, To be able to guarantee QoS level which meets the required level of subscriber for these services in the constrained tactical communication infrastructure, it is required to take the characteristics such as wireless transmission link, mobility of troops or personal into service quality scheme. In this paper, to support differentiated QoS for each individual or mission in the tactical communication environment, we presents a technique that can provide same QoS level which was served originally regardless of the situation to user's move through dynamically determining the QoS level to be provided at the time of the service request on VoIP-Switch.

### 키워드

서비스 품질 보장, 종합 서비스, 차별화 서비스, 홉별 행위, 세션 개시 프로토콜, 인터넷 전화

### Key word

QoS, IntServ, DiffServ, PHB, SIP, VoIP

---

\* 준회원 : 아주대학교  
\*\* 종신회원 : 아주대학교 (교신저자, ykkim@ajou.ac.kr)

접수일자 : 2012. 04. 19  
심사완료일자 : 2012. 05. 11

## I. 서 론

인터넷 기술의 발전에 따라, 상용 통신망에서의 음성 통신 개념은 기존의 회선교환 방식에서 벗어나 패킷교환 방식으로 변화하고 있다. 군용 전송통신망에서의 음성 통신도 음성 데이터를 IP 패킷으로 변환하여 전송하는 VoIP (Voice over Internet Protocol) 기술의 적용이 추진되고 있다.

이러한 패킷교환 기반 전송통신망에서는 상용 통신망과는 전송링크의 효율적인 사용, 우수한 통화 품질과 다양한 부가서비스 제공 등을 위하여 임무의 중요성, 개인 및 부대단위 이동성 등의 특성을 고려한 서비스 품질 보장 구조를 설계하여야 한다.

본 논문에서는 일반적인 QoS 개념과 상용 통신망에서의 QoS 기법을 살펴보고, 전송통신환경에서의 QoS 제공 구조 설계를 위한 주요 고려사항을 설명한다. 도출된 고려사항을 바탕으로 전송통신환경에서 VoIP 교환기 중심의 VoIP 서비스를 위한 Dynamic QoS 기법을 제시한 후 결론으로 마무리를 짓는다.

## II. 관련 연구

오늘날 멀티미디어 서비스와 실시간 처리를 요하는 서비스가 증가함에 따라 네트워크 자원을 효율적으로 사용하면서도 사용자의 요구에 맞는 필요한 서비스 품질을 제공할 수 있는 기술이 필요하게 되었다.

### 2.1. 서비스 품질 보장

상용 인터넷에서의 서비스 품질 보장을 위한 연구는 RSVP(Resource ReSerVation Protocol)를 기반으로 한 종합 서비스(Integrated Services) [1]와 차등 서비스(Differentiated Services)[2]로 요약될 수 있다.

종합 서비스는 각 응용의 요구를 RSVP라는 IP 신호 프로토콜을 이용하여 지연시간을 각 응용 플로우 상태를 유지하여 보장해 주는 서비스이다. 하지만, 백본 네트워크 상에서는 플로우 상태를 유지하는 것에 따른 확장성이 제공되지 않기 때문에 차등 서비스가 제안되었다.

차등 서비스는 IPv4 헤더에 있는 TOS(Type of Service)

필드를 DS 필드로 재정의 하며, PHB (Per-Hop Behavior)라는 기본적인 패킷 전송 방법을 정의하고 있다. 차등 서비스 네트워크로 전달되는 모든 패킷들은 DS 필드에 DSCP (DiffServ Code Point)가 설정되며, DSCP[3]는 PHB와 연관되어 있기 때문에 차등 서비스 네트워크의 모든 라우터들은 DSCP에 따라서 패킷을 처리할 수 있다.

