

E-러닝시스템 구축 프로젝트의 적정 하드웨어 산정방법론 연구

정지영* · 백동현**†

*한양대학교 공학대학원 프로젝트관리학전공

**한양대학교 경상대학 경영학부

A Methodology for Estimating Optimum Hardware Capacity in E-learning System Development

Ji Young Jung* · Dong Hyun Baek**†

*Major in Project Management, Graduate School of Engineering, Hanyang University

**Department of Business Administration, Hanyang University

Estimating optimum hardware capacity of an e-learning system is very important process to grasp reasonable size of designing technique architecture and budget during step of ISP(information strategic planning) and development. It hugely influences cost and quality of the whole project.

While investment on information system hardware has been continuously increased, there was no certified hardware capacity estimating method in e-learning system development. A guideline for hardware sizing of information systems was established by Telecommunication Technology Association in 2008. However, the guideline is not appropriate for estimating optimum hardware capacity of an e-learning system because it was designed to provide general standards for estimating hardware capacity of various types of projects.

The purpose of this paper is to provide a methodology for estimating optimum hardware capacity in e-learning system development. To develop the methodology, this study, first of all, analyzes two e-learning development projects, in which the guideline was applied to estimate optimum hardware capacity. Then, this study finds out several key factors influencing on hardware capacity. Finally, this study suggests a methodology for estimating optimum hardware capacity of an e-learning system, in which weights for the factors are determined through AHP analysis.

Keywords : E-Learning, Hardware Capacity, IT Project, Project Cost

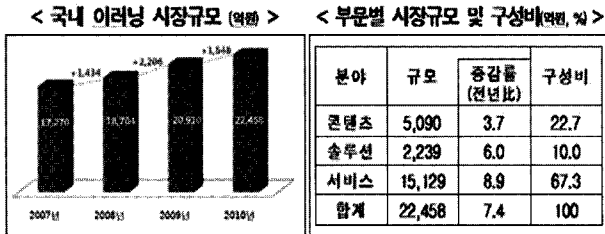
1. 서론

정보기술시대에 교육은 오프라인 교육뿐만 아니라 온라인에서도 다양한 교육이 이루어지고 있다. 대표적으로 초·중·고등학생을 대상으로 구축된 사이버가정학습 시스템 및 EBS 수능교육, 일반 성인을 대상으로

한 다양한 어학학습 시스템들이 온라인에서도 학습이 가능하도록 각 관련기관과 사교육 단체에서 E-러닝 형태의 시스템으로 구축하고 있다. 지식경제부 '2010 e-러닝 산업실태조사' 자료를 보면 지난해 e-러닝 시장규모는 2조 2458억 원으로 2009년(2조 91억)에 비해 7.4% 성장세를 보이고 있으며 e-러닝 업체도 2009년(1549개)에

비해 13.2%(181개) 증가 했다.

다만 137개 e-러닝 업체가 문을 닫고, 332개의 신규 업체가 e-러닝 시장에 진입하였다. 또 e-러닝 산업 종사자의 수는 2만 3468명으로 2009년에 비해 3.5% 증가했다.



<그림 1> 2010 E-러닝산업 실태조사

e-러닝 이용 분야로는 외국어 학습이 38.0%로 가장 높은 비중을 차지했으며, 학업연장(27.9%), 직무(19.6%), 자격(19.1%)가 뒤를 이었다. 매출액 규모별 사업자 분포는 e-러닝 시장의 성장세와는 달리 많은 한계점을 시사하고 있다.

<표 1> 개인특성별 E-러닝 이용 증감률 (단위 : %)

구분	2007년	2008년	2009년	2010년	전년대비 증감률	
전체	39.4	45.0	48.3	49.0	0.7	
성별	남자	45.8	47.6	50.4	50.7	0.3
	여자	31.5	41.9	46.1	47.1	1.0
연령대	3~7세	28.7	32.3	35.0	38.1	3.1
	8~19세	67.0	70.9	72.0	74.4	2.4
	20대	50.7	61.3	62.6	66.0	3.4
	30대	27.2	30.5	40.8	44.1	3.3
	40대	23.4	29.6	31.7	41.2	9.5
	50대 이상	11.2	13.5	18.4	22.1	3.7

지난해 연간 매출액이 10억 원 미만인 e-러닝 업체는 1211개로 전체의 78.2%를 차지, 2009년(1060개사, 77.5%)보다 더욱 늘어났으며, 시장의 규모성장세는 매년 꾸준한 성장세를 보이는 것으로 조사 되었다[디지털데일리].

<표 2> 매출액 규모별 사업자 수 분포 (단위 : 개, %)

구분	사업자 수(개)		총매출액(백만 원)		평균 매출액 (백만 원) [총매출액/사업자 수]
	사업자 수	비중 (%)	매출액	비중 (%)	
전체	1,549	100	2,245,833	100	1,449.9
1억 원 미만	869	56.1	20,211	0.9	23.3
1~10억 원	342	22.1	145,980	6.5	426.8
10~30억 원	153	9.9	260,517	11.6	1,702.7
30~50억 원	89	5.7	325,646	14.5	3,658.9
50~100억 원	53	3.4	368,316	16.4	6,949.4
100억 원 이상	43	2.8	1,125,163	50.1	26,166.6

