

# TICN 전술백본망 최적의 프로토콜 분석 및 설계

정회원 권태욱\*

## Analysis and Design a Optimum Protocol for TICN Tactical Backbone

Tae-Wook Kwon\* *Regular Member*

### 요 약

한국 육군은 차기 전술통신망인 TICN을 개발 및 구축하고 있는데 전술통신망에서 백본망의 기능은 매우 중요한 역할을 수행하게 될 것이며, 따라서 백본망을 지원하게 될 표준 백본 프로토콜의 성능을 비교 분석하는 것은 매우 중요한 요소이다. 이전 연구에서는 대표적인 백본 라우팅 프로토콜인 OSPF와 IS-IS 프로토콜의 성능 분석 및 비교를 통하여 IS-IS 프로토콜이 향후 TICN 백본망 라우팅 프로토콜로 적합하다는 연구를 실시하였으며, IS-IS 프로토콜의 hello 시간 변수값 등을 조정하여 TICN 백본망 지원을 위한 IS-IS 프로토콜의 성능 개선이 가능하다는 결과를 얻었다. 이를 바탕으로 본 연구에서는 TICN 백본망의 QoS 정책을 지원할 수 있는 IS-IS 프로토콜을 수정 및 설계하였고 실험을 통하여 전술환경의 적용가능성을 분석하였다.

**Key Words** : NCW, SPIDER, TICN, OSPF, IS-IS, QoS, RIP, SPF

### ABSTRACT

The Korea Army are developing the TICN(Tactical Information Communication Network) which is the next army tactical communication system. The TICN tactical backbone's ability is very important. So analysis of the standard protocol for the data transmission guarantee are obliged. For the TICN tactical backbone, previous paper analysed routing protocol efficiency index and compared to superiority of the OSPF and IS-IS protocols in the tactical environment and conclusively IS-IS protocol was more suitable for TICN backbone routing protocol. And We got the result that It could improve the performance of IS-IS protocol as a TICN tactical backbone protocol under the tactical environments by adjusting some time parameters of IS-IS protocol. This paper modified and designed the IS-IS protocol in order to support the QoS strategies of TICN and analyzed it's adaptability through simulation.

### 1. 서 론

최근 우리나라는 육군의 SPIDER와 통합군 차원의 전략 기동통신체계의 제한사항을 극복하고, NCW(Network Centric Warfare) 환경에서 군이 요구하는 정보통신 지원능력의 중추적 역할을 담당할 정보통신 기반체계를 구축하기 위해 차기 전술통신체계인 TICN(Tactical Information Communication Network)

체계를 개발구축 중에 있다. TICN은 현재 SPIDER에 비해 대용량 전송능력 및 기동성을 바탕으로 네트워킹 능력의 획기적 향상을 목표로 하고 있다. 본 논문은 군에서 요구하는 신속·정확한 데이터 전송보장을 위한 프로토콜의 적용·분석에 초점을 맞추어 백본망 라우팅 프로토콜의 대표적인 OSPF와 IS-IS 프로토콜의 전술적 환경에서의 성능 비교 분석<sup>[1]</sup> 결과와 IS-IS 프로토콜이 군 전술환경에서 효율적인 성능을

\* 국방대학교 국방관리대학원 NGN연구실(kwontw9042@hanmail.net)

논문번호 : KICS2011-07-313, 접수일자 : 2011년 7월 20일, 최종논문접수일자 : 2011년 11월 17일

제공하기 위하여 IS-IS 프로토콜의 최적의 시간값에 대한 연구<sup>[2]</sup> 결과를 바탕으로 TICN 기술망의 QoS 정책을 지원할 수 있도록 차별서비스(DiffServ), 제어정책, 스케줄링 기법등을 적용하여 IS-IS 프로토콜을 재설계하였으며 기술적 환경을 고려한 실험 환경을 조성하여 실험 및 분석을 실시하였으며 실험환경의 일관성을 위하여 이전의 프로토콜 분석<sup>[1]</sup> 및 성능개선<sup>[2]</sup> 과 동일한 환경에서 실시하였다.

