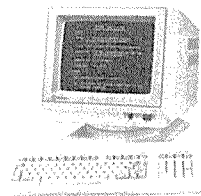


吳 吉 祿

韓國電子通信研究所
컴퓨터연구부장 / 工博

행정전산망 주전산기의 성능 평가



1. 서 언

컴퓨터 시스템의 성능은 시스템을 설계, 개발, 구성(configuration) 그리고 시스템 튜닝을 하는 모든 단계에서 고려해야 할 주요 요소들 중의 하나이다. 그러므로 컴퓨터의 성능을 평가하는 활동은 시스템 life cycle의 전반에 걸쳐 요구된다. 설계 개발 단계에서는 사용자의 요구 명세에 따라 시스템 설계가 이루어지고 이에 의해 개발된다. 개발이 완료된 단계에서는 최초로 요구했던 명세가 만족되었는지를 검증하는 것이 필요하고 동일 분야의 타 기종과의 성능 비교가 필요하다.

컴퓨터 시스템의 요구 기능 수행 정도를 평가하는 성능 평가의 일반적인 절차는 크게 다음 5단계로 나눌 수 있으며, 각 단계별로 feed-back이 있을 수 있다.

- 문제의 정의(problem identification)
- 목표의 정형화(formulation of objectives)
- 평가 계획(plan preparation)
- 성능 평가(plan implementation)
- 성능 평가 결과 분석(result interpretation)

행정 전산망용 주전산기를 설계 개발하는 입장에서 봤을 때에는, 시스템의 설계 개발 단계에서는 시스템 구성 요소들의 trade-off 분석을 통한 최적 설계 요소의 추출, 성능 평가 관련 도구의 설계 개발 그리고 해석적 방법에 의한 시스템 성능의 예측, 시스템의 개발이 완료된 후에는 실제 시스템에서의 성능을 측정하고 이를 극대화시키는 활동이 필요하게 된다.

이러한 관점에서, 본고에서는 컴퓨터 시스템의 성능을 평가하는 일반적인 방법론들을 살펴보고, 행정 전산망용 주전산기의 개발에서 고려하고 있는 성능 요소들과 이에 관련된 활동을 소개한다.

2. 성능 평가 방법론^{2,3)}

컴퓨터 성능을 평가하기 위해서는 매우 광범위한 기술이 필요하다. 즉 측정을 하기 위한 기계장치 (instrumentation)를 설계하고 구현하는 것으로부터 큐잉 모델을 수학적으로 해석하는 것에 이르기까지 아주 범위가 넓다. 그러나 방법론 면에서 이들을 크게 세가지 즉 성능 측정, 해석적 성능 모델링 그리고 시뮬레이션 성능 모델링으로 구분할 수 있으며, 여기서는 각 방법들의 특성 및 관련도 구들을 살펴본다.

가. 성능 측정

실제 컴퓨터 시스템에서 측정 기구를 사용하여 성능을 측정하고 평가하는 방법으로 시스템 관리자나 제작자에게 매우 중요한 정보를 제공할 수 있다. 예를 들면, 컴퓨터 설치를 효과적으로 하기 위하여 시스템 성능에 문제가 있는지를 발견하고 그 문제를 시스템 튜닝이나 작업부하의 평형을 통하여 해결하며, 미래에 생길 수 있는 잠정적인 성능문제를 발견하여 적당한 방법으로 시스템 자원을 개선, 해결하는데 이 성능측정이 필요하다.

이러한 측정 활동은 사용자들이 시스템을 실제로 사용하는 환경에서 이루어지며 실제 환경이 없는 경우에는 가상적인 환경에서 이루어진다. 예를 들면, 벤치마크에 의한 측정이나, RTE (Remote Terminal Emulator)를 사용하여 가상적인 환경을 만들어 Interactive System의 성능을 측정한다. 이러한 가상적인 환경에서의 시스템 성능 측정 활동은 특히 컴퓨터 제작자가 시장에 선 보이게 될 신기종에 대한 성능과 경쟁기종에 대한 성능 비교자료를 제시하고, 이 기종을 구입하게 될 고객들에게 성능에 관한 정보를 제공해 주기 위하여 이루어진다.

성능측정의 장점은 실제로 시스템에서 측정이 이루어지므로 시스템의 실제 성능을 알 수 있고, 시스템 자원들 사이에 일어나는 상호 작용이 성능에 어떠한 영향을 주는지 관찰할 수 있다. 만약 이러한 상호작용을 성능 모형법으로 관찰하려면 매우 세밀하고 복잡한 시뮬레이션 모형을 만들어야하므로 상당히 긴 프로그램과 시행시간이 요구된다. 성능 측

정법의 단점은 이 방법을 사용하기 위해서는 프로그램을 수행할 수 있는 실제의 시스템이 필요하고 또한 측정기구를 설계 개발하여 설치해야 하며, 경우에 따라 전용장비가 필요한데 이 장비는 시스템에 종속되므로 시스템 변경에 따른 전용장비의 변경이 어렵다는 점이다.