이러한 E-러닝 시장의 지속적인 발전과 수요에 발맞추어 E-러닝 시스템 구축 프로젝트는 지속적으로 늘어날 것으로 보이며, 이에 따라 적절한 시스템의 규모산정은 프로젝트 원가 및 회사 제정에 맞추어 매우 필요한 실정이다. 시스템의 적정규모산정은 프로젝트 전체의 비용과 품질에 지대한 영향을 미치는 과정이다. 적정규모를 산정할 수 있는 공인된 산정 방법론은 2008년 한국정보통신기술협회에서 제정한 “정보시스템 하드웨어 규모산정 지침”으로 마련되었다. 그러나 이 규모산정 지침은 공공기관 정보시스템 규모산정을 위한 지침으로서 일반적이고 객관적인 기준을 중심으로 제정되어 산정지침에 의한 하드웨어 규모산정이 실제 E-러닝 시스템 운용 시의 필요 성능과 다소 차이점을 보이고 있다. 이에 규모산정의 필요성과 지금까지 연구되어져 있는 정보시스템 규모산정 연구를 바탕으로 E-러닝 시스템의 적절한 규모산정 방법론에 대한 연구로도 모하고자 한다.

2. 이론적 배경

정보시스템 구축에 따른 하드웨어 규모 산정은 하드웨어 벤더나 구축(SI)업체의 경험 치에 의존 하는 경향이 많았다. 그에 따른 객관적인 지표 부재로 적절한 용량산정이 이루어지지 않아 과도한 시스템 산정이나 부족한 시스템 산정으로 프로젝트 완료 후 시스템 성능 및 품질에 지대한 영향을 끼쳐 왔다. 이에 시스템 용량산정과 관련한 기존 연구로 한국전산원에서는 2002년 자체 연구과제의 일환으로 [H/W 용량산정에 관한 연구 2002]를 수행한 바 있다. 2003년 9월 공급업체를 중심으로 이루어지던 H/W 규모산정 방식을 객관화하여 H/W 규모 산정기준(v1.0)을 마련하고, 2004년 10월 공공기관 전문가와 공급업체 전문가를 대상으로 설문응답을 수행하고 그 결과를 반영하여 H/W 규모산정 지침(v2.0)을 제시하였다. 또한 2005년 10월에는 2004년 연구결과를 바탕으로 산정항목에 대한 적용기준을 세분화한 규모산정 지침(v2.5)을 마련하였다. 2007년 9월에는 그동안의 기술적 진보에 따라 보정치의 적용 기준의 변경이 필요한 부분에 대한 수정을 통하여 규모산정 지침(v3.0)을 완성하였다[정보시스템 하드웨어 규모산정 지침-한국정보통신기술협회(2008. 12)]. 현재까지의 연구 동향은 국가기관이 주도하여 공공기관 정보시스템구축을 위한 연구로 진행되어 왔으며 기관 자체의 내부 연구와 전문가 집단에 연구를 위탁하여 하드웨어 규모산정에 대한 연구를 수행하여 왔다. 2008년 12월에 제정된 정보시스템 하드웨어 규모산정 지침의 내용을 보면 시스템 규모산

정에 필요한 보정치 값을 정량화 하고 객관화 하려는 기준 수립이 매우 강함을 알 수 있다.

3. 사례분석을 통한 주요인자 도출

본 장에서는 기존 규모산정 지침을 활용한 사례를 분석하고 그 성능 결과를 통해 시스템 규모산정에 영향을 미치는 주요 인자를 도출해 보았다. 또한 E-러닝 시스템 주요 가중치인자를 선정하기 위해 현업담당자 및 IT 분야에 종사하는 경력자에게 설문조사를 실시하고, 이러한 설문자료를 바탕으로 신뢰도 분석과 AHP 분석을 수행하여 E-러닝시스템 하드웨어 규모산정을 위한 주요 가중치 인자를 선정하였다.

3.1 사례-1

△△교육청에서는 기존 포털 시스템과 병행하여 운영하고 있던 사이버 가정학습 시스템을 사용자의 급증과 다양한 콘텐츠의 지속적인 증가에 따라 독립된 사이버가정학습 시스템의 필요성이 증대되었다. 시스템은 안정성 강화를 위해 이중화 구성을 기본으로 하며 최대 30만 명을 모두 수용할 수 있는 시스템으로 산정하였다.

(1) 사례-1 규모산정 결과

다음 산정결과는 동시사용자 6,000명 이상 수용 가능한 3Tier 아키텍처 구조로 “2008정보시스템 하드웨어 규모산정지침서”에 준하여 산정하였으며, Memory와 Disk의 산정결과는 생략한다.

<표 3> 사례-1 규모산정 내역

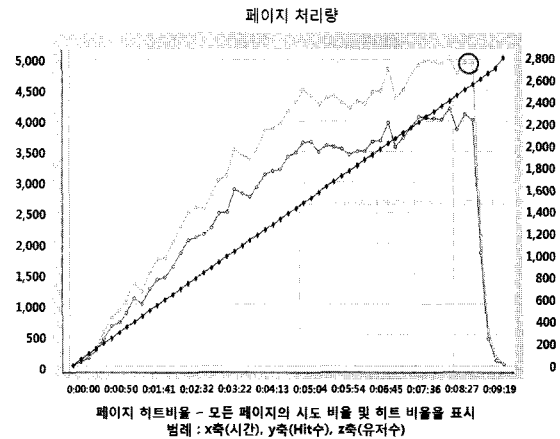
구분	WEB	WAS	DB
CPU	115,830ops	115,830ops	297,967tpmC

- 주) 1. Web/WAS 서버 산정식(OPS 단위) : 동시사용자 수 × 사용자당 오퍼레이션 수 × 인터페이스 부하 보정 × 피크타임 부하 보정 × 클러스터 보정 × 시스템 여유율 = $6000 \times 6 \times 1.1 \times 1.5 \times 1.5 \times 1.3 = 115,830ops$.
2. DB 서버 산정식(tpmC 단위) : 분당 트랜잭션 수 × 기본 tpmC 보정 × 피크타임 부하 보정 × DB 크기 보정 × 어플리케이션 구조 보정 × 어플리케이션 크기보정 × 클러스터 보정 × 시스템 여유율 = $24,000 \times 1.3 \times 1.5 \times 1.3 \times 1.4 \times 1.8 \times 1.5 \times 1.3 = 298,967tpmC$.