## II. 관련연구

### 2.1 OSPF와 IS-IS 프로토콜 개요

OSPF(Open Shortest Path First) 프로토콜<sup>[3,4]</sup>은 AS(Autonomous System) 내부 라우터들끼리 라우팅 정보를 서로 교환하는 라우팅 프로토콜이다. 1980년대 중반 RIP(Routing Information Protocol) 라우팅 프로토콜이 대규모 이질적인 네트워크간 라우팅에 비효율적임에 따라 IETF(Internet Engineering Task Firce)에서 SPF(Shortest Path First)알고리즘에 기초하여 인터넷에 적용되었다. OSPF는 링크상태(Link State: LS)에 의한 최단경로를 선택하는 Dijkstra의 SPF 알고리즘<sup>[5]</sup>이다. 자신의 인접한 LS 정보를 전달하며, 경로 선택을 위한 알고리즘으로 SPF를 사용하여, 확장성 및 안정성이 우수하고, 거리벡터 방식에 비해 수렴시간이 빠르며, 모든 라우터가 네트워크에 대한 경로를 계산하고, 전체 네트워크에 대한 LS 정보를 공유한다.

반면, IS-IS(Intermediate System Intermediate System) 프로토콜<sup>[6]</sup>은 개방형 시스템 간의 상호연결을 위해 ISO에서 비 연결 네트워크를 위한 라우팅 프로토콜로 만들었다가 TCP/IP가 대중적으로 인기를 끌면서 OSI 기반의 인터넷 프로토콜이 대두되면서 IS-IS를 개발하게 되었다. IS-IS 프로토콜의 일반적인 특성은 OSPF와 매우 유사하며, 최적 경로 계산을 위해 SPF 알고리즘을 사용한다. LS 정보를 이용하는 라우팅 프로토콜로 동일 AS 내에서 라우터 상호간 라우팅을 실시하며, 2계층(Level 1, 2) 구조로 동작한다. 라우터 식별주소로 NSAP(Network Service Access Point) 주소체계를 사용하고, 초기 모델은 2계층 프로토콜만을 이용했으나, IP 프로토콜도 지원하는 모델이 현재 사용 중이다. 링크상태 변화시 새로운 LS 패킷만을 전달하고, 바-클래스 기반 라우팅, 보안기능 보유 및 다중 프로토콜을 지원하는 특징을 가지고 있다.

### 2.2 OSPF와 IS-IS 성능 비교<sup>[1]</sup>

OSPF와 IS-IS 프로토콜의 일반적인 특성과 각 프로토콜의 강·약점<sup>[7-10]</sup>을 비교 정리하면 아래 표 1과 같다. 프로토콜 이론적 특성 비교와 라우팅 프로토콜 성능지표를 종합 판단해 볼 때 IS-IS 프로토콜이 OSPF에 비해 이론적으로 우세할 것으로 판단되며, 이론적 성능분석을 바탕으로 실험을 통해 검증된 OSPF 프로토콜과 IS-IS 프로토콜의 성능지표별 비교 결과 대부분 이론적 성능 분석결과와 일치함을 알 수 있었으며, 대등할 것으로 예상했던 안정성 측면 또한 IS-IS 프로토콜 성능이 우수했다. 이론적인 강점 이외에 군 전환환경 특성을 고려했을 때, 관리의 용이성, 융통성 있는 확장성, 전환환경 변화에 적응성, 전송의 효율성 등 기술적 부분에 있어서도 IS-IS 프로토콜의 성능이 우수한 것으로 분석되었고 실험을 통해 검증된 OSPF 프로토콜과 IS-IS 프로토콜의 성능지표별 비교 결과는 표 2와 같다.

표 1. OSPF와 IS-IS 프로토콜 비교

OSPF	IS-IS
Host / Router	End System / Intermediate System
DR(Designated Router)	DIS(Designated Intermediate System)
Packet / Hello Packet	PDU / IIH(IS to IS Hello PDU), etc.
LSA(Link State Advertisement)	LSP(Link State Packet)
LSU(Link State Update)	LSP(Link State Packet)
DDP(Database Description packet)	CSN(Complete Sequence Number Packet)
AS / Backbone Area	Domain / Level 2 Subdomain
Router ID(ABR System ID)	L1, L2 router

표 2. 성능비교 실험결과

①	경로 최적화(평균 홉수) 안정성(프로토콜 패킷 손실율)	대 등 IS-IS
②	단순성/오버헤드(CPU 이용률, 큐잉지연) 수렴시간(수렴시간 및 활동 등)	IS-IS IS-IS
③	확장성 및 유연성(TCP 지연, HTTP 반응시간)	IS-IS

### 2.3 IS-IS 프로토콜 성능 개선(T\_IS-IS)<sup>[2]</sup>

TICN 전력화시 전송 백분망에서 운용될 상용 라우팅 프로토콜은 최적 경로만을 선정하는 표준 프로토콜이다. 현재 SPIDER 네트워크에서 운용되고 있는 OSPF 프로토콜이나 제안하는 IS-IS 프로토콜도 동일한 특성을 가진다. 우선 IS-IS 프로토콜의 파라미터들 중에서 성능에 중요한 변수로 작용되는 시간 파라미터들을 살펴보고 전송상황의 무선망에서 제어 오버헤드 감소 및 처리량 증가를 위해 파라미터 최적값을 도

출한다.

