



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년08월08일
(11) 등록번호 10-1886317
(24) 등록일자 2018년08월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 9/455 (2018.01) G06N 3/08 (2006.01)
G06N 99/00 (2010.01)
(52) CPC특허분류
G06F 9/45558 (2013.01)
G06N 3/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0054776
(22) 출원일자 2017년04월28일
심사청구일자 2017년04월28일
(56) 선행기술조사문헌
JP5983728 B2*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
최영리
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과
학기술대학교
백웅기
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과
학기술대학교
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 12 항

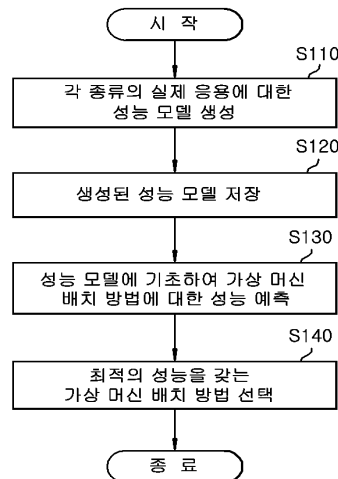
심사관 : 유진태

(54) 발명의 명칭 가상 머신 배치 선택 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른, 서로 다른 두 종류 이상의 물리적 노드(node)를 포함하는 컴퓨팅 시스템에 서로 다른 두 종류 이상의 가상 머신을 배치하기 위한 가상 머신 배치 선택 방법은, 상기 각 종류의 가상 머신에 대한 성능 모델을 생성하는 제 1 단계, 상기 각 종류의 가상 머신에 대한 성능 모델에 기초하여, 상기 각 종류의 가상 머신을 종류별로 적어도 하나는 포함하는 가상 머신 집합의 각 가상 머신을, 상기 노드 중 하나에 각각 배치할 경우의 상기 컴퓨팅 시스템의 작업 수행 성능을 예측하는 제 2 단계 및 상기 예측에 기초하여, 상기 가상 머신 집합의 각 가상 머신을 상기 노드 중 하나에 각각 배치하는 배치 방법 중 상기 컴퓨팅 시스템의 작업 수행 성능이 최대가 되는 배치 방법을 선택하는 제 3 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류
G06N 99/005 (2013.01)

(72) 발명자
김선태
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술대학교
PHAMNGUYEN KIEU THAO
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술대학교

(56) 선행기술조사문헌
KR1020150092492 A*
KR101600129 B1*
JP2015138432 A
KR1020150015137 A
JP2015165362 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 R0190-15-2012
부처명 교육과학기술부
연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터
연구사업명 SW컴퓨팅산업원천기술개발사업
연구과제명 빅데이터 처리 고도화 핵심 기술개발 사업 총괄 및 고성능 컴퓨팅 기술을 활용한 성능 가속화 기술 개발
기 여 율 1/1
주관기관 울산과학기술원
연구기간 2016.06.01 ~ 2017.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711044897
부처명 교육과학기술부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 차세대정보컴퓨팅기술개발사업
연구과제명 가속기 재구성 및 워크로드 동시배치를 고려한 자원 관리 기술 개발
기 여 율 1/1
주관기관 울산과학기술원
연구기간 2016.11.01 ~ 2017.07.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2015R1C1A1A02037400
부처명 교육과학기술부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 신진연구사업
연구과제명 인메모리 캐싱 활용 맵리듀스 프레임워크 최적화를 위한 가상화 기술 연구
기 여 율 1/1
주관기관 울산과학기술원
연구기간 2016.07.01 ~ 2017.06.30

명세서

청구범위

청구항 1

서로 다른 두 종류 이상의 물리적 노드(node)를 포함하는 컴퓨팅 시스템에 서로 다른 두 종류 이상의 가상 머신을 배치하기 위한 가상 머신 배치 선택 장치에 의해 수행되는 방법으로서,

상기 두 종류 이상의 가상 머신 각각에 대한 성능 모델을 생성하는 제 1 단계;

상기 두 종류 이상의 가상 머신 각각에 대한 성능 모델에 기초하여, 상기 두 종류 이상의 가상 머신을 종류별로 적어도 하나는 포함하는 가상 머신 집합의 각 가상 머신을, 상기 노드 중 하나에 각각 배치할 경우의 모든 경우의 수를 구하고, 상기 모든 경우의 수 각각에 대해 상기 컴퓨팅 시스템의 작업 수행 성능을 예측하는 제 2 단계; 및

상기 예측의 결과에 기초하여, 상기 노드에 대해 상기 가상 머신 집합의 각 가상 머신을 실제로 배치하기 전에, 상기 가상 머신 집합의 각 가상 머신을 상기 노드 중 하나에 각각 배치하는 모든 배치 방법 중 상기 작업 수행 성능이 최대가 될 것으로 예측되는 배치 방법을 선택하는 제 3 단계를 포함하는

