

TICN 전술백본망을 위한 라우팅 프로토콜 분석

Analysis of Routing Protocol for Tactical Backbone of TICN

장 동 기* 권 태 욱*
Dong-Ki Jang Tae-Wook Kwon

Abstract

Recently Korea Army developed the TICN which is the next army tactical communication system. The TICN will support ability from under environment, strategy maneuver communication system of integrated army dimension overcome and NCW. If the IER(Information Exchange Requirement) phases 3 of the future application system, the analysis that a transmission ability of the TICN is the uncapable is govern.

The TICN tactical backbone's ability is very important. Therefore, network efficiency index in application and analysis of the standard protocol for the data transmission guarantee are obliged. For the TICN tactical backbone, this paper analyzes of routing protocol efficiency index and compares to superiority of the OSPF(v2) and integrated IS-IS protocols in the tactical environment. Conclusively we proposed that integrated IS-IS protocol is more suitable for TICN backbone routing protocol.

Keywords : TICN, JNN, WIN-T, NCW, SPIDER, IER, Routing Protocol, OSPF, IS-IS(Integrated IS-IS)

1. 서론

최근 선진국을 중심으로 임무수행능력의 획기적 향상을 위해 첨단 정보통신 기술을 바탕으로 강력한 네트워크 기반의 군을 만들고자 한다. 이를 위해 미군은 미래 전투체계인 FCS(Future Combat System)를 목표로 현재의 JNN(Joint Network Node)에서 차기 전술통신체계인 WIN-T(Warfighter Information Network-Tactical)로의 전환을 추진하고 있다. 우리 역시 차기 전술통신체계인 TICN(Tactical Information Communication Network)

체계를 개발 중에 있다. TICN은 육군의 SPIDER와 통합군 차원의 전략 기동통신체계의 제한사항을 극복하고, NCW(Network Centric Warfare) 환경에서 군이 요구하는 정보통신 지원능력의 중추적 역할을 담당할 정보통신 기반체계이다. TICN은 기존 SPIDER에 비해 대용량 전송능력 및 기동성을 바탕으로 네트워킹 능력의 획기적 향상을 목표로 하고 있다.

본 논문은 대용량 전송능력 제공으로 기존대비 전송능력이 9~11배(4Mbps→45Mbps) 향상되는 전술백본망에서의 효율적 라우팅 프로토콜에 대해 연구를 하고자 한다. 특히 신속·정확한 데이터 전송보장을 위한 프로토콜의 적용·분석에 초점을 맞추어 군 전술환경에 보다 적합한 라우팅 프로토콜을 분석하기 위해 백본망 라우팅 프로토콜의 대표적인 OSPF(v2),

† 2010년 4월 1일 접수~2010년 7월 12일 게재승인

* 국방대학교(Korea National Defense University)

책임저자 : 권태욱(kwontw9042@hanmail.net)

Integrated IS-IS(이하 IS-IS) 프로토콜의 일반적 그리고 기술적 환경에서의 성능을 이론 및 실험을 통하여 비교 분석하였다.

2. 관련연구

네트워크 라우터는 라우팅 프로토콜을 이용하여 그들이 알고 있는 네트워크 관련 정보를 서로 교환한다. 라우터들은 이 정보를 이용하여 라우팅 테이블을 만들며, 라우팅 테이블에는 가용 네트워크, 가용 네트워크로의 도달과 관련된 비용, 다음 홉 라우터 방향의 경로가 포함된다. 여기서 라우팅이란 네트워크상에서 주소를 이용하여 목적지까지 패킷을 전달하는 방법을 체계적으로 결정하는 경로선택 과정을 말한다. 라우팅 프로토콜을 구분하는 방식 중에서 대표적인 IGP(Interior Gateway Protocol) 동적 라우팅 프로토콜인 OSPF, IS-IS를 중심으로 비교 및 분석한다.

가. OSPF와 IS-IS 프로토콜 개요

OSPF(Open Shortest Path First) 프로토콜^[1]은 AS 내부의 라우터들끼리 라우팅 정보를 서로 교환하는 라우팅 프로토콜이다. 1980년대 중반에 RIP(Routing Information Protocol) 라우팅 프로토콜이 대규모 이질적인 네트워크간 라우팅에 비효율적임에 따라, IETF(Internet Engineering Task Force)에서 SPF(Shortest Path First)알고리즘에 기초하여 인터넷에 적용되었다. OSPF 라우팅 알고리즘은 LS(Link State)에 의한 최단경로 선택 알고리즘인 Dijkstra의 SPF 알고리즘^[2,3]이다. 주요 특징은 자신의 인접한 Link 정보를 전달하며, 경로 선택을 위한 알고리즘으로 SPF를 사용하고, 확장성 및 안정성이 우수하고, 거리벡터 방식에 비해 수렴시간이 빠르며, 모든 라우터가 네트워크에 대한 경로를 계산하고, 모든 라우터가 전체 네트워크에 대한 정보를 공유한다.

