

인터넷 서비스 유형별 대역폭 할당 방안

- 초·중등학교 중심으로☆

A Bandwidth Allocation Method by Internet Service Types - Focus on Elementary and Middle Schools

박 형 용*
Hyeong Yong Park

황 준**
Jun Hwang

김 재 현***
Jaehyou Kim

요 약

오늘날 수많은 인터넷 서비스 제공자를 통한 웹 사이트들의 등장과 ICT(Information and Communication Technology) 활용 교육 등 선진화된 교육방법의 도입에 따라 인터넷 트래픽이 급격히 증가하고 있다. 이러한 현실 속에서 학교 현장에서는 사용 중인 인터넷 대역폭 증가를 요구하고 있으나 정부의 예산 부족 및 기술적인 문제로 인하여 빠른 시일에 해결하기에는 어려운 상황이다. 이러한 상황 속에서 본 연구에서는 현재의 대역폭을 가지고 인터넷 운영의 효율화를 높일 수 있는 방안을 제안하였다. 이를 위해 현재 학교에서 사용 중인 인터넷 이용 현황을 분석하였으며, 분석된 결과를 가지고 기존의 일반적인 방법론과의 다른 관점인 유형별 인터넷 대역폭 분배 모형을 개발하였다. 향후 학교에서 요구되는 대역폭 증가를 예측하는데 활용할 수 있으며, 교육청의 학교 적정 대역폭 할당 및 학교 통신비 예산 절감 효과를 제공할 수 있을 것이다. 또한 미래 지향적인 통신망 정책 수립 시 참조 모델로 활용할 수 있을 것이다.

ABSTRACT

Today, internet traffic is rapidly increasing by the appearance of a large number of website thru a numerous internet service provider and the introduction of advanced teaching methods like utilizing ICT(Information and Communication Technology) education. At these actualities, it is requested to increase internet bandwidth in the scene of school; however, it is difficult to resolve the request quickly because of the government's budget and technical problems. In this circumstance, this paper proposes a method to raise the efficiency of internet operations with the current bandwidth. In order to achieve the purpose of this paper, the analysis of internet traffic has been done by the traffic currently being used in school, and an internet bandwidth distribution model differ from the existing standpoint is developed with the analyzed result. It can be used to predict the increase in the bandwidth which may be requested at school in the future, and it can support the office of education for appropriate bandwidth allocation at schools and reduction of school budget in telecommunication. Also, it can be adopted as a future oriented reference model for network policy.

□ KeyWords : Internet Traffic, Bandwidth Management, Internet Service Types

1. 서 론

* 정 회 원 : 한국교육학술정보원 재직(제1저자)
hypark@keris.or.kr

** 중신회원 : 서울여자대학교 정보미디어대학
미디어학부 교수 hjun@swu.ac.kr

*** 중신회원 : 성균관대학교 컴퓨터교육과 부교수 (교신저자)
jaekim@skku.edu

[2009/03/04 투고 - 2009/03/13 심사(2009/06/22 2차) - 2009/07/심사완료]

☆ 본 연구는 2008년도 한국교육학술정보원 연구비지원으로 수행되었음.

현재 초·중등학교 통신망은 교단 선진화 및 ICT 활용 교육 등을 목적으로 1997년에 구축 되었으며, 이후 2000년도에 초고속국가망 통신사업자와 교육인적자원부간 '초·중등 인터넷 무료 특별할인을 위한 협약서(2000.7)'를 통해 모든 학교에 학급수를 기준으로 인터넷 사용 대역폭을 배정함으로써 모든 학교에서 인터넷을 저렴한 가

격으로 사용할 수 있게 되었다 (2000년 당시, 학급수가 1~5학급인 학교는 256Kbps, 학급수가 6~17학급인 학교는 512Kbps, 학급수가 18학급이상인 학교는 2Mbps)[1].