나. 해석적 성능 모델링

해석적 성능 모델링은 컴퓨터 시스템 성능을 판단하기 위한 경제적인 성능평가 기술로써 다양하게 이용된다. 그 이유는 수학적인 방정식의 유용한 해들을 기초로 시스템 성능을 판단하기 때문이다. 그러나 이러한 방정식에서 구한 해들을 다루기 쉽게 하기 위하여, 모형의 특성을 고려하며, 가정을 하게 되는데 이렇게 단순화된 모형에서 해를 구하므로 시뮬레이션 모델링에서 나타내는 세밀한 부분을 알 수는 없다. 그럼에도 불구하고 해석적 모형법으로 성능을 조사하면 병목현상과 시스템에 커다란 영향을 주는 핵심 파라미터들을 충분히 간파할 수 있다.

컴퓨터 시스템은 일반적으로 하드웨어와 소프트웨어 자원들의 집합과 이런 자원들을 사용하기 위하여 경쟁하는 Task 혹은 Job들의 집합체로 특징 지을 수 있다. 여러 개의 Job들이 한정된 자원들을 사용하기 위하여 서로 경쟁하기 때문에 Job들의 일부는 Queue에서 기다려야 한다. 그러므로 시스템 모형을 Queue들에 의하여 상호 연결된 Network으로 나타내는 것이 자연스러운 것이다. 이러한 Network을 이용하면 자원의 효율성, Queue의 길이, Queue에서 머무르는 시간의 특징을 조사하여 시스템의 성능을 예측할 수 있다. 또한 Petri Nets이 컴퓨터 시스템을 해석적으로⁴⁾ 모델링하는데 많이 이용되고 있다.

다. 시뮬레이션 성능 모델링

시뮬레이션은 컴퓨터의 성능을 평가하는데 있어서 아주 유용한 도구이다. 해석적 방법이 모형화하는데 있어 제한이 있는 반면, 시뮬레이션 모델링 방법은 어느 정도 자세히 모형화 할 것인가 즉 상

세도(degree of detail)를 조정할 수 있다. 따라서 해석적으로 처리하기 어려운 복잡한 상황의 모형도 시뮬레이션 모형에서는 가능하다. 그리고 해석적 모형에서는 주로 평균치(mean value)만을 제공하지만 시뮬레이션은 분포치(estimates of distribution)와 Ligher Moment를 제공할 수 있다. 또한 해석적 모형은 Steady State Behavior를 조사하는데 사용되지만 시뮬레이션 모델링은 Dynamic, Transient Behavior를 조사하는데도 사용된다.

시뮬레이션 모델링의 주된 응용은 해석적 모형을 유효하게 하는데 있으며, 널리 사용되는 두가지 형태의 특징은 다음과 같다.

1) Trace Driven Simulation

실존하는 시스템에서의 측정을 통해 얻을 수 있는 Sequence나 Trace에 의해 작동되는 Deterministic Model에 대한 시뮬레이션으로, Storage Hierarchies나 Processor Pipeline 성능을 조사하는데 주로 이용된다.

2) Stochastic Discrete Event Simulation

Random(pseudo) Sequence에 의해 동작되는 Queuing 모델의 시뮬레이션이다.

3. 시스템 성능 요소들

시스템 차원에서 봤을 때 시스템 성능에 관련된 요소는 무수히 존재할 수 있고 이 요소들은 서로 관련을 가지고 있다. 그러나 어떤 시스템의 성능을 평가하는 입장에서는 그 시스템의 응용 분야, 시스템 구조 그리고 작업부하의 특성에 따라 평가 요소와 평가 방법을 결정하게 된다.

행정 전산망용 주전산기는 공유 기억 장치를 갖는 다중 프로세서 구조로 UNIX를 운영체제로 하는 범용의 수퍼 미니 컴퓨터이다.⁵⁾ 여기서는 주전산기를 설계, 개발하는 전 과정에 걸쳐 이루어질 시스템 성능 평가에 관련된 활동을 요약해서 소개한다.

가. 설계 개발 단계

주로 해석적인 방법에 의한 시스템 구성 요소의 Trade-Off 분석, 성능 측정의 기준 설정을 위한 분

석 그리고 성능 평가 도구의 설계 개발이 이루어진다.

1) 작업 부하 특성 분석

컴퓨터 시스템의 작업 부하(workload)란 시스템이 이용되는 주변 환경으로부터 받게 되는 입력들(예: 프로그램들, 데이터, 명령어)의 집합이다. 그러므로 개발하는 시스템의 응용 영역을 정확하게 정의하고 작업 부하의 특성을 분석함으로써 각 시스템 구성 요소들에 대한 부하량, 이용률 등을 예측할 수 있으며 나아가 환경에 따른 최적의 시스템 형상을 제안할 수 있다.

주전산기의 경우, 범용의 수퍼 미니급의 UNIX 컴퓨터라는 측면과 행정 전산망 구축에 이용되는 두 가지 측면을 갖고 있다. 이에 따라 범용의 응용 영역을 조사 분류하고 각 영역별로 특성을 분석하며, 행정 전산망에서의 각 업무별 특성 또한 분석하여 작업 부하 모델을 설계하고 구성한다.