최근 TICN에 적용할 OSPF 프로토콜에 대한 파라미터 튜닝을 통한 최적화 결과를 바탕으로 제안하는 프로토콜인 IS-IS의 튜닝범위를 동일하게 적용되되, OSPF에 비해 보다 빠른 수렴 및 네트워크 적응성을 위해 튜닝 상단범위를 제한하며, 주로 다루려고 하는 파라미터는 Hello, Dead, CSNP, SPF 요소로 판단하였다.

연구결과<sup>[2]</sup> IS-IS 프로토콜의 Hello 주기와 Dead (Hold-time)주기를 조정하여 프로토콜 성능에 문제가 되지 않는 범위 내에서 네트워크상의 제어 패킷 오버헤드를 줄여 전송 데이터의 성능을 향상시킬 수 있다는 것을 알게 되었다. 또한 SPF 지연 및 SPF 유지시간을 줄여 보다 빠른 수렴을 유도할 수 있음을 얻게 되었다. 표 3은 실험<sup>[2]</sup>을 통해 얻은 IS-IS 프로토콜 시간 파라미터의 최적화 결과이다.

표 3. 성능개선 실험결과

구분	항목	IS-IS	T_IS-IS
파라미터 개선 (튜닝)	Hello Period	10s	40s
	Holdtime	30s	120s
	CSNP Interval	10s	10s
	SPF Delay	5.5s	0s
	SPF interval	5.5s	0s

### III. QoS 정책 적용(QT\_IS-IS)

군 요구 성능지표 및 정보유통 우선순위를 달성하기 위해서는 순수 프로토콜이나 성능개선만으로는 해결하기 어렵기 때문에 군 요구 기술적 성능지표 및 정보유통 우선순위 달성을 위한 QoS 기법을 적용하였다. 표 4는 군 요구 기술적 성능지표와 QoS 지표와의 상관성으로 일반적인 QoS 성능지표와 동일하거나 유

표 4. 성능지표 상관관계

QoS 지표		기술적 성능지표 (육군 요구)	상관성 분석
대역폭	처리량	Throughput Active transmit capability	동일/유사
	이용률		
패킷 손실		Less packet loss	동일
지연&지터		less delay & jitter	동일
가용성		link and node failure → rapid recovery	동일/유사

사한지를 판단해 보았다.

군에서 요구하는 성능지표와 일반 QoS 지표와 크게 차이나지 않음을 알 수 있다. 따라서 일반적인 QoS 성능지표를 달성하기 위한 대표적인 QoS 정책이나 기법의 적용이 군 요구 성능지표를 만족시킬 것으로 판단된다. 군이 요구로 하는 QoS의 핵심은 모든 트래픽이 QoS를 만족시켜야 된다는 것이 아니라, 제한된 전송 무선 환경 하에서 정확성 및 신속성을 요구하는 우선순위가 높은 트래픽은 반드시 보장된 속도와 품질로 전달할 수 있어야 한다.

전술환경은 네트워크의 잦은 토폴로지 변화 등에 민감하게 반응해야 하기 때문에 통합서비스(IntServ) 보다는 차등서비스(DiffServ)를 적용하며, DiffServ는 단지 트래픽 클래스별 서비스 품질의 차이를 둔 것에 불과하기 때문에 정보유통 우선순위 달성을 위한 QoS 보장을 위해서 스케줄링 기법으로 최근 각광을 받고 있는 WFQ (Weighted Fair Queuing) 기법을 기본으로 하는 LLQ 방식의 적용한다. LLQ는 우선순위가 높은 트래픽은 우선순위 큐잉(PQ)으로 적용하고 다른 트래픽들은 가중치 기반 라운드 로빈 방식(WFQ)으로 전달하게 된다. 스케줄 기법 외에도 클래스나 흐름이 네트워크로 패킷을 보낼 수 있는 속도를 규제하는 제어정책도 필요하며 리키버킷(Leaky Bucket)기법을 적용한다.

