

피터슨 그래프를 이용한 국가 정보 통신망 구축¹⁾

유진근²⁾ 박근수
서울대학교 컴퓨터공학부
{jgyu⁰, kpark}@theory.snu.ac.kr

Constructing the Advanced National Backbone Network Using Petersen's Graph

Jingeun Yu⁰ Kunsoo Park
School of Computer Science and Engineering, Seoul National University

요 약

급격한 기술의 발전 및 신기술의 등장에 따라 국가적 차원에서 고속, 대량의 데이터를 처리하는 네트워크를 구축할 필요성이 발생하였다. 이에 고속 통신망을 구축, 운영중에 있으나, 현재의 network은 망의 안정성, 생존성 확보를 위하여 다수의 장거리 전용회선을 사용하고 있다. 본 논문에서는 현재의 network 구조에 피터슨 그래프를 이용하여 약간의 수정을 가하여 기존 운영중인 망에서 생존성을 보장하고, 경제성을 향상시키는 효율적 망 활용 방법을 제시한다.

1. 서론

1990년대 이후 인터넷 환경의 급속한 성장으로 기존에 구축된 데이터 통신 망의 이용이 한계에 이르러 인터넷 환경의 변화를 수용하는 대량의 트래픽 처리를 위한 국가적 규모의 backbone network 구성이 필요하게 되었다. 이에 국가에서는 정보통신부를 주관 부서로 선정하여 현재의 국가 정보 통신망을 구성하여 정부기관, 지방 자치 단체, 및 일반 이용자들에게 보급, 사용하도록 하고 있다. 그러나 현재의 국가 정보 통신망은 현저히 생존성과 안정성에 바탕을 두고 구축되고 있어 고가의 장거리 전용회선을 다수 사용하고 있다. 이에 본고에서는 이미 구축, 사용중인 국가 정보 통신망에 큰 변화를 주지 않고, 망의 topology를 약간 수정하여 사용하는 장거리 전용회선의 수를 줄이고, 이에 따른 장비와 관리비용의 절감을 통하여 경제적이면서, 효율적인 국가 정보 통신망의 이용에 도움이 되고자 한다.

본 논문의 구성은 2장에서 현재까지의 국가 정보 통신망의 현황을 살펴보고, 3장에서는 피터슨 그래프를 이용한 망의 새로운 구조에 대해서 자세히 살펴 보고, 4장에서는 결론 및 향후 과제를 제시하고자 한다.

2. 국가 정보 통신망 현황

2.1 사업의 개요

2.1.1 목적 : 정부 재원을 선 투자하여 ATM교환기, 인터넷 라우터, 광 케이블, 전송장치 등으로 국가 정보 통신망을 구축하여, 행정부 및 지방 자치 단체 등 공공기관을 대상으로 ATM 기반의 고속 인터넷 등의 서비스를 제공하고 민간부문의 정보 통신 수요 창출 및 기술 개발을 촉진함을 목적으로 한다.[1]

2.1.2 단계별 추진 계획

- 제1단계('95~'97) 전송망 구축
 - 제2단계('98~'00) ATM 교환망 구축
 - 제3단계('01~'05) 고도화
- 2.1.3 추진체계 [2]
- 주관기관 : 정보통신부
 - 전담기관 : 한국전산원
 - 통신사업자 : KT(70%), 데이콤(30%)
- 2.1.4 국가 정보 통신망 구성도

