

# 국방 메가 센터 구축에 따른 국방망 구조 개선방안 연구

윤선중, 이승중

국방대학교 전산정보학과

e-mail : sun2015@empal.com

ljc@kndu.ac.kr

## A Study of DICN's<sup>1)</sup> Architecture Enhancement Scheme For Building Defense Mega Center

Yoon Seon Joong , Lee Sung Jong

Dept. of Computer Information, Korea National Defense University

### 요 약

우리 군은 국방 정보화를 각 부대별 분산 운영하고 있는 전산실을 통합하여 통합 정보관리소인 메가 센터 구축을 추진하고 있다. 메가 센터 이용시 현재 사용하는 전용회선의 지선과 간선의 대역폭 확장을 필요로 하게 된다. 또한 국방 인트라넷의 멀티미디어 및 웹 서비스 증가로 보다 넓은 전송 대역폭이 요구 되고 있다. 저렴한 비용으로 효율적이고 빠른 전송 서비스를 제공하는 Metro Ethernet과 DWDM을 적용하여 국방망 구조 개선방안을 제시하고자 한다.

### 1. 서론

현재 군은 자원관리 체계를 전장관리위주의 체계로 개선하고, 전술 C4I체계 전력화와 부대별 분산 운영하고 있는 전산실을 통합하여, 제한된 전산 인력을 효율적으로 운영하기 위한 메가 센터 구축을 추진하고 있다. 육군은 2006년까지 200여개의 전산실을 26개소로 통합하고 2010년까지 전국 2개소로 통합하는 계획을 갖고 있다. 또한 국방 인트라넷은 멀티미디어 및 웹 서비스 지원을 추진하고 있고, 이로 인해 발생하는 트래픽 증가로 MAN구간에서 병목현상이 발생한다[2].

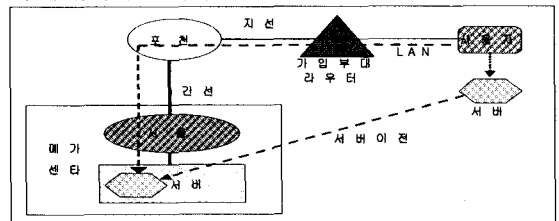
Metro Ethernet은 기존의 라우터나 광 전송 장비를 거치지 않고 기가비트 이더넷으로 구성된 망을 이용해 스위치만으로 LAN개념을 확장하여 MAN구간에 적용하는 것이다. 이 방식은 기존의 SONET기반 네트워크 구성보다 망 구축비용이 저렴하며, 서비스 요금도 기존의 전용회선 구성비용의 25% 수준으로 망을 구축하는데 훨씬 경제적이다. 그리고 다양한 대역폭을 사용자 요구에 따라 제공하는 등 다양한 장점을 갖고 있는 기술이다. 또한 DWDM은

파장당 최대 10Gbps, 광케이블 하나당 최대 160개 파장을 이용해 약 1600Gbps 속도로 데이터 전송이 가능한 기술이다[1].

본 논문에서는 기존의 메트로 이더넷을 이용한 국방망 구축 방안에 대한 추가 연구로 국방망의 트래픽 분석 및 예측을 실시하고, Metro Ethernet과 전송 관련 기술들을 살펴본 후 메가 센터 구축에 따른 트래픽 집중 현상을 막기 위한 대책으로 메트로 이더넷을 이용한 국방망 구조 개선방안을 제시한다.

### 2. 국방망 트래픽 분석 및 예측

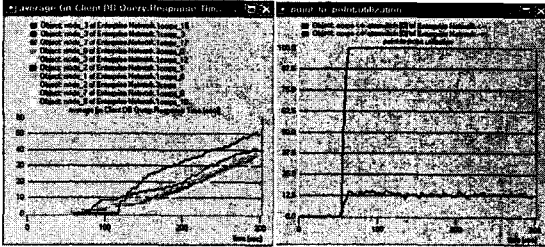
메가 센터(Mega Center)로 각 전산실이 통합됨에 따라 각 부대의 서버가 통합된다. <그림 1>과 같이 서버가 통합됨으로 인해 전용선의 지선이나 간선 구간에서 트래픽 증가가 발생한다.