### 2.2. QoS 지원 구조

이러한 QoS 지원 구조는 QoS 처리를 위한 설정 값이 고정되어 일률적으로 처리되느냐 아니면 상황에 맞게 변경이 가능하냐에 따라 구분된다. Static QoS 구조는, 라우터에서 Classification Table을 설정 및 관리하므로 단말 이동 상황에서 가입자 별 QoS 제공을 위해서는 이동망의 라우터에 Classification Table의 재설정이 필요하다. 반면, Dynamic QoS의 경우, 단말에서 제공 받을 수 있는 서비스 품질 수준은 서비스 요청 시점에서 가입자의 등급과 요청 서비스 종류에 따라 Dynamic 하게 결정된다. 이는 전송망에 무관하게 가입자 프로파일 변경이 가능하므로 QoS 정책 변경에 대한 효율적인 대처와 단말 이동성에 따른 사용자 별 QoS 제공이 가능하다. Policy Based QoS는 QoS 정책 제어부에서 QoS 정책 실행부를 동적으로 제어하여 네트워크 상황에 맞는 QoS 기능을 지원하는 구조이며, QoS 정책 변경에 대한 효율적인 대처와 단말 이동성에 따른 사용자 별 QoS 제공이 가능하다는 측면에서 Dynamic QoS와 같은 맥락으로 설명될 수 있다.[4]

### 2.3. 전송통신환경에서의 QoS 고려사항

전송통신환경에서 VoIP 기반 서비스들을 가입자의 수준에 맞게 이동상황에 관계없이 적절한 서비스 품질 수준을 보장해 줄 수 있으려면, 일반적인 상용통신환경과 비교하여 전송통신환경의 다음과 같은 몇 가지 특징들을 고려하여야 한다.

첫째, 전송통신망에서의 백본망을 형성하는 무선전송링크는 수메가급의 협대역이며, 배치위치 및 날씨 등 환경변화에 민감한 BER(Bit Error Rate)을 가짐으로, 상황에 맞게 언제든지 QoS 정책이 변경될 수 있다.

둘째, 휴대용 단말기, 무전기 등을 보유한 가입자가 다른 지역 및 부대 간을 이동하며 VoIP 서비스를 요청할 수 있다.

셋째, 개인별/임무별로 요청 서비스 형태에 따른 서비스 품질 수준을 차등화 하여 지원할 수 있어야 한다. 예를 들면, 지휘관 통화가 일반 병사들의 통화보다 우선 처리되어야 하며, 긴급전문이 일반 단문메시지보다 우선시 처리되어야 한다는 것이다.

### III. 가입자별 QoS 제공을 위한 Dynamic QoS 기법 설계

위와 같이 도출된 전술통신환경에서의 QoS 고려사항을 기반으로, 상용에서의 QoS 기법을 보완하여 실제 전술통신망의 QoS 제공 구조를 다음과 같이 제시한다.

#### 3.1. 구조 설계

제안하는 구조는 QoS 처리를 위한 역할에 따라 QoS 정책 설정부와 QoS 정책 적용부로 구분한다. QoS 정책 설정부는 주로 NMS 장비의 역할로 VoIP 교환기에 가입자별 QoS 등급 정보 및 요청 서비스 별 DSCP 코드 맵핑 정보, 가입자 별 서비스 실행권한 정보를 설정하고, 라우터에 DiffServ 기반 QoS 보장을 위한 트래픽 제어 정보(DSCP 코드 별 Policing, Shaping, Queuing 정책 등)를 설정한다.

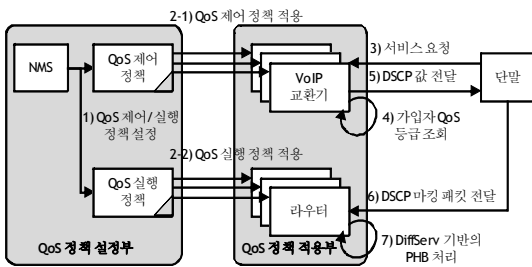


그림 1. 전술통신환경에서의 Dynamic QoS 구조  
Fig. 1 Dynamic QoS in tactical communication

QoS 정책 적용부는 QoS 정책 설정부에서 정의된 QoS 정책을 적용하여 수행하는 장비의 역할로 VoIP 교환기에서는 가입자 단말에서 서비스 요청 시, 보유하고 있는 가입자 정보 테이블에서 가입자 QoS 등급을 조회하여 가입자 단말로 전송하는 역할을 수행하며, 라우터에서는 가입자 단말에서 가입자 등급에 따라 DSCP 값이

마킹된 패킷들을 QoS 정책 설정부에서 적용했던 QoS 실행 정책에 따라 처리하는 역할을 수행한다.

