

군 통신망 응용서비스를 위한 트래픽 클래스 분류 방법

정회원 최 근 경*, 김 보 성**, 종신회원 노 병 희**

Classification of Traffic Classes for Application Services in Military Communication Networks

Geunkyung Choi*, Bosung Kim** *Regular Members*, Byeong-hee Roh** *Lifelong Member*

요 약

군 통신망 응용서비스들을 위한 트래픽 클래스 분류는 NCW (Network Centric Warfare)를 위한 망자원의 효과적인 관리를 제공하기 위한 주요 요구 조건들 중의 하나이다. 많은 표준들과 기관들에서 트래픽 클래스 구분을 제시하고 있으나, 상용 서비스에 초점이 맞추어져 있고 군 특성을 반영하지 못하고 있다. 더욱이 다양한 군 통신 응용서비스들이 제시되고 있으나, 트래픽 분류에 대한 불분명한 기준에 의하여 기관들마다 서로 다른 분류가 이루어 지기도 하고 있다. 본 논문에서는 Y.1541을 기반으로 하는 다양한 상용 표준들과 DoD (Department of Defense)의 제안을 기반으로 군 통신 응용서비스에 트래픽 클래스를 부여하고 전달요구 조건을 설정하기 위한 방법론을 제안한다. 제안 방법은 기존 상용 표준들에서 분류한 트래픽 클래스 체계와 DoD 와 FCS (Future Combat System)에서 제시한 군 응용트래픽 클래스 체계를 대상으로 하여 타당성을 검증하였다. 본 논문에서 제안하는 방법은 기존의 또는 새로운 군 통신 응용서비스에 대하여 기계적이고 일관된 트래픽 클래스 부여가 가능하여, 한정된 군 통신 네트워크 자원을 효과적으로 운용하도록 하는 데에 기여가능 할 것으로 기대한다.

Key Words : Military Communication Networks, Traffic Classification, QoS (Quality of Service), NCW (Network Centric Warfare), DiffServ (Differentiated Services)

ABSTRACT

Traffic classification for application services in military communication networks is one of the core requirements to provide efficient resource management for NCW operations. Though several standards and organizations provided their own traffic classification methods, the methods have been mainly focused on commercial services, but not reflected military specifics. In addition, though various military application services have been emerged, some of those services have been classified into different traffic classes due to implicit criteria for the classification among organizations. In this paper, we propose a methodology to classify traffic classes and to determine delivery requirements for military application services based on various standards by DoD as well as several commercial standards based on Y.1541. The validation of the proposed methodology was carried out by comparing the results by proposed one with the traffic classification suggestions by existing commercial standards, DoD and FCS. We expect that the proposed methodology can contribute to achieve efficient operations of limited military network resources, since the proposed method can provide systematic and consistent way to assign traffic classes for new and existing military applications services.

※ 본 연구는 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2011-0003817)

* LIG넥스원 사업2팀(C4I), 아주대학교 NCW학과 (geunkyungchoi@lignex1.com)

** 아주대학교 대학원 컴퓨터공학과 ({kbs8354, bhroh}@ajou.ac.kr) (° : 교신저자)

논문번호: KICS2011-11-536, 접수일자: 2011년 11월 19일, 최종논문접수일자: 2012년 1월 18일

I. 서 론

열악한 군 통신네트워크의 자원을 효과적으로 운용하기 위해서는 군 통신 응용서비스의 특징, 생성 트래픽, 정보의 특성 및 중요도, 그리고 기타 정책적인 요소에 의하여 클래스를 구분하고, 클래스에 따른 차별화된 서비스를 제공할 필요가 있다^[1].

많은 상용망 표준들에서는 Y.1541^[2]에서 제시하는 6가지 트래픽 클래스들을 기반으로 하여 각 상용망의 특성을 고려하여 응용서비스의 종류별로 트래픽 클래스를 구분하고 이에 대한 요구 조건들을 제시하고 있다^[3]. 이러한 전통적인 상용 트래픽 클래스를 기반으로 한 QoS (Quality of Service) 기술들은 성능을 기반으로 한 품질 보장에 중점을 둔 접근 방법으로 전개된다. 이러한 상용 QoS 체계에서는 응용서비스가 시작되어 종료되는 세션 기간 동안 전달되는 정보는 모두 동일하게 취급하여 규정된 품질을 보장하여 주는 것을 기본으로 하고 있다. 그러나 군 통신에서는 전장 또는 전술 상황에 따라 한 세션 중에도 전달되는 정보의 중요도가 달라질 수가 있으므로 이러한 임무 중심 (mission-critical)의 체계가 추가적으로 고려되어야 한다. 군 통신 응용서비스에서의 임무 중심의 개념은 긴급성 (urgency)과 중요도 (importance)의 요소로서 나타내어진다^[4]. 이러한 특성에 의하여 상용 트래픽 클래스 구분 기준만을 근거로 군 통신 응용서비스에 적용하는 것은 한계를 보일 수밖에 없다.

미 국방부에서 주도하는 GIG (Global Information Grid) QoS WG 에서는 DiffServ 기반의 QoS 보장을 기본으로 하고 있으며, 이를 위한 응용 트래픽의 클래스를 구분하고 DSCP (DiffServ Code Point)를 부여하는 가이드를 제시하고 있다^[5]. FCS (Future Combat System)에서는 전장에서 적용되는 군 통신 응용서비스에 대한 트래픽 클래스 부여에 대한 내역을 제시하고 있다. 그러나 DoD와 FCS에서는 트래픽별 트래픽 클래스 부여의 사항은 제시하고 있으나 이러한 트래픽 클래스가 부여되는 과정에 대한 기준이나 방법론의 제시는 제공하지 않고 있다. NCW (Network Centric Warfare)의 실현 과정에 따라 군 위성통신 등의 다양한 군 통신 및 무기체계들이 네트워크에 연결되면서 다양한 형태의 군 통신 응용서비스들이 등장하게 될 것이다. 그러나 이들 서비스들에 대한 트래픽 클래스 부여 기준에 대한 불명확성에 의하여 기관들마다 서로 다른 분류가 이루어질 가능성이 매우 높다. 이는 군 통신 네트워크 운용의 비효율성을 야기시키는 문제를 내포하고 있다.