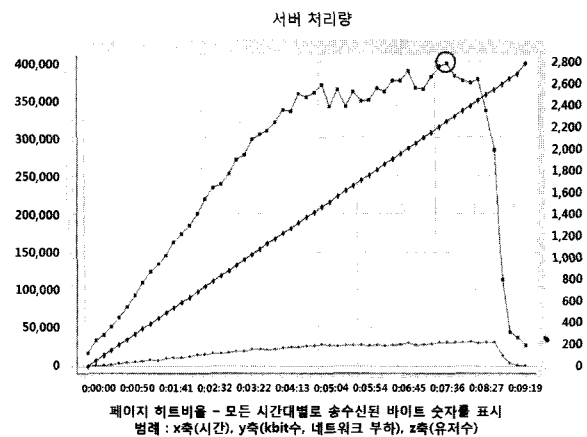
(2) 사례-1 규모산정 결과 성능분석

총 3000명의 Virtual User를 대상으로 동시 테스트를 수행하였으며, 결과는 1,545명 이후부터 WAS 서버의 쓰

레드 사용수치가 서서히 증가하고 WAS 서버의 CPU 사용률이 100%에 도달한 모습을 보이고 있었다. 1,545명 시점 초반에 쓰레드 사용률이 낮은 상태에서 CPU의 사용률이 100%에 도달 하였으므로 WAS 서버의 초기 시스템 도입 시 산정된 시스템 규모와 실제 시스템 성능이 예상 규모산정에 측정된 성능 데로 발휘 하지 못함을 알 수 있다.



<그림 2> 사례-1 페이지 히트 비율 성능치



<그림 3> 사례-1 바이트 전송 비율 성능치

3.2 사례-2

△△Education은 영어온라인 콘텐츠를 개발하여 서비스하는 신규 회사이다. 신규 구축 프로젝트인 관계로 전체회원수를 파악할 수 없지만 초기 동시사용자 3,000명을 목표로 하여 시스템을 산정하였다. 안정성을 위해 이중화 구성을 기본으로 하며 동시사용자 3,000명 이상 수용 가능하고 회원 증가 시 단순 서버 증설로만 시스템이 확장하도록 설계하고 산정하였다.

(1) 사례-2 산정결과

다음 산정결과는 동시사용자 3,000명 이상 수용 가능한 3Tier 아키텍처 구조로 “2008정보시스템 하드웨어 규모 산정지침서”를 기초로 하여 산정하였으며, Web/WAS 서버는 “2010, 나중회, 최광돈 Web/WAS 서버의 적정하드웨어 규모산정에 관한연구”를 참조로 WAS 서버에 어플리케이션 복잡도 보정을 추가하여 산정하였고, Memory와 Disk의 산정결과는 생략한다.

<표 4> 사례 2 규모산정 내역

구분	WEB	WAS	DB
CPU	72,393ops	115,830ops	197,806tpmC

- 주) 1. Web 서버 산정식(OPS 단위) : 동시사용자 수 × 사용자당 오퍼레이션 수 × 인터페이스 부하 보정 × 피크타임 부하 보정 × 클러스터 보정 × 어플리케이션 복잡도 보정 × 시스템 여유율 = $3000 \times 6 \times 1.1 \times 1.5 \times 1.5 \times 1.25 \times 1.3 = 72,393ops$.
2. WAS 서버 산정식(OPS 단위) : 동시사용자 수 × 사용자당 오퍼레이션 수 × 인터페이스 부하 보정 × 피크타임 부하 보정 × 클러스터 보정 × 어플리케이션 복잡도 보정 × 시스템 여유율 = $3000 \times 6 \times 1.1 \times 1.5 \times 1.5 \times 2 \times 1.3 = 115,830 ops$.
3. DB 서버 산정식(tpmC 단위) : 분당 트랜잭션 수 × 기본 tpmC 보정 × 피크타임 부하 보정 × DB 크기 보정 × 어플리케이션 구조 보정 × 어플리케이션 크기보정 × 클러스터 보정 × 시스템 여유율 = $12,000 \times 1.3 \times 1.5 \times 1.5 \times 1.7 \times 1.7 \times 1.5 \times 1.3 = 197,806tpmC$.

(2) 사례-2 규모산정 결과 성능분석

<그림 4>, <그림 5>에 나타난 성능치는(JNP_WEB = Web 서버, JNP_WAS = WAS 서버, JNP_DB = DB 서버 3Tier 구조를 나타냄) 총 1000명의 동시사용자를 대상으로 테스트를 수행했을 때 800명 시점에서 WAS 서버의 CPU 사용률이 80%를 넘고 있었으며, Web 서버에 비해 WAS 서버의 CPU사용량이 상대적으로 높은 사용률을 보임을 알 수 있다. 따라서 다양한 개발 환경과 서비스 형태에 따른 가중치 인자를 찾아 적용해야 할 필요성이 있음을 알 수 있다.

