

정보시스템 하드웨어 용량산정에 관한 실증적 연구

정해용*, 나종희**, 최광돈***, 허정희****

*나사렛대학교 경영학부, **광주대학교 e-비즈니스학부, ***한세대학교 e-비즈니스학부, ****한국전산원

An Empirical Study on Hardware Capacity sizing for Information Systems

Hae-Yong Jung*, Jong-Hei Ra**, Kwang-Dong Choi***, Jung-Hoi Hur****

*Korea Nazarene University, **KwangJu University, ***Hansei University, ****National Computerization Agency

E-mail : hyjung@kornu.ac.kr, jhra@gwangju.ac.kr, kdchoi@hansei.ac.kr, hjh@nca.or.kr

요약

본 연구에서는 정보시스템 구축·운영에 필요한 하드웨어 도입시 용량산정의 객관성을 확보하고 아울러 정보시스템 업무유형 및 규모를 감안한 용량산정 기준을 설정하기 위하여 CPU를 중심으로 메모리와 하드디스크의 용량을 적절히 산출할 수 있는 용량산정식과 용량산정식에 포함될 항목 및 각 항목별 중요도(입력값의 범위)를 실증적으로 도출하였다. 실증분석은 기존연구에서 설정된 용량산정 프레임워크와 하드웨어 용량산정 지침을 바탕으로 설문조사 및 전문가 집단토의 방식을 병행하여 수행하였다. 실증분석 및 전문가집단의 토의결과 CPU(WEB/WAS 및 OLTP), 메모리, 디스크에 대한 용량산정식의 타당도 및 각 용량산정식에 포함될 항목별 입력값의 범위와 기타 부가적으로 정보시스템의 유형(개발목적과 구축영역)에 따른 항목별 중요도가 각각 도출되었다. 본 연구의 주요의의로는 공공기관의 실무 전문가들을 대상으로 실험적 측면에서 용량산정식의 타당도를 확인하였으며, 항목별 입력값의 경우에도 정형화된 설문서를 통하여 기존 연구들에서 설정된 정보시스템 용량산정식의 객관성을 확보하였다는 점이다. 또한, 주로 공급업체 전문가의 자의적 판단에 따라 설정된 입력값의 범위 등을 공공기관의 현업전문가를 통하여 실증적으로 검증하고 확인하였다는 점이다.

1. 서론

조직에서의 정보시스템 도입은 정부부문과 민간부문 등 조직의 특성을 막론하고 이제 필수적인 정보인프라로 인식되고 있음에 따라 정보시스템 구축에 대한 투자가 지속적으로 확대되고 있으며, 이에 따라 정보시스템 자원 도입에 있어 이를 체계적으로 산정하는 것은 매우 중요하다.

그러나 한국전산원이 수행한 2002년 공공부문 정보자원 현황분석(한국전산원, 2002) 자료에 따르면, 공공부문의 정보시스템의 자원 활용율이 매우 저조한 것으로 나타났는데 특히 동 자료에 따르면 CPU 평균 사용율은 평균 46%로, 이는 정보시스템에 대한 성능 개선과 도입을 위한 명확한 규모산정 기준의 미비에서 그 원인을 찾을 수 있다.

정보시스템 용량은 업무의 성격, 업무의 예상 증가율, 사용자의 사용빈도, 구축기술의 특성 등을 전체적으로 고려하여 산정해야 하므로, 용량의 적정성 여부를 판단하는 것은 어려운 일이다(한국전산원, 2003; Waston, 2003).

일반적으로 시스템 구축사업에서 하드웨어(H/W)가

차지하는 비중이 전체 프로젝트 비용의 적게는 50%에서 많게는 90%를 차지한다고 알려져 있음에도 불구하고, 시스템 구축을 추진하는 기관 혹은 시스템 공급자의 주관적 방법에 따라 정보시스템의 자원 규모를 산정함으로써 실제 요구되는 정보시스템 자원보다 과다 혹은 과소 산정되거나 시스템 자원산정의 객관성 결여로 인해 불필요한 장비를 도입하는 경우가 발생함으로써 정보화 예산을 낭비하는 사례를 초래하기도 한다.

이러한 필요성에 따라 한국전산원에서는 2002년 이후 정보시스템의 용량산정 기준 연구 등 실무차원의 연구들을 수행하였으나 이들 연구들에서는 몇몇 전문가들의 판단에 의한 용량산정식을 설정함에 따라 하드웨어 공급자 및 SI업체 입장보다는 실제 활용하고 있는 현업 실무전문가를 통하여 타당도 및 객관성을 확보할 필요가 있으며, 용량산정의 정확성을 높이기 위한 정보시스템의 업무유형에 따른 용량산정 방식의 세분화와 규모에 따른 용량산정식을 고려할 필요성이 제기되고 있다.

따라서 본 연구에서는 정보시스템 도입 및 구축시 용량산정의 객관성을 확보하고 아울러 정보시스템 업

무유형 및 규모를 감안한 용량산정에 대한 기준을 설정하기 위하여 CPU를 중심으로 메모리와 디스크의 용량을 적절히 추정 및 산출할 수 있는 용량산정식과 용량산정식에 포함될 항목 및 각 항목별 중요도(입력값의 범위)를 실증적으로 도출하였으며, 실증분석은 기존연구에서 설정된 용량산정 프레임워크와 하드웨어 용량산정 지침을 바탕으로 설문조사 및 전문가 집단토의 방식을 병행하여 수행하였다.

2. 용량산정에 대한 개념 및 선행연구

2.1 용량산정의 개념 및 성능기준

TPC(www.tpc.org)와 SPEC(www.spec.org) 등 시스템 성능 관련 기관과 IT 솔루션에 대한 소유비용 및 성과 등을 측정하는 연구기관인 IDEAS(www.ideasinternational.com) 등에서 정의하고 있는 개념들을 참고하면 먼저, 용량계획은 개략적인 시스템 아키텍처와 응용업무를 기반으로 시스템에 요구되는 성능 요구사항과 성능결정을 위한 계획으로 이해할 수 있다.