IS-IS(Intermediate System-Intermediate System) 프로토콜^[4]은 개방형 시스템 간의 상호연결을 위해 ISO에서 CLNP(Connection-Less Network Protocol)를 위한 라우팅 프로토콜로 만들었다가 TCP/IP가 대중적으로 인기를 끌면서 OSI 기반의 인터넷 프로토콜이 대두되면서 IS-IS를 개발하게 되었다. IS-IS는 최근 인터넷 기반의 네트워크 통합 등으로 인해 통신업자와 대규모 ISP들에 의해 유명해졌다. 초기 IS-IS는 ISO에 의해 표준화

되었으나, 현재 IETF에 의해 IP환경에서 표준화 되었으며 연구가 활발히 진행되고 있다.

IS-IS 프로토콜의 일반적인 특성은 OSPF와 매우 유사하며, 최적 경로 계산을 위해 SPF 알고리즘을 사용한다. LS 정보를 이용하는 IGP 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 변화 시 새로운 LSP(Link State Packet)만을 전달하고, 비-클래스 기반 라우팅, 보안기능 보유 및 다중 프로토콜을 지원하는 특징을 가지고 있다.

나. OSPF vs. IS-IS 특성 비교

OSPF 프로토콜과 IS-IS 프로토콜의 일반적인 특성과 각 프로토콜의 장·약점^[5~8]을 비교 정리하면 아래와 같다.

Table 1. Terms of OSPF vs. IS-IS

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)	CSNP(Complete Sequence Number Packet)
AS / Backbone Area	Domain / Level 2 Subdomain
Router ID(ABR System ID)	L1, L2 router

1) 일반적 특성 비교

- **Terminology** : 용어상의 차이는 있으나 그 기능은 거의 유사하며 주요내용은 Table 1과 같다.

- **Packet Format & Address** : OSPF의 경우 Datalink 헤더 뒤에 IP헤더에 OSPF 패킷이 연결되어 캡슐화되며, 라우터 및 Area ID 그리고 IP주소(IP/Subnet Mask주소, 각 4bytes)를 이용하여 영역을 식별하고 라우팅을 계산하고, 그 조건은 프로토콜 패킷을 참조한다. 반면, IS-IS의 경우 Datalink에 캡슐화되어 전송되며, Area 및 System ID 그리고 NSAP 주소(8~20bytes)를 이용하여 라우팅을 계산하고, 그 조건은 IS-IS 프로토콜 패킷(LSP 헤더 및 TLV 정보 등)을 참

조한다.

• **Areas Concepts** : OSPF는 Fig. 1처럼 ABR이 Area 경계 라우터로 지정되지만, IS-IS는 링크가 Area의 경계가 된다.

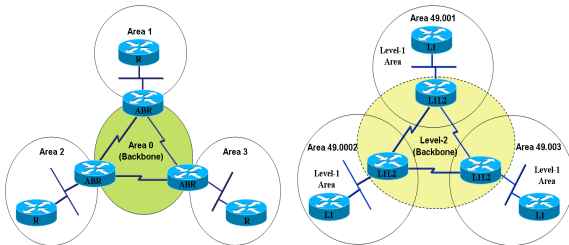


Fig. 1. Area concept of OSPF and IS-IS

• **DR Election** : OSPF는 DR 및 Backup DR을 선출하는 반면, IS-IS는 Backup DR을 선출하지 않는다. 또한 새로운 라우터가 나타날 때마다 DR 선출을 반복하며, DR이 바뀔 때마다 새로운 LSP를 flooding해야 한다.

• **Resource Usage** : OSPF는 많은 LSA를 갖는 반면, Area에 속하는 IS-IS 라우터별 하나의 LS 패킷을 가진다.

• **Scalability** : PDU 형태 및 수량 차이로 OSPF의 경우 Area별 약 50개의 라우터가 적정 규모이지만, IS-IS는 Area별 최대 100개의 라우터까지도 수용할 수 있다. 또한 IS-IS의 경우 반드시 백본 Area가 필요한 것은 아니기 때문에 Area간 직접 연결이 가능하다.

2) 강·약점 분석

• **OSPF의 강점**

- **Backup DR 운용** : DR 장애시 Backup DR에 의해 신속한 복구 가능하다. 그러나 점대점 링크 구조인 군 전술환경에서는 DR의 선출이 불필요하기 때문에 IS-IS의 상대적 약점이라고 보기는 어렵다.