구분	유저수										
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
페이지 처리량(Pages/sec)	59.1	104.2	125.6	135.0	138.6	141.6	142.8	143.7	145.9	148.0	
동시사용자 산정(명)	1,822	3,225	3,919	4,251	4,409	4,546	4,633	4,710	4,827	5,230	
네트워크 처리량(KB/sec)	21,454	46,144	58,006	62,170	64,095	65,338	66,147	66,150	66,428	66,658	
CPU 사용률 (%)	JNP_WEB1	13.6	23.0	29.5	32.8	34.4	36.8	43.3	44.1	45.1	45.8
	JNP_WEB2	7.7	18.8	21.6	25.6	28.3	30.5	30.8	32.8	33.3	37.9
	JNP_WAS1	38.8	53.9	64.3	74.1	76.5	75.4	78.7	84.5	82.1	83.9
	JNP_WAS2	28.0	51.3	63.5	78.7	81.5	81.7	82.5	83.4	86.5	84.7
	JNP_WAS3	26.6	51.7	66.1	81.0	77.7	82.5	78.9	80.4	81.8	85.3
	JNP_WAS4	25.8	56.5	75.9	76.2	76.2	77.4	80.7	80.6	91.8	88.3
	JNP_DB1	22.4	31.5	33.3	34.1	37.9	38.9	38.0	37.6	41.6	40.0
	JNP_DB2	0.3	0.5	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3
네트워크 지연시간(초)	0.001	0.002	0.002	0.002	0.005	0.01	0.013	0.024	0.022	0.023	

<그림 4> 사례-2 성능테스트 결과

구분	유저수										
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
페이지 처리량(Pages/sec)	102.0	202.4	282.8	330.9	346.0	336.3	365.2	375.6	397.3	363.4	
동시사용자 산정(명)	24,821	48,680	68,006	78,618	83,290	81,001	87,994	90,548	95,906	98,216	
네트워크 처리량(KB/sec)	16,806	33,476	46,523	54,689	56,678	55,418	60,667	63,281	66,138	63,337	
CPU 사용률 (%)	JNP_WEB1	7.1	16.6	23.4	30.1	34.7	38.6	36.9	43.9	46.3	44.4
	JNP_WEB2	7.7	18.2	24.4	32.6	31.1	37.5	40.3	36.8	46.2	46.1
	JNP_WAS1	15.6	25.4	42.3	44.1	45.2	47.8	49.8	53.6	52.2	46.6
	JNP_WAS2	18.3	22.2	28.0	38.4	40.4	45.9	50.6	43.4	49.2	48.1
	JNP_WAS3	16.3	25.3	39.5	47.9	48.0	48.5	47.7	52.1	53.2	45.9
	JNP_WAS4	14.8	24.8	37.1	45.9	46.0	45.3	47.5	53.8	54.5	50.9
	JNP_DB1	19.4	23.3	27.5	32.5	34.9	27.7	23.2	36.0	34.6	32.5
	JNP_DB2	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.3	0.4	0.2	0.5
네트워크 지연시간(초)	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005	0.012	0.04	0.013	0.042	0.063	

주) CDN((Contents Delivery Network), 주요 ISP(Internet Service Provider)에 서버를 분산 배치하여, 콘텐츠의 전송중 발생하는 트래픽 집중·병목현상 및 데이터 손실을 해결하기 위해 등장한 전송기술)을 통한 콘텐츠의 네트워크를 분리하여 테스트 하였을 경우 동시사용자가 늘어나도 시스템에 대한 부하 또는 안정적인 증가세를 유지하고 있음을 확인할 수 있었으며, CDN 이용 시 결과를 토대로 목표 동시사용자 수 3,000명 이상 4,500명까지 서비스 가능할 것으로 짐작 할 수 있다.

<그림 5> 사례 2 CDN 적용 후 테스트 결과

3.3 주요인자 도출

사례-1, 사례-2를 통해 분석한 결과 일반적인 정보시스템 하드웨어 규모산정 지침에 의해 산정한 성능이 실제 사용 시 필요성능과 차이가 있음을 알 수 있었으며, 다음 <표 5>는 사례-1의 성능분석결과 내용을 <표 6>은 사례-2의 분석결과 내용을 바탕으로 문제점을 분석하여 산정 치에 필요한 주요 인자를 도출 하였다.

<표 7>은 본 논문을 작성하면서 연구자적 주관적 입장에서 성능 치 산정에 필요한 주요 인자를 도출해 보았으며, 사례분석으로 통해 도출된 주요인자는 각 세부항목으로 구분하여 나누고 쌍대비교를 통한 AHP 분석을 통해 각 인자별 세부항목의 중요도의 우선순위를 선정하고자 한다.

<표 5> 사례-1 요점분석을 통한 주요인자

사례-1 요점분석	도출된 주요인자
지침서에 의하여 Web/WAS 서버의 산정식은 동일하게 산정되었으나 실제 부하율은 WAS가 더 높음	시스템 아키텍처 구조
Web 서버와 WAS 서버의 경우 설치되어 운영되는 어플리케이션 구조 및 처리패턴 타입이 서로 다른데 규모산정방식이 동일한 문제점이 있음	어플리케이션 복잡도
테스트 결과 1,545명 이후 증가하는 값이 수평선을 그리지 않고 심하게 위 아래로 움직이고 있고 서버의 응답속도가 감소되고 있음을 알 수 있는데 이는 강좌를 시청하는 시간의 길이에 따라 하드웨어에 대한 자원 반환율이 낮아 발생하는 현상으로 판단 할 수 있음	E-러닝 특성에 따른 학습 유형