본 논문에서는 상용망 표준들과 DoD에서의 트래픽

분류체계를 기반으로 기존 또는 새로운 군 통신 응용 서비스들의 트래픽 클래스를 기계적이고 일관성 있게 구분하기 위한 방법론을 제안한다. 제안 방법에서는 트래픽 클래스 구분을 위한 기준이 되는 구분자들을 도출하고 이들의 기준 값을 설정한다. 특히, 이러한 구분자들에는 기존의 상용에서의 성능기반의 구분자에 군 특성을 반영하는 임무중심의 긴급성과 중요도를 포함 시킴으로써 군통신의 특수성을 반영하도록 하였다. 그리고 설정된 기준 값을 기준으로 응용 트래픽의 특성을 구분하고 이로부터 트래픽 클래스를 분류해 낸다. 제안하는 방법을 적용함으로써 기존의 트래픽 클래스 구분 기준에 대한 불명확성을 제거하여 군 기관들마다 일관성 있게 트래픽 클래스 구분이 가능하다. 제안 방법은 기존 상용 표준들에서 분류한 트래픽 클래스 체계와 DoD와 FCS에서 제시한 군 응용트래픽 클래스 체계를 대상으로 하여 타당성을 검증하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 상용과 DoD를 중심으로 기존의 트래픽 분류 사례들을 소개한다. 제3장에서는 제안하는 방법을 기술하고, 제4장에서는 본 제안방법에 대한 타당성을 검증하여 보여준다. 마지막으로 제5장에서는 결론을 내린다.

II. 배경

2.1 상용망에서의 트래픽 분류체계

상용망은 ITU-T-Y.1541^[2]을 기반으로 각 네트워크의 특성을 고려한 응용서비스별 트래픽 요구조건을 제시하고 있다. QoS 클래스는 총 6개로 분류하고 있으며, 성능위주로 분류하여 성능에 대한 목표치만 제시하고 있고 트래픽 특성에 따른 우선순위와 접근방식을 제시하지 않고 있다. ITU-T Y.1541에 기반하여 제시하고 있는 QoS class별 요구 특성은 표 1과 같다.

Y.1541과 유사하게 다양한 표준화 기관인 ETSI의 TIPHON에서는 유선망과 위성망에서의 서비스 클래스들과 ITU-T 와 ATM Forum들에서는 유선망 기반의 B-ISDN 서비스 클래스들을 제시하고 있다^[5]. 다양한 무선 이동 통신망들에서도 각자의 통신망을 대상으로 한 트래픽 클래스 구분을 제시하고 있는데, 표 2에는 WiMAX 포럼의 AWG (Application Working Group) 과 SPWG (Service Provider Working Group)^{[5][6][7]}과 3GPP^{[8][9]}에서 제시하는 응용서비스 클래스별 품질 지표와 기준을 정리하여 나타내었다. 이들 기관에서의 클래스 구분은 Y.1541을 기반으로 하고 있다. 표2에서 보 인바와 같이 각 기관별로 서비스 유형별 대역폭 (bandwidth), 지연 (delay), 지터 (jitter), 손실 (loss) 관점

표 1. ITU-T-Y.1541 QoS 클래스
Table 1. ITU-T-Y.1541 QoS Classes

class	Characteristics	IPTD	IPTV	IPLR	IPER
0	Real time, jitter sensitive, highly interactive	100ms	50ms	1×10 ³	1×10 ⁻⁴
1	Real time, jitter sensitive, interactive	400ms	50ms	1×10 ³	1×10 ⁻⁴
2	Transaction data, highly interactive	100ms	U	1×10 ³	1×10 ⁻⁴
3	Transaction data, interactive	400ms	U	1×10 ³	1×10 ⁻⁴
4	Low loss only (short transaction, bulk data, video streaming)	1s	U	1×10 ³	1×10 ⁻⁴
5	Traditional applications of default IP networks	U	U	U	U

표 2. 무선망 품질지표 및 기준
Table 2. Wireless Networks Quality Indicator and Criteria

서비스 class	서비스 유형	Band width(kbps)			Delay(ms)			Jitter(ms)			Packet Error Ratio(%)		
		AWG	SPWG	3GPP	AWG	SPWG	3GPP	AWG	SPWG	3GPP	AWG	SPWG	3GPP
실시간 게임	상호 작용형 게임	50~85	50~85	<60	<150, preferred <200, limit	<150, preferred <200, limit	<75, preferred	N/A	<100	N/A	0	0	<3%, preferred <5%, limit
대화형	VoIP	8~64	4~64	4~25	<150, preferred <200, limit	<150, preferred <200, limit	<150, preferred <400, limit	<10	<20	<1ms	<1%	<1%	<3%
	비디오폰	32~384	32~384	32~384	<150, preferred <400, limit	<150, preferred <200, limit	<150, preferred <400, limit	TBD	<20	-	<1%	<1%	<1%
실시간 스트리밍	음악/ 강의	5~128	5~128	5~128	N/A	FFS	<10s	<2s	<2s	<2s	<1%	<1%	<1%
	비디오 클립	20~384	20~384	20~384	N/A	FFS	<10s	<2s	<2s	<2s	<2%	<2%	<2%
	무비 스트리밍	>2000	>2000		N/A	FFS		<2s	<2s		<0.5%	0.5%	
상호 작용형 응용 서비스	인스턴트 메시지	10~20	FFS		N/A	<65		N/A	N/A		0	0	
	웹 브라우징	500~2000	>500	-	N/A	<65	<4s	N/A	N/A	N/A	0	0	0
	이메일	>1000~2000	>500	-	N/A	<65	4s	N/A	N/A	N/A	0	0	0
	텔넷	10~20	10~20	<1	<250	<65	<250	N/A	N/A	N/A	0	0	0
비실시간 다운로드	벌크 데이터, 영화 다운로드				N/A	<65		N/A	N/A		0	0	
	P2P				N/A	<65		N/A	N/A		0	0	

에서 기준 값을 제시하고 있다. 그러나 표 2에서와 같이 각 기관별로 제시하고 있는 값은 기관별로 관심의

대상인 통신망의 특성을 반영하고 있으므로, 이들 기준과 값들이 상이하고 서비스 유형에 대한 특징이 구체

표 3. DoD GIG QoS WG에서의 DSCP 할당 제안
Table 3. DSCP Allocation Proposal in DoD GIG QoS WG

Flow Use and/or Type	MLPP Precedence	DSCP / CSCP (base10)	DSCP / CSCP (base 8)	DSCP / CSCP (base 2)	PHB Group (IETF Reference)
Control (routing, signaling, discovery) and net mgmt	Not Relevant	56	70	111 000	Internetwork Control (Administration)
		48	60	110 000	Network Control
Continuous interactive voice (telephony) <small>(including legacy voice CS5 CSCP)</small> UDF	FO, F, I, P, R	42, 41, 44, 45, 46 & 40	52, 51, 54, 55, 56 & 50	101 010, 101 001, 101 100, 101 101, 101 110 & 101 000	EF Expedited Forwarding
Continuous interactive video (multimedia conferencing) <small>(including legacy video CS4 CSCP)</small> UDF	FO, F, I, P, R	34, 33, 36, 37, 38 & 32	42, 41, 44, 45, 46 & 40	100 010, 100 001, 100 100, 100 101, 100 110 & 100 000	AF4 Assured Forwarding
Multimedia streaming & multicast <small>(including legacy CS3 CSCP)</small> UDF	FO, F, I, P, R	26, 25, 28, 29, 30 & 24	32, 31, 34, 35, 36 & 30	011 010, 011 001, 011 100, 011 101, 011 110 & 011 000	AF3
Short block & transactional (interactive low-latency data) <small>(including legacy CS2 CSCP)</small> TCP	FO, F, I, P, R	18, 17, 20, 21, 22 & 16	22, 21, 24, 25, 26 & 20	010 010, 010 001, 010 100, 010 101, 010 110 & 010 000	AF2
Batch transfer - long blocks of high-throughput bulk data <small>(including legacy CS1 CSCP)</small> TCP	FO, F, I, P, R	10, 9, 12, 13, 14 & 8	12, 11, 14, 15, 16 & 10	001 010, 001 001, 001 100, 001 101, 001 110 & 001 000	AF1
Best Effort (standard default forwarding)	Routine (unmarked)	00	00	000 000	BE Best Effort