- **폭넓은 사용 및 다양한 토폴로지 지원** : 가장 폭넓게 사용되어 왔기 때문에 네트워크 관리자들에게 보다 익숙한 프로토콜이며, 점대점 형태 외 다양한 네트워크 토폴로지를 지원한다.

- **기타** : OSPF에 비해 IS-IS 라우터는 NSAP주소를 추가로 관리해야 하기 때문에 관리적인 오버헤드가 발생한다고 볼 수 있으나, 대체 주소를 사용하여 라우팅 경로를 계산한다고 이해하면 될 것이다. 오히려 IS-IS 라우터는 IP헤더를 번역하지 않고도 라우팅

경로를 계산할 수 있기 때문에 시간적 효율성이 높아진다.

• **IS-IS의 강점**

- **간단하고 효율적인 동작** : OSPF는 모든 목적지로 향하는 최단 경로를 찾기 위해 영역 내 라우팅 정보 뿐 아니라, 영역 외 라우팅 정보도 이용하여 테이블을 만든다. 따라서 DB의 크기가 증가하고, 영역간의 라우팅 정보를 전달하기 위한 절차가 필요하며, 경로 계산시 오버헤드가 발생한다. 반면, IS-IS는 영역 내에서만 최적의 경로를 계산하고 영역-간 라우팅은 영역 경계상의 라우터에게 전달하기 때문에 계산 복잡도가 낮고, 전달되는 라우팅 패킷이 현저히 감소되며, 내부 절차도 간단해진다. Fig. 1의 Area 1에서 발생하는 OSPF 패킷은 Router · Network · Summary · External LSA 등이 다량 발생되지만, IS-IS의 경우 L1 LSP 한 종류만 발생된다.

- **빠른 컨버전스(수렴)** : 네트워크 노드 및 링크의 변화에 빠르게 수렴되도록 설계되어 있기 때문에 영역 간의 경로 결정에는 운용자의 의도를 반영할 수 있다. 또한 IS-IS는 OSPF와 달리 영역내의 각 라우터의 시간 파라미터 변수를 일치시킬 필요는 없다. 따라서 네트워크 관리자에 의해 파라미터를 조정해 줌으로써 효율적인 네트워크 설치가 가능해진다.

- **네트워크 확장성** : 프로토콜 자체의 오버헤드가 적으면서 운용자들이 자신의 정책에 따라 쉽게 운용할 수 있는 IS-IS는 동일 망구조 하에서 라우팅 DB의 크기가 작고 간단한 동작으로 인해 많은 수의 라우터를 IS-IS 네트워크에 포함할 수 있어 확장성 측면에서 큰 장점을 가진다. 프로토콜 특성으로 인해 영역별 적정 라우터의 수량을 비교할 때 OSPF에 비해 IS-IS가 보다 많은 라우터를 관리할 수 있도록 설계할 수 있으며, 백본 영역이 불필요하고, 영역별 직접 연결이 가능하다.

3. 이론적 성능분석

가. 라우팅 성능지표 분석

NCW 구현을 위한 TICN 전술백본망에 효율적인 프로토콜을 선정해야 하는 이유는 백본 링크의 전송대역폭(최대 45Mbps)의 제한으로 미래응용체계를 고려한 IER(Information Exchange Requirement)^[9]을 수용하

기 어렵다는 분석이 지배적이기 때문이다. 전장운용 데이터, 즉 IER의 원활한 유통을 보장하는 전술 백본망의 라우팅 프로토콜이 극복해야 할 군 전술환경은 다양한 요구조건을 필요로 한다.

군 전술 무선통신 환경은 무선 링크가 가지고 있는 기본적인 특성 외에도 적 및 아군의 EA 및 ES 등으로 인한 그리고 상용 무선채널의 간섭 등으로 인한 Jamming, 적에 의한 탈취 및 파괴로 인한 예비 긴급 운용, 전시 폭주현상, 무선망의 생존성 등이 요구되는 환경^[10]으로 정의하고 있다. 일반적 군에서 요구하는 전술적 성능지표는 Table 2와 같다.

Table 2. Index of performance

일반적인 성능지표(인터넷)	전술환경하 성능지표[육군08]
Path Optimization	less delay & jitter
Simplicity & low overhead	throughput
Rapid convergence	link/node failure → rapid recovery
Robustness & stability	active transmit capability
Flexibility & scalability	less packet loss

TICN 백본망 전술라우터의 개발목표는 전술 무선 환경에서 최적화된 라우팅 프로토콜을 개발하는 것이다. 2장의 프로토콜 비교분석과 라우팅 프로토콜 성능지표를 종합 판단해 볼 때 IS-IS 프로토콜이 OSPF에 비해 이론적으로 우수할 것으로 판단된다.