<표 6> 사례-2 요점분석을 통한 주요인자

사례-2 요점분석	도출된 주요인자
Web 서버와 WAS 서버의 소프트웨어 설치 구조 비율이 틀림	어플리케이션 복잡도, 부하도
CDN을 통한 콘텐츠 네트워크를 분리하면 서버에 대한 부하율이 상대적으로 낮게 나타남(CDN 사용시 : 48.7%, CDN 미 사용시 : 85.5%)	네트워크 보정
http 호출 빈도 및 콘텐츠 유형에 따른 다운로드 속도에 따라 응답 지연현상으로 시스템 부하에 영향을 미침	콘텐츠 유형
지침에 의한 주요 보정인자들 중에 E-러닝의 특성에 따라 더욱 중요시 되는 보정인자는 가중치 입력시 별도 고려해야 함	지침서 보정인자 중요도

<표 7> 연구자 주관적 요점의 주요인자

연구자 주관적 요점	도출된 주요인자
시스템간의 상호 연동성에서 발생하는 병목현상이나 소프트웨어 엔진 성능, 하드웨어 성능 등 E-러닝 시스템을 구성하기 위한 인프라 구성요소에 따라 중요도 우선순위를 파악해야 할 필요성이 있음	인프라 구성요소
실제 운영 중인 담당자 대면 인터뷰를 통한 의견수렴 내용 중 E-러닝 환경의 특수적 상황을 고려해야 함	E-러닝 특성에 따른 환경 유형

3.4 AHP 분석을 통한 주요인자 선정

사례분석을 통해 도출된 주요인자의 세부인자의 우선순위 선정을 위해 E-러닝과 IT관련 전문가 집단에게 설문조사를 실시하고 그 결과를 데이터 분석을 통해 신뢰도와 적합성을 검증하였다. 설문 내용은 현재 E-러닝 시스템을 운영 중인 3개 기관 운영담당자들과 대면질의를 통한 의견을 수렴하여 주요설문내용을 작성하였고 E-러닝과 IT관련 전문가 집단에게 e-mail을 통한 설문지를 배포하여 총 48명의 설문지를 회수하여 설문 통계를 집계하였다. 설문 대상자의 기본 정보는 다음과 같다.

<표 8> 설문조사 응답자 기초자료 통계

구분		빈도	비율 (%)	구분		빈도	비율 (%)
성별	남자	40	83.3	연령	21~25세	2	4.2
	여자	8	16.7		26~30세	8	16.7
	계	48	100.0		31~35세	18	37.5
분야	PM 운영자 콘텐츠 개발자 LMS 개발자 H/W엔지니어 기타(DBA 등)	7	15.2		36~40세	12	25.0
		5	10.9		41~45세	6	12.5
		4	8.7		45세 이상	2	4.2
		9	19.6	계	48	100.0	
		10	21.7	경력	1년 미만	4	8.7
		11	23.9		1~3년	8	17.4
	계	46	100.0		4~6년	9	19.6
프로젝트 경험	있다	23	47.9	7~10년	12	28.3	
	없다	25	52.1	10년 이상	13	26.1	
	계	48	100.0	계	46	100.0	
규모	있다	14	29.2	산정 경험	있다	14	29.2
	없다	34	70.8		없다	34	70.8
계	48	100.0	계	48	100.0		

본 연구에서 E-러닝 시스템 구축을 위한 프로젝트에서 적절한 하드웨어 규모를 산정하기 위해 필요한 주요인자들의 중요도를 산출하고자 AHP 분석을 실시하였다. AHP 분석은 의사결정의 목표 또는 평가기준이 다수이며 복잡한 경우, 이를 계층화(Hierarchy)하여 주요 기준과 그 주요 기준을 이루는 세부 기준들로 분해하였다. 이러한 기준들을 쌍대비교(Pair-wise comparison)하여 중요도를 산출하는 분석방법이다. 일관성 비율(Consistency Ratio : CR)을 통하여 구한 값이 0.1 이하일 경우에는 일관성이 있고, 0.2 이상일 경우는 일관성이 없으며, 그 사이 값일 경우에는 묵과할 정도이다(Saaty[2]).

이에 따라 6개 주요영역에 대한 쌍대비교 분석결과 일관성 비율이 0.1 이하이므로 일관성 있다고 판단할 수 있으며 그 결과에 따른 주요인자 선정은 다음과 같다.

<표 9> AHP 쌍대비교 결과

구분	일관성 비율 (CR)	문항	가중치	순위
E-러닝 시스템을 구축하기 위한 인프라의 주요 구성요소 중 가장 영향을 미치는 요소	0.0120	1. 서버 아키텍처	0.1439	5
		2. 네트워크 속도	0.1970	2
		3. 스토리지성능	0.1199	6
		4. 콘텐츠유형	0.2075	1
		5. LMS 엔진성능	0.1553	4
		6. 응용프로그램 구조	0.1765	3
E-러닝 시스템에 적합한 시스템 아키텍처 선호도	0.0672	1. 1Tier 구조	0.0768	3
		2. 2Tier 구조	0.2539	2
		3. 3Tier 구조	0.6692	1
OLTP(DB)서버 시스템 구축형태 선호도	0.0151	1. 단독 시스템구성	0.1077	3
		2. 고가용성 HA구성	0.3912	2
		3. 병렬구성	0.5010	1
WEB/WAS서버 규모산정을 위한 보정치 주요인자 중 규모산정에 가장 큰 영향을 미치는 요소	0.0227	1. 동시사용자 수	0.3341	1
		2. 사용자당 오퍼레이션 수	0.1770	3
		3. 인터페이스부하	0.1621	4
		4. 피크타임부하	0.3268	2
DB서버(OLTP) 규모산정을 위한 보정치 주요인자 중 규모산정에 가장 큰 영향을 미치는 요소	0.0069	1. 분당트랜잭션 수	0.1970	2
		2. 기본 tpmC보정	0.1159	5
		3. 피크타임 부하	0.2303	1
		4. 데이터베이스크기	0.1115	6
		5. 어플리케이션구조	0.1611	4
		6. 어플리케이션부하	0.1842	3
E-러닝 주요 구성요소 중 콘텐츠 유형에 따른 시스템 부하도	0.0650	1. HTML 유형	0.1020	4
		2. Flash파일 유형	0.2894	2
		3. 동영상(VOD)	0.3733	1
		4. Text파일 유형	0.0764	5
		5. 이미지파일 유형	0.1588	3