Code Selectors Moved out of BE

Five Levels For AF Classes

화 되어 있지 않는 문제점을 지니고 있다. 더욱이 이와 같이 상용망은 서비스 유형별로 성능요구조건을 제시하고는 있지만 이들 서비스에 대한 특징이 구체화 되어 있지 않으며, 우선순위 배분에 대하여는 서비스 운영자가 망 특성과 운용방침에 따라 자율적으로 부여하도록 하고 있다.

2.2 미군의 트래픽 분류

군 통신망의 경우 한정된 자원을 효과적으로 이용하여야 하므로 트래픽 클래스를 구분하고 우선순위를 부여하는 것이 핵심적인 망 운용개념으로 인식되고 있다. 미군에서는 이러한 망운용 개념의 적용을 위하여 DiffServ를 사용하는 것을 기본으로 하고 있으며, DiffServ의 PHB (Per Hop Behavior) 운용을 위한 우선순위 부여에 필요한 응용서비스별 특징과 성능 요구 조건에 해당하는 기준을 제시하고 있다. 여기에서는 DoD에서 분류하고 있는 미군의 군 서비스 트래픽 분류 및 우선순위 부여사항을 기술한다.

전술한 바와 같이, 미 국방성은 QoS 보장을 위해 DiffServ 기법을 적용하는 방안을 정의하고 있다. 표3은 DoD의 GIG QoS WG 제안으로서 적용 트래픽을 대역폭 (throughput), 지연 (delay), 손실민감도 (loss sensitivity)에

기초하여 6개 카테고리 분류하고 있다. 각 카테고리는 PHB 그룹에 따라 할당되어 있으며, PHB 그룹은 적용 우선순위에 기반하여 할당되어져 있다. 분류된 카테고리는 표3에서 나타난 바와 같이 전화, 화상, 동영상, 데이터 단문, 데이터 장문, 기타 등으로 분류되어 있으며 MLPP (Multi-Level Precedence Preemption)와 DSCP를 적용하여 우선순위를 5레벨로 정의하고 있다^[5]. 그러나 표3에서 보는 바와 같이 응용서비스 항목별 PHB만 제시하고 실제 운용에 필요한 성능요구조건에 해당하는 기준 값은 제시하지 않았다.

그러나 표3의 제안에는 몇 가지 재정립이 필요하다. 표3에서는 음성 트래픽만이 EF (Expedited Forwarding)를 부여 받고 있으나, 전장 환경에서의 통신 응용들에서는 EF 처리를 필요로 하는 낮은 지연과 적은 데이터 손실을 요구하는 데이터 응용들이 존재한다. 예를 들어, 전투명령, 화생방 경고, 미사일 목표 수정, 의료 또는 치료 정보 등이 이에 해당한다. 이들은 UDP 기반의 짧은 메시지로써 유니캐스트 또는 멀티캐스트로 전달될 수 있다. 하나의 큐에서 이들 데이터 트래픽과 음성 트래픽간의 경쟁을 방지하기 위해, 적어도 2개 이상의 큐가 데이터와 음성을 구분하여 EF 클래스에서 운영되어야 하고, 각 큐는 대역폭의 일부분을 공유할 수도 있

다. 이러한 요구에 따라 FCS (Future Combat System)에 서는 표 4와 같이 군통신 응용을 고려한 DSCP 부여 방법을 제시하고 있다. 마찬가지로 FCS에서도 응용 트래픽의 형태별로 DiffServ를 위한 PHB만 제시하고, 이의 구분 기준과 실제 운용에 필요한 응용서비스별 트래픽 QoS 요구조건은 제시하지 않고 있다.

표 4. FCS 응용을 위한 DSCP 부여
Table 4. DSCP Allocation for FCS Applications

FCS Traffic	Data Type	DiffServ Class (PHB)
Situation Awareness	Data, Message	EF, AF2
	Data, Stream	AF3
	Image	AF1
	Video, stream	AF4
Target Data	Data, Message	EF, AF2
	Image	AF1
Fire Order	Data, Message	EF
	Voice	EF
Damage Assessment	Data, Message	AF2
	Image	AF1
Sensor tasking	Data, Message	AF2
Terrain data	Image	AF1
Collaborative C2	Voice	EF
	Data	AF2
	Video, stream	AF4

2.3. 한국군의 트래픽 분류

군 통신 응용서비스별로 적용 트래픽을 대역폭, 지연, 손실 민감도에 기초하여 6개 카테고리 분류하고 있는 미군에 비해 한국군은 아직까지 아무런 독자적인 트래픽클래스 분류체계를 가지고 있지 않다. 다만 최근에 육군에서 국방기술품질원을 통하여 용역 연구한 결과물을 제시하고 있는 수준이다^[10]. 표 5에는 [10]에서 제시하는 트래픽 분류 내역을 나타내었다. 이에서 제시된 연구는 전술통신체계의 제한된 기능을 위성통신체계와의 협업을 통해 보완할 수 있도록 TICN 체계와 위성통신체계의 효율적인 통합 운용구조 방안 제시를 목적으로 하고 있으며, 제시된 결과물에 의하면 트래픽을 크게 전술C4I, 음성, 정지영상, 망 관리, 화상회의, 방공 C2A, KJCCS, MIMS, JFOS-K, B2CS로 구분하였으며, 각각의 트래픽에 대해 ToS (Type of Service)를 정의하고 있다. ToS를 정하기 위한 체계로는 DiffServ 방식에서 사용되는 DSCP 분류체계를 사용하여 BE, AF21, AF31, AF41, EF 5가지로 구분하여 정의하고 있다.