그러나 시스템 규모산정은 기본적인 용량과 성능요구사항이 제시되었을 때, 그것을 시스템 요구사항으로 변환하는 것을 의미하는데, 즉 시스템 규모산정은 실제 업무와 응용을 기반으로 수학적 방법론을 사용하여 도입하고자 하는 시스템의 용량을 계산하는 것으로 시스템의 아키텍처와 응용 기반을 전제로 용량 요구사항과 성능을 결정하는 용량계획과 차이가 있다. 나중회와 최광돈(2004)에서는 이러한 개념들을 종합하여 용량산정이 용량계획보다는 시스템 규모산정과 유사하다는 점에서 용량산정과 시스템 규모산정을 동일한 의미로 “기본적인 용량과 성능요구사항이 제시되었을 때, 그것을 시스템 요구사항으로 변환하는 것”으로 정의하였으며, 본 연구에서도 이를 준용한다.

또한 용량산정의 성능기준으로는 컴퓨터 처리 성능을 나타내는 단위로 MIPS (Million Instruction Per Second)를 사용하고 있으나 MIPS는 원래 OS가 없는 하드웨어상에서 업무용 프로그램을 직접 실행하던 때의 척도로써 현재와 같은 비즈니스 상황에서는 정보시스템의 성능을 평가하기 위한 기준으로 적절하지 않게 되었다. 따라서 TPC(Transaction Processing Performance Council)와 SPEC(Standard Performance Evaluation Corporation) 등과 같은 새로운 성능평가 기준이 등장하게 되었다(한국전산원, 1993; Compaq, 2001; Daniel, 1998).

오늘날 국내 H/W벤더 및 SI업체의 동향을 보면 서버와 메인 프레임은 주로 TPC의 성능기준을 사용하고 있으며, 워크스테이션은 SPEC 성능기준을 사용하고 있다. 또한 국내 대부분의 공공기관에서는 정보시스템의 용량산정을 위한 기준으로 대부분이 TPC의 기준을 적용하고 있는 것으로 나타났다(나중회와 최광돈, 2004).

2.2 용량산정에 관한 이론적 선행연구 검토

하드웨어 용량산정 관련에 관한 연구는 소프트웨어 개발 분야에 비해 연구가 매우 미약한 실정으로 공공

부문 정보화사업 전체에 적용할 수 있는 이론적 지침으로 제시되지 못하고 있는 실정이다. 이에 따라 일부 국내 SI업체를 중심으로 용량산정에 대한 중요성을 인식하고 정보시스템 용량산정에 내부적인 지침을 마련하기 위한 작업이 자체적으로 진행되고 있다.

기존의 용량산정에 대한 체계적인 연구로는 공공부문에 적용하기 실무차원의 연구들로 한국전산원에서 수행한 연구들인 한국전산원(1994), 한국전산원(2002), 한국전산원(2003), 한국전산원(2004) 등이 있으며, 이론적 연구로는 나중회, 최광돈(2004)의 연구가 있는데 이들 연구들에서는 국내의 공공부문 정보화사업의 사례와 국내 SI업체의 산정기준을 토대로 하여 정보시스템 구축비용 중에서 가장 중요한 CPU, 메모리, 디스크의 용량산정 방식과 절차를 제시하고 있으나 선행연구가 거의 없는 탐색적 차원의 연구들로 연구의 객관성 부족으로 인해 신뢰도와 타당성 측면에서 일반적인 이론으로 해석하는 데는 한계점으로 지적되고 있다.

또한, WEB 혹은 WAS시스템의 경우, 현행지침에서는 동일한 기준에 따라 용량을 산정하도록 되어 있으나 일반적으로 공공부문의 정보시스템은 업무목적에 따라 대국민서비스 지향업무와 내부업무효율화로 시스템영역에 따라서는 단위업무 영역과 여러 업무와 관련되는 인프라성 영역으로 각각 구분할 수 있는데(정해용과 김상훈, 2003), 이러한 분류기준도 용량산정 방식에 반영할 필요가 있다.

2.3 용량산정에 관한 실무사례 검토

국내 대부분의 공공기관들은 정보시스템의 CPU 용량산정을 위해 하드웨어 및 소프트웨어의 트랜잭션 처리능력을 평가하는 기관인 TPC의 tpmC를 사용하고 있는 추세이며, 이러한 주된 요인은 공공기관 사용자들의 성향에 기인하는데 즉 공공기관 사용자들은 대부분이 tpmC를 오랜 동안 사용함에 따라 이러한 성능기준에 좀더 친숙하기 때문이다. 따라서 H/W를 발주하는 시점에서 내부적인 용량산정을 통해서 제안하는 H/W의 용량은 tpmC를 기반으로 하고 있다. 그러나 tpmC 성능기준에 따른 H/W 용량산정 및 성능평가에는 많은 논란을 일으키고 있는데 그 이유는 첫째, CPU의 용량을 산정하기 위한 산정기준의 상이함이다.

즉, 한국전산원과 H/W벤더 혹은 SI업체의 산정항목이나 보정치각각 상이하다는 점인데 특히, 지표나 보정치의 경우 용량산정을 수행하는 시스템 설계자의 경험에 따라 부여하는 값이 달라질 수 있으며, 동일한 시스템 환경에 대해서 많은 차이를 보이고 있다.

둘째, 성능 평가치의 객관성과 신뢰성에 대한 문제로서, H/W벤더들 중 SUN을 비롯한 일부 벤더들은 자사가 생산한 제품에 성능평가를 TPC 성능기준에 따라 적용하지 않고 있는데, 이로 인해서 공공기관에서 발주하는 사업에 H/W벤더나 SI 업체가 장비를 제안하는 경우 공공기관에서 요구하는 성능기준에 맞추기 위해 SPEC의 성능기준을 TPC의 성능 기준인 tpmC값으로 치환하거나 H/W벤더 자체의 추정tpmC값만을 제시함으로써 객관적인 성능 비교가 어려운 상황이다. 또한,

비록 공인 tpmC 성능 기준을 사용하는 H/W벤더라 할지라도 H/W 장비별 tpmC 성능치는 TPC의 성능평가를 통해서 공식 발표되지만 그들의 정책에 따라 모든 제품에 대해서 TPC 성능을 평가하는 것이 아니므로 모든 시스템에 대한 tpmC 값이 제공되고 있지 못하고 있는 실정이다. 이의 주된 원인은 TPC 성능 평가를 위해서는 막대한 비용이 소요되기 때문에 각 사별 정책에 따라 장비 라인업에 대하여 TPC 성능평가를 수행하고 있다.