나. 전술환경에서 성능분석

기존 네트워크에서의 원활한 데이터 유통 보장을 위한 소요기술이 TICN 전술백본망에서도 가용할 것인가를 판단해 볼 필요가 있다. 최근 대규모 통신업체를 중심으로 점진적 네트워크 확장, 주소체계 전환의 용이성, QoS 등의 달성을 위해 OSPF의 제약사항을 깨닫고 IS-IS 프로토콜에 관심을 집중하고 있다. 또한 짧은 기간이었지만 IX (Internet Exchange)나 ISP와 같은 대규모 백본망을 관리하는 영역에서 그 효율성을 충분히 검증받았다고 할 수 있다. 군 전술환경에서 IS-IS 프로토콜의 이론적 강점은 아래와 같다.

• **단일 프로토콜 적용에 따른 관리 용이성** : 현재 군 전술 네트워크 운용개념을 그대로 적용할 경우 IGP (OSPFv2), EGP(BGP4) 프로토콜 모두 필요하며, 네트워크 관리 측면에서 복잡성이 증가하게 된다. 만약

IS-IS 프로토콜을 사용하게 되면, 단순성 및 확장성이 용이하여 EGP 프로토콜은 불필요할 수 있다. 관리자 입장에서 하나의 프로토콜만 관리하면 되는 것이다. 전술환경에서 잦은 노드의 이동, 임무 전환 등으로 인해 경계라우터의 관리가 매우 중요하며 네트워크 관리자의 체계적인 관리가 부재할 경우 전군차원 데이터 유통을 보장할 수 없다.

• **네트워크의 융통성 있는 확장성** : OSPF에 비해 영역별 라우터 수와 영역 수에 크게 제한을 받지 않는다. 00제대급 이하 C4I 확장을 고려해야 하기 때문이다. 군에서 OSPF를 사용할 경우 00제대 단위로 AS화가 필요하다. 또한, 영역간 데이터 유통은 반드시 백본 영역을 경유해야만 하고, 백본 영역의 성능에 따라 제한된 실시간 전장상황 공유가 가능하다. 그러나 IS-IS는 네트워크 확장성에 구애를 받지 않는다. 하나의 Area에서 수용할 수 있는 라우터의 수를 비교할 때 IS-IS의 경우 2배 이상 관리가 가능하다. 이것은 향후 00제대내 운용할 전술라우터의 숫자가 증가하더라도 수용에 문제가 없을 것이다. 또한 OSPF는 백본 Area의 부하를 고려하여 Area 수를 제한하지만, IS-IS는 Area 수에 제한을 받지 않는다. 다시말해 백본 영역을 경유하지 않고 영역간 라우팅이 자연스럽게 이루어진다. 연합작전 및 합동작전시 추가 전개되거나 임무 전환되는 부대와외 네트워크 접속 시 빠른 수렴으로 근실시간 전장상황 공유가 가능 할 것으로 판단된다.

• **군 전술 무선 환경 변화에 대한 적응성** : Table 3과 같이 IS-IS는 OSPF에 비해 빠른 수렴시간을 갖는 메커니즘을 가지고 있어 군 전술환경 특성상 자주 발생할 수 있는 링크의 단절 및 회복 등에 빠르게 반응한다. 또한 IS-IS는 시간 파라미터별 개별 튜닝이 가능하여 Area내에서 기본노드(default로 설정)와 부대노드(Holdtime, SPF interval, LSA interval 등 튜닝) 운용형태에 따라 최적화함으로써 보다 빠르게, 보다 유연하게 네트워크 상태를 유지할 수 있어 시간에 민감한 C4I 데이터의 유통보장에 보다 유리하도록 설계할 수 있을 것이다. 육군 C4I의 경우 신속·정확성을 요구하는 중요 데이터는 7초 이내에 전송되어야 한다고 규정하고 있으며, 향후 적용될 소부대 전투무선망의 지휘관 VoIP의 경우 원활한 의사소통 보장을 위해 1초 이내에 전송이 되어야 통화에 문제가 발생하지 않는 것처럼, 군 특성상 네트워크의 신속한 반응은 선결조건일 것이다.