다음은 제안하는 구조 기반으로 VoIP 교환기에서 관리하고 있는 가입자 정보 관리 테이블 구조 및 가입자 QoS 등급 조회 알고리즘, VoIP 교환기와 단말 간 연동 인터페이스에 대한 세부 설계 사항을 설명한다.

#### 3.2. 가입자 정보 관리 테이블 설계

전술통신환경에서 개인별/임무별로 서비스를 차등화 하여 지원할 수 있도록 VoIP 교환기에서 가입자 정보 관리를 위한 DB 테이블(*user*)에 가입자 QoS 등급 정보(*priority*)를 포함하여 관리하도록 설계하였으며 QoS 등급 정보에 따라 요청하는 서비스 별로 다른 서비스 품질 수준을 제공하기 위하여 가입자 QoS 등급-서비스별 맵핑 테이블(*qosmap*)을 구성하였다. 또한 가입자 이동 시, 이동된 네트워크의 접속정보를 관리하기 위한 테이블(*contact*)을 구성하도록 설계하였다.

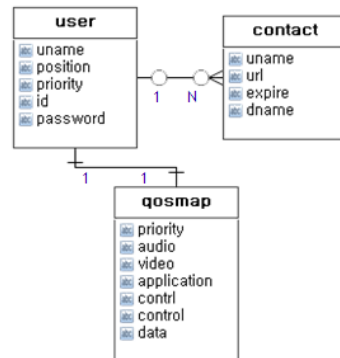


그림 2. 가입자 정보 관리 테이블  
Fig. 2 Table of subscriber information

가입자 단말에서 서비스 요청 시, VoIP 교환기는 이러한 가입자 정보 관리 테이블을 조회하여 가입자의 QoS 등급과 그 등급에 매칭되는 요청 서비스의 DSCP 값을 가입자 단말로 전달할 수 있다. 가입자 단말이 이동하여 다른 부대 네트워크에 접속되는 경우라도 라우터에 5 tuple 기반의 Classification 설정을 변경하지 않고 고정된 가입자의 전화번호 기반으로 QoS 등급을 조회하여 단말에서 직접 DSCP 값을 마킹하므로, 가입자가 원래 제공받고 있던 수준으로 서비스 품질을 제공받을 수 있다. 또한, QoS 정책이 바뀌더라도 VoIP 교환기의

해당 테이블 정보만을 변경함으로써 백본망을 구성하는 라우터의 별다른 설정 없이 QoS 정책 변경에 대처할 수 있다.

### 3.3. 가입자 QoS 등급 조회 알고리즘 설계

가입자 단말에서 VoIP 서비스 요청 시점에 VoIP 교환기는 발/착신 가입자의 등급을 조회하여 등급이 높은 가입자 수준으로 서비스 품질 수준을 제공하여야 한다. 즉, 지휘관과 사병의 통화시, 서비스 품질은 높은 등급인 지휘관의 등급에 맞춰질 수 있어야 한다.