셋째, 정보시스템 구축은 정보통신환경의 변화에 따라 전통적인 온라인 트랜잭션 처리 업무에서 웹을 기반으로 하는 업무로 변환하고 있다. 따라서 도입되는 정보시스템 역시 이러한 업무 특성을 감안하여 H/W 용량산정이 필요하나 대부분의 H/W 용량산정이 기존의 TPC의 tpmC를 기반으로 산정되고 있어 업무의 특성을 정확히 반영한 용량산정으로 볼 수 없어 불합리하다는 지적이 일고 있다. 이상의 여러 사례 및 선행연구에 대한 검토결과, 용량산정 방식의 객관화 및 고도화와 업무유형이나 규모에 따라 산정방식의 차별적 적용 등을 고려할 필요성이 제기된다.

3. 연구설계

3.1 주요 연구내용 및 연구방법

본 연구에서는 2003년도 한국전산원에 의하여 개발된 정보시스템 용량 산정식의 타당도를 확보하고 이를 일반화하기 위한 것으로 정보시스템의 하드웨어 특히, 서버의 가장 중요한 요소인 CPU, 메모리, 디스크에 대한 용량산정식의 타당도를 검증하였으며, 공공부문에서 실제 시스템 사이징업무를 담당하는 실무전문가와 공급업체의 사이징업무 전문가를 대상으로 설문조사 및 전문가그룹 집단토의 방식을 병행하여 실시하였다.

공공기관의 설문응답자를 선정하기 위한 표본프레임은 중앙부처, 8개의 외청, 기타 부처별 소속기관으로 하였으며, 정보시스템의 담당자는 WEB/WAS용, OLTP용 등의 시스템 용도와 유형들이 고루 분포되도록 선정하였다. 공급업체 전문가에 대한 설문은 선마이 크로시스템사, HP, 삼성 등 공공부문에 서버를 제공하는 대표적인 하드웨어 공급업체 9개 정도를 선정한 후 연구자의 개인적 네트워크를 통하여 방문설문으로 설문의 취지, 방법 등을 설명한 후 설문에 응답하도록 하였다.

설문조사를 통하여 확인된 개별 산정식에 대한 타당도, 산정식에 포함된 각 항목별 중요도, 각 항목별 입력값의 범위는 전문가집단의 3차례에 걸친 자문회의 과정을 거친 후 최종적으로 판단의 기준을 설정한 후 설정된 기준에 따라 결정하였다.

실증분석을 위한 설문은 2004년도 7월 30일부터 9월 7일까지 배부 및 회수하였으며, 공공기관의 61명의 전문가로부터 회수한 설문중 60명에 대한 설문을 분석에 활용하였다. 공급업체 전문가의 경우에는 2003년도 용량산정식 도출시 참여한 전문가를 중심으로 공공부문에 하드웨어를 공급하는 업체별로 5명 정도, 총 45명으

로부터 설문을 회수 받아 이 중 44명을 분석에 활용하였다.

3.2 표본의 특징

설문에 응답한 공공기관 전문가 60명이 실제 구축·운영하고 있는 시스템의 유형은 시스템목적에 따라 조직 내부업무의 효율화를 위한 시스템은 35개로 58.3% 정도를 차지하며, 대국민서비스 향상을 위한 시스템은 24개로 40% 정도를 차지하는 것으로 나타났으며, 시스템 영역에 따른 분류로 단위업무 운영을 위한 시스템은 33개로 55%, IT 인프라 구축을 위한 시스템은 27개로 45% 정도를 차지하는 것으로 나타났다. 시스템 구축목적 및 시스템 구축영역에 따른 세부 분류내역을 제시하면 다음의 <표 1>과 같다.

<표 1> 시스템 및 영역에 따른 세부 분류내역

구분		시스템영역		계
		단위업무	IT 인프라	
시스템 목적	조직 내부업무	23 (38.3%)	12 (20%)	35 (58.3%)
	대 국민 서비스	9 (15%)	15 (25%)	24 (40%)
	둘 다 해당	1 (1.7%)	-	1 (1.7%)
계		33 (55%)	27 (45%)	60

설문응답자가 응답한 것을 기준으로 구축·운영중인 대상 정보시스템의 자원사용율을 살펴보면 CPU는 평균 184Ghz, 메모리는 11GB, 디스크는 610GB 정도 크기의 서버를 사용하고 있는 것으로 나타났으며, 평균 사용율은 CPU는 47%, 메모리는 62%, 디스크는 49.7% 정도인 것으로 각각 나타났다.

4. 실증분석 결과

4.1 타당도 및 신뢰도 분석

4.1.1 타당도 분석

본 연구는 개념을 조작적으로 정의하고 그것을 측정하는 연구라기보다는 서버의 특정 요소 중에서 CPU, 메모리, 디스크의 용량산정시 어떠한 요소들을 방식으로 투입하여 계산함으로써 구축하고자 하는 업무에 최적으로 필요한 용량을 합리적으로 산정할 수 있도록 산정식을 도출하고자 하는 것이다. 따라서 본 연구의 기준연구라 할 수 있는 2003년도 용량산정 지침연구에서 제시된 산정식 및 산정식에 포함된 항목의 중요도 여부, 항목의 입력값의 범위 등에 대한 적정성 여부를 검증하는 연구이므로 개념적 측면의 타당도는 의미가 없다. 따라서 본 연구에서의 타당도는 이미 2003년도에 시행된 기준연구가 공급업체에서 실제 공공기관에 하드웨어 도입용량 산정시 사용하는 경험적 산정식을 도출하고 공급업체의 전문가들로 하여금 심층적인 검토 과정을 거쳐 산정되었기 때문에 내용타당도 및 표면타당도 측면의 타당도를 확보하였다고 볼 수 있다.

<표 3> WEB/WAS 용 CPU 산정식에 포함하는 항목별 중요도의 공공기관전문가와 공급업체 전문가의 비교분석

항 목		구분	자료 수	평균	표준 편차	t-값	차이검정 (유의확률)
산정식 타당도		공공기관전문가	45	3.82	.58	1.909	.060*
		공급업체 전문가	37	3.54	.73		
항목별 중요도	동시사용자수	공공기관전문가	47	4.64	.53	-1.884	.063*
		공급업체 전문가	37	4.84	.44		
	사용자당 Operations수	공공기관전문가	47	3.81	.85	-2.295	.024**
		공급업체 전문가	37	4.30	1.10		
	어플리케이션 부하보정	공공기관전문가	47	3.55	.90	-1.077	.285
		공급업체 전문가	37	3.78	1.06		
	피크타임 부하보정	공공기관전문가	47	4.36	.74	-.520	.605
		공급업체 전문가	37	4.46	.99		
	시스템 여유율 보정	공공기관전문가	47	4.17	.70	-.312	.756
		공급업체 전문가	37	4.22	.63		

4.1.2 신뢰도 분석

본 연구에서 측정된 신뢰도 분석결과는 <표 2>와 같이 Cronbach's α값이 0.6이상 나왔으며, 본 연구의 분석단위가 개인차원임을 감안하면 그다지 신뢰성이 높다고 볼 수 없으나 개념적인 연구가 아니라는 점에서 신뢰성에는 문제가 없을 것으로 판단된다. 또한 항목분석(Item Analysis)을 통하여 개별 항목 제거시 Cronbach's α값의 변화 정도를 분석하였으나 모두 큰 차이가 없음을 따라 원래의 항목을 그대로 유지하는 것으로 나타났다.