표 5. 한국군 트래픽 구분
Table 5. Traffic Classification for Korean Military Services

Application	PHB	위성가중치	
ATCIS	DB연동	BE	1
	전문(대용량)	BE	1
	전문(소용량)	AF21	1
	전문(투명도)	AF21	1
	상황전파	AF31	-
	사격명령	AF41	1
	웹 화면	BE	0.33
음성	전시자원관리	BE	-
	VoIP	EF	1
	TMFT	EF	-
	영상통화	AF41	-
정지영상	아날로그 전화	EF	-
	UAV	BE	-
동영상	TOD	BE	-
	동영상	BE	-
	망관리	BE	1
	화상회의	AF41	-
	방공C2A	AF41	1
	KJCCS	AF21	-
	MIMS	AF21	-
	JFOS-K	AF21	-
	B2CS	AF31	1

이상에서 살펴 본 바와 같이 상용망에서는 ITU-T-Y.1541에 기반한 QoS 클래스를 성능 위주로만 분류하여 성능에 대한 목표치만 제시하고 있고^[3], 미군은 응용서비스별 트래픽 특성에 따라 우선순위를 분류하여 접근방식을 제시하고 있으나 우선순위만 분류하고 있고 이에 대한 명확한 설정기준은 제시하지 않고 있다^[6]. 한국군은 전술통신망 정보교환 요구량 용역 연구에서 트래픽 우선순위를 나타내는 트래픽 구분만을 제시하고 있다^[10]. 이처럼 각 기관에서 제시하고 있는 내용이 서로 매핑이 되지 않고 각각 별도로 표시되고 있음을 알 수 있다.

III. 군통신 서비스 트래픽 클래스 분류 방법

3.1. 트래픽 클래스 분류의 기준 특징 요소 도출

앞서 기술한 바와 같이, 상용과 DoD에서의 응용서비스의 트래픽 클래스 구분은 ITU-T의 Y.1541 표준을 기반으로 하고 있다. Y.1541에서는 IP기반의 서비스들을 대상으로 대화형 (highly interactive와 interactive), 실시간성, 트랜잭션형식, 손실민감 특성의 서비스 특징을 기준으로 표1에서와 같이 6개의 트

트래픽 클래스를 정의하고 있다. Y.1541에서 정의하는 트래픽 클래스 0의 대표적인 서비스는 음성전화를 들 수 있으며, 음성전화는 양방향의 대화형 서비스의 대표적인 경우로, 지속적으로 작은 용량의 정보가 세션 동안 실시간으로 전달되어야 하는 특징을 갖는다. 트래픽 클래스 1의 대표서비스는 화상 회의로서 음성전화 보다는 더 많은 양의 데이터 전달이 요구된다. VoD (Video on Demand)와 같은 멀티미디어 스트리밍이나 텔넷과 같은 트랜잭션 서비스는 트래픽 클래스 2와 3의 각각 대표적인 서비스로서, 대화형의 실시간성은 요구하지 않으나 일정 수준 내에서의 지연을 충족하여야 한다. 특히, 트래픽 클래스 3와 4의 서비스의 예는 QoS를 요구하는 데이터 전송 서비스들이 해당되며, 데이터 전송에 있어서 손실을 일정수준 이하로 하는 것은 매우 중요한 요소에 해당한다.

본 논문에서는 Y.1541 트래픽 클래스 구분 기준을 여러 상용 표준들에서 정의하는 클래스별 대표 응용 서비스들로부터, 이들 트래픽 클래스를 구분하기 위한

서 이루어져야 하는 경우로서 정의한다. ‘손실민감’은 데이터 전달에서와 같이 손실이 전혀 없거나 일정 수준 이하의 손실을 감내할 수 있는 경우로 정의되며, ‘대용량’은 전달 throughput이 일정 수준 이상을 요구하는 데이터가 발생하는 경우이다.

3.2 성능특징 요소 구분을 위한 기준 요소 도출

앞에서 트래픽 분류를 위한 성능 특징 요소들을 정의하였다. 이들 중에서 ‘실시간’과 ‘근실시간’은 트래픽 전달 성능 요소들 중에서 지연(IPTD, IP Packet Transfer Delay)과 관련되고, ‘손실민감’은 손실(IPLR, IP Packet Loss Ratio)과 연관을 갖으며, ‘대용량’은 채널의 대역폭(IPBW, IP channel BandWidth)에 관련되어 진다. 앞에서 기술한 바와 같이, Y.1541을 기반으로 한 상용 트래픽 클래스 분류는 성능을 기준으로 한다. 그러나 군 통신에서는 임무 중심의 개념이 트래픽 클래스 구분을 위하여 추가로 고려되어야 하며^[4], 이를 위한 성능 특징 요소로 긴급성 (U,

표 6. ITU-T-Y.1541에 근거한 트래픽 클래스별 특징 요소들
Table 6. Characteristic Elements for Traffic Class based on ITU-T-Y.1541

트래픽 클래스	대표 서비스	서비스 특징		성능 특징			
		대화형	스트리밍	실시간	근실시간	손실민감	대용량
0	음성전화	O	O	O			
1	멀티미디어 회의	O	O	O			O
2	멀티미디어 스트리밍		O		O		O
3	트랜잭션 데이터				O	O	
4	대용량 데이터전송					O	O
5	Best Effort						

특징 요소들을 표 6과 같이 도출하였다. 특징요소들은 크게 서비스의 응용 형태와 관련한 ‘서비스 특징’과 데이터의 전달과 관련한 ‘성능 특징’으로 구분한다. 서비스 특징 요소인 ‘대화형’은 정보의 교환이 양방향으로 이루어지는 경우로서 실시간성을 필요로 하며, ‘스트리밍’은 정보 전달이 지속적으로 끊임없이 이루어지는 특징을 갖는다. 성능 특징 요소들인 ‘실시간’은 단방향 정보 전달이 대화형 서비스를 지원하는 범위 내에서 지연의 요건을 충족시켜주는 특징으로 정의한다. ‘근실시간’은 텔넷과 같은 트랜잭션 서비스나 VoD와 같은 멀티미디어 스트리밍에서와 같이 정보의 전달이 실시간의 요건보다는 완화되거나 일정시간 내에

urgency)를 정의하기로 한다.

3.2.1. 지연(IPTD) 요소의 기준 구분

표2에 기술한 무선망과 TIPHON, ATM Forum 등의 유선망에서의 성능 품질 지표 및 기준들을 종합하여 정리하면, IPTD는 표 7에서와 같이 7개의 영역으로 구분할 수 있다. 이러한 구분 영역들에서 대부분의 표준들에서는 전화, 화상회의와 같은 대화형 서비스들에 대하여 0~400ms까지의 범위를 실시간으로 분류하고 있으며, 텔넷이나 웹브라우저와 같은 트랜잭션 형태의 서비스들은 400ms~2s의 범위로 정의하고 있으며, 본 논문에서는 이 범위를 근실시간으로 구분하기

로 한다. 또한, VoD 서비스에서는 버퍼를 통하여 지연과 손실을 복구하게 되는데 이를 위한 지연범위로 2s~10s까지를 정의하고 있으며, 본 논문에서는 이를 버퍼지원 근실시간으로 구분한다. 근실시간과 버퍼지원 근실시간의 범위를 근실시간으로 고려할 수 있다. 그리고 지연이 10s 이상은 비 실시간으로 구분한다. 이는 지상망에서의 구분기준이며, 정보가 위성을 통하여 전달이 이루어질 때는, 위성망의 보편적인 전파 지연시간인 250 ms를 고려하여, 150ms까지의 구간을 실시간으로 150ms~ 10s의 구간을 근실시간으로 구분이 가능하다.