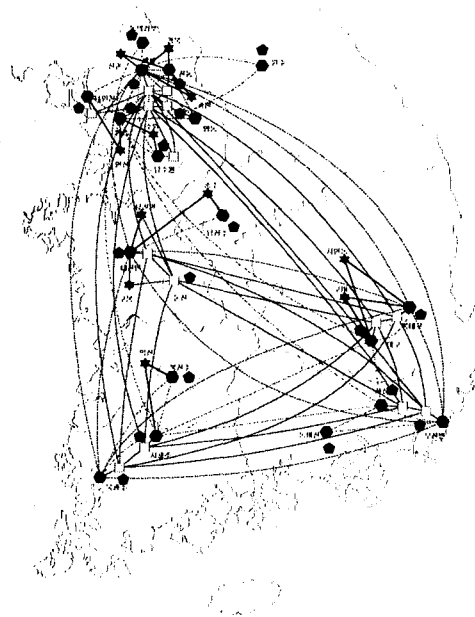


그림 1. 국가 정보 통신망 구성도

1) 본 논문은 2002년도 두뇌한국21 사업에 의하여 지원되었음.

2) KT 정보시스템본부 근무('96.7 ~)

2.2 현재 구조

현재의 backbone망 구조를 살펴보면 그림2-1과 같다. 전국을 서울, 부산, 광주, 대구, 대전의 5대 권역으로 나눠서 backbone node를 구성하고 이 5개 node를 중심으로 하여 다시 지역의 하부 구조를 구성한다.

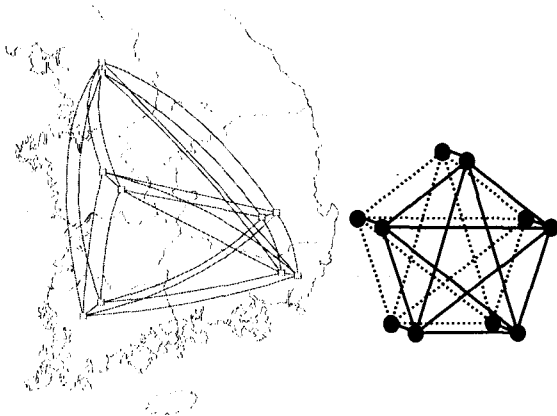


그림 2-1. 국가 정보 통신망 backbone 구성도 그림 2-2. $2 * K_5$ 구조

그림 2-1를 그래프 형식으로 간략화 하면 그림 2-2와 같다. 즉, 5개의 vertex를 갖는 complete 그래프를 2층으로 쌓아놓은 모양의 backbone구조임을 알 수 있다. 이러한 구조는 전체 vertex 10개를 갖는 complete 그래프[3]보다는 경제적 구조임을 직관적으로 알 수 있다.

표 2. $2 * K_5$ 와 K_{10} 의 비교

구 분	$2 * K_5$	K_{10}
시내전용회선	5	5
시외전용회선	$2 * 10$	40
소요 포트 수	$5 * 10$	$9 * 10$

여기서 시내 전용 구간은 비교의 의미가 약하므로 설명을 생략하기로 하고, 경제적 비용이 많이 발생하는 시외 장거리 전용 회선에 대해 중점적으로 살펴본다. 국가 정보 통신망을 구성하는데 가장 안정적인 구조는 K_{10} 를 유지하는 것이다. 그러나 이러한 구조는 생존성과 가용성을 매우 양호하게 갖추었다고 생각할 수 있으나 현실적인 비용이 과도하게 발생한다. 표1에서 보면 장거리 회선의 숫자는 K_{10} 구조가 $2 * K_5$ 구조 보다 2배에 달하고, 각 장비별 소요 포트 수도 거의 2배에 달한다. 이를 살펴볼 때 분명 $2 * K_5$ 구조는 양호한 구조라 생각할 수 있다. 그러나, 본 논문에서는 $2 * K_5$ 구조의 성능을 저해하지 않는 범위에서 경제성이 더 나은 구조를 제안하고자 한다.