가상 머신 배치 선택 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 단계는,

상기 두 종류 이상의 가상 머신 중 어느 한 종류의 가상 머신과, 특성 조절이 가능한 합성 응용을 위한 가상 머신이 상기 컴퓨팅 시스템에 함께 배치된 상태에서, 상기 컴퓨팅 시스템의 작업 수행 성능을 측정하는 단계;

상기 어느 한 종류의 가상 머신 및 상기 합성 응용을 위한 가상 머신의 배치 상태, 혹은 상기 합성 응용의 특성을 변화시키며 상기 측정을 반복하는 단계; 및

상기 반복된 측정 결과에 기초하여, 상기 어느 한 종류의 가상 머신에 대한 성능 모델을 생성하는 단계를 포함하는

가상 머신 배치 선택 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 성능 모델을 생성하는 단계는, 머신 러닝(machine learning) 기법을 이용하여 상기 반복된 테스트 결과를 학습함으로써 상기 성능 모델을 생성하는 단계를 포함하는

가상 머신 배치 선택 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 머신 러닝 기법은, 랜덤 트리(random tree), RepTree, ANN(Artificial Neural Network), SVM(Support Vector Machine) 중 적어도 하나를 포함하는

가상 머신 배치 선택 방법.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 합성 응용의 특성은, 상기 합성 응용의 네트워크 사용량, 상기 합성 응용의 스토리지(storage) 사용량 중 적어도 하나를 포함하는 가상 머신 배치 선택 방법.

청구항 7

제 3 항에 있어서,

상기 컴퓨팅 시스템의 측정 중 적어도 한 번은, 상기 컴퓨팅 시스템의 노드 중 상기 어느 한 종류의 가상 머신과 상기 합성 응용을 위한 가상 머신을 모두 포함하는 노드가 존재할 조건에서 수행되는

가상 머신 배치 선택 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 제 3 단계는,

상기 배치 방법 중 임의의 배치 방법을 선택하고, 상기 임의의 배치 방법에서의 상기 컴퓨팅 시스템의 작업 수행 성능을 예측하는 단계; 및

전역 최적화 방법을 이용하여, 상기 배치 방법을 변화시켜 가며 상기 컴퓨팅 시스템의 작업 수행 성능이 최대가 되는 배치 방법을 찾는 단계를 포함하는

가상 머신 배치 선택 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 전역 최적화 방법은 모의 담금질 기법(simulated annealing)인

가상 머신 배치 선택 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서, 상기 성능을 예측하는 단계는,

상기 가상 머신 집합의 각 가상 머신에 대해, 상기 각 가상 머신에 대한 성능 모델을 이용하여, 상기 임의의 배치 방법에서의 상기 각 가상 머신에 대한 작업 수행 성능을 예측하는 단계; 및

상기 각 가상 머신에 대한 작업 수행 성능에 기초하여, 상기 임의의 배치 방법에서의 상기 컴퓨팅 시스템의 작업 수행 성능을 예측하는 단계를 포함하는

가상 머신 배치 선택 방법.

청구항 11

서로 다른 두 종류 이상의 물리적 노드(node)를 포함하는 컴퓨팅 시스템에 서로 다른 두 종류 이상의 가상 머신을 배치하기 위한 장치로서,

상기 두 종류 이상의 가상 머신 각각에 대한 성능 모델을 생성하는 성능 모델 생성부; 및

상기 두 종류 이상의 가상 머신 각각에 대한 성능 모델에 기초하여, 상기 두 종류 이상의 가상 머신을 종류별로 적어도 하나는 포함하는 가상 머신 집합의 각 가상 머신을, 상기 노드 중 하나에 각각 배치할 경우의 모든 경우의 수를 구하고, 상기 모든 경우의 수 각각에 대해 상기 컴퓨팅 시스템의 작업 수행 성능을 예측하고, 상기 예측의 결과에 기초하여, 상기 노드에 대해 상기 가상 머신 집합의 각 가상 머신을 실제로 배치하기 전에, 상기 가상 머신 집합의 각 가상 머신을 상기 노드 중 하나에 각각 배치하는 모든 배치 방법 중 상기 작업 수행 성능이 최대가 될 것으로 예측되는 배치 방법을 선택하는 배치 방법 선택부를 포함하는

가상 머신 배치 선택 장치.

청구항 12

제 1 항 및 제 3 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 기재된 방법에 따른 각각의 단계를 수행하는, 컴퓨터 판독 가능 기록매체에 저장된 프로그램.