표 7. 지연요소 구분 기준표
Table 7. Criteria Table for Delay Elements

구분	범 위	지상망	위성망	
IPTD	1	$0 < IPTD \leq 100ms$	실시간	
	2	$100ms < IPTD \leq 150ms$		
	3	$150ms < IPTD \leq 250ms$		
	4	$250ms < IPTD \leq 400ms$		
	5	$400ms < IPTD \leq 2s$	근실시간	근실시간
	6	$2s < IPTD \leq 10s$	버퍼지원 근실시간	
	7	$10s < IPTD \leq INF$	비실시간	

3.3.2. 손실(IPLR) 요소의 기준 구분

지연에서와 마찬가지로, 상용 표준에서의 구분을 기반으로 손실요소 (IPLR)은 4개의 범위로 구분될 수 있다. 손실이 없어야 하는 0%를 1단계인 highly loss-sensitive로, 0~1%까지를 medium loss-sensitive, 1%~3%까지를 low loss-sensitive로 분류하였다. 마지막으로 3% 이상은 loss-insensitive로 분류하였다.

표 8. 손실요소 구분 기준표
Table 8. Criteria Table for Loss Elements

구분	범 위	손실정도	
IPLR	1	$0 < IPLR \leq 0%$	highly loss-sensitive
	2	$0 < IPLR \leq 1%$	medium loss-sensitive
	3	$1 < IPLR \leq 3%$	low loss-sensitive
	4	$3 < IPLR \leq INF$	loss-insensitive

3.3.3. 대역폭 (IPBW) 요소의 기준 구분

대역폭은 표9에서와 같이 5가지 영역으로 구분가능 하다. 비교적 대역폭이 작은 64kbps 이하를 1단계인 lowly throughput로 분류하였으며, 2단계는 64~384kbps까지를 low-medium throughput으로, 384~500kbps까지는 medium throughput으로서 3단계로 분류하였다. 4단계는 500kbps 이상 2Mbps까지의 비교적 높은 bandwidth 단계로 정의하였으며, 5단계는 2Mbps이상으로 분류하였다.

표 9. 대역폭 요소 구분 기준표
Table 9. Criteria Table for Bandwidth Elements

구분	범 위	비고	
IPBW	1	$0 < IPBW \leq 64kbps$	lowly throughput
	2	$64 < IPBW \leq 384kbps$	low-medium throughput
	3	$384 < IPBW \leq 500kbps$	medium throughput
	4	$500 < IPBW \leq 2Mbps$	high throughput
	5	$2M < IPBW \leq INF$	highly throughput

3.3.4. 긴급성(U) 요소의 기준 구분

군 통신 트래픽 클래스 구분을 위해서는 상용에서 고려하는 성능 요소들 외에 그림1과 같이 군 우선순위(military precedence) 정책에 반영되고 있는 중요도와 긴급성의 의미를 추가적으로 고려하여야 한다. 이들 각 요소들의 특징은 다음과 같다⁴⁾.

- 중요도(Importance) - 지휘관이 부여 또는 수행하여야 하는 임무의 중요도에 대한 상대적 수치를 의미한다. 현재 군 위성통신에서 임무의 중요도에 따라 대역 할당을 차별화 하는 것이 이러한 중요도를 반영한 예로 들 수 있다.
- 긴급성(Urgency) - 빠른 시간에 정확히 전달되어야 하는 전송의 적시성이 요구되는 정보에 대한 지표의 의미이다. 사격명령과 같이 이는 지휘소의 환경 인식에 따라 결정되어야 하나, 애플리케이션 별 긴급성에 대한 상대적 중요도를 결정하여야한다.

긴급성(U) 은 전달 정보 (또는 세션)이 긴급성을 필요로 하는지의 여부를 판단하는 것이므로 표 10에서와 같이 2가지로 분류할 수 있다. 1단계는 urgency가 있는 상태를 의미하며, 2단계는 그렇지 아니한 상태를 의미한다.

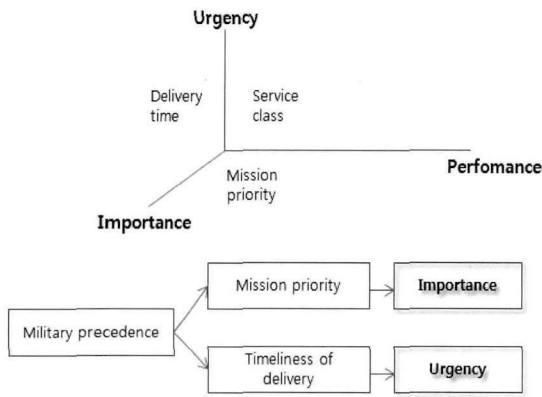


그림 1. GIG 에서의 세 가지 QoS 척도 모델
Fig. 1. Three QoS Criterion Model in GiG

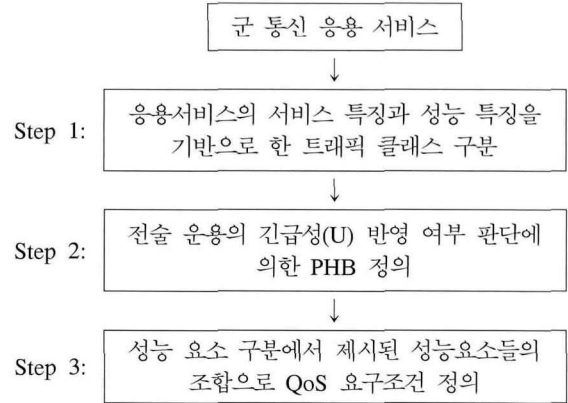


그림 2. 전체적인 트래픽클래스 분류 절차
Fig. 2. Overall Traffic Classification Procedure

표 10. 긴급성(U) 요소 분류 기준표
Table 10. Criteria Table for Urgency Elements

구분		기준
U	1	Yes
	2	No

3.3. 트래픽 클래스 분류 방법

표 11에는 Y.1541에서 구분하는 트래픽클래스를 기반으로, 앞 절에서 도출한 트래픽 클래스 분류를 위한 특징 요소들을 기준으로 상용표준들, DoD, 그리고 FCS에서의 분류를 기반으로 하여 제안하는 트래픽클래스 분류표를 나타내었다. 여기에서는 상용에서 분류한 특성에 군 특수성으로 대역폭의 제한과 근실시간, 긴급성(U)등을 추가로 반영하였다.