<표 2> 신뢰도 분석 결과

구분	설문항목수 (산정식의 포함항목)	Cronbach's α 값
WEB/WAS용 CPU	5개 항목	0.7267
OLTP용 CPU	12개 항목	0.7987
메모리	7개 항목	0.6116
시스템 디스크	4개 항목	0.6992
데이터 디스크	4개 항목	0.7498

4.2 용량산정식 및 용량산정식에서 고려하는 항목별 타당도 검증

4.2.1 CPU 용량산정식의 타당도 및 항목별 중요도 분석

(1) WEB/WAS용 CPU의 용량산정식 및 항목별 중요도 분석

WEB/WAS용 용량산정식에 대한 분석결과, 산정식의 타당도는 평균치가 「3.70」으로 분석되었다. 이는 본 연구에서 설정한 기준치인 「3.5」를 상회하므로 문제가 없는 것으로 분석되었다.

WEB/WAS용 CPU 산정식의 타당도 및 항목별 중요도에 대하여 공공기관 전문가와 공급업체 전문가가 인식하는 정도에 차이가 있는지를 확인하기 위하여 두 집단간 차이분석을 실시한 결과, 산정식의 타당도에서는 공공기관 전문가가 인식하는 산정식의 타당도는 3.82로 공급업체 전문가가 인식하는 중요도 3.54에 비

하여 통계적으로 유의한 차이를 보이는 것으로 나타나 공공기관 전문가가 공급업체의 전문가보다 산정식을 보다 타당하다고 인식하는 것으로 분석되었다. 또한 WEB/WAS용 CPU 산정식에 포함되는 항목별 중요도에 대한 차이분석에서는 동시사용자수와 사용자당 오퍼레이션수에서 차이가 있는 것으로 나타났는데 모두 공급업체 전문가가 공공기관 전문가보다 더 중요하게 인식하는 것으로 분석되었다. 그러나 나머지 항목들인 어플리케이션 부하보정, 피크타임 부하보정, 시스템 여유율 보정에서는 통계적으로 두 집단간에 인식하는 정도에 차이가 없는 것으로 나타났다.

(2) OLTP용 CPU의 용량산정식 및 항목별 중요도 분석

OLTP용 CPU 산정식의 타당도에 대한 설문응답 분석결과, OLTP용 산정식의 타당도는 평균치가 「3.79」로 나타났는데 이는 WEB/WAS용 CPU의 타당도 「3.70」보다 높은 것으로 본 연구의 기준치로 설정한 「3.5」를 상회하므로 문제가 없는 것으로 분석되었다.

OLTP용 CPU 산정식에 포함되는 12개의 항목별 중요도에 대한 평균치 분석결과 트랜잭션 처리수, 동시사용자수, 피크타임 보정, 여유율 보정 등 4개의 항목은 4.0 이상인 것으로 나타났으며, 나머지 8개의 항목의 경우에도 3.5 이상은 상회하는 것으로 파악되었다. 그러나 공공기관 전문가만을 대상으로 한 분석결과 사용자복잡도보정과 어플리케이션 부하보정의 평균치가 3.5 미만인 동시에 두 집단간 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

(3) CPU의 용량산정식 타당도 및 항목별 중요도 분석 결과에 대한 전문가 토의결과

설문응답 결과의 평균치가 WEB/WAS용 CPU 산정식에 포함된 항목별 중요도에서는 공공기관 전문가, 공급업체 전문가 모두 「3.5」이상의 값이 도출되었으며, 또한 OLTP용 시스템의 CPU 산정식의 타당도에서는 설문응답 결과의 평균치가 「3.79」로 기준치인 「3.5」를 상회하므로 문제가 없는 것으로 분석되었다. 또

<표 4> OLTP용 CPU 산정식 포함 항목별 중요도의 공공기관전문가와 공급업체 전문가의 비교

세부항목	구분	자료수	평균	표준편차	t-값	차이검정 (유의확률)
OLTP용CPU산정식타당도	공공기관전문가	44	3.73	.62	-0.801	.425
	공급업체전문가	41	3.85	.82		
동시사용자수	공공기관전문가	46	4.28	1.07	-2.175	.033**
	공급업체전문가	41	4.68	.61		
트랜잭션처리수	공공기관전문가	46	4.26	.93	-2.984	.004***
	공급업체전문가	41	4.73	.50		
기본TPMC보정	공공기관전문가	43	3.86	1.01	-0.453	.652
	공급업체전문가	41	3.95	.80		
사용자복잡도보정	공공기관전문가	44	3.43	1.00	-2.732	.008***
	공급업체전문가	41	3.98	.82		
피크타임보정	공공기관전문가	44	4.27	.76	-0.867	.389
	공급업체전문가	41	4.44	1.00		
데이터베이스 크기 보정	공공기관전문가	44	3.82	.87	-0.707	.482
	공급업체전문가	41	3.95	.86		
AP 복잡도보정	공공기관전문가	44	3.82	.79	-1.494	.139
	공급업체전문가	41	4.07	.79		
AP 구조보정	공공기관전문가	44	3.30	1.02	-2.816	.006***
	공급업체전문가	41	3.83	.70		
AP 부하보정	공공기관전문가	44	3.70	.98	-1.820	.073*
	공급업체전문가	41	4.02	.61		
네트워크보정	공공기관전문가	44	3.55	1.02	-0.982	.329
	공급업체전문가	41	3.73	.71		
클러스터보정	공공기관전문가	44	3.61	1.02	-1.831	.071*
	공급업체전문가	41	4.00	.92		
여유율보정	공공기관전문가	44	3.93	.93	-2.167	.033**
	공급업체전문가	41	4.32	.69		

한 OLTP용 CPU 산정식에 포함된 항목별 중요도에서는 「사용자 복잡도 보정」과 「어플리케이션 구조 보정」은 「어플리케이션 부하보정」에 반영하고 두 항목은 제외하기로 하였다.