하지만 2001년 0부터 ICT 교육을 실천하기 위해 제7차교육과정 국민공통기본 10개교과에서 10%이상 정보통신 기술 활용을 권장함으로써 인터넷 사용량이 급격히 증가하였고, 이로 인하여 학교에서 사용 중인 인터넷 대역폭에 대한 증가가 요구 되었다. 이에 한국교육학술정보원에서는 2003년도에 300Kbps 동영상 스트리밍을 사용한다고 가정하고 학교 규모별 적정 대역폭을 산정하여 2Mbps, 3~5Mbps, 6~10Mbps, 11Mbps 이상 등과 같이 배정함으로써 인터넷 대역폭에 대한 수정 및 보완을 하였다.

또한 현재의 학교망은 인터넷 서비스 이용방식에 따라 크게 시·도 교육청 집선 접속 방식과 학교별 개별 접속 방식으로 이루어져 있었으나, 2006년 시·도 교육청 통신망 컨설팅을 통해 시·도 교육청 단위의 집선 접속 방식으로 일원화하고 있는 상황이다[2, 3].

이렇듯 오늘날의 학교망은 인프라의 규모와 속도, 접속환경 등 질적 양적 측면에서 꾸준히 발전하여 왔으나 유비쿼터스 환경에서의 교수 학습을 효과적으로 지원하기에는 아직도 미흡한 실정이며, 에듀넷 등과 같은 멀티미디어 자료의 증가에 비례해서 이를 활용하기 위해 요구되는 인프라의 규모와 속도 등 네트워크의 발전은 느린 편이다. 또한, 수많은 인터넷 서비스를 제공하는 웹사이트 등장과 ICT 활용 교육 등 선진화된 교육방법의 도입에 따라 인터넷 트래픽이 급격히 증가하면서 학교에서 사용 중인 인터넷 대역폭 증가를 요구하고 있으나 현재 학교에서 사용 중인 트래픽 사용 현황 및 관리 정책에 대한 연구가 미흡한 상황이다.

이러한 현실에서 문제를 빠른 시일에 해결하기에는 예산 부족 및 기술적인 문제로 인하여 어려운 상황이다. 교육청에 집선된 학교 인터넷 서비

스 품질은 교육청 인터넷 트래픽 관리 정책에 따라 학교 통신망 품질에 지대한 영향을 미칠 수 있으며, 이에 대한 트래픽 이용 현황 분석 및 적정 대응 방안 연구가 필요한 시점이다. 이에 본 연구는 초·중등학교에서 사용 중인 인터넷 서비스 사용 분야별 트래픽 로그데이터를 수집하고, 수집된 로그데이터를 이용하여 유형별 트래픽 이용 현황을 분석하였다. 이를 통해 인터넷 대역폭 관리 방안을 개발함으로써 향후 교육청과 학교의 인터넷 대역폭 및 인터넷 운영의 효율화를 제고하였다.

2. 관련 연구

2.1 TMS 장비

최적화된 인터넷 서비스를 지원하기 위하여 다양한 모니터링 시스템이 개발되어 운영되고 있으며, 그중에서도 세계에서 가장 많이 사용되고 있는 모니터링 도구는 MRTG(Multi Router Traffic Grapher)이다. 본 연구에서는 기존의 MRTG 도구보다 지능화된 TMS 장비를 활용하여 로그데이터를 수집하여 분석하였다.

TMS(Traffic Management System)란 광범위한 형태의 트래픽 관리 솔루션으로 보다 안정적이고 효율적인 인터넷 회선 관리를 목적으로 모든 어플리케이션 유형에 대해 트래픽 유형을 분류하며 모든 호스트가 유발시킨 모든 커넥션에 대한 실시간 모니터링, 진단, QoS, 콘텐츠 필터링 등의 기능을 제공한다.