표 11을 적용하여 트래픽클래스를 분류하여야 할 군 통신 응용서비스에 대한 트래픽분류 절차를 그림 2에 나타내었다. 1차적으로, 응용서비스가 표 11에서의 서비스특징과 성능특징 항목에서 매핑되는 요소들을 정의하고 이로부터 가장 잘 일치하는 트래픽클래스를 정의한다. 두 번째 단계에서는 응용서비스의 전술운용 측면에서의 긴급성을 판단하여 이 응용서비스에 적용할 PHB를 결정한다. 마지막으로, 이 서비스를 위한 QoS 요구조건은 성능요소구분에서 제시된 성능요소들인 IPTD, IPLR 과 IPBW들의 조합으로서 결정된다. 예를 들어, 트래픽클래스 0에서 가능한 (IPTD, IPLR, IPBW)의 조합은 (1,3,1) 과 (2,3,1)이 된다. 각 성능요소들의 구분 기준 값들은 각각 표 7, 표 8, 표 9에 제시되어 있다.

3.3.1. 트래픽클래스 분류 절차

그림 2의 1단계(Step 1)에서의 트래픽클래스 분류를 위한 절차를 그림3에 나타내었다. 그림 3의 절차는 표 11에서 제안하는 트래픽클래스 분류표를 기반으로 하여 작성된 것이다. 트래픽클래스를 정의하여야 할 응용서비스가 발생하면 서비스특징과 성능특징을 기반으로 하여 분류가 진행된다. 대화형에 대한 판단은 응용서비스의 본질적인 특징에 의하여 수행된다.

응용서비스의 실시간성은 그림 4에 보인바와 같이 표 7에서 제시된 지연요소 구분에 의하여 이루어진다. 즉, 대체적으로 400ms 이하의 지연을 요구하는 경우는 실시간으로 분류하고, 그 이상이면 재분류하여 근실시간과 비 실시간으로 분류한다. 10s 이하 이거나 같으면 근실시간 또는 버퍼지원 근실시간으로 분류하고 그 이상이면 비 실시간으로 분류된다. 근실시간과 버퍼지원 근실시간은 모두 근실시간으로 간주할 수도 있다.

3.3.2. PHB 정의 절차

표 11에 보인바와 같이 PHB는 긴급성(U)의 적용에 따라 구분된다. 긴급성(urgency)은 빠른 시간에 정확히 전달되어야 하는 전송의 적시성이 요구되는 정보에 한하여 고려되며, 평시에는 U = 0로 분류되어진 트래픽클래스로 운영하다가 긴급성이 요구되는 상황 발생 시에 한하여 EF로 전환하여 운용이 되도록 정의하였다. 즉, U=0인 경우는 긴급성이 없는 경우로 일반적인 응용서비스의 경우에 해당하여 특성에 따라 EF, AF4, ..., AF1, BE로 분류된다. 반면에 U=1인 경우는 해당 트래픽클래스에서 긴급성을 반영하여 모두 PHB는 EF로 조정된다.

표 11. 제안하는 트래픽클래스 분류 요소들
Table 11. Proposed Criteria for the Traffic Classification

트래픽 클래스	성능요소구분			서비스특징		성능특징				PHB				대표 응용서비스 (예)
	IPTD	IPLR	IPBW	대화형	스트리밍	실시간	근실 시간	손실 민감	대용량	U		U		
0	1,2	3	1	O	O	O				0	EF	1	EF	Interactive Voice
1	1,2,3	2	2	O	O	O			O	0	AF4	1	N/A	Interactive Video
2	5,6	2	1,2,3,4		O		O			0	AF3	1	N/A	Streaming Video/Audio
3	3,4,5	2	1	△			O	O		0	AF2	1	EF	Low Latency Transaction
4	5,6	1,2	2,3,4					O	O	0	AF1	1	EF	Low Loss Bulk Data
5	7	4	4							0	BE	1	N/A	Traditional application

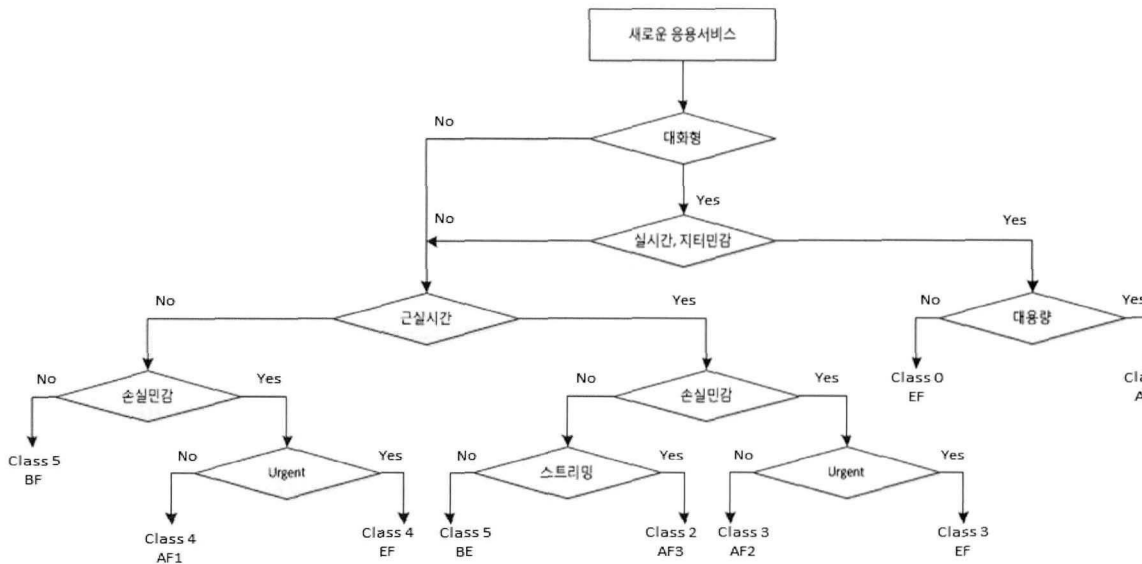


그림 3. 제안하는 트래픽 클래스 및 PHB 분류 절차
Fig. 3. Proposed Procedure for the Classification of Traffic Classes and PHBs

트래픽클래스 0는 주로 대화형 음성이 해당하며, 평시나 긴급한 경우를 막론하고 가장 우선순위가 높은 EF로 정의된다. 트래픽 클래스 3은 저지연 트랜잭션 서비스가 대표적인 서비스로서 주로 단문 메시지가 여기에 해당하며, 클래스 4는 손실민감형 벌크 데이터 전송이 여기에 해당된다. 클래스 3과 4는 유사시 긴급 전문이나 긴급 상황정보로서의 정지영상과 같이 순간적으로 큰 용량의 정보를 전달하여야 하는 군 운용환경의 중요성과 긴급성의 특성을 감안하여 긴급성을 적용할 수 있으며, 이 경우 이들은 EF로 정의되어야 한다.