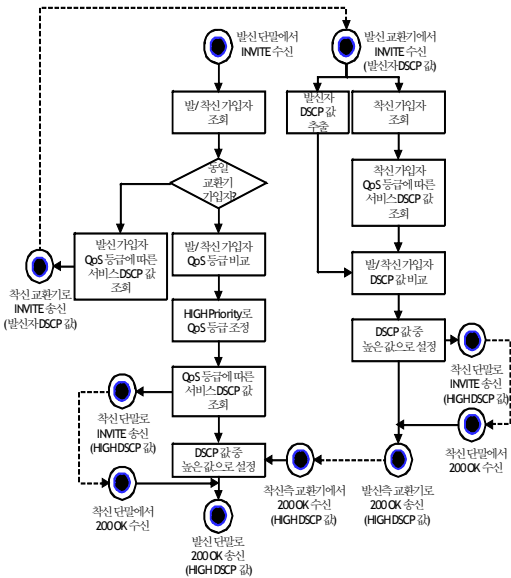


그림 3. 가입자 QoS 등급 조회 알고리즘  
Fig. 3 DSCP decision algorithm

이를 위하여, 가입자 단말에서 SIP INVITE 요청 시, VoIP 교환기는 요청 메시지에 포함되어 있는 발/착신번호로 가입자 QoS 등급 정보를 조회 후 비교하여 둘 중 높은 등급에 맵핑되는 서비스의 DSCP 값을 200 OK 메시지의 SDP(Service Description Protocol)에 추가하여 가입자 단말로 응답하여야 한다. VoIP 교환기는 가입자 단말로부터 직접 INVITE 요청을 받는 여부에 따라 발신 교환기 역할과 착신 교환기 역할로 나누어서 처리하도록 그림3과 같은 알고리즘을 설계하였다.

### 3.4. 가입자 단말과 VoIP 교환기 간 QoS 연동 인터페이스 설계

가입자 단말이 VoIP 교환기로 서비스 요청/응답 시 사용하는 SIP INVITE 및 200 OK 메시지의 SDP 내 QoS attribute에 그림 4와 같이 단말에서 발생하는 패킷에 마킹하여야 할 DSCP 값을 추가하여 전달하는 형태로 설계하였다.

```

v=0
o=- 72 IN IP4 23.44.171.223
c=IN IP4 23.44.171.223
m=audio 61770 RTP/AVP 0 8 101
a=qos:AF43
m=video 0 RTP/AVP 34
a=qos:AF31
    
```

그림 4. SDP 내 QoS Attribute  
Fig. 4 QoS Attribute in SDP

동일 교환기 가입자 간 통화 시, 그림 5에서처럼 VoIP 교환기에서 발/착신 가입자의 QoS 등급 비교하여, 높은 등급으로 맞춰짐을 알 수 있다.

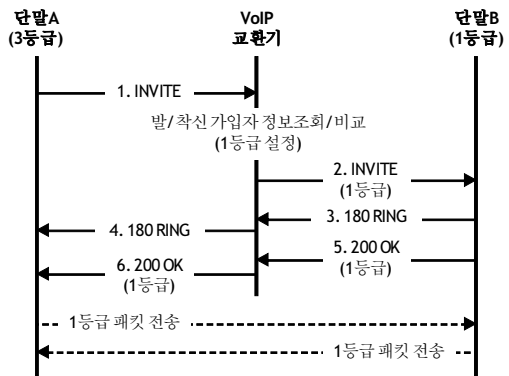


그림 5. 호 처리 흐름도(동일 교환기)  
Fig. 5 Call Flow(in a VoIP system)

반면, 그림 6에서처럼 서로 다른 교환기에 가입된 가입자 간 통화 시는, 착신 측 VoIP 교환기에서 발/착신 단말의 QoS 등급을 비교하여 높은 등급을 가진 가입자의 등급으로 맞춘다.

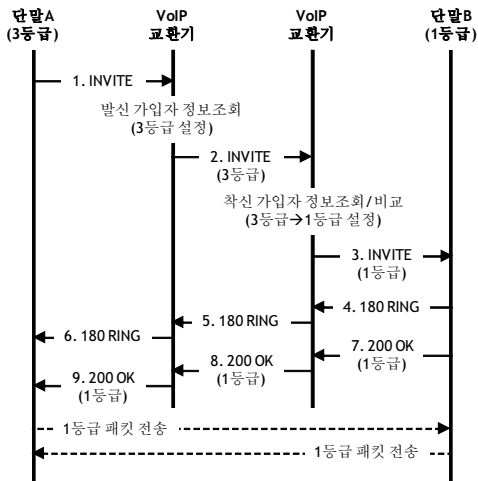


그림 6. 호 처리 흐름도(타 교환기)  
Fig. 6 Call Flow(between two VoIP System)

### 3.5. 개선 사항

제안된 구조는 앞서 살펴 본 전송통신환경의 특징들을 고려하여 설계되었으며, 일반적인 Static QoS 구조에 비해 다음과 같은 개선사항이 있다.

첫째, QoS 정책 제어부와 QoS 정책 실행부가 분리되어 QoS 정책 변경이 용이하다.