2.2 선행 연구

일반적으로 통신망에서 대역폭은 크게 수용력, 가용 대역폭, 백그라운드 트래픽으로 나눌 수 있다. 수용력이란 링크에 백그라운드 트래픽이 흐르지 않을 때 최대 전송 가능한 대역폭을 의미한다. 본 연구에서는 한 링크에 할당된 최대 전송 가능 대역폭을 의미한다. 가용 대역폭은 수용력에

서 백그라운드 트래픽을 제외한 나머지 대역폭을 의미한다. 그러므로 가용대역폭은 백그라운드 트래픽에 따라 가변적인 성격을 지닌다. 본 연구에서는 통신망 품질의 향상을 위해 통신망 등급(서비스 유형별 우선순위)을 정의하고, 그 등급별로 TMS 장비에 어떠한 방법으로 얼마큼의 대역폭을 시간대별로 할당할 것인가에 대한 가이드라인 제시에 연구 목적이 있다. 일반적으로 상위 등급은 하위 등급에 비해서 가용 대역폭이 크게 할당된다. 가용 대역폭이 크게 할당된 상위 등급은 하위 등급에 비해 상대적으로 지연이나 지연 변이 등이 작게 발생된다.

김훈, 이영우의 2인[4]은 다중 네트워크 운영자들 간의 장기간의 우선순위, 다중 서비스 클래스 간의 우선순위 및 긴급대역폭 요구 등을 고려한 동적 스펙트럼 할당 알고리즘을 제안하였다. 이 논문에서 주장하는 우선순위 기반의 알고리즘은 시간적으로 분산된 트래픽 패턴에 대해서 기존의 스펙트럼 할당방식들보다 나은 서비스 만족율을 제공한다.

김정택, 고인선 [5]에서는 네트워크 대역폭이나 프로세서 등을 공유하는 다중 스트림에서 적절한 대역폭 할당을 위해 정적 대역폭 할당과 동적 대역폭 할당을 위한 효율적인 알고리즘을 제안하였다. 박정철, 최재원, 이광휘 [6]에서는 사용자 측면에서 등급별로 할당된 대역폭을 측정할 수 있는 효율적인 측정기법을 제시하였다. 그러나 기존의 선행 연구[4, 5, 6, 7, 8]들은 기존의 트래픽 분석기를 이용하여 트래픽 유형과 특성을 분석하였으나, 서비스 유형별 트래픽 량에 대한 분석은 트래픽 분석 장비의 유형별 분류 기능이 없어 유형별 적정 대역폭 할당 방안을 제시하지 못하였다.

3. 인터넷 서비스 이용 현황 분석

3.1 로그데이터 수집 방법

학교 통신망 구조는 교육청을 통한 인터넷 서비스를 이용하는 형태이며, 학교에서는 사설 IP를

사용하고 있다. 따라서 TMS 장비를 4개 지역교육청에 설치하고 각 지역교육청별로 교육통계 연보 [9, 10] 분석을 통해 선정된 표본 집단 학교에 대한 로그데이터를 수집하였다. 각 교육청별로 초등학교 8개교, 중학교 8개교, 일반 고등학교 6~8개교, 실업계 고등학교 3~5개교를 표본 집단으로 선정하였다. 선정된 학교가 속한 지역교육청에 TMS 장비를 설치 후 로그데이터 수집 과정에서 문제가 된 학교를 제외한 나머지 학교에 대하여 분석하였다. 로그데이터는 목적지 IP, URL, 포트, 커넥션 수, 다운로드 트래픽 량, 업로드 트래픽 량, 다운로드 패킷 수, 업로드 패킷 수 등을 로그데이터 수집 항목으로 선정하였다. 또한 학교 트래픽 특성상 수집 시간은 학교 수업시간(09시~16:00)으로 한정하였다. 본 연구에서는 지면상의 한계로 인하여 모든 학교의 트래픽 이용 현황을 기술하지 못하고 한 개 교육청에서 수집된 로그데이터를 중심으로 설명하였다.

3.2 로그데이터 분석 방법

수집된 로그데이터의 사이트별 분석을 위해 우선 교육청과 교육청 산하기관(정보원)에서 제공하는 서비스를 학교 업무 관련 부분과, 웹을 통한 서비스로 구분하였다. 학교 업무 관련 부분은 전자결재, NEIS 등을 분석하였고, 웹 서비스는 사이버 가정학습 등 일반 이용자에게 제공하는 서비스 이용 트래픽을 분석하였다. 그리고 일반 웹 사이트는 이용 행태 분석을 위해 학교에서 사용하는 서비스 이용 특성을 고려하여 크게 5가지 타입으로 분류하여 분석하였다. 사이트별 분석에 대한 구체적인 내용은 표 1과 같다.