Table 3. OSPF vs IS-IS 시간 파라미터

항 목	시간파라미터 설정 값	
	OSPF	IS-IS
Hello	10s	10s
Dead(Holdtime)	40s	30s
SPF Delay	5s	5.5s
SPF Interval	10s	5.5s
LSA(CSNP) Retransmit Interval	5s	10s
LSA Transmit Interval	1s	5s
LSA Reception Interval	1s	33ms
LS Aging	1H(fixed)	20min(18.2H)
LS Refresh	30min	15min

• **자원 사용 및 데이터 전송의 효율성** : OSPF에 비해 계산량이 적어 CPU나 버퍼의 부담을 줄여 지연을 최소화할 수 있을 뿐 아니라, 네트워크 부하를 줄여 지휘관 VoIP 및 C4I 트래픽 유통 보장에 보다 유리하다. 예를 들어 8개의 전술라우터가 운용되는 Area (기반노드 4개/L1L2라우터, 부대노드 4개/L1라우터)의 경우 OSPF는 노드 및 링크상태 변화발생 시 LSA를 7개의 라우터들에 플러딩하지만, IS-IS의 경우 L1L2노드로만 LSP를 전송하면 되기 때문에 수치적으로 전송량이 1/2로 줄어들며, 그에 따른 계산량도 격감된다.

Table 4. Results of Comparison

일반적인 프로토콜 성능지표(인터넷)	프로토콜 성능비교		전술환경하 성능지표 [육군08]	프로토콜 성능비교	
	OSPF	IS-IS		OSPF	IS-IS
Path Optimization	-	-	less delay & jitter	-	✓
Simplicity & low overhead		✓	throughput		✓
Rapid convergence		✓	link/node failure → rapid recovery		✓
Robustness & stability	-	-	active transmit capability	-	-
Flexibility & scalability		✓	less packet loss	-	-

이외에도 IS-IS는 다중의 통신 프로토콜들을 지원한다. OSPF는 SIN의 한 형태이지만 IS-IS는 응용별 구분 없이 다중 프로토콜을 지원할 수 있어서 각광을 받고 있다. 또한 주소체계 확장(IPv6)시 OSPF는 v3로 전환해야 하지만 IS-IS는 IPv6에서도 동작하는 프로토콜인 만큼 강점이라 할 수 있다. 라우팅 프로토콜 일반적 성능지표 및 육군에서 요구하는 전술적 성능지표를 바탕으로 OSPF와 IS-IS 프로토콜을 이론적으로 비교·종합하면 Table 4와 같다.

4. 실험 및 분석

본 장에서는 앞장에서 살펴본 OSPF와 IS-IS 프로토콜의 이론적인 성능비교를 바탕으로 실험을 통하여 실질적인 두 가지 프로토콜의 성능을 비교 분석한다. 본 실험의 목표는 일반적인 성능지표를 바탕으로 OSPF와 IS-IS 프로토콜의 성능에 대한 분석 및 평가를 실시하는 것이다. 실험환경 구성을 위한 OPNET(15.0) 설정값은 Table 5와 같다.

Table 5. OPNET testing values

구 분	Attributes		Values	
	OSPF	IS-IS	OSPF	IS-IS
사이즈	15km(가로) × 25km(세로)			
사 양	라우터	시스코 7505		49대(147대)
	서 버	Sun Fire X4200		1대(3대)
	링 크	PPP 링크 (라우터별 4방향, 양방향)		E1급
라우팅 프로토콜	• IP Routing Parameters - Interface Information - Routing Protocols		OSPF	IS-IS
주소 체계	Interface IP	• IP Routing Parameters - Interface Information - Address		Auto Assigned
	Router ID	• OSPF Parameters	• IS-IS Parameters	Auto Configure
발생 트래픽	HTTP 데이터 (서버 클라이언트 방식)		500KB이하	
Load Balancing	-		Destination-based	

각 실험군별 네트워크 사이즈는 15km × 25km로 하며, 라우터를 비롯한 서버는 동일한 장비로 구성한다. 이때 링크의 대역폭은 E1급으로 하며, 인터페이스별 라우팅 프로토콜의 적용은 OSPF와 IS-IS 프로토콜로 각각 설정한다. 주소체계 및 라우터 ID는 프로토콜 특성에 맞추어 설정한다. 발생하는 트래픽은 각 실험군이 동일하게 HTTP 데이터의 트래픽을 이용한다. Load balance를 위해서는 각 프로토콜 모두 목적지 지향으로 설정하여 트래픽이 네트워크 전체에 패킷별로 분산되는 것을 방지한다.