<그림 1> 서버 접속을 위한 계통도

1) Defense Information Communication Network

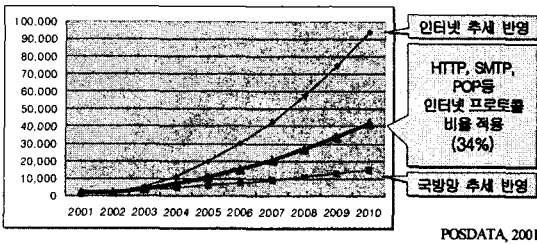
국방망 T1 사단급 접속 부대의 LAN 150 가입자를 대상으로 국방 인트라넷 시물레이션(OPNET) 실시 결과 메가 센터 구축 전/후의 T1 전용선 이용률이 <그림 2>와 같이 나타났다. 구축 후 가입자가 서버로부터 받는 T1 전용선 사용률이 100%로, 응답시간이 60초 이상 계속 증가됨을 알 수 있다.



<그림 2> 메가 센터 구축 후 응답시간과 T1 사용률

백본 트래픽은 웹 멀티미디어 서비스 등 인터넷 기술을 이용한 응용체계가 급속도로 발전함에 따라 인터넷 백본 용량 변화 추이와 1994년 이후 국방망 백본 증가 추이, 그리고 부대를 대상으로 측정된 실사 결과를 토대로 비교/분석하여 <그림 3>과 같이 2005년에 약 10Gbps, 2010년에는 약 40Gbps를 필요로 하는 것으로 나타났다.

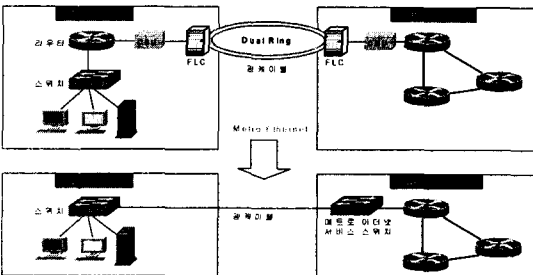
년도	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
용량 (Mbps)	1,848	1,848	4,081	6,909	10,759	15,290	20,763	26,910	33,982	41,941



<그림 3> 국방망 백본의 트래픽 용량 예측

### 3. 메트로 이더넷과 DWDM

메트로 이더넷은 <그림 4>과 같이 LAN에서만 사용되던 이더넷 기술을 70~100km의 MAN까지 확장하여 값비싼 ATM이나 SONET장비를 사용하지 않고도 저렴한 광 이더넷 스위치만으로 망을 구성, 이더넷 기술을 그대로 적용하여 서비스하는 것을 말한다[2].



<그림 4> 메트로 이더넷 서비스 요도

이 메트로 이더넷은 기존의 SONET과 ATM을 사용하지 않고 이더넷 스위치(L2/L3)를 Dark Fiber를 통해 직접 연결하여 네트워크를 구축한다.

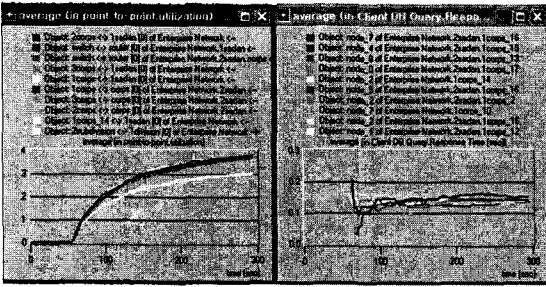
여기에 적용되는 기술로는 망으로 유입되는 모든 패킷마다 이더넷 헤더, 포트번호 등을 읽어보고 그 패킷의 중요성을 판단해 내야 하는 패킷 분류화(Packet classification)기술, 가입 협상시 결정된 값에 따라 데이터양을 제한해 주는 포트 유입을 제어 기술, 프레임헤더에 IEEE 802.1p 태그를 부착하여 태그내의 우선순위필드에 이 프레임의 중요도를 세팅하여 이더넷 망 내에서 이 값을 참조하여 차별화 된 서비스를 제공하는 서비스 품질(QoS) 보장, VPN / VLAN 기술, RPR (Resilient Packet Ring)을 적용한 망 복구 능력, 트래픽 엔지니어링, 웹기반 실시간 대역폭 프로비저닝, 광 전송능력, 확장성, 보안, 그리고 망 관리 등의 기술이 적용된다.

DWDM은 기존에 구축돼 있는 광 섬유망을 여러 개의 채널로 분할해 통신용량을 대폭 확장 시켜주는 기술로 현재 케이블을 이용한 전송기술이 하나의 광 케이블에 하나의 빛 파장을 이용해 2.5Gbps 속도의 데이터 전송만이 가능한 것과 달리 파장당 최대 10Gbps, 광케이블을 하나당 최대 160개 파장을 이용해 약 1600Gbps 속도로 데이터 전송이 가능한 기술이다.