(표 1) 사이트별 분석

사이트 구분	내 용
교육청 (지역교육청 포함)	○ 행정 서비스: NEIS 일반행정, 교무업무, 행정정보통합시스템, 전자문서시스템, 홈페이지, 메일 등 ○ 교육정보원 제공 서비스

타입 분류	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교사 및 학생들의 서비스 이용형태에 따른 분류 ○ 교사 및 학생들의 관심 사이트를 기준으로 분류 ○ 인터넷에서 제공하는 부가기능을 기준으로 분류
기타	○ 교사 및 학생들과 관계가 적은 사이트

3.3 인터넷 서비스 트래픽 이용 현황

표 2는 학교 관련 특정 사이트 유형을 학교 특성을 고려하여 7가지 타입으로 분류하여 분석하였다. 타입 분류 기준은 포털사이트에서 인터넷 사이트를 분류하는 기준 및 학교 인터넷 이용 유형을 반영하여 분류하였다.

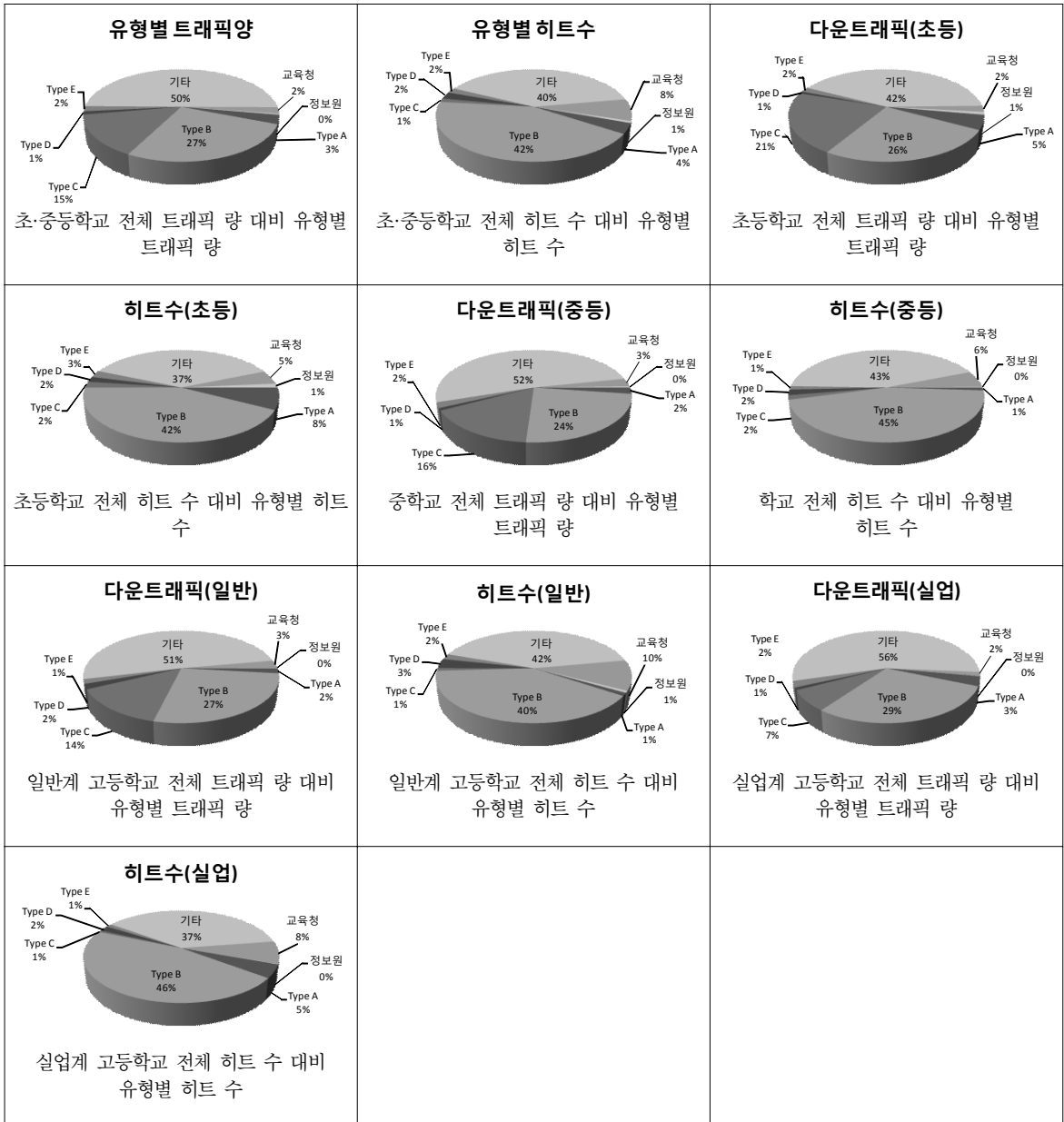
(표 2) 초중고별 인터넷 서비스 유형별 트래픽 현황

구분	사이트 구분	다운트래픽 총계	히트수 총계
초등학교	Type A	78.41	3,180,942
	Type B	25.68	1,027,225
	Type C	12.02	774,402
	Type D	328.86	863,020
	Type E	394.60	17,623,094
	Type F	33.14	2,018,474
	Type G	14.91	577,997
	소계	887.62	26,065,154
	기타	644.48	15,512,678
중학교	Type A	22.16	236,196
	Type B	19.28	288,067
	Type C	8.24	463,404
	Type D	162.26	366,630
	Type E	240.08	10,636,056
	Type F	28.81	1,364,242