<분석전 OLTP용 CPU 용량산정식>

$$\text{▲ CPU} = \{(\text{동시사용자 수} * \text{트랜잭션 처리수}) * (\text{기본 tpmC 보정} + \text{Peak Time 보정} + \text{데이터베이스 크기 보정} + \text{사용자 복잡성 보정} + \text{어플리케이션 복잡도 보정} + \text{어플리케이션 구조 보정} + \text{어플리케이션 부하 보정} + \text{네트워크 보정} + \text{클러스터 보정})\} * \text{여유율 보정}$$

<분석 후 수정된 OLTP용 CPU 용량산정식>

$$\text{▲ CPU} = \{(\text{동시사용자 수} * \text{트랜잭션 처리수}) * (\text{기본 tpmC 보정} + \text{Peak Time 보정} + \text{데이터베이스 크기 보정} + \text{어플리케이션 복잡도 보정} + \text{어플리케이션 부하 보정} + \text{네트워크 보정} + \text{클러스터 보정})\} * \text{여유율 보정}$$

4.2.2 메모리 용량산정식의 타당도 및 항목별 중요도 분석

(1) 메모리의 용량산정식 및 항목별 중요도 분석

메모리의 용량산정식에 대한 분석결과, 산정식의 타당도는 평균치가 「3.70」으로 분석되었다. 이는 본 연구에서 기준치로 설정한 「3.5」를 상회하므로 문제가

없는 것으로 분석되었다. 메모리의 산정식에 포함되는 7개의 항목별 중요도에 대한 평균치의 경우에도 시스템관리자영역을 제외하고는 모두 3.5 이상인 것으로 나타났다. 또한 공공기관 전문가만의 중요도 평균치에 대한 분석결과, 시스템관리자영역은 3.5를 넘지 못하는 것으로 나타나 시스템관리자영역은 상대적으로 다른 항목들에 비해 상대적으로 덜 중요한 것으로 분석되었다.

한편, 공공기관 전문가와 공급업체 전문가를 합친 항목별 중요도는 3.64로 3.5를 상회하였으나 공공기관 전문가만을 대상으로 한 분석에서는 3.47로 3.5에 미치지 못하는 것으로 나타났으며, 아울러 공급업체 전문가의 중요도 평균치와 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타나 클러스터 보정도 상대적으로 다른 항목들에 비해 상대적으로 덜 중요시하는 것으로 분석되었다.

한편, 메모리 산정식의 타당도 및 항목별중요도에 대하여 공공기관 전문가와 공급업체 전문가가 인식하는 정도에 차이가 있는지를 확인하기 위하여 실시한 두 집단간 차이분석 결과 메모리 산정식의 타당도에서는 공공기관 전문가와 공급업체가 전문가가 인식하는 산정식의 타당도는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

또한 각 항목별로 메모리 산정식에 포함되는 항목별 중요도에 대한 차이분석에서는 여유율과 클러스터 보

<표 5> 메모리 산정식 포함 항목별 중요도의 공공기관전문가와 공급업체 전문가의 비교분석

항 목	구분	자료수	평균	표준편차	t-값	차이검정 (유의확률)
산정식 타당도	공공기관전문가	59	3.69	.65	-.125	.901
	공급업체 전문가	45	3.71	.66		
사용자수	공공기관전문가	60	4.58	.56	.246	.806
	공급업체 전문가	45	4.56	.59		
사용자당필요메모리	공공기관전문가	60	4.40	.72	-.163	.871
	공급업체 전문가	45	4.42	.66		
시스템영역	공공기관전문가	60	4.50	.75	.829	.409
	공급업체 전문가	45	4.38	.75		
여유율	공공기관전문가	60	3.85	.76	-2.763	.007***
	공급업체 전문가	45	4.24	.68		
버퍼캐쉬	공공기관전문가	60	3.85	.78	.191	.849
	공급업체 전문가	45	3.82	.68		
클러스터보정	공공기관전문가	60	3.47	1.03	-2.184	.031**
	공급업체 전문가	45	3.87	.84		
시스템관리자영역	공공기관전문가	60	3.47	1.05	.368	.714
	공급업체 전문가	45	3.40	.81		

정에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났는데 공급업체 전문가가 상대적으로 여유율을 더 중요하게 생각하는 것으로 나타났다.

$$\Delta \text{메모리} = \{ \text{시스템 영역} + (\text{사용자당 필요 메모리} * \text{사용자수}) \} * \text{버퍼캐쉬} * \text{여유율}$$

(2) 메모리의 용량산정식 타당도 및 항목별 중요도 분석결과

메모리 용량산정식의 타당도에서는 설문응답 결과의 평균치가 『3.70』으로 기준치인 『3.5』를 상회하므로 문제가 없는 것으로 분석되었다. 또한 메모리 산정식에 포함된 항목별 중요도에서는 공공기관 전문가를 대상으로 설문응답 자료를 분석한 결과 『클러스터 보정』 항목과 『시스템관리자영역』 항목이 『3.5』 이하의 값이 도출되었으며, 두 항목 중 특히, 『시스템관리자영역』 항목은 공공기관 전문가와 공급업체 전문가가 응답한 결과를 합산한 것의 평균치도 『3.44』로 도출되어 본 산정식에서 제외해야 할 것으로 분석되었다.

또한, 『클러스터 보정』 항목의 경우에는 공공기관 전문가와 공급업체 전문가가 응답한 결과를 합산한 것의 평균치가 『3.64』로 도출되어 『3.5』를 상회하였으나 평균치가 『3.5』 이상인 경우에는 공공기관 전문가의 평균치와 공급업체 전문가의 응답결과 평균치가 통계적으로 유의한 차이가 나는지를 검토하여 차이가 나면, 제외하는 것으로 한다는 기준에 따라 본 산정식에서는 제외해야 할 것으로 분석되었다. 따라서 기존에 설정한 메모리 용량산정식에서 『시스템 관리자영역』 항목과 『클러스터 보정』 항목은 제외해야 하는 것으로 분석되었다.