4. E-러닝시스템 규모산정 방안

본 장에서는 E-러닝시스템의 규모를 산정하기 위한 산정절차를 수행방법에 대하여 기술하고 제 3장에서 사례분석을 통해 제시된 주요인자와 AHP 분석을 통해 선정된 주요 인자의 가중치를 바탕으로 기존 규모 산정 지침을 바탕으로 E-러닝시스템에 적용 가능한 산정방법을 기술하였다.

4.1 규모산정 절차

규모산정 절차는 [정보시스템 하드웨어 규모산정지침]에서 제시한 프로세스 절차와 동일하게 진행한다.

<표 10> 규모산정 절차 프로세스

항목	설명	비고
1단계 [구축방향 및 기초자료 조사]	ISP(Information Strategy Planning)나 혹은 시스템 구축에 대한 기본계획 등과 같은 결과를 토대로 향후 구축될 전체시스템에 대한 아키텍처 구성 및 정보흐름을 파악하여 필요한 경우 아키텍처 모델을 수립하고 규모산정에 필요한 기초자료를 수집	
2단계 [기초자료 및 업무분석]	1단계에서 수집된 기초자료를 바탕으로 업무 분석을 수행하며, 각 업무별 예상 부하를 결정하고 이를 합산하여 기준 부하를 산정	
3단계 [참조모델 결정 및 서버 규모 산정]	대상시스템에 대한 참조모델별 보정치를 결정하며 각 서버별로 H/W 구성요소에 대한 규모를 산정	
4단계 [참조모델별 가중치 적용]	각 아키텍처 형태에 따라 규모산정 방식이 달라지므로 아키텍처 참조모델 별 가중치 적용하여 최종적인 규모산정	

4.2 E-러닝시스템 중심의 용량산정 방안

E-러닝시스템을 구성하는 서버별 규모산정방식은 [2008년 정보시스템 하드웨어 규모산정지침]을 기준으로 산정하며 서버 구성요소 중 메모리와 Disk 산정은 제외하고 CPU에 산정을 위한 각 보정치 인자에 대한 가중치를 E-러닝시스템의 특성을 고려하여 변경 또는 추가하여 제시한다.

(1) OLTP(DB) 서버 산정 방식

[2008년 정보시스템 하드웨어 규모산정지침]에서는 CPU 산정을 위해 다음 8가지 항목에 대해 보정치를 적용하고 있다.

$$\text{산정식} = \text{CPU(tpmC 단위)} = \text{분당 트랜잭션 수} \times \text{기본tpmC 보정} \times \text{피크타임 부하 보정} \times \text{DB 크기 보정} \times$$

$$\text{어플리케이션 구조 보정} \times \text{어플리케이션 크기 보정} \times \text{클러스터 보정} \times \text{시스템 여유율}$$

<표 11> OLTP 선정항목 및 보정치

구분	항목	입력 값 범위	일반값
①	분당 트랜잭션 수	-	-
②	기본 tpmC 보정	20%~30%	30%
③	피크타임 부하 보정	20%~50%	30%
④	데이터베이스 크기 보정	10%~50%	30%
⑤	어플리케이션 구조 보정	10%~100%	40%
⑥	어플리케이션 부하 보정	30%~120%	70%
⑦	클러스터 보정	30%~50%	-
⑧	시스템 여유율	-	30%

OLTP 서버 규모산정을 위해 선정된 주요 인자를 기반으로 ① 분당트랜잭션 수, ③ 피크타임 부하 보정에 대하여 간단히 요약하면 다음 <표 12>, <표 13>과 같으며 표에서 제시한 E러닝 특성 값 적용부분은 설문을 통한 AHP 분석 결과를 토대로 적용하였다.

<표 12> 분당트랜잭션 수

구분	적용값의 범위	일반값	E-러닝 특성 적용 값
동시사용자 수	총 사용자의 10%~30%	20%	사용자 수 제한 또는 시험과정이 있을 경우 : 50%~100%, 제한이 없을 경우 : 일반값 20% 적용
사용자당 트랜잭션 처리 수	업무의 유형 및 복잡도를 감안하여 3 ~ 5값을 적용	4	4

분당 트랜잭션 수 = 동시사용자 수 × 사용자당 트랜잭션 처리 수

<표 13> 피크타임 부하 보정

설명	구분	일반 적용 값	E-러닝 특성 적용 값
특정시간이나 특정일에 매우 과도한 부하가 걸리는 경우	상	50%	온라인 시험이 있는 경우 짧은 시간 내에 총사용자가 접속할 수 있음 적용 값 50% ~ 100%
특정 마감일이 있는 경우	중	40%	수강신청 마감시간이 지정되어있는 경우 40%
특정시간대에 매일 혹은 매주 피크타임이 있는 경우	하	30%	수강을 듣는 시간대역 있는 경우 (예) 오전 7시~9시, 오후 6시~8시
피크타임이 존재하나 부하 차이가 크지 않은 경우	기타	20%	-