둘째, 가입자별 QoS 실행 정책은 라우터에 특별한 설정 없이, 가입자 단말이 이동하여 IP 대역이 다른 부대 네트워크에 접속되더라도 전화번호 기반으로 VoIP 교환기의 가입자 정보를 조회하여 가입자가 원래 제공받았던 수준으로 서비스 품질을 제공받을 수 있다.

셋째, QoS 정책 제어부와 QoS 정책 실행부 간 별도의 인터페이스가 없으므로, 라우터에 추가 인터페이스를 확장할 필요가 없다.

넷째, 단말에서 DSCP 마킹을 수행하므로, 라우터에서 별도의 마킹 없이 고속의 라우팅 처리에 집중할 수 있다.

## IV. 구현

제안한 QoS 구조에 대한 검증을 위하여 모사 시스템을 구성하였다. VoIP 교환기는 Fedora10 Linux에 MjSIP1.6 SIP 오픈소스 스택을 사용하여 단말과의 QoS

정보 연동을 위한 인터페이스를 추가 구현하였고, MySQL-5.5.3-m3를 사용하여 가입자 정보 관리를 위한 3가지 테이블(user, contact, qosmap)을 구현하였다. 가입자 단말은 Java 기반의 오픈소스 SIP-Communicator를 사용하여 VoIP 교환기와의 QoS 정보 연동을 위한 인터페이스를 구현하였으며, 실제 음성통화 시 발생하는 RTP 패킷에 협상된 DSCP 값을 마킹하게 하여 패킷 분석기를 통해 가입자 QoS 등급 조회 알고리즘을 통해 얻은 DSCP 값과 일치함을 확인함으로써 제안한 QoS 구조의 타당성을 확인하였다.

## V. 결론

전송통신환경에서는 상용통신환경과는 달리 임무의 중요성, 개인 및 부대단위 이동성, QoS 정책 변경의 용이성 등의 특성을 고려한 서비스 품질 보장 구조를 고려하여야 한다. 이를 위하여 가입자 단말과 VoIP 교환기 간 연동을 통해 단말에서 직접 DSCP 값을 마킹한 패킷을 발생키면 라우터는 별도의 마킹 없이 DSCP 값에 따른 트래픽 제어를 바로 수행할 수 있는 Dynamic QoS 구조 및 기법을 제안하였으며, 시스템 구현을 통하여 구조의 타당성을 확인하였다.

상기 구조는 상용통신망에서 적용하고 있는 일반적인 Static QoS 구조와 비교하여 개인 및 부대단위 이동성, QoS 정책 변경의 용이성 측면을 개선하였으며, QoS 정책 제어부와 QoS 정책 실행부 간 정책 결정에 관한 별도의 상호연동 인터페이스가 필요 없다는 점에서 Policy Based QoS 구조에 비해 비교적 단순한 개념으로, 전송통신환경에서의 운용편의성과 구조의 단순성을 고려했을 때 적합한 구조라 판단된다.

## 참고문헌

[1] R. Braden, D. Clark, and S. Shenker, "Integrated Services in the Internet Architecture: An Overview," IETF RFC 1633, June 1994.  
[2] D. Black et al., "An Architecture for Differentiated Services," IETF RFC 2475, Dec. 1998.

- [3] K. Nichols et al., "Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers," IETF RFC 2474, Dec. 1998.
- [4] Solange Rito Lima, Paulo Carvalho, and Vasco Freitas, "Admission Control in Multiservice IP Networks: Architectural Issues and Trend", IEEE Communications Magazine, April 2007.

저자소개



신동윤(Dong-Yun Shin)

1986년 한국항공대학교  
전자통신공학과 학사  
2012년 아주대학교 전자공학과  
석사

1989년~현재 삼성탈레스(주) 수석연구원  
※ 관심분야: 전송통신망, 교환시스템, Embedded System



김영길(Young-Kil Kim)

1978년 고려대학교 전자공학과  
공학학사  
1980년 한국과학기술원  
산업전자공학과 석사

1984년 ENST(프랑스) 공학박사  
1984년~현재 아주대학교 전자공학과 교수  
※ 관심분야: 마이크로프로세서 응용, 의료공학, Embedded System