<분석 전 메모리의 용량산정식>

$$\Delta \text{메모리} = \{ \text{시스템 영역} + \text{시스템 관리자 영역} + (\text{사용자당 필요 메모리} * \text{사용자수}) \} * \text{버퍼캐쉬} * \text{클러스터 보정} * \text{여유율}$$

<분석 후 수정된 메모리의 용량산정식>

4.2.3 디스크의 용량산정식의 타당도 및 항목별 중요도 분석

(1) 시스템 디스크의 용량산정식 및 항목별 중요도 분석

시스템 디스크의 용량산정식에 대한 분석결과, 산정식의 타당도는 평균치가 『3.77』로 파악되었다. 이는 본 연구에서 기준치로 설정한 『3.5』를 상회하므로 문제가 없는 것으로 분석되었다. 시스템 디스크 산정식에 포함되는 4개의 항목별 중요도에 대한 평균치를 살펴보면 모두 4.0 이상인 것으로 나타났으며, 공공기관 사용자만을 대상으로 한 중요도를 분석한 결과치도 모두 4.0을 상회하는 것으로 나타나 시스템 디스크의 용량산정식은 별 문제가 없는 것으로 분석되었다.

즉, 시스템 디스크의 산정식에 포함된 모든 항목들은 용량산정시 고려해야 하는 항목인 것으로 분석되었다. 따라서 시스템 디스크의 용량산정식은 타당한 것으로 다음과 같은 산정식으로 제시할 수 있다.

$$\Delta \text{시스템디스크} = (\text{시스템 O/S영역} + \text{응용 S/W영역} + \text{SWAP영역}) * \text{시스템 디스크 여유율}$$

시스템 디스크 산정식의 타당도 및 항목별 중요도에 대하여 공공기관 전문가와 공급업체 전문가가 인식하는 정도에 차이가 있는지를 확인하기 위하여 두 집단 간 차이분석을 실시하였으며, 그 결과를 제시하면 <표 6>과 같다.

시스템디스크 산정식에 포함되는 항목별 중요도에 대한 차이분석에서는 응용 S/W 영역과 여유율에서 모두 공공기관 전문가가 공급업체 전문가보다 더 중요하게 인식하는 것으로 분석되었다. 그러나 나머지 항목들인 시스템 O/S 영역과 SWAP영역에서는 통계적으로

두 집단간에 인식하는 정도에 차이가 있다고 할 수 없는 것으로 나타났다.

(2) 데이터 디스크의 용량산정식 및 항목별 중요도 분석

데이터디스크의 용량산정식에 대한 분석결과, 산정식의 타당도는 평균치가 「3.78」로 파악되었다. 이는 본 연구에서 기준치로 설정한 「3.5」를 상회하므로 문제가 없는 것으로 분석되었다.

데이터 디스크 산정식에 포함되는 4개의 항목별 중요도에 대한 평균치를 살펴보면 모두 4.0 이상인 것으로 나타났으며, 공공기관 사용자만을 대상으로 한 중요도를 분석한 결과치도 모두 4.0을 상회하는 것으로 나타나 데이터 디스크의 용량산정식도 시스템 디스크의 용량산정식과 같이 별 문제가 없는 것으로 분석되었다.

즉, 데이터 디스크의 산정식에 포함된 모든 항목들은 용량산정식 고려해야 하는 항목인 것으로 분석되었다. 따라서 데이터 디스크의 용량산정식은 타당한 것으로 다음과 같은 산정식으로 제시할 수 있다.

$$\Delta \text{ 데이터디스크} = ((\text{데이터영역} + \text{백업영역}) * \text{RAID 여유율}) * \text{데이터디스크 여유율}$$

데이터 산정식의 타당도 및 항목별중요도에 대하여 공공기관 전문가와 공급업체 전문가가 인식하는 정도에 차이가 있는지를 확인하기 위하여 두 집단간 차이 분석을 실시하였으며, 그 결과, 데이터 디스크 산정식의 타당도에서는 공공기관 전문가가 인식하는 산정식의 타당도는 3.75로 공급업체 전문가가 인식하는 중요도 3.82에 비하여 낮게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 분석되었다. 또한 데이터디스크 산정식에 포함되는 항목별 중요도에 대한 차이분석에서는 4개의 영역 모두 공공기관 전문가와 공급업체 전문가의 두 집단간에 인식하는 정도에 차이가 있다고 할 수 없는 것으로 나타났다.

(3) 디스크의 용량산정식 타당도 및 항목별 중요도 분석결과

시스템 디스크 용량산정식의 타당도는 설문응답 결과의 평균치가 「3.77」로 기준치인 「3.5」를 상회하므로 문제가 없는 것으로 분석되었다. 또한 시스템 디스크 산정식에 포함된 항목별 중요도에서는 공공기관

전문가와 공급업체 전문가 모두 「4.0」 이상의 값이 도출되었으며, 따라서 모든 항목이 문제가 없는 것으로 분석되었다. 따라서 시스템 디스크의 용량산정식에서는 분석결과 변동이 없는 것으로 분석되었다. 데이터 디스크 산정식의 타당도 분석결과 설문응답 결과의 평균치가 「3.78」로 시스템 디스크와 마찬가지로 기준치인 「3.5」를 상회하므로 문제가 없는 것으로 분석되었다. 데이터 디스크 산정식에 포함된 항목별 중요도에서는 공공기관 전문가, 공급업체 전문가 모두 「4.0」 이상의 값이 도출되었으며, 따라서 모든 항목이 문제가 없는 것으로 분석되었다.

4.3 용량산정식에서 고려하는 항목별 입력값 분석

CPU, 메모리, 디스크의 용량산정식에 포함되는 항목별 입력값의 범위는 일반적으로 통계량의 대표값으로 주로 활용하고 있는 평균치를 이용하기에는 항목별 입력값의 분포 범위(Range)가 매우 넓으므로 적절치 않다고 판단된다. 따라서 개별 항목별로 중위수 혹은 최빈값을 이용하는 것이 합리적일 것으로 판단되어, 항목별 입력값은 이러한 기준에 따라 분석하게 된다.

4.3.1 CPU 용량산정식의 항목별 입력값

(1) WEB/WAS용 CPU의 용량산정식의 항목별 입력값

WEB/WAS용 CPU의 용량산정식에 포함되는 항목별 입력값은 어플리케이션 부하보정과 피크타임 부하보정은 공급업체 전문가가 평균적으로 높게 책정하는 것으로 나타났으며, 사용자당 시스템 여유율 보정 등 사용자당 Operations수와 시스템 여유율 보정은 공공기관 전문가와 공급업체 전문가간에 차이가 없는 것으로 나타났다. 전문가 자문회의 검토결과 확정된 WEB/WAS용 CPU 산정식에 포함되는 항목별 입력값의 범위는 <표 7>과 같다.