표 5. 클래스별 트래픽 우선순위

대상	System 트래픽	DLP 지휘관VoIP	경보/긴급전문	화상회의 일반VoIP	일반전문 웹서비스	기타
특성	신속성+정확성	신속성	정확성	정확성	정확성	일반
순위	①	②	③	④	⑤	
비고	가입자 프로파일과 QoS 혼합정책 → 우선순위 결정					

또한 육군 ATCIS의 트래픽 우선순위(8단계)<sup>[11]</sup>와 TICN의 정보유통 우선순위(4단계)<sup>[12]</sup>를 고려하여 표 5와 같이 5단계 트래픽 클래스별 서비스 우선순위를 분류하였다. QoS 정책을 적용한 모델은 각급 부대(중·소형) 노드는 에지 노드의 역할을, TICN 전술백본망 노드는 코어 노드의 역할을 담당하도록 정의하고, QoS 정책으로 차동화 서비스, 리키버킷, 가중 공평 큐잉 기법을 적용한다. 트래픽 클래스를 적정 5단계로 구분하고, 서비스별 분류를 통해 우선순위가 높은 트래픽을 우선으로 코어노드를 중심으로 빠르게 전송되어지도록 모델을 적용하였다.

### IV. 실험 및 분석

OPNET 실험을 위한 환경은 실험목표 및 측정항목을 위한 환경설정 값으로 프로토콜은 이전 연구<sup>2)</sup>의 튜닝된 IS-IS 프로토콜이며, 5종의 트래픽을 정의하고, QoS 적용을 표 6과 같이 설정하였다.

QoS 적용을 위한 트래픽 클래스 구분 및 실험 시나리오, 환경, 측정항목 등은 아래와 같다.

- 실험은 전문적인 E1급 네트워크 환경에서 IER 2단계를 적용하여 1등급 VoIP(G.729a), 2등급 DB(100kb), 3등급 E-mail(500kb), 4등급 HTTP(500kb~1MB) 그리고 5등급 FTP(5MB)의 5가지 트래픽에 대하여 실험 실시하며, 링크의 대역폭은 45Mbps, 발생트래픽은 약6MB 그리고 링크의 부하는 40MB를 적용하였다.
- 실험 시나리오는 전문 응용체계의 트래픽을 앞의 5개 클래스로 구분하고, 클래스별 취급 데이터를 정의하며, 클래스별 우선순위를 부여한 후 QoS를 적용하지 않은 상황과 QoS를 적용한 상황을 비교하기 위한 실험을 구성한다. 이때 링크의 부하는 병목현상이 발생되지 않도록 하였다.
- 실험을 위한 가정은 QoS 기반 튜닝된 IS-IS 프로토콜의 성능 측정을 위하여 아래와 같이 설정

하였다.

- 가정 1: 트래픽은 대표적인 트래픽 5종으로 실험한다.
- 가정 2: 백본 코어영역에서의 Bottle-Neck 형성에 가압도록 링크부하를 설정한다(하나의 링크에 병목현상 발생시 QoS 적용효과를 크게 볼수 있으나, 전달량의 비교 제한으로 순수 QoS 적용의 효율성을 가늠하기 어렵기 때문임).
- 가정 3: 트래픽별 최대 버스크 크기는 임의의 크기로 지정하여 실험을 실시한다.
- 가정 4: 패킷 손실량 측정 제한으로 클라이언트 서버간 패킷 전달량을 단순 비교

- 네트워크 구조는 기존실험과 동일하게 백본 및 부대 라우터를 구성하되, 5종의 트래픽 유통을 위한 VoIP, DB, E-mail, HTTP, FTP 서버와 클라이언트를 각각 구성하였고 지역 구분 및 기본 환경은 그림 1과 같다.