	Type G	4.14	63,202
	소계	484.98	13,417,797
	기타	520.84	10,334,661
고등학교 (일반)	Type A	29.18	575,792
	Type B	25.92	1,027,386
	Type C	29.49	1,808,828
	Type D	230.84	506,993
	Type E	444.86	21,208,240
	Type F	43.34	5,648,784
	Type G	3.10	358,608

고등학교 (실업)	소계	806.74	31,134,631
	기타	838.21	22,306,959
	Type A	49.00	1,493,863
	Type B	31.54	375,249
	Type C	12.85	586,011
	Type D	106.11	209,824
	Type E	420.78	14,781,130
	Type F	20.15	2,509,465
	Type G	0.80	45,825
	소계	641.23	20,001,367
	기타	806.66	12,045,830

표 2의 Type A는 학교 교육과 직접적으로 관련된 사이트, Type B는 교수-학습 자료 검색 및 포털 사이트, Type C는 정보 공유 사이트, Type D와 E는 인터넷 정보 제공 및 활용 사이트, Type F와 G는 학교 및 학습과 연관된 사이트이다. 다음은 수집된 로그데이터를 학교급별 유형별 트래픽량과 학교급별 유형별 히트 수로 통계 분석한 표이다.(소계는 Type A, Type B, Type C, Type D, Type E, Type F, Type G을 모두 더한 합이고 기타는 전체 트래픽 량에서 소계를 뺀 값이다.)

표 2를 이용하여 전체, 초등학교, 중학교, 일반계 고등학교, 실업계 고등학교 별로 분석한 결과는 그림 1과 같다.