<표 6> 시스템 디스크 산정식 항목별 중요도의 공공기관전문가와 공급업체 전문가의 비교분석

항 목	구분	자료수	평균	표준편차	t-값	차이검정 (유의확률)
시스템 디스크 산정식 타당도	공공기관전문가	61	3.85	.65	1.494	.138
	공급업체 전문가	45	3.67	.60		
용용 S/W영역	공공기관전문가	61	4.56	.67	2.005	.048*
	공급업체 전문가	45	4.29	.69		
여유율	공공기관전문가	60	4.40	.62	2.078	.040*
	공급업체 전문가	45	4.13	.69		
시스템 O/S영역	공공기관전문가	61	4.30	.74	.198	.843
	공급업체 전문가	45	4.27	.72		
SWAP영역	공공기관전문가	61	4.20	.73	-.331	.741
	공급업체 전문가	45	4.24	.74		

<표 8> 분석후 OLTP용 CPU 산정에 포함되는 각 항목별 고려하는 입력값의 범위

항목	분석 전		분석 후	
	입력값 범위	일반값	입력값 범위	일반값
동시사용자수	접속 사용자의 40%		전체 사용자의 20%	
트랜잭션 처리수	3(단순)~7개(복잡)			
기본 TPMC보정	20(소규모)~30%(대규모)	1.2	20(소규모)~30%(대규모)	1.3
피크타임보정	20(단순)~ 30%(복잡)	1.2	20(단순)~50%(복잡)	1.3
데이터베이스 크기보정	1 ~ 10	1.3	20 ~ 50	1.3
어플리케이션 복잡도 보정	0.6 ~ 5.7	1.1	10 ~ 140	1.5
사용자복잡성 보정	1 ~ 4.5	1	항목이 삭제되었음	
어플리케이션 구조보정	0.5 ~ 2.3	1	항목이 삭제되었음	
어플리케이션 부하 보정	1 ~ 3	1	30 ~ 120	1.7
네트워크 보정	10%	1.1	10 ~ 30	1.2
클러스터 보정	30(단순)~50%(복잡)	1	30(단순)~50%(복잡)	
여유율 보정	20 ~ 50%	1.3	20 ~ 30%	1.3

<표 7> 분석후 WEB/WAS용 CPU산정에 포함되는 각 항목별 입력값의 범위

항목	분석 전		분석 후	
	입력값 범위	일반값	입력값 범위	일반값
총사용자수	-		-	
동시사용자수	-	총사용자의 5%	-	총사용자의 20%
어플리케이션 인터페이스 부하보정	10%	1.1	3~10%	1.05
피크타임부하보정	20~30%	1.2	15~50%	1.3
시스템 여유율	30~50%	1.3	20~30%	1.3
사용자당 Operation 수		10	3~6개	5개

(2) OLTP용 CPU 용량산정식의 항목별 입력값

OLTP용 CPU의 용량산정식에 포함되는 항목별 입력값에 대한 인식에서 공공기관 전문가와 공급업체 전문가가 차이가 있는지를 알아보기 위하여 집단간 차이 검증을 실시한 결과, OLTP용 CPU의 용량산정식에 포함되는 항목별 입력값중 어플리케이션 부하보정은 공공기관 전문가가 공급업체 전문가보다 평균적으로 높게 책정하는 것으로 나타났다.

또한 클러스터보정중 복잡클러스터인 경우는 공급업체 전문가가 공공기관 전문가보다 평균적으로 높게 책정하는 것으로 나타났으며, 그 외의 경우에는 공공기관 전문가와 공급업체 전문가가 책정하는 항목별 입력값에는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한, 단순클러스터 보정치와 복잡클러스터 보정치의 비교분석 결과 유의한 차이가 있는 것으로 나타나 분리하여 계산해야 하는 것으로 나타났다. OLTP용 CPU 용량산정식의 항목별 입력값의 범위는 <표 8>과 같다.

4.3.2 메모리 용량산정식의 항목별 입력값

메모리 용량산정식에 포함되는 항목별 입력값의 평균치가 공공기관 전문가와 공급업체 전문가간에 차이가 있는지를 분석하기 위하여 차이검정을 실시한 결과, 메모리의 용량산정식에 포함되는 3개의 항목별 입력값의 평균치에 있어서 공공기관 전문가와 공급업체 전문가간 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않은 것으로

파악되었다. 전문가자문회의 검토결과 확정된 메모리 산정식에 포함되는 항목별입력값은 <표9>와 같다.

<표 9> 분석 후 메모리 산정항목별 입력값의 범위

항목	분석 전		분석 후	
	입력값범위	일반값	입력값범위	일반값
시스템 영역	-		-	
시스템관리자 영역	-	관리자수*0.5 MB	항목이 삭제되었음	
사용자당 필요 메모리	-	0.3MB	0.5~1.5MB	1MB
버퍼 캐쉬	20~30%	1.2	20~30%	1.25
클러스터 보정	30~70%	1.3	항목이 삭제되었음	
여유율	20~50%	1.3	20~50%	1.3

4.3.3 디스크의 용량산정식에서 고려하는 항목별 입력값

시스템디스크 및 데이터디스크의 용량산정식에 포함되는 항목별 입력값에 대한 설문분석 결과와 전문가 자문회의를 거쳐 확정된 디스크 용량산정식에 포함되는 항목별 입력값의 범위는 <표 10>과 같다.

<표 10> 분석후 디스크산정 항목 입력값의 범위

항목	분석 전		분석 후		
	입력값 범위	일반값	입력값 범위	일반값	
시스템OS 영역	-	-	-	-	
응용프로그램 영역	-	-	-	-	
데이터베이스 영역	-	-	-	-	
상용S/W 영역	-	-	-	-	
시스템 디스크	SWAP 영역	-	메모리*2	15~25	메모리*2
	여유율	20~50%	1.3	20~50%	1.3
백업영역	-	-	-	-	
데이터 디스크	RAID 여유율	-	-	RAID1:50% RAID5:30%	RAID1:1.5 RAID5:1.3
	여유율	-	-	20~50%	1.3

또한 <표 11>에서 보는 바와 같이 RAID 타입에 따른 평균값의 차이는 통계적으로 유의한 것으로 나타났으며, 사후검정 결과를 제시하면 <표 12>와 같다.