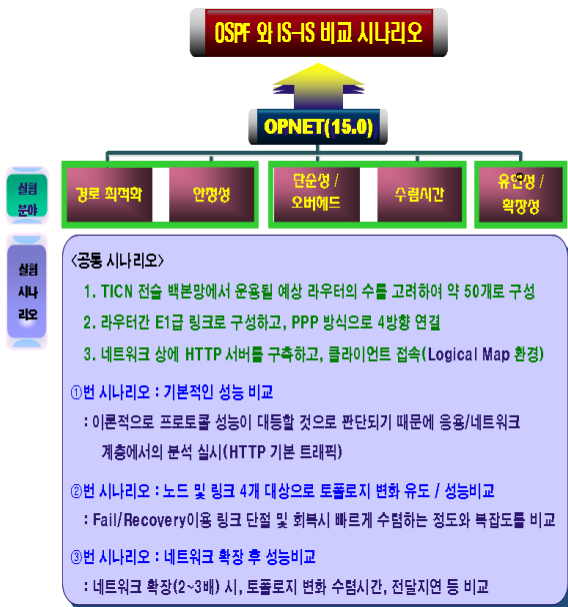


Fig. 2. 실험분야 및 시나리오

실험은 Fig. 2와 같이 3개 분야(경로최적화/안정성, 단순성·오버헤드/수렴시간, 유연성/확장성) 측정을 위해 3가지 시나리오로 실험을 실시한다.

- 1번 : 서버 클라이언트 방식의 HTTP 트래픽을 발생시켜 평균 흡수 및 패킷 손실을 등 경로 최적화와 안전성을 측정.
- 2번 : 서버 클라이언트 방식의 HTTP 트래픽을 발생시켜 실험하며, 20번째 라우터 및 4방향 링크에 대한 실패/회복을 통해 단순성 및 오버헤드, 수렴시간 등을 측정.
- 3번 : 1번 시나리오 바탕의 서버 클라이언트 방식에 클라이언트 및 서버를 각각 2대 추가하여 네트

워크 규모를 2배, 3배로 확장시켜 확장성 및 유연성을 측정.

가. 실험결과 및 분석

• 1번(경로 최적화, 안정성) : Fig. 3과 같은 네트워크 환경에서 실험을 통하여, 클라이언트와 서버간 평균 흡수는 두 가지 프로토콜 모두 동일 SPF 알고리즘을 사용하기 때문에 동일한 결과를 보였다. 그러나 Fig. 4와 같이 트래픽 손실율에서 OSPF의 경우 초기 약 4분간 높은 패킷 손실이 발생하는 반면 IS-IS의 경우 상대적으로 '0'에 가까운 손실율을 보이고 있다. 또한 Fig. 5와 같이 OSPF의 잦은 TCP 연결시도를 파악할 수 있다. 따라서 안정성 측면 IS-IS 프로토콜이 우수하다고 평가할 수 있다.