(그림 1) 서비스 유형별 트래픽 분석 현황

4. 인터넷 대역폭 할당 방안

최근 급속한 정보화발전으로 인하여 향후 몇 년 내에 교육환경이 지금과 다른 큰 변화를 가져올 거라는 것을 예측하기는 여러 선행연구들을 통하여 어렵지 않게 받아들여지고 있다. 교육기관이 현대사회가 요구하는 우수한 인재를 육성하기 위해서는 창의적이고 현실적인 정보화과정으로 새롭게 변화하여야 한다. 이를 위해 새롭게 추구해야 할 인터넷 교육환경은 광범위한 교육자원의 창출과 공유 등 교육기관 간 지식경쟁력을 촉진하고 협력하는 교육커뮤니티의 발전에 기여할 것이다. 이러한 시대적 흐름에 따라 인터넷 이용자의 편익을 제고하고, 국가적 자원의 효율적 관리를 위해서는 이용자 중심의 관리보다 교육기관 단위의 새로운 인터넷 관리방안의 연구 및 적용이 필요하다. 인터넷 서비스의 실질적인 관리를 위해서는 트래픽의 흐름과 성능에 대한 정확한 파악 및 분석을 통해 트래픽 흐름을 제한하는 인터넷 관련 구축설비에 대한 집중적인 정비·개선이 필요하고, 인터넷의 단순 이용자 규모보다는 전체 트래픽을 중심으로 서비스별 적합한 할당 방안이 요구되어야 한다.

본 연구에서는 서비스 유형별로 트래픽 량과 히트 수를 고려하여 서비스 유형별 적정 대역폭을 선정하기 위하여 다음과 같은 4단계를 제안하였다.

- 1단계: 각 유형별 적정 대역폭을 선정하기 위하여 유형별 트래픽 비율과 히트 수 비율을 계산한다.
- 2단계: 유형별 유효율을 계산한다.
- 3단계: 가중치를 산정한다.
- 4단계: 다음 공식을 이용하여 유형별 적정 대역폭을 계산한다.

$$S(i) = \text{서비스유형별 유효율}(i) \times \text{가중치}(i) \quad (1)$$

$$SB(k) = \text{학교별 할당 대역폭} \times \frac{S(k)}{\sum_{i=1}^n S(i)} \quad (2)$$

SB(k) = 서비스유형 k에 대한 적정 대역폭
i = 서비스유형별 타입

위의 각 단계를 3장의 트래픽 현황 분석 데이터 중 초등학교 중심으로 예를 들어 설명한다.

1단계:

	초등학교	
	다운트래픽 비율	히트수 비율
Type A	5.28%	8.16%
Type B	26.59%	45.21%
Type C	22.16%	2.21%
Type D	0.81%	1.99%
Type E	1.73%	2.64%
Type F	2.23%	5.18%
Type G	1.00%	1.48%
기타	43.43%	39.80%

2단계:

유효율에 대한 설명은 다음과 같다.

$$\text{유효율} = (\text{해당 다운트래픽 비율} * \alpha + \text{해당 히트 비율} * (1 - \alpha)) \quad (0 \leq \alpha \leq 1)$$

본 연구에서는 서비스 유형별 평균 다운트래픽 비율 못지않게 히트 비율도 대역폭 할당을 위한 중요한 요소가 된다고 생각되므로 히트 비율을 고려하기로 하였다. 히트비율 반영도는 0%($\alpha = 1$)부터 100%($\alpha = 0$) 까지 변화시키면서 결과치를 반영한다(표 3 참고). 예를 들어 초등집단의 경우 교육청 관련 다운로드 트래픽 비율은 2.23% 정도 이나 교육청 관련 히트율은 5.18%를 상회한다. 이 경우 $\alpha = 0.5$ 로 했을 경우 유효율은 $2.23 * 0.5 + 5.18 * 0.5 = 3.71\%$ 가 된다.

여기서 유효율 α 는 각 집단별 다운트래픽의 비중, 히트의 중요도를 판단하는 기준에 따라 다를 수 있지만, 일반적으로 다음 판단 기준 값을 권장한다.