(2) WEB/WAS 서버 산정 방식

WEB/WAS 서버의 산정 방식은 기존 산정방식에 비해 추가적인 보정치 인자를 적용해야 한다. [2010년 Web/WAS 서버의 적정 규모산정에 관한연구. 나종희 외]에서는 Web 서버와 WAS 서버에 대한 산정항목 값의 가중치를 다르게 제시하고 있으며, 새로운 보정치로 어플리케이션 복잡도와 네트워크 보정을 제시하고 있다. 이 연구에서 제시한 내용은 동적인 프로세스를 처리하기 위한 프로세스에서 어플리케이션의 복잡도 보정이 기존 지침서와 다르게 적용해야 한다고 제시하고 있어 본문에서 사례분석을 통해 제시한 주요인자의 가중치 변경이 필요함을 확인할 수 있다. 먼저 기존에 제시된 산정 보정치와 [2010년 Web/WAS 서버의 적정 규모산정에 관한연구. 나종희 외]에서 제시된 산정 보정치를 비교하고 E-러닝 특성에 맞는 보정치를 제시하고자 한다.

<표 14> Web/WAS 산정항목 및 보정치 비교표

구분	항목	2008년 정보시스템 하드웨어 규모산정치침		2010년 Web/WAS 서버의 적정 규모산정에 관한연구			
		입력 범위	일반 값	Web 서버		WAS 서버	
				범위	일반	범위	일반
①	동시 사용자수	Web : 1.05~1.1 WAS : 1.1~1.2	Web : 1.05 WAS : 1.1	-	산정값 혹은 전체 사용자 1.05	-	산정값 혹은 전체 사용자 0.1
②	사용자 당 오퍼레이션 수	3~6	5	2~4	3	3~6	5
③	인터페이스 부하보정	1.02~1.1	1.05	1.02~1.1	1.05	-	산정값 혹은 1.1
④	피크타임 부하보정	1.2~1.5	1.3	1.2~1.5	1.3	1.2~1.5	-
⑤	클러스터 보정	1.3~1.5	-			1.3~1.5	-
⑥	어플리케이션 복잡도 보정			1-7.5	산정항목별 허용치		
⑦	네트워크 보정			-	산정값 혹은 1.05		
⑧	시스템 여유율	1.2~1.3	1.3	1.2~1.3	1.2	-	1.3

주) 2010년 Web/WAS 서버의 적정 규모산정에 관한연구, 나종희 외.

Web/WAS 서버 규모산정을 위해 선정된 주요 인자를 기반으로 ① 동시사용자 수, ④ 피크타임 부하 보정, ⑥ 어플리케이션 복잡도 보정, ⑦ 네트워크 보정에 대하여 간단히 요약하면 다음과 같다.

① 동시사용자 수

E-러닝 시스템에 로그인 하여 트랜잭션을 발생시키는 사용자를 말한다. E-러닝 학습형태를 보면 로그인-수강(조회, 학습, 시험 등 포함)-종료 의 단계를 거치게 되는데 여기서 수강에 들어가는 학습자를 말한다. 일반적으로 신규시스템을 구축할 경우 동시사용자의 추정은 매우 어려운 일이다. 학습자 모집인원에 제한이 있는 경우 전체사용자를 산정할 수 있고 교육과정에 따라 동시사용자를 산정할 수 있지만 불특정 다수를 대상으로 하는 시스템에서는 동시사용자 산정이 어렵다. 따라서 웹 서버의 동시사용자 수는 동시 접속자로 산정하고 WAS의 동시사용자 수는 실제로 트랜잭션을 일으키는 학습자를 동시사용자로 산정해야 한다.

④ 피크타임 부하 보정

앞서 설명한 바와 같이 E-러닝 교수 과정 특성에 따라 피크타임에 대한 부하 보정을 다르게 적용할 수 있다(OLTP 서버 산정과 같음).

⑥ 어플리케이션 복잡도 보정

어플리케이션 복잡도는 정적인 HTML을 처리하기 위한 부하와 동적인 페이지를 처리하기 위한 부하가 다르므로 이에 대한 고려가 필요하다. 동적인 페이지의 경우 구현형태와 Web 서버의 종류에 따라 달리 적용할 수 있으며 Web 서버의 종류가 확정되지 않은 경우 일반 값으로 CGI는 6.3을 API의 경우 1.25를 적용할 수 있다. 3Tier 구조에서는 정적인 부분을 Web 서버에서 처리하고 동적인 부분을 WAS 서버에서 처리하는 것이 일반적이므로 WAS 서버에 대한 어플리케이션 복잡도 보정 시 Dynamic 부분의 적용 값을 적용하는 것이 옳다. 한편 최종적인 어플리케이션 복잡도는 콘텐츠의 종류에 따른 비율과 적용 값을 가중 평균한 값으로 구한다.

<표 15> 어플리케이션 복잡도 보정

구분		적용 값	설명
Static		1	
Dynamic	CGI	Netscape Enterprise 1P	일반 값으로 6.3 적용
		Netscape Enterprise 2P	
		Microsoft IIS 1P	
		Microsoft IIS 2P	
	API	Netscape Enterprise 1P	일반 값으로 1.25 적용
		Netscape Enterprise 2P	
		Microsoft IIS 1P	
		Microsoft IIS 2P	

주) 2010년 Web/WAS 서버의 적정 규모산정에 관한연구, 나종희 외.