<표 11> RAID1과 RAID5의 RAID여유율의 분산분석

구분	제공합	자유도	평균제공	F	유의확률
집단간 차이	6467.943	3	2155.981	5.205	.002***
집단내 차이	38108.0466	92	414.218		
합계	44575.990	95			

주) * p ≤ 0.1, ** p ≤ 0.05, *** p ≤ 0.01

4.4 기타 부가적 분석

시스템의 개발목적에 따라 CPU, 메모리, 디스크의 각 용량산정식에서 고려하는 항목별 입력값에 차이가 있는지를 분석한 결과 다음과 같이 WEB/WAS용 시스템에서의 CPU 용량산정시 고려하는 시스템 여유율의 입력값에서 차이가 나는 것으로 분석되었으며, 그 외의 다른 항목들에서는 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

<표 12> 사후검정-다중 비교(Tukey HSD)

(I) RAID 타입	(J) RAID 타입	평균차 (I-J)	표준오차	유의확률
RAID1	RAID 2	23.5000	12.3240	.232
	RAID 4	11.8333	14.8633	.856
	RAID 5	17.3579	4.5385	.001***
RAID 2	RAID 1	-23.5000	12.3240	.232
	RAID 4	-11.6667	18.5791	.923
	RAID 5	-6.1421	12.0359	.956
RAID 4	RAID 1	-11.8333	14.8633	.856
	RAID 2	11.6667	18.5791	.923
	RAID 5	5.5246	14.6253	.982

주) * p ≤ 0.1, ** p ≤ 0.05, *** p ≤ 0.01

<표 13> WEB/WAS용 CPU 용량산정식의 항목중 시스템여유율에 대한 입력값의 시스템 개발목적에 따른 차이분석

시스템 목적	자료수	평균	표준편차	t-값	차이검정 (유의확률)
조직내 부업무	25	26.4680	.929	-2.138	.038**
대국민 서비스	18	33.3333	11.75		

또한, 시스템의 개발영역에 따라 CPU, 메모리, 디스크의 각 용량산정식에서 고려하는 항목별 입력값에 차이가 있는지를 분석한 결과 메모리 용량산정식의 사용자수, 시스템 디스크에서의 SWAP 영역, WEB/WAS용 시스템에서의 CPU 용량산정시 피크타임 부하보정, OLTP용 시스템에서의 CPU용량 산정시 기본 TPMC 보정 등 4가지 항목에서 고려하는 입력값에서 차이가 나는 것으로 분석되었으며, 그 외의 다른 항목들에서는 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

5. 결론

5.1 본 연구의 주요 시사점 및 한계

본 연구의 주요의의로는 기존에 개발된 정보시스템

용량산정식에 대한 타당도를 확보하고 항목별 입력값의 범위를 확인하기 위한 것으로 비교적 많은 공공기관 전문가와 공급업체 전문가를 대상으로 설문조사를 통한 실증분석 과정을 통하여 검증하였다는 점이다. 또한 본 연구는 공공기관의 실무 전문가들을 대상으로 실험적 측면에서 용량산정식의 타당도를 확인하였으며, 항목별 입력값의 경우에도 실증분석을 통하여 다양한 의견을 반영하였다는 점에서 그 의의가 있다.

부가적으로 정보시스템의 목적과 정보시스템의 구축 영역에 따라 이들 입력값의 범위가 차이가 있는지 등과 RAID의 유형에 따라 여유율을 차별적으로 주는 것이 타당한지, OLTP용 CPU의 용량산정시 클러스터의 복잡정도에 따라 보정치를 차별적으로 주는 것이 타당한지와 타당하다면 어느 정도를 각각 주는 것이 타당한지 등 주로 공급업체 전문가의 자의적 판단에 따라 설정된 입력 값의 범위 등을 공공기관의 현업 전문가를 통하여 실증적으로 검증하고 확인하였다는 점에서 그 의의가 있다.

5.2 향후 후속 연구에 대한 제언

본 연구는 공공부문의 하드웨어 도입시 적정용량 산정을 위한 모형을 제시하고 모형에 대한 타당도를 검증하며, 또한 모형에 포함되는 개별항목의 입력값의 범위를 결정하기 위한 연구로 2003년도에 수행된 연구가 『관찰』 → 『경험적 일반화』 → 『이론』이라는 귀납적 방법으로 공급업체의 입장에서 전문가의 경험에 의하여 용량산정식이 도출되었다면, 본 연구는 2003년도 수립된 이론적 모형에 대한 타당성을 폭넓은 공급업체 전문가를 통하여 확인하고 실제 현장실무에서 이를 적용하는 공공기관 전문가를 통하여 연역적 방법으로 확인하였다는 특징을 가지고 있다. 용량산정에 대한 지금까지의 연구가 용량산정식의 타당도를 검증하는 모형구축의 완료에 초점이 두어졌다면 향후 연구에서는 본 모형을 적용한 다양한 사례를 리포지토리 시스템 (Repository System)으로 구축하고 축적된 경험적 사례를 활용해 본 연구에서 제시하는 모형을 계속적으로 수정 및 보완해 나가야 할 것으로 보인다.

<참고문헌>

- [1] 나중희, 최광돈, "정보시스템 용량산정방식에 관한 탐색적 연구: 공공부문 H/W 규모산정을 중심으로," 한국SI학회지, 제3권 제2호, 2004, pp. 9-23.
- [2] 정해용, 김상훈, "정보시스템 평가지표 개발에 관한 실증적 연구: 공공부문을 중심으로," 한국경영과학회지, 제28권 제4호, 2003, pp. 155-189.
- [3] 한국전산원, 주전산기 II(Ticom)의 성능관리에 관한 연구, 1993.
- [4] 한국전산원, 용량산정도구 개발 및 성능측정 보고서, 1994.
- [5] 한국전산원, "H/W 용량산정 관련 연구," 2002.
- [6] 한국전산원, "2002년 공공부문 정보자원현황분석," 2002.
- [7] 한국전산원, "정보시스템 용량산정기술 및 프레임

- 워크 연구,” 2003.
- [8] 한국전산원, “정보시스템 규모별 용량산정 기준연구,” 2004.
 - [9] Compaq, 2001, Sizing a thin client Server Computing Solution Deploying Compaq ProLiant DL series Servers.
 - [10] Daniel A. Menasc , 1998 , “Capacity Planning for Web Performance: metrics, models, and methods”, Prentice Hall
 - [11] Waston, Why your CPU capacity Not Match your vendor’s Estimate, 2003.
 - [12] www.ideasinternational.com
 - [13] www.spec.org
 - [14] www.tpc.org