(표 3) 서비스 유형별 유효율

초등학교 서비스 유형별 유효율 (%)											
가중치 ① 참조	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
Type A	8.16	7.87	7.58	7.30	7.01	6.72	6.43	6.15	5.86	5.57	5.28
Type B	45.21	43.35	41.49	39.62	37.76	35.90	34.04	32.18	30.31	28.45	26.59
Type C	2.21	4.21	6.20	8.20	10.19	12.19	14.18	16.18	18.17	20.17	22.16
Type D	1.99	1.87	1.75	1.63	1.52	1.40	1.28	1.16	1.05	0.93	0.81
Type E	2.64	2.54	2.45	2.36	2.27	2.18	2.09	2.00	1.91	1.82	1.73
Type F	5.18	4.88	4.59	4.29	4.00	3.71	3.41	3.12	2.82	2.53	2.23
Type G	1.48	1.43	1.39	1.34	1.29	1.24	1.20	1.15	1.10	1.05	1.00
기타	39.80	40.16	40.52	40.88	41.25	41.61	41.97	42.34	42.70	43.06	43.43

① 0에 가까우면 히트 수에 비중, 1에 가까우면 다운로드에 비중)

(전체 중 해당유형의 트래픽 비율)/(전체 중 해당유형의 히트 비율) ≥ 1 인 경우 α 에 0.5 이상의 값 부여(0.5에서 1 사이의 값을 부여)

(전체 중 해당유형의 트래픽 비율)/(전체 중 해당유형의 히트 비율) ≤ 1 인 경우 α 에 0.5 이하의 값 부여(0에서 0.5 사이의 값을 부여)

이와 같이 유효율 α 를 트래픽 위주의 집단인 경우에는 트래픽 위주의 작업으로 판단하지만, 히트가 트래픽에 비해 현저히 많은 작업의 경우에는 히트율에 따른 유효율을 높여 줌으로써 히트 수가 많은 유형의 작업에 보다 많은 할당을 하기 위한 정책적 배려이다.

3단계:

가중치 산정 시 각 지역교육청(또는 학교)별로 서비스 유형의 중요도를 생각하여 가중치를 부여한다. 가중치 산출 방법은 다음과 같다. 10개 시·도교육청 및 지역교육청 업무담당자 30명을 기준으로 각 사이트에 대한 가중치를 0에서 5를 기준으로 협의회를 통해 기본 안을 작성하였다. 이를 토대로 각 표본 학교 정보부장 교사를 중심으로 기준안에 대한 검증 작업을 실시하였으며, 최종 가중치 산정 결과에 대해 표본 집단 학교에 포함된 교육청 업무담당자에게 최종 확인 작업을 걸쳐 보완하였다. 가중치는 인터넷 이용자 환경에

따라 상이하게 작용할 수 있으므로, 본 연구에서는 가중치 구하는 방법을 가장 최소화 하여 구하였다. 가중치는 이용자 환경을 반영하여 산출되어야 하며 가중치를 반복적으로 수정 보완하는 것이 효율적이다. 본 연구에서는 산출한 가중치는 다음과 같다.

서비스 유형	가중치	서비스 유형	가중치
Type A	3	Type E	0.7
Type B	1	Type F	4
Type C	1	Type G	4
Type D	1	기타	0.5

4단계:

본 연구에서는 유효율 0.5를 적용하여 계산하였다. 표 4에서 계산된 결과를 기준으로 10M의 대역폭을 사용하고 있는 학교의 경우에 Type A에 1.80M, Type B에 3.21M, Type C에 1.09M, Type D에 0.13M, Type E에 0.14M, Type F에 1.33M, Type G에 0.45M, 그리고 기타에 1.86M의 대역폭을 할당하는 것이 적정하다.

표 4. 적정 대역폭 계산표

초등학교					
서비스 유형	가중치	유효율(0.5)	S(i) = 가중치 * 유효율	B: S(i)/SUM(사이트)	적정 대역폭 = B * 10M(대역폭)
Type A	3	4.25	20.17%	18.04%	1.80
Type B	1	39.80	35.90%	32.12%	3.21
Type C	1	4.07	12.19%	10.90%	1.09
Type D	1	1.44	1.40%	1.25%	0.13
Type E	0.7	1.74	1.53%	1.37%	0.14
Type F	4	4.96	14.82%	13.26%	1.33
Type G	4	0.11	4.97%	4.45%	0.45
기타	0.5	48.69	20.81%	18.61%	1.86
합계			111.78%	100.00%	10 M