청구항 13

제 1 항 및 제 3 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 기재된 방법에 따른 각각의 단계를 수행하는 명령어를 포함하는 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능 기록매체.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 다양한 응용을 실행하기 위한 다양한 종류의 가상 머신을, 여러 종류의 물리적 머신에 배치하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다. 보다 자세하게는, 서로 각기 다른 종류의 응용 프로그램을 실행시키기 위한 가상 머신을 물리적 머신에 배치하는 다양한 방법 중, 최적의 성능을 보이는 배치 방법을, 시간과 시스템 자원의 과도한 소모 없이 효과적으로 선택하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 최근 널리 이용되고 있는 클라우드 컴퓨팅 시스템과 같은 가상화 시스템(virtualized system)은 다양한 종류의 하드웨어를 다수 포함할 수 있다. 이와 같은 각 개별 하드웨어에는 가상 머신(virtual machine, VM)이 하나 이상 배치될 수 있으며, 이와 같이 배치된 가상 머신을 이용하여 분산 병렬 응용(distributed parallel application)을 실행시킬 수 있다. 즉, 분산 병렬 응용을 복수의 가상 머신으로 구성된 가상 클러스터(virtual cluster, VC)에 배치함으로써, 하나의 분산 병렬 응용이 복수의 가상 머신에 의해 분산 처리되도록 할 수 있다.
- [0003] 이와 같은 가상 머신을 복수의 개별 하드웨어, 즉 개별 노드(node)에 배치하는 방법은 헤아리기 어려울 정도로 많을 수 있다. 보다 구체적으로 설명하면, 그 위에서 실행되는 분산 병렬 응용(이하, "응용"이라 약칭)의 종류에 따라 가상 머신이 구별된다고 할 때, 서로 다른 종류의 가상 머신들을 배치하는 경우의 수는 매우 다양하다. 예컨대, 하나의 노드에는 같은 종류의 가상 머신만이 배치되도록 할 수도 있고, 여러 종류의 가상 머신이 하나의 노드에 혼재되도록 배치되도록 할 수도 있다.
- [0004] 하나의 노드에서 복수의 응용이 동시에 실행될 경우, 각 응용을 실행시키는 서로 다른 종류의 가상 머신들 간에는 성능 간섭(interference)이 존재할 수 있다. 이러한 간섭은 응용 실행의 성능에 큰 영향을 미치며, 응용의 종류에 따라 응용 상호 간의 간섭이 작을 수도 있고, 클 수도 있다. 따라서, 복수의 노드에 여러 종류의 가상 머신을 배치하기 위한 수많은 방법 중 최적의 배치 방법을 찾는 것은 시스템의 성능에 있어 매우 중요하다 할 수 있다.
- [0005] 전술한 바와 같이, 가상 머신 배치 방법의 경우의 수는 헤아리기 어려울 정도로 많은 경우가 대부분이기 때문에, 모든 경우의 수를 실제로 테스트하여 각 배치 방법의 성능을 구하는 것은 시간과 시스템 자원을 지나치게 소모하므로 사실상 불가능에 가깝다. 더군다나, 클라우드 컴퓨팅 시스템 등 현실의 시스템은 포함된 각 노드의 사양이나 성능 등이 균일하지 않다. 이와 같이 여러 종류의 노드를 포함하는 이종(heterogeneous) 컴퓨팅 환경에서는 노드의 이종성 역시 가상 머신 배치 결정에 고려되어야 한다.
- [0006] 따라서, 컴퓨팅 환경의 이종성, 이종의 가상 머신 간의 간섭 등 필요 인자를 종합적으로 고려하면서도, 상대적으로 적은 연산량으로 최적의 가상 머신 배치 방법을 결정하기 위한 기술의 개발이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 한국공개특허공보, 제10-2011-0067081호 (2011.06.21. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 해결하고자 하는 과제는, 서로 다른 종류의 여러 노드에 서로 다른 응용을 실행하기 위한 여러 가상 머신을 배치하는 방법 중, 최적의 성능을 보이는 배치 방법을 시간과 시스템 자원의 과도한 소모 없이 효과적으로 선택하기 위한 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