3. 피터슨 그래프를 이용한 새로운 구조

3.1 새로운 구조

정의1. P_5 : 5요소를 갖는 Petersen 그래프[4]
그림 3 참조

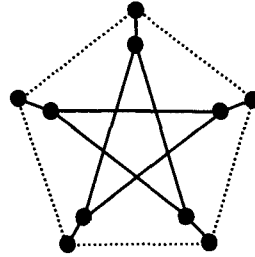


그림 3. P_5 구조

표 3. $2 * K_5$ 구조와 P_5 구조의 비교

구 분	$2 * K_5$	P_5	비 교
지역 node	5	5	동일
node간	이원화	이원화	동일
Bandwidth	622Mbps	622Mbps	동일
시내전용구간	5	5	동일
Cut-edge	8	4	1/2
시외전용구간	20	10	1/2
소요 포트 수	$5 * 10$	$3 * 10$	60%

그림 3과 표 3을 살펴보자. $2 * K_5$ 구조와 P_5 구조 모두 node의 수는 기존과 동일하게 서울, 부산, 광주, 대구, 대전의 5개 광역 node를 2원화 체제로 유지한다. 사용하는 전용회선의 bandwidth은 우선 편의상 622Mbps로 동일한 회선을 사용하고, 시내 구간의 회선도 622Mbps급 5회선을 $2 * K_5$ 방식과 같이 사용한다.

3.2 Cut-edge¹⁾

$2 * K_5$ 구조에서는 cut-edge가 8이다. 즉, 한 지역 node로의 통신이 모두 단절되기 위해서는 그 지역과 타 지역으로 연결되는 8개 회선이 모두 끊어지면 그 지역은 통신상 고립이 된다. 그리고, P_5 구조에서는 cut-edge가 4이다. 즉, 타지역과 통신이 모두 두절 되는 상황은 장거리 4회선이 불통이 되면 발생한다. 여기서 살펴볼 중요한 점은 cut-edge 8과 4와의 비교이다. 과거 수십 년 전의 전용회선의 품질과, 전송장비의 성능에 비해 현재나 향후의 전용회선 품질과 전송장비의 성능은 현저히 향상되었다. 즉, 한 회선의 오류가 발생할 확률도 떨어지거나 전송로상의 문제가 발생하여도 그것이 2번째, 3번째, 4번째까지 연속하여 발생하여 그 지역이 완전 고립될 상황은 극히 일어나기 힘든 현상이라 할 수 있다. 또한, 광케이블은 일반적인 전용회선과 달리, 1회선이 물

1) 한 지역이 완전히 고립되기 위해 단절되어야 할 edge의 수

리적으로 완전 2중화 되어있기 때문에 실제 전송로는 표현되는 것보다 1배수 더 가지고 있다고 볼 수 있다.

3.3 우회 루트 확보

Backbone 상에서 1회선이 두절되었을 때 우회 루트를 확보하는 것은 매우 중요한 일이다. P_5 구조에서 우회 루트를 살펴보도록 한다. 아래 표는 서울 - 부산 간의 우회 루트를 표시한 것이다.

표 4. 서울1-부산1 간 불통시 우회루트

구분	경로	Hop
1	서울2-대구2-부산2	2
2	서울2-대전2-대전1-부산1	3
3	서울2-대전2-광주2-부산2	3
4	서울1-광주1-광주2-부산2	3

표 4에서 보는 바와 같이 1회선의 불통시에도 hop 수가 3이하의 우회 루트가 4가지 존재하게 되고, hop 수가 4나 5의 우회 루트까지 더하면 회선 장애 발생시 우회루트 확보는 무난하다고 할 수 있다.

3.4 장거리 전용회선 절감

다음으로 사용되는 장거리 구간 전용회선을 살펴 보자.

$2 * K_5$ 구조에서는 K_{10} 구조보다는 나은 방법이지만 이 역시

20회선의 장거리 전용회선을 사용하고 있다. 그러나 P_5 구조에서는 10회선을 사용하게 되므로 기존 방식보다 절반으로 그 사용량을 줄일 수 있다.