Metro Ethernet 적용시 장애요인으로는 첫째, 모든 구간을 광으로 서비스를 원칙으로 하고 있는데 주로 광케이블 포설이 MAN 지역 위주로 되어있어 없는 지역의 포설시 경비와 시간적인 부담이 많이 들고, 둘째로 통신업체들의 기존 많은 비용을 들인 SONET기반의 장비들을 대체해야 하는데 전환이 쉽지 않다는 것이다. 또한 일부 중견기업들은 이미 SONET으로 다년 계약이 되어 있는 상태라 메트로 이더넷에 관심이 있어도 쉽게 전환이 어렵다. 셋째로 관련기술의 미성숙이다. 기가비트 이더넷에 부가적으로 802.3ad Link Aggregation 기술 및 802.1p, 802.1Q VLAN 기술을 활용하고 있으나 QoS, SLA(Service Level Agreement) 및 보안 수준을 만족시키기에는 아직 제한된다.

### 4. 메트로 이더넷과 DWDM을 이용한 국방망 개선방안

국방망은 메가센터 구축과 웹 멀티미디어 서비스 증가로 보다 넓은 대역폭의 전송 서비스를 필요로 하게 된다. 메가 센터 구축 후 현재 T1 사단급 부대의 전송로를 메트로 이더넷을 적용하여 시물레이션 실시 결과 <그림 2>의 사용률과 응답시간이 <그림 5>와 같이 회선 사용률이 10% 미만이었으며, 서버에 대한 응답시간은 0.3초 이내로 나타났다. 메트로 이더넷 구성시, 메가 센터가 구축된 후에도 트래픽 증가를 소화할 수 있는 충분한 대역폭을 가질 수 있게 되는 것을 알 수 있다.



<그림 5> 메트로 이더넷으로 메가 센터 구축 후 응답시간과 회선 사용을

경제적인 면을 비교하여 보면, 현재 2600가입자 규모의 군 사령부급 망을 SONET기반 ATM망과 메트로 이더넷 망으로 구성시, 제일 비중이 많은 장비위주의 비교분석을 하여보면 <표 1>과 같이 ATM망은 비용이 81.5억 규모인데 이더넷 망은 42.2억 규모로 ATM망의 약 50%정도의 비용으로 구성할 수 있다.

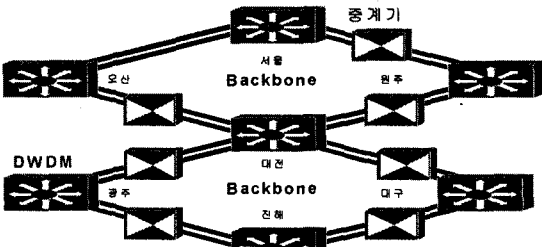
<단위 백만원>

ATM 네트워크				
Items	Unit Price	Q'ty	Price	Remark
ATM Router	7	250	1,750	
ATM Switch	600	6	3,600	
SONET	300	6	1,800	
GSR	500	2	1,000	
Total			8,150	
이더넷 네트워크				
Items	Unit Price	Q'ty	Price	Remark
Management Router	1	250	250	
Access Switch	28	25	700	
POP Switch	370	6	2,270	
GSR	500	2	1,000	
Total			4,220	

<표 1> ATM망과 이더넷 망 가격 비교

이더넷을 이용한 국방망을 구축시 Backbone(백본) 네트워크, 백본 접속을 위한 메트로 네트워크, 그리고 가입부대접속을 위한 메트로 액세스 구간으로 구분하여 구축한다.

첫째로 백본망은 <그림 3>처럼 간선 대역폭이 2005년에 약10Gbps, 2010년에는 약 40 Gbps가 필요하므로, 이 대용량 데이터를 수용하기 위하여 <그림 6>과 같이 부대 분포와 정보통합을 위한 메가 센터 위치를 고려 7개 주요 지역노드를 선정 DWDM장비를 이용하여 네트워크를 구성한다.



<그림 6> 백본 네트워크 구성도

ATM 백본 방식과 DWDM 백본 방식을 비교하여 보면, ATM 백본은 현재 국방망 백본을 그대로 유지하면서 필요에 따라 회선을 증속시키는 방안으로 회선 증속시 증속할 때 마다 추가의 비용을 지불해야 한다. 장비 가격은 DWDM장비에 비해 저가이나 현재 서비스되고 있는 회선 대역폭은 622Mbps가 최대이며 더 많은 대역폭이 필요할 경우 ATM장비 및 인터페이스 카드를 추가적으로 설치하여야 한다[4].