표 6. 실험환경 변수 설정

구분	속성 (Attributes)				
	T_IS-IS		QT_IS-IS		
Router ID	• IS-IS Parameters		• IS-IS Parameters		
시간 파라미터	hello	dead	CSNP	SPF delay	SPF interval
	40s	120s	10s	0s	0s
트래픽	링크 부하	• IER 2단계적용(평균 20Mbps 적용) * Bottle-Neck링크(R23-R24):40Mbps 적용			
	발생 트래픽	① VoIP 최대 100KB	② DB 최대 100KB	③ E-mail 최대 500KB	④ HTTP 최대 1MB
QoS 정책	• DiffServ - EF,AF11,AF21,AF31,AF41 - 부대라우터(에지), 백본(코어) • 리키버킷(트래픽별) • WFQ(AFXX)+PQ(EF)				

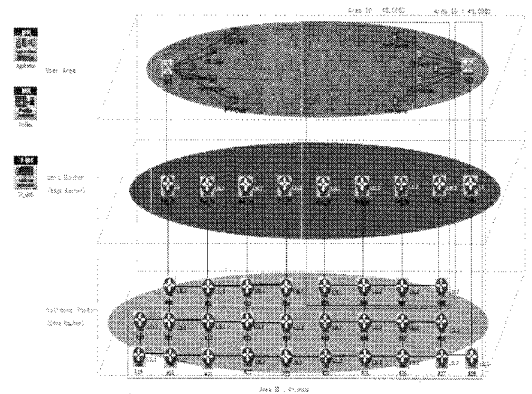


그림 1. 실험 네트워크 구조 및 환경

#### 4.1 실험 결과 및 분석

실험순서 및 측정항목은 상위 3개 순위 트래픽에 대하여 12개 항목에 대한 실험을 실시하였다. 1순위 VoIP에 대하여 MOS, Packet Variation, E-T-E delay, Packet Loss 4개 항목을, 2순위 DB는 Query Response Time, Packet Variation, E-T-E delay, Packet Loss 4개 항목을, 그리고 마지막 3순위 E-mail은 Response Time, Packet Variation, E-T-E delay, Packet Loss 4개 항목에 대하여 실험 및 분석을 실시하였다. 우선순위 3개 대상 트래픽의 항목별 실험 결과는 아래 그림과 같다.