5. 결 론

본 연구에서는 초·중등학교에서 사용 중인 인터넷 서비스의 효율성을 높이기 위하여 로그데이터 수집 및 트래픽 이용 현황 분석을 통하여 기존의 대역폭 할당 방안과 차별화된 대역폭 할당 방안을 제안하였다. 이를 토대로 향후 학교에서 요구되는 대역폭 증가를 예측하는데 활용할 수 있으며, 교육청의 학교 적정 대역폭 할당 및 학교 통신비 예산 절감 효과를 제공할 수 있을 것이다. 또한 미래 지향적인 통신망 정책 수립 시 참조 모델로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

향후 연구과제로는 본 연구에서 제안한 대역폭 할당 방안에 대하여 웹서비스에 대한 단순 시간 및 속도를 반영하는 것보다 이용자가 체감할 수 있는 검증방안에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] 박형용, 초·중등학교를 위한 적정 대역폭 산정 방안 연구, 한국컴퓨터교육학회, 제11권 제5호, pp. 47 - 56, 2008.
 [2] 한국교육학술정보원, 유비쿼터스 학습 환경에서의 학교망 진화, 연구자료 RM 2006-94, 2006.
 [3] 한국교육학술정보원, 초·중등 교육정보 인프라 보급 및 관리 효율화 방안 연구, 이재호,

2007.

[4] 김훈, 이연우, 주양익, 윤상보, 다중 서비스 클래스를 제공하는 네트워크 운영자를 위한 우선순위 기반의 동적 스펙트럼 할당 알고리즘, 한국통신학회논문지, Vol.33 No.1, pp. 59 - 66, 2008.
 [5] 김정택, 고인선, 멀티미디어 서비스를 위한 효율적인 대역폭 할당, 한국통신학회논문지, Vol. 27 No.11C, pp. 1112 - 1123, 2002.
 [6] 박정철, 최재원, 이광휘, QoS 등급별 가용 대역폭의 측정기법, 한국인터넷정보학회, 춘계 학술발표대회, 제7권 제1호, pp. 29 - 33, 2007.
 [7] 이면재, 박조순, 적응형 대역폭 할당 방법을 위한 효율적인 전송계획, 정보처리학회 논문지C, 제14-C권 제3호, 2007.
 [8] 유해리, 공공기관의 서비스 품질 향상을 위한 네트워크 트래픽 측정을 통한 적정 대역폭 산정 및 향후 요구 대역폭 분석, 성균관대학교, 석사학위 논문, 2005.
 [9] 한국교육개발원, 교육통계 연보, 2006.
 [10] 한국교육개발원, 교육통계 연보, 2007.

● 저 자 소 개 ●



박 형 용 (Hyeong Yong Park)

1992년 중앙대학교 전자계산학과(공학학사)
1995년 중앙대학교 대학원 소프트웨어공학(공학석사)
2009년 8월 중앙대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)
2000 ~ 현재 한국교육학술정보원 재직
관심분야: 네트워크, IPTV, 네트워크 보안
E-mail: hypark@keris.or.kr



황 준 (Jun Hwang)

1985년 중앙대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)
1987년 중앙대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(석사)
1991년 중앙대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(박사)
1992년 ~ 현재 서울여자대학교 정보미디어대학 미디어학부 교수
관심분야: IPTV, Convergence Computing, Digital Broadcasting
E-mail: hjun@swu.ac.kr



김 재 현 (Jaehyun Kim)

1988년 성균관대학교 수학과 졸업(학사)
1992년 Western Illinois University 대학원 전산학과 졸업(석사)
2000년 Illinois Institute of Technology 대학원 전산학과 졸업(박사)
2001년 ~ 2002년 국민은행(구 주택은행) Chief Technology Officer
2002년 ~ 현재 성균관대학교 컴퓨터교육과 부교수
관심분야: 객체지향 소프트웨어공학, 컴포넌트 기반 개발(CBD), 컴퓨터교육, etc.
E-mail: jaekim@skku.edu