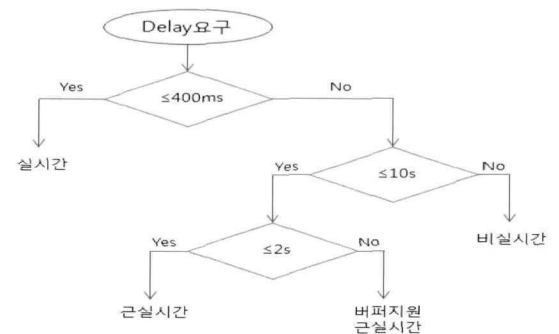


그림 4. 응용서비스의 실시간성 분류 절차
Fig. 4. Classification Procedure for Real-time Application Services

트래픽클래스 1이나 2는 화상회의나 비디오 또는 오디오 스트리밍에서와 같이 대용량의 비디오를 포함하는 경우로서, 이들 트래픽 클래스를 EF로 처리하게 되는 경우는 EF가 차지하는 용량이 너무 커지게 되어 네트워크의 부담이 급격히 증가하게 되어 수용하지 못할 경우가 발생할 수도 있다. 따라서 클래스 1과 2는 긴급성을 적용하지 않는 것이 타당하다. 대신에, 클래스1이나 2에서 대화형 화상회의 응용을 수행하는데 긴급성(U)이 발생하게 되면, 비디오를 제거하고 음성만을 대상으로 하여 트래픽클래스 0로 전환하여 EF로 처리하는 전략을 취하여야 한다.

3.3.3. QoS 요구조건 정의 절차

상용망 표준들에서 대표적인 QoS 요구조건을 표현하는 성능요소는 (IPTD, IPLR, IPBW)의 조합으로 표현할 수 있고, 이들은 표 7, 표 8, 표 9로부터 (1,1,1), (1,1,2), ... (7,4,5)의 조합이 가능하다. 표 12에는 상용망 표준들에서 제시한 대표 응용서비스들에 대한 QoS 요구조건을 성능요소의 조합 형태를 보여주고 있다. 이와 같이, 응용서비스의 QoS 요구조건을 해당 클래스에서의 가능한 (IPTD, IPLR, IPBW) 조합 형태로서 정의할 수 있다.

표 12. 대표 응용서비스의 QoS 요구조건 조합
Table 12. QoS Requirements Combination for Representative Application Services

응용 서비스	트래픽 클래스	QoS 요구조건			PHB	
		IPTD	IPLR	IPBW	DoD	상용표준
음성전화 (VoIP)	0	2	3	1	EF	EF
화상회의	1	2	2	2	AF4	EF (GSM)
비디오/ 오디오 스트리밍	2	6	2	2	AF3	AF4
동영상 스트리밍	2	6	2	4	AF3	AF4
트랜잭션 응용 (텔넷 등)	3	3	1	1	AF2	AF1/ AF3
인스턴트 메시징 (SMS)	3	5	1	1	AF2	AF3
대용량 파일 전송 (Bulk data)	4	5	1	4	AF1	AF1

IV. 제안방법의 타당성 검증

여기서는 상용 표준에서 제시하는 상용 서비스들과 DoD/FCS 등에서 제시하는 군 통신 응용서비스들을 대상으로 제안 방법에 의한 분류가 상호 일치함을 보임으로써 제안 방법의 타당성을 보이도록 한다. 표 13에는 표준에서 제시하는 각 클래스별 대표 응용서비스와 DoD/FCS에서 제시하는 군용 응용서비스들에 대하여 제안한 방법으로 분류한 트래픽클래스와 이를 위한 PHB를 상용표준과 DoD/FCS에서 제시한 것들과 비교하여 나타내었다. 특히, 표 13의 비교 항목에서는 해당 서비스가 군에서 특별히 적용되는 경우를 나타내었다.

표 13에서 보인 바와 같이 음성전화 서비스는 트래픽클래스0로 분류되고 이를 위한 PHB는 EF로서 상용표준과 DoD/FCS에서 제시하는 바와 일치한다.

화상회의나 멀티미디어 스트리밍 서비스들은 트래픽클래스 1과 2로 분류되는 것은 제안방법과 상용표준, DoD/FCS가 모두 일치한다. 그러나 이들의 PHB는 상용표준과 DoD/FCS이 서로 다르게 제시하고 있으나, 제안방법은 DoD/FCS에서 제시하는 것과 일치함을 볼 수 있다. 전술한 바와 같이, 트래픽 클래스 1과 2는 대역폭 요구조건이 크므로 긴급성을 적용하여 EF로 전환하는 것은 불가하고, 이는 제안 방법과 DoD/FCS가 모두 동일하다.

트래픽클래스 3으로 분류되는 응용서비스들은 매우 다양하다. 표 13에서 보는 바와 같이, 트래픽클래스 3 응용서비스들에 대하여 상용표준들은 AF3를 제시하고, DoD/FCS와 제안방법은 AF2를 제시하고 있음을 볼 수 있다. 이것은 상용망은 군통신망에 비하여 나은 환경을 제공하므로 데이터위주의 트래픽 클래스 3 서비스들의 처리가 용이하나 군통신망은 이에 비하여 열악한 환경을 제공하므로 음성과 긴급 메시지의 처리를 위하여 이들을 상용망에 비하여 낮은 클래스의 PHB로 제시하여야 하는 것에 기인한다. 저지연을 요구하는 트랜잭션 형식의 군 통신 응용서비스들은 통상적인 C2 (Command and Control) 데이터들을 들 수 있다. 이들 서비스들은 평시에는 DoD/FCS와 제안방법에서는 AF2로 처리되다가, 특수한 전술적 목적을 갖는 target data의 전송을 위해서는 긴급성이 적용되어 EF로 처리된다. 그러나 상용표준에서는 이러한 긴급성에 대한 고려가 없음을 볼 수 있다. 통상적인 단문메시지의 대표적인 경우는 SMS (Short Message Service)를 들 수 있고 이 경우는 AF2로 처리되나, 긴급성을 갖는 단문메시지 형태로 전달되는 경우는 사격명령 (fire order)를 들 수 있고 이것은 EF로 처리되어야 한다.