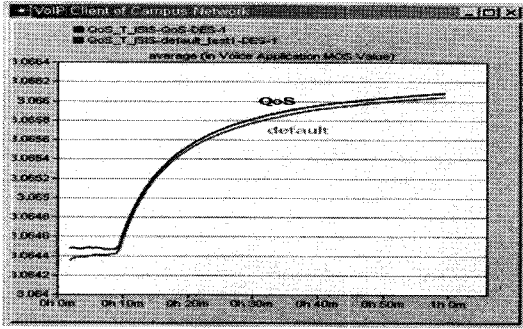


그림 2. VoIP MOS

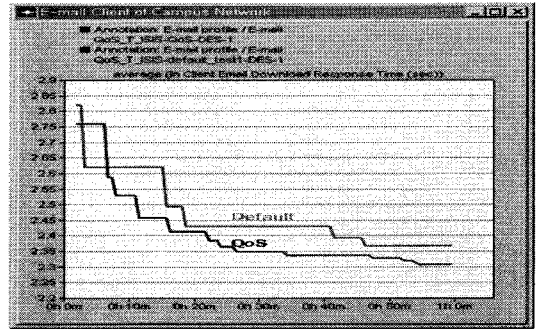


그림 6. E-mail 반응시간

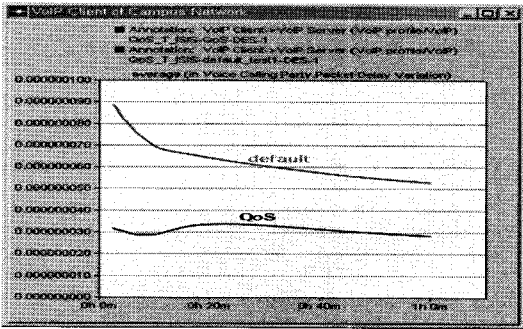


그림 3. VoIP 지연변화량

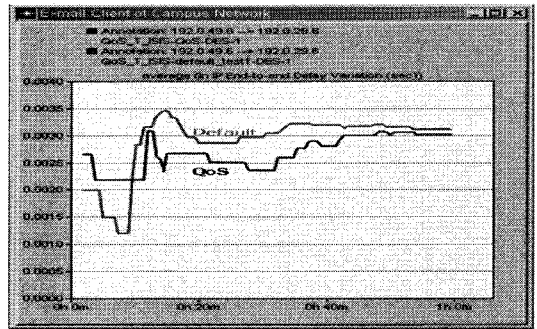


그림 7. E-mail 지연변화량

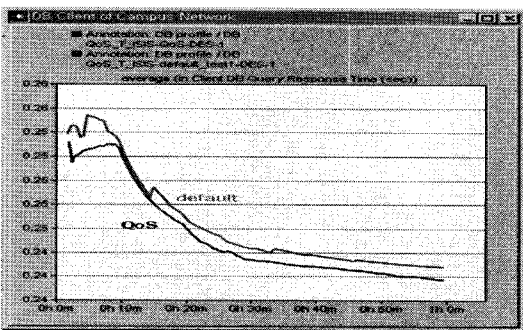


그림 4. DB 반응시간

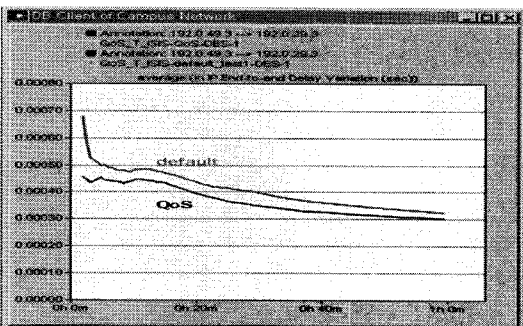


그림 5. DB 지연변화량

## V. 결 론

본 연구는 기존의 OSPF 프로토콜과 IS-IS 프로토콜을 전술적 상황하에서 이론적인 해석과 실험을 통한 비교결과와 비교우위를 나타낸 IS-IS 프로토콜의 주요 시간 파라미터를 튜닝하여 최적화를 실시한 실험결과에 QoS를 제공하기위해 최근 각광을 받고 있는 차동서비스(DiffServ), 제어정책, 스케줄링 기법 등을 적용하여 TICN 전술백분망을 위한 라우팅 프로토콜로 QoS 기반 최적화된 IS-IS 프로토콜을 제안했다. 본 논문에서는 군 전술통신체계의 특수성을 바탕으로, 미래전장 환경의 군 통신 요구사항을 도출, 시뮬레이션을 통하여 군에 보다 적합한 프로토콜을 식별하고 QoS기반 최적화된 프로토콜로 튜닝을 실시했기 때문에 향후 TICN체계의 전술 라우터의 라우팅 기술 정책 수립 및 방향 설정에 있어 성능 비교 및 참고자료로 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

## 참 고 문 헌

- [1] 장동기, 권태우, "TICN 전술백분망을 위한 라우팅 프로토콜 분석", 한국군사과학기술학회지, 제

13권 제4호, pp.650-658, 2010.

- [2] 권태욱, "TICN 전술백본망을 위한 IS-IS 프로토콜 성능 개선", 한국통신학회논문지 Vol.36 NO.8, pp.996-1002, August. 2011.
- [3] "RFC 5340 : OSPF version 3", IETF, 2008. 6.
- [4] "RFC 2328 : OSPF version 2", IETF, 1988. 4.
- [5] "컴퓨터 통신망 라우팅 기술의 비교연구", 충남대학교, 1996.
- [6] "RFC 1195 : Use of OSI IS-IS for Routing in TCP/IP and Dual Environments", IETF, 1990. 12.
- [7] 양미정, 박혜경, "MPLS 시스템에서 트래픽 엔지니어링 확장을 고려한 IS-IS 라우팅 프로토콜", 정보과학학회지, 2004. 10.
- [8] Agustin Zaballos, Carles Segui, "Analysis and simulation IGP Routing Protocols", University Ramon Llull, Barcelona. 2006.
- [9] Jukka Honkola, "OSPF and IS-IS Evolution", Helsinki University of Technology, 2004. 4.
- [10] Paul Della Maggiora, Jim Doherty, "Cisco Networking Simplified", Cisco Systems, Inc, 2003.
- [11] "전술 C4I체계 QoS 능력검증", 정보통신학교, 2003.
- [12] "TICN 체계 총괄", 육군본부, 2008. 4.

권태욱 (Tae-Wook Kwon)

정회원



1986년 3월 육군사관학교 컴퓨터학과 이학사

1995년 9월 미 해군대학원 컴퓨터공학과 공학석사

2001년 2월 연세대학교 컴퓨터공학과 공학박사

2007년 7월~현재 국방대학교 국방정보체계전공 부교수

<관심분야> Next Generation Networks, Computer Communication, Sensor Networking, Cloud Computing, RFID/USN Systems, Virtual Reality.