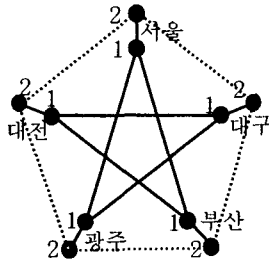


그림 4. 우회루트

으나 P_5 구조는 30 포트만 이용하면 되므로 경제성에서 우수하다고 할 수 있다.

3.6 개선된 구성도

위에서 살펴본 $2 * K_5$ 구조와 P_5 구조의 비교를 다시 정리해 보면 그림 5와 6같은 변화를 알 수 있다.

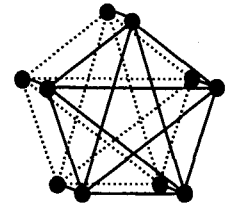
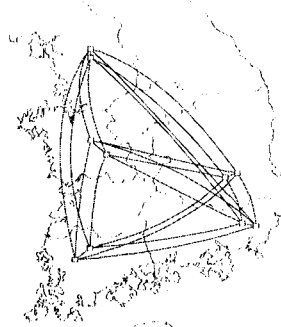


그림 5. $2 * K_5$ 구조

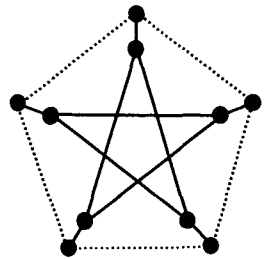
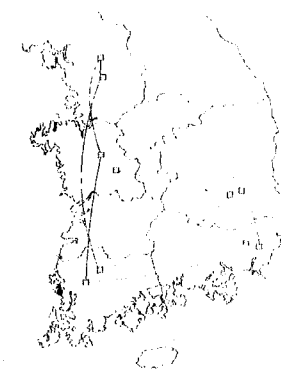


그림 6. P_5 구조

표 5. 지역간 전용회선 비용[5] 622Mbps 기준 천만원/월

회선수 \ 비용	서울	대전	대구	광주	부산
서울	-	2(1)	2(1)	2(1)	2(1)
대전	17	-	2(1)	2(1)	2(1)
대구	19	17	-	2(1)	2(1)
광주	19	17	17	-	2(1)
부산	21	17	14	17	-

표 5에서 보듯이 다른 네트워크 관련 비용을 제외하고, 전용회선 사용료만 단순히 비교해 보면 $2 * K_5$ 구조에서는 월 약 17억원 정도 소요되나 P_5 구조에서는 그 절반인 약 8.5억원 정도 소요된다. 이것은 다른 부대시설과, 관리 인력 소요를 포함하면 최소한 연간 100억원 이상을 절감할 수 있다.

3.5 장비의 소요 포트 절감

그리고, 각 노드에서 사용되는 장비의 포트수를 확인해 보면 $2 * K_5$ 구조에서는 모두 50포트를 사용하고 있

4. 결론 및 향후 과제

이상과 같이 기존에 사용하려 하는 국가 정보 통신망의 구조를 피터슨 그래프를 이용하여 구축하게 될 경우 이전 방식에 비해 네트워크의 안정성과 생존성을 크게 저하시키지 않으면서 경제적으로 상당한 이득을 얻을 수 있다.

향후 이 네트워크의 구조에서 현실적인 트래픽의 성향을 분석하여 일부 구간의 bandwidth을 다르게 주거나, 회선의 수를 조정하여 트래픽의 특성을 감안토록 하는 방안을 고려해 볼 수 있다.

5. 참고 문헌

[1] 한국통신, 초고속 국가망 3단계 1차년도 사업계약서, p13-38, 2001.9
 [2] 한국전산원, <http://www.nca.or.kr/ums>, 2002
 [3] Douglas B.West, Introduction to Graph Theory, 2nd Ed, p9-13,276,313, 1996
 [4] J.A.Bondy and U.S.R.Murty, Graph Theory with Applications, p4,55,79, 1976
 [5] KT, <http://eplaza.kt.co.kr/전용회선>, 2002