[2010년 Web/WAS 서버의 적정 규모산정에 관한연구. 나중희 외]에서 Web 서버에서 어플리케이션 복잡도 보정을 하게 되어있으나 실제적으로 동적인 업무처리는 WAS 서버에서 수행하므로 본 논문에서는 WAS 서버에 가중치를 적용하도록 한다.

⑦ 네트워크 보정

네트워크 보정은 BMT 환경인 Next to Device 환경이 아닌 WAN/LAN 구간을 거치는 네트워크 지연시간에 대한 보정이다. 즉 사용자의 네트워크 환경에 따라 네트워크에 병목현상이 발생할 수 있으며, 따라서 사용자의 네트워크 인프라 환경을 고려한 보정치의 적용이 필요하다. 네트워크의 보정치는 20%~30%(1.2~1.3)을 일반적으로 고려할 수 있으며, 일반 값으로 1.2를 적용한다. 하지만 사례-2에서 CDN을 통한 콘텐츠 네트워크 분리 시 하드웨어의 부하율이 거의 2배 가까이 차이가 나는 것을 확인하였으므로 50%~100%까지 보정치를 고려하여 적용한다.

5. 결 론

효과적인 투자를 통한 성능의 극대화는 프로젝트 성공을 위해 반드시 필요한 과업임에 틀림없다. 정보기술의 발전과 새로운 교육환경의 패러다임에 따라 E-러닝 산업은 매년 꾸준한 증가세를 나타내고 있다. 정확한 하드웨어의 규모를 산정한다는 것은 정확한 요구사항을 도출하는 것처럼 매우 어려운 과제이다. 본 논문에서는 실제 사례분석을 통하여 주요 인자를 도출하였고 AHP 분석을 통해 주요 인자를 선정해 보았다.

다양한 시스템 환경 및 변수에 맞추어 각 서버의 성능 보정치의 객관화 및 정량화 하는 것에는 한계점이 있다. 하드웨어 규모산정 지침에서도 10~30% 정도의 범위 값을 제시하여 규모 산정자의 주관적인 판단의 개입요소를 남겨 두었다. 다양한 정보시스템 구축 프로젝트에서 수많은 특성과 환경을 고려하여 각 프로젝트 카테고리 별로 고유의 방법론으로 정의하기는 매우 어렵다. 다만 본 논문은 E-러닝시스템 구축 프로젝트를 준비 중인 기업이나 규모산정 자에게 하드웨어 규모산정을 위한 도움이 되었으면 한다.

향 후 연구과제로는 2010 E-러닝 산업실태 조사 결과에도 있듯이 스마트 장비들이 보급됨에 따라 E-러닝 시장에서도 M-러닝의 보급이 시작되었음을 알 수 있다. 이에 따라 E-러닝시스템 기반에서 M-러닝시스템의 혼합된 모델이 요구 되고 있으며, 이 혼합모델에 대한 규모산정에 대한 방법 연구가 필요하리라 사료된다.

참고문헌

- [1] 김경숙; "E-러닝 프로젝트 관리 방법론에 대한탐색 연구", 석사학위논문, 아주대학교, 2005.
- [2] 김정현, 황두홍, 이주환, 김원일; "SCORM 표준 확장을 이용한 실시간 멀티미디어 E-learning 시스템 연구", 전자공학학회논문지, 48(1) : 52-59, 2011.
- [3] 나중희, 최광돈; "Web/WAS 서버의 적정 규모산정에 관한 연구", 광주대학교, 2010.
- [4] 문지현; "학업성취도와 학습자 만족도의 향상을 위한 E-learning과 M-learning의 혼합모델", 석사학위논문, 숙명여자대학교, 2009.
- [5] 유병민, 김수옥, 박성열, 최준식; "농업계 고등학교 학생들의 정보검색 능력에 따른 이러닝 콘텐츠 유형 선호도 연구", 농촌지도와 개발, 16(2) : 463-486, 2009.
- [6] 이정선; "이러닝 콘텐츠의 학습 유효성 평가방법 연구", 석사학위논문, 강원대학교, 2008.
- [7] 장근영; "m-러닝 활용을 위한 학습자 효과분석", 석사학위논문, 건국대학교, 2008.
- [8] 조은숙; "SCORM 기반의 협력학습지원 시스템 설계 및 구현", 석사학위논문, 국민대학교, 2007.
- [9] 지식경제부; "E-러닝 산업 실태조사", 2010.
- [10] 한국전산원; "공공부문 H/W 규모산정 자료수집체계 및 활용방안 연구", 2005.
- [11] 한국전산원; "정보시스템 규모별 용량산정 기준연구", 2004.
- [12] 한국전산원; "정보시스템 규모별 용량산정 연구", 2005.
- [13] 한국전산원; "정보시스템 용량산정기술 및 프레임워크 연구", 2003.
- [14] 한국전산원; "H/W 용량산정에 관한 연구", 2002.
- [15] 한국정보사회진흥원; "공공부문 H/W 규모산정 기준 적용에 따른 사례 및 효과분석 연구", 2006.
- [16] 한국정보사회진흥원; "정보시스템 사이징 기준수립 연구", 2006.
- [17] 한국정보사회진흥원; "정보시스템 사이징 통합기준 연구", 2006.
- [18] 한국정보통신기술협회; "정보시스템 하드웨어 규모산정 지침", 2008.
- [19] Cronbach, L. J.; "Coefficient alpha and the internal structure of tests," *Psychometrika*, 16(3) : 297-334, 1951.
- [20] Saaty, T. L.; "Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process," *Management Science*, 32(7) : 1986.
- [21] Saaty, T. L.; "Decision Making with Dependence and Feedback : The Analytic Network Process," *RWS Publisher*, 2010.