DWDM 백본은 광케이블을 통째로 임차하여 백본 구축 후 일정한 임차료만 지불하면 필요한 대역폭을 무한대로 사용이 가능하다. 임차비용은 전용회선 임차비용에 비해 훨씬 경제적이다. 그리고 한번 초기에 투자비용이 들면 회선을 대역폭을 무한대로 증가시켜도 추가적인 요금도 들지 않고 급변하는 통신 대역폭을 수용할 수 있다.

전용회선 임차와 광 코아 임차의 회선비용을 비교하여 보면 <표 2>처럼 서울-대전 간(143km)를 회선임차비용만을 비교하였을 때 전용회선 T3 회선 임차와 광코아 2코아 임차가 거의 비슷함을 알 수 있다. 따라서 T3보다 대용량인 경우에는 광 코아 임차가 바람직하다.

금액단위:천원

구 간	거리	T3	OC-3	OC-12	광코아 (2코아)
서울-대전	143Km	23,647	47,295	94,590	29,172

<표 2> 전용회선 임차와 광코아 임차요금 비교[6]

차후 년도별 전용회선 백본과 광코아 백본 회선비용을 비교하여 보면 <표 3>와 같다. 2003년과 2004년에 광 코아를 2년 동안 단계적으로 적용한다고 했을 때 광코아 임차시 비용을 포함시켰다. 여기에는 회선 및 전송에 대한관리, 유지보수를 회선사업자의 역할로 할 경우 예상되는 추가 계약금액이나 군 자체적인 관리, 유지보수가 가능하도록 인력 및 기술을 획득하는데 소요되는 비용은 포함시키지 않았다.

대역폭 단위 :Mbps

연도	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
대역폭	2,100	4,081	6,909	10,759	15,290	20,673	26,910	33,982	41,941

단위 : 백만원

전용회선	6,857	8,224	10,286	12,963	20,572	25,906	34,490	43,386	51,430
광코아	-	6,446	2,064	2,064	2,064	2,064	2,064	2,064	2,064
차이	-	1,778	8,222	10,899	18,508	23,842	32,426	41,322	49,366

<표 3> 연도별 전용회선 백본과 광코아 백본의 회선비용 비교[6]

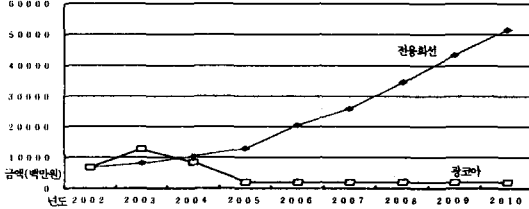
DWDM 백본 네트워크를 위한 장비비용을 비교하여 보면, 이 전송장비는 ATM에 비해 매우 고가이며 초기 투자비용이 필요하다. 하지만 회선이 증속됨에 따라 추가로 장비 및 모듈을 도입해야 하는 ATM에 비해 초기 장비 설치시 무한대로 확장하여 사용할 수 있기 때문에 차후에 추가적인 비용이 없다. <표 4>은 7개 지역을 백본 네트워크로 구성할

경우 장비 비용을 계산한 것이다.

단위 : 백만원			
구분	금액	개수	총금액
DWDM전송장비	1,175	8	9,400
중계기	194	17	3,298
계			12,698

<표 4> DWDM 백본 네트워크 구축을 위한 장비비용[6]

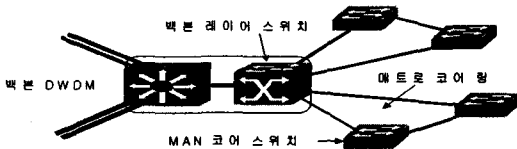
<표 3>와 <표 4>을 합하여 그래프로 그려보면 <그림 7>처럼 나타난다.



<그림 7> 연도별 전용회선과 광코어 백본의 비용 비교

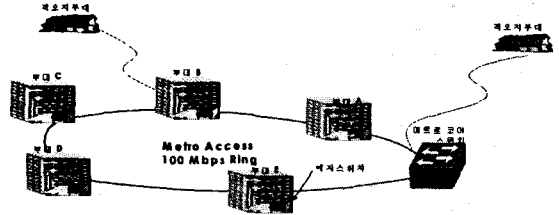
지금까지 전용회선과 광코어 백본을 비교한 결과 2005년에 약 10Gbps가 넘어설 때 100억 규모 광 코어를 이용한 백본망 비용이 절감됨을 알 수 있다. 이후 계속 트래픽이 계속 증가함에 따라 ATM의 지속적인 증설 없이 DWDM장비 도입으로 백본망을 구축하는 것이 필요하다고 하겠다.