표 13. 응용서비스별 트래픽클래스 부여 결과 비교
 Table 13. Comparison of Traffic Classification Results for Application Services

응용 서비스	트래픽 클래스	트래픽 특성							PHB			비고 (군통신 응용서비스)	
		대화형	스트리밍	실시간	근실시간	손실민감	대용량	긴급성	상용	DoD/FCS	제안		
Voice	0	O	O	O					EF	EF	EF	Continuous Interactive Voice	
Video Conference	1	O	O	O			O		EF	AF4	AF4	Continuous Interactive Video	
Video Streaming	2		O		O		O		AF4	AF3	AF3	Multimedia Streaming	
Audio/Lecture Streaming	2		O		O		O		AF4	AF3	AF3	Multimedia Streaming	
Data/Low Latency transactional	3	△			O	O			AF3	AF2	AF2	C2 Data	
								O	AF3	EF	EF	Target Data	
Interactive data (e.g. Telnet)	3				O	O			AF3	AF2	AF2	Collaborative C2 Data	
High throughput data	4					O	O		AF2	AF1	AF1	Terrain Data (Image)	
Instant Message	3				O	O			AF3	AF2	AF2	SMS	
								O	-	EF	EF	Fire Order	
Situation Awareness	3				O	O			-	AF2	AF2	Situation Awareness Data	
								O	-	EF	EF		
	2		O		O		△		-	AF3	AF3	Data Stream	
	4					O	O			-	AF1	AF1	Normal Image
									O	-	-	EF	Urgent Image
1		O		O		O			-	AF4	AF3	Video Stream	
Sensor Information	3				O	△			-	AF2	AF2	Sensor Tasking	
								O	-	-	EF	Urgent beyond threshold	

특히, 군 통신에서는 NCW의 성공적 운영을 위하여 상황정보를 교환하는 것이 매우 필요하다. 상용에서는 이를 별도로 구분하지는 않고 있으며, 통상적인 경우에는 BE (Best Effort)로 처리가 된다. 그러나 표 13에서 보는 바와 같이 다양한 상황정보들에 대하여 분류되는 트래픽클래스와 해당 PHB가 DoD/FCS에서 제시하는 것과 제안방법이 상호 일치한다.

V. 결 론

군 통신 네트워크의 자원 이용을 효율적으로 하기 위하여 군 통신 응용서비스들을 위한 트래픽 클래스 분류가 필수적으로 요구된다. 군 통신 응용서비스들은 상용표준에서 분류하는 체계에 기술적 특수성을 추가로 고려되어야 하나, 많은 표준들과 기관들에서 트래픽 클래스 구분은 상용 서비스에 초점이 맞추어져 있고 기관들 간의 불분명한 기준에 의하여 서로 다른 분류가 이루어지고 있다. 본 논문에서는 Y.1541을 기반으로 하는 다양한 상용 표준들과 DoD/FCS의 제안을 기반으로 군 통신 응용서비스에 트래픽 클래스를 부여하고 전달요구 조건을 설정하고 이를 처리하기 위한 PHB를 결정하는 방법론을 제안하였다. 제안방법에 의한 분류를 다양한 상용서비스들과 군 통신 응용서비스들에 대하여 제시된 기존의 기준들과 비교하여, 제안방법의 타당성을 보였다.

제안 방법에서 정의하는 기준요소 값들은 상용표준에서 제시한 값들을 근거로 하였으므로, 군 통신망 적용 시는 군 통신망의 특성 및 운용 방침에 따라 가변될 수 있다고 본다. 그러나 제안방법론에 근거한 전송요구조건 정의 시에 이들 기준 값 정의가 용이하게 도출 가능할 것으로 판단한다. 그리고 향후 다양한 군 통신 응용서비스 발생 시 트래픽클래스의 분류를 체계적이고 일관성 있게 부여하는 것이 가능하여 군 통신 체계 운용개념 정립에 크게 기여할 것으로 본다.

참 고 문 헌

[1] 김종철, 정종관, 노병희, “전술통신 네트워크와 QoS 기술,” *전자공학회지* 제35권 제10호, 2008년 10월

[2] ITU-T Recommendation Y.1541, Network Performance Objectives for IP-Based Services, Feb. 2003

[3] 한국정보사회진흥원, “BcN 무선품질관리 기술 현황 분석서,” 최종보고서, 2007년 12월

[4] Y. Xue, C. Gedo, C. Christou, B. Liebowitz, “A Framework for Military Precedence-based Assured Services in GIG IP Networks,” *IEEE MILCOM'2007*, Nov. 2007

[5] M. Marchese, *QoS Over Heterogeneous Networks*, John Wiley & Sons Ltd., 2007

[6] WiMAX Forum, “Mobile WiMAX - Part I : A Technical Overview and Performance Evaluation,” Aug. 2006.

[7] AT&T, Lucent, Podata and Telsima, “Revised Release 1.5 QoS Requirements,” *WiMAX Forum SPWG*, Aug. 2006.

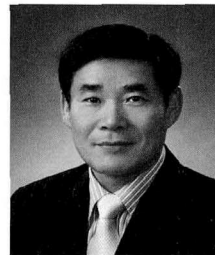
[8] B. Kim, et al., “AWG Measurement and Analysis Team(Overview),” *WiMAX Forum AWG*, Nov. 2005.

[9] 3GPP TS 22.105 “Service and Service Capabilities(Release 8),” V 8.3.0, March 2007.

[10] 국방기술품질원, “위성통신체계의 TICN 체계 적용방안 연구,” 2012년 2월 발간 예정

최 근 경 (Geunkyung Choi)

정회원



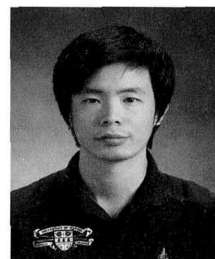
1980년 3월~2003년 1월 공군 (정보통신)
2003년 1월~2009년 2월 합동 참모본부
2009년 2월~현재 (주)LIG넥스원 사업2팀(C4I)
2012년 2월 아주대학교 대학원

NCW학과 (공학박사)

<관심분야> 위성통신시스템, 데이터링크, 안테나, 전술통신 시스템 등

김 보 성 (Bosung Kim)

정회원



2009년 2월 아주대학교 정보컴퓨터공학부 (공학사)
2009년~현재 아주대학교 컴퓨터공학과 석·박사 통합과정

<관심분야> 멀티미디어통신, 전술통신, 위성통신, 무선인

지(Cognitive Radio), MF-TDMA, QoS

노 병 희 (Byeong-hee Roh)

중신회원



1987년 2월 한양대학교 전자
공학과 (공학사)

1989년 2월 한국과학기술원
전기 및 전자공학과 (공학석
사)

1998년 2월 한국과학기술원
전기 및 전자공학과 (공학박
사)

1989년 3월~1994년 2월 한국통신 통신망연구소

1998년 2월~2000년 3월 삼성전자

2000년 3월~현재 아주대학교 정보통신전문대학원/
정보컴퓨터공학부 교수

<관심분야> 유/무선 인터넷 멀티미디어 통신 및 응
용, 트래픽제어, 유비쿼터스 네트워킹, 인터넷 보
안, 국방전술통신 네트워크