2) 성능 모형

시스템 설계 규격서 등을 근거로 각 구성 요소들의 구조 및 동작 특성을 분석하여 적합한 모델링 도구로 시스템 모형도를 구성한다. 이를 해석하여 형상에 따른 시스템 성능을 예측하고 분석한다.

3) 관련 도구의 설계 개발

각 세부 항목별로 필요한 도구를 설계 개발하고 실제 시험을 통해 타당성을 확인한다. 해석을 위한 해석적 모형 및 실제 시스템에서의 측정을 위한 도구를 설계하고 개발하며 궁극적으로 하나의 장치로 종합하여 시스템 성능 평가를 실시한다.

4) 요소별 Trade-Off 분석 및 성능 해석

행정 전산망 주전산기 시스템의 구성 요소별로 존재하는 Trade-Off를 분석하고 성능을 해석하기 위하여 관련되는 Issue들⁶⁾을 조사 수집하고, 수집된 내용들을 종합 검토하여 항목들을 선정 분석한다. 행정 전산망 주전산기에서는 우선 VME 버스를 기본으로 하는 입·출력 부시스템, Cpu-Bus Main Memory의 성능 분석, TP1 벤치마크에 의한 Transaction Processing 성능의 측정 분석을 실시하고 있는데 각각의 내용을 간단히 요약하면 다음과 같다.

VME 버스를 기본으로 하는 입·출력 부시스템에 대한 분석 대상은 첫째, 예상되는 입·출력 작업부

하에 대해 주전산기 시스템 사양서⁵⁾에서 제안하고 있는 입·출력 부시스템의 형상이 안정적인가를 판단하고, 둘째 입·출력 작업부하가 증가함에 따라 병목현상이 생길 수 있는 입·출력 부시스템 구성요소를 찾고 그 정도를 예측한다. 분석 방법은 Queueing Network을 이용한 해석적인 방법을 택하였다.

Cpu-Bus-Main Memory의 성능 분석은 사양서에서 제안하고 있는 프로세서, 시스템 버스 그리고 Main Memory의 동작 특성을 고려한 상태에서의 프로세서 모듈의 수, 메모리 모듈의 수 그리고 시스템 버스와의 관계를 분석하고 시스템 성능에 미치는 영향을 시뮬레이션을 통하여 실시한다.

TP1 벤치마크에 의한 Transaction Processing 성능의 측정 분석은 주전산기와 비슷한 시스템 구조를 가진 Multimax120에서의 "TP1 Benchmark"을 이용한 측정으로 실시한다.

나. 개발 완료 단계

1) 성능 측정

시스템의 개발이 완료된 시점에서의 설계 개발한 도구들을 장치화(instrumentation)하여, 실제 시스템에서의 성능을 측정한다. 측정 결과를 분석하여 시스템 설계 단계에서 실시한 성능 해석의 결과와 비교하고, 시스템 튜닝 요소를 추출하며 최적의 시스템 형상을 제안한다.

2) 프로세서 수의 변화와 시스템 성능의 관계

다중 프로세서 시스템에서 프로세서 수의 변화에 따른 시스템 성능의 변화는 아주 큰 관심거리이다. 실제 시스템의 프로세서 수를 변화시켜 가면서 성능의 변화를 여러 측면에서 측정하고 분석한다. 이때 시스템 가격도 신중하게 고려한다.

3) 성능 요약⁷⁾

성능 분석 및 측정의 결과들을 종합하여 우리 시스템에 대한 성능을 요약하여 제품에 대한 소개를 하며, 우리 시스템의 각 고유 기능별 수행 정도 및 유사한 타 시스템과의 성능 비교를 한다.

4. 결 어

컴퓨터 시스템의 성능 평가에 대한 일반적인 방법론, 행정 전산망용 주전산기의 개발과 관련한 성능 평가 활동을 소개했다.

컴퓨터 시스템의 성능 평가는 시스템 자체에 대한 전반적이고도 깊이 있는 지식과 광범위한 성능 평가의 기술을 요구하는 속성을 가지고 있으므로 시스템을 설계하는 단계에서부터 설계 개발자와 직접적인 관계를 가지고 계획되어야 하고 컴퓨터 시스템 Life Cycle 전반에 걸쳐 실시되어야 한다.

참고 문헌

1. D. Ferrari, "Computer Systems Performance Evaluation," Prentice-Hall, Inc. 1978.
2. P. Hidelberger, "Computer Performance Evaluation Methodology," IEEE Trans. on Computer, Vol. C-33, No. 12, Dec. 1984.
3. 최창열 외, "컴퓨터 시스템의 성능 평가 방법론" TM87-1710-30, ETRI, Nov. 1987.
4. Marsan, "Performance Models of Multiprocessor Systems," The MIT Press, 1986.
5. 행정 전산망 주전산기 개발본부, "주 전산기 시스템 사양서," ETRI, Oct. 1987.
6. 장희동 외, "목표 시스템 spec. 중심의 성능 관련 trade-off/issues 조사," TD87-1710-60, ETRI, Oct. 1987.
7. 최영의 외, "컴퓨터 시스템의 성능 요약에 관한 사례 연구," TM87-1710-53, ETRI, Oct. 1987.