두번째로 백본 7개 지역을 중심으로 MAN구성시 이더넷 스위치와 Dark Fiber을 이용해 구성한다. 지역 노드의 각 메트로 구간 레이어 스위치는 인접 지역의 스위치와 연결하여 백본 레이어 스위치에 연결한다. 메트로 영역에서는 부대 위치, 분포를 고려 매쉬형, 또는 링형 등 지역별 가장 적합한 방식을 선택해서 구성한다. <그림 8>은 메트로 구간에서 링형 방식을 이용한 네트워크 구성을 나타낸다. 백업과 망 복구를 위해 이중 링으로 구성한다.



<그림 8> Metro Area Network 구성

세 번째로 가입부대가 메트로 구간에 접속 하도록 하는 메트로 액세스 구간이다. 가입부대 라우터들에게 스위치에 연결하고 에지 스위치 간의 메트로 액세스 링을 구성하여 메트로 코어 구간에 접속하거나, 독립적으로 따로 떨어져 있는 부대의 경우 스타형 방식으로 메트로 코어 스위치, 또는 메트로 액세스 구간의 에지스위치에 연결 한다. 그리고 광 케이블 설치가 되어 있지 않은 지역은 ADSL/VDSL 방식을 이용하여 구성한다. 현재 64Kbps ~ T3의 전용회선으로 연결하여 운용하고 있는 것을 단계적으로 <그림 9>와 같이 10/ 100Mbps의 메트로 액세스 링 방식으로 대체한다.



<그림 9> 메트로 액세스 구간 네트워크 구성

### 5. 결론

국방 정보화를 위해 군은 현재 각 부대별 분산 운영되고 있는 전산실을 통합하여 메가 센터를 추진하고 있다. 이에 따른 네트워크 개선으로 현 운용망을 메트로 이더넷을 적용하여 군 사령부급 규모 설치시, 전주, 도관, 관로 등의 구조물에 투입된 비용은 제외하고, 제일 비용이 많은 장비위주의 비교 분석을 한 결과 약 40억 정도의 예산을 절감할 수 있으며, 현 네트워크 구조에서 발생하는 병목현상이 해결 가능하다. 그리고 백본 트래픽 증가 예측을 통하여 현 운용중인 전용회선 비용과 DWDM 설계 비용을 비교 분석시 2005년에 108억, 2010년에는 493억 정도의 예산을 절감하는 효과와 넓은 대역폭 지원이 가능하여 CPAS(지휘소 자동화 체계) 각군의 C4I(MCRC, KNTDS, SPIDER)등의 분산 운영중인 망을 효율적으로 통합이 가능하다.

향후 연구과제로는 메트로 이더넷의 신속한 망 복구능력에 대한 추가적인 연구 및 표준화, 그리고 현재 운용되고 있는 MPLS와 Diff-serv 등 QoS 보장을 위한 도입 연구와 VPN을 이용한 보안성 향상 측면의 연구, 끝으로 현재 운용되는 장비들의 경제성을 고려한 대체시기 분석 등의 연구가 계속 진행되어야 하겠다.

### 참고문헌

- [1] 윤선중, 이승중, 메트로 이더넷을 이용한 국방망 구축방안 연구, 제 19회 정보처리학회 논문집 제 10권 제1호(2003. 5)
- [2] 육군본부, 통합정보관리소(Mega Center) 추진계획 (2003. 3).
- [3] 이동국, 인터넷 가입자망 성능 개선을 위한 메트로 이더넷 적용방안에 관한 연구, 부경대학교 석사학위 논문, 2002.
- [4] 손장우, 메트로 옵티칼 이더넷 기술의 이해, on the net, 2001.
- [5] 광병국, 초고속 통신망 발전방안, 육군 교육사령부, 2002.
- [6] 국방부, 메가 센터 지원을 위한 네트워크 개선 방안 연구, 2001.
- [7] 국방부, 국방정보통신망에 VPN 적용시 최적의 통신회선 구축방안 연구, 2002
- [8] 김교환, 초고속정보통신망 구축에 대한 경제성 분석 연구, 한양 대학교 석사학위 논문, 2001.
- [9] Rich Seifert, Gigabit Ethernet, Technology and Application for High Speed LANs, Addison-Wesley, 1998
- [10] www.netmaninas.com
- [11] www.10gigabit-ethernet.org
- [12] www.opnet.com