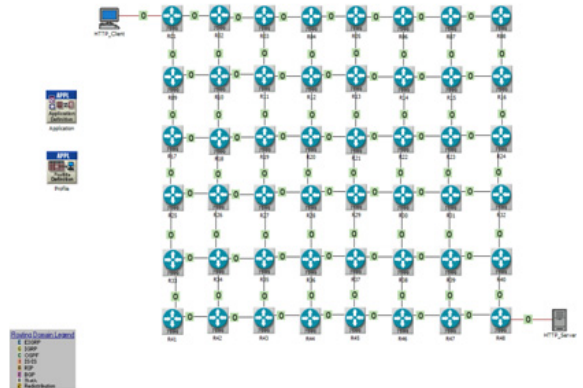


Fig. 3. Network for test-#1

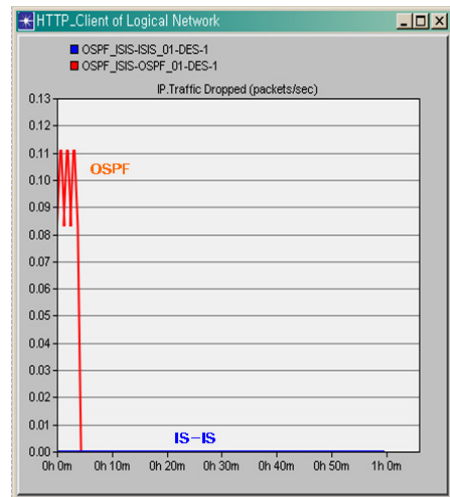


Fig. 4. Results of test-#1

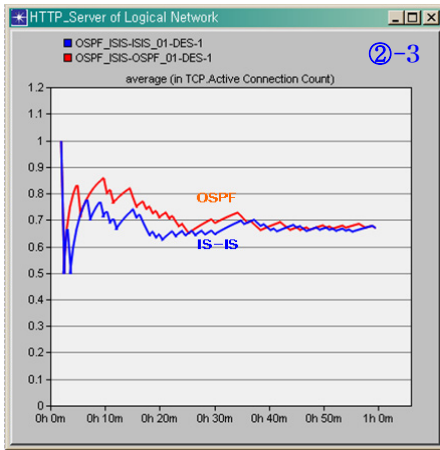


Fig. 5. TCP connection try

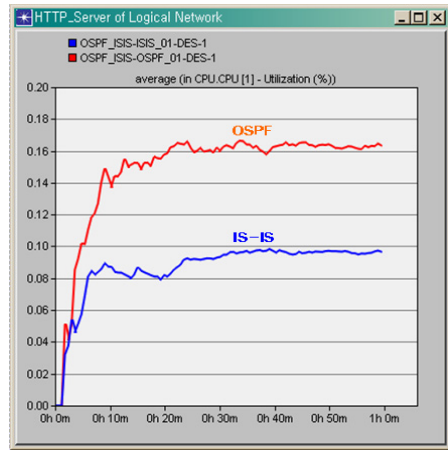


Fig. 7. CPU usage

• 2번(단순성 & 오버헤드, 수렴시간) : Fig. 6과 같은 네트워크 환경에서 실험을 통하여, 서버의 CPU 이용율은 Fig. 7과 같이 OSPF가 IS-IS에 비해 이용율이 높음을 알 수 있다. Fig. 8은 클라이언트와 R1 라우터 링크의 큐잉 지연을 나타내는 시간으로 OSPF 지연이 심하게 나타나고 있음을 알 수 있다. 따라서 단순성 및 오버헤드 실험분야에서도 IS-IS가 우세함을 판단할 수 있다.

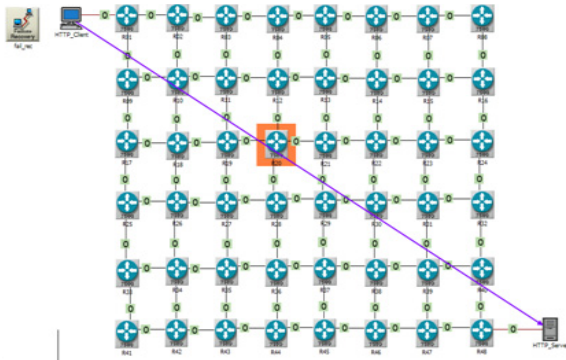


Fig. 6. Network for test-#2

네트워크 토폴로지 변화시 수렴활동은 OSPF가 IS-IS에 비해 초기 수렴활동 기간이 길게 나타남을 알 수 있었고, 라우팅 테이블 업데이트 간격을 비교한 결과 Fig. 9와 같이 IS-IS가 짧은 간격으로 자주 업데이트를 함으로써 네트워크 변화에 보다 빠르게 반응하는 것을 알 수 있다. 따라서 2번째 실험에서도 IS-IS의 우세함을 알 수 있다.

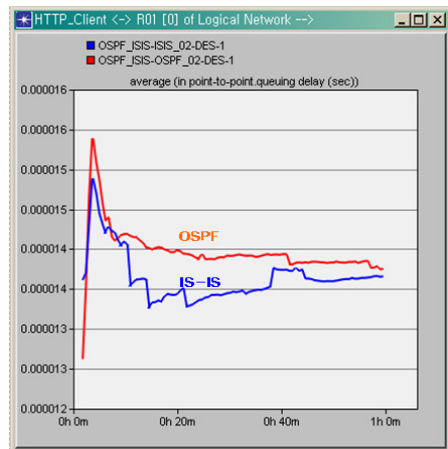


Fig. 8. Queueing delay

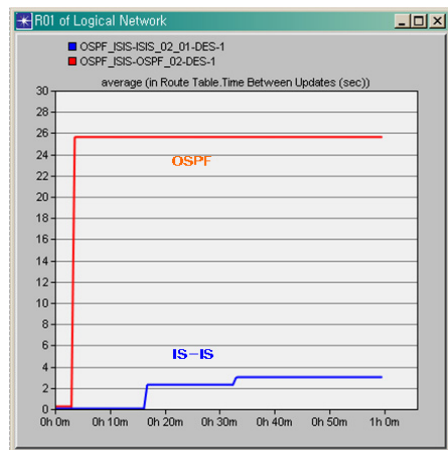


Fig. 9. Table update interval

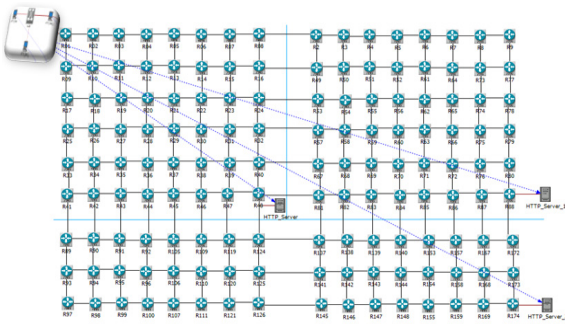


Fig. 10. Network for test-#3

• 3번(확장성 & 유연성) : 네트워크 확장에 따른 프로토콜의 확장성과 유연성 실험을 위한 네트워크 구성은 Fig. 10과 같다. 실험결과 클라이언트별 TCP 지연을 측정된 결과 Fig. 11과 같이 네트워크 영역이 증가할수록 지연은 상당한 차이를 보이고 있다. 또한 Fig. 12와 같이 네트워크 전체 HTTP 트래픽의 평균 반응시간은 IS-IS가 OSPF에 비해 30% 이내의 반응시간을 보이고 있다. 따라서 확장성 및 유연성 측면에서도 IS-IS가 우세함을 알 수 있다.

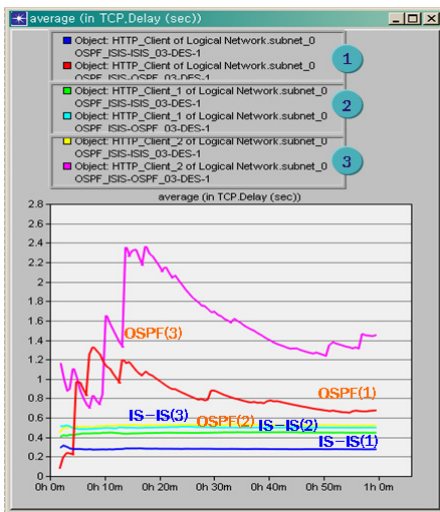


Fig. 11. TCP delay

5. 결론

위 실험을 바탕으로 시나리오별 라우팅 프로토콜 성능지표를 분석한 결과 대부분 이론적 성능 분석결과와 일치함을 알 수 있었으며, 대등할 것으로 예상했던 안정성 또한 IS-IS 프로토콜 성능이 우수했다. 따라서 TICN 전술 백본망에서 운용할 라우팅 프로토콜로 OSPF와 IS-IS의 평가가 다시 실시되어야 할 것이다. 이론적인 강점 이외에 군 전술환경 특성을 고려했을 때, 관리의 용이성, 융통성 있는 확장성, 전술환경 변화에 적응성, 전송의 효율성 등 전술적 강점이 선정의 불가피성을 충분히 제시할 수 있다고 생각한다.

결론적으로 이론적 성능분석을 바탕으로 실험을 통해 검증된 OSPF 프로토콜과 IS-IS 프로토콜의 성능지표별 비교 결과는 Table 6과 같다.

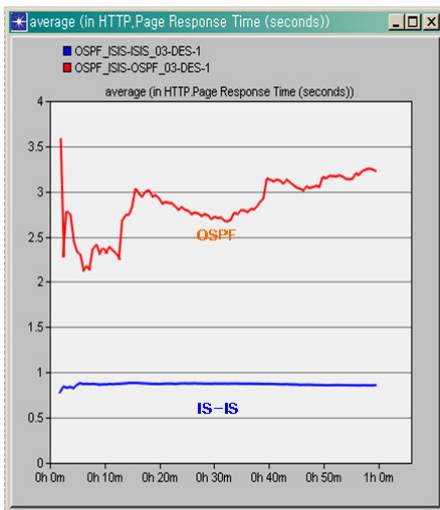


Fig. 12. HTTP average response time

Table 6. Results of comparison

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

향후 연구에서는 군 전술망 환경 및 운용개념을 최대한 반영하고, 프로토콜 파라미터 튜닝을 통한 최적화 및 최신 QoS 기술의 적용을 통해 IS-IS 프로토콜의 우수성을 다시 한번 입증해보고자 한다.

References

- [1] “RFC 5340 : OSPF Version 3”, IETF, 2008. 6.
- [2] “RFC 2328 : OSPF Version 2”, IETF, 1988. 4.
- [3] “컴퓨터 통신망 라우팅 기술의 비교연구”, 충남대학교, 1996.
- [4] “RFC 1195 : Use of OSI IS-IS for Routing in TCP/IP and Dual Environments”, IETF, 1990. 12.
- [5] 양미정, 박혜경, “MPLS 시스템에서 트래픽 엔지니어링 확장을 고려한 IS-IS 라우팅 프로토콜”, 정보과학학회지, 컴퓨팅의 실제, 제10권, 제5호, pp. 365 ~374, 2004. 10.
- [6] Agustin Zaballos, Carles Segui, “Analysis and Simulation IGP Routing Protocols”, University Ramon Llull, Barcelona. 2006.
- [7] Jukka Honkola, “OSPF and IS-IS Evolution”, Helsinki University of Technology, 2004. 4.
- [8] Paul Della Maggiora, Jim Doherty, “Cisco Networking Simplified”, Cisco Systems, Inc, 2003.
- [9] “전술응용체계 정보유통량(IER) 분석”, 국방과학연구소, 2008. 12.
- [10] “TICN 체계 총괄”, 육군본부, 2008. 4.