[0009] 다만, 본 발명의 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 것으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 해결하고자 하는 과제는 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따른, 서로 다른 두 종류 이상의 물리적 노드(node)를 포함하는 컴퓨팅 시스템에 서로 다른 두 종류 이상의 가상 머신을 배치하기 위한 가상 머신 배치 선택 방법은, 상기 각 종류의 가상 머신에 대한 성능 모델을 생성하는 제 1 단계, 상기 각 종류의 가상 머신에 대한 성능 모델에 기초하여, 상기 각 종류의 가상 머신을 종류별로 적어도 하나는 포함하는 가상 머신 집합의 각 가상 머신을, 상기 노드 중 하나에 각각 배치할 경우의 상기 컴퓨팅 시스템의 작업 수행 성능을 예측하는 제 2 단계 및 상기 예측에 기초하여, 상기 가상 머신 집합의 각 가상 머신을 상기 노드 중 하나에 각각 배치하는 배치 방법 중 상기 컴퓨팅 시스템의 작업 수행 성능이 최대가 되는 배치 방법을 선택하는 제 3 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 방법은, 상기 생성된 성능 모델을 데이터베이스에 저장하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 제 1 단계는, 상기 각 종류의 가상 머신 중 어느 한 종류의 가상 머신과, 특성 조절이 가능한 합성 응용을 위한 가상 머신이 상기 컴퓨팅 시스템에 함께 배치된 상태에서, 상기 컴퓨팅 시스템의 작업 수행 성능을 측정하는 단계, 상기 어느 한 종류의 가상 머신 및 상기 합성 응용을 위한 가상 머신의 배치 상태, 혹은 상기 합성 응용의 특성을 변화시키며 상기 측정을 반복하는 단계 및 상기 반복된 측정 결과에 기초하여, 상기 어느 한 종류의 가상 머신에 대한 성능 모델을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 성능 모델을 생성하는 단계는, 머신 러닝(machine learning) 기법을 이용하여 상기 반복된 테스트 결과를 학습함으로써 상기 성능 모델을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 머신 러닝 기법은, 랜덤 트리(random tree), RepTree, ANN(Artificial Neural Network), SVM(Support Vector Machine) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 합성 응용의 특성은, 상기 합성 응용의 네트워크 사용량, 상기 합성 응용의 스토리지(storage) 사용량 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 컴퓨팅 시스템의 측정 중 적어도 한 번은, 상기 컴퓨팅 시스템의 노드 중 상기 어느 한 종류의 가상 머신과 상기 합성 응용을 위한 가상 머신을 모두 포함하는 노드가 존재할 조건에서 수행될 수 있다.

[0017] 또한, 상기 제 3 단계는, 상기 배치 방법 중 임의의 배치 방법을 선택하고, 상기 임의의 배치 방법에서의 상기 컴퓨팅 시스템의 작업 수행 성능을 예측하는 단계 및 전역 최적화 방법을 이용하여, 상기 배치 방법을 변화시켜가며 상기 컴퓨팅 시스템의 작업 수행 성능이 최대가 되는 배치 방법을 찾는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 전역 최적화 방법은 모의 담금질 기법(simulated annealing)일 수 있다.

[0019] 또한, 상기 성능을 예측하는 단계는, 상기 가상 머신 집합의 각 가상 머신에 대해, 상기 각 가상 머신에 대한 성능 모델을 이용하여, 상기 임의의 배치 방법에서의 상기 각 가상 머신에 대한 작업 수행 성능을 예측하는 단계 및 상기 각 가상 머신에 대한 작업 수행 성능에 기초하여, 상기 임의의 배치 방법에서의 상기 컴퓨팅 시스템의 작업 수행 성능을 예측하는 단계를 포함할 수 있다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에 따른, 서로 다른 두 종류 이상의 물리적 노드(node)를 포함하는 컴퓨팅 시스템에 서로 다른 두 종류 이상의 가상 머신을 배치하기 위한 가상 머신 배치 선택 장치는, 상기 각 종류의 가상 머신에 대한 성능 모델을 생성하는 성능 모델 생성부 및 상기 각 종류의 가상 머신에 대한 성능 모델에 기초하여, 상기 각 종류의 가상 머신을 종류별로 적어도 하나는 포함하는 가상 머신 집합의 각 가상 머신을, 상기 노드 중 하나에 각각 배치할 경우의 상기 컴퓨팅 시스템의 작업 수행 성능을 예측하고, 상기 예측에 기초하여, 상기 가상 머신 집합의 각 가상 머신을 상기 노드 중 하나에 각각 배치하는 배치 방법 중 상기 컴퓨팅 시스템의 작업 수행 성능이 최대가 되는 배치 방법을 선택하는 배치 방법 선택부를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0021] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 머신 러닝(machine learning) 기법을 활용하여 성능 모델을 생성하고, 상기 생성된 성능 모델을 이용하여 특정 가상 머신 배치 방법의 성능을 예측할 수 있다. 보다 구체적으로, 특정 응용과 테스트용 합성(synthetic) 응용을 복수의 노드로 구성된 컴퓨팅 시스템에서 함께 실행하되, 합성 응용의 특성을 변화시켜 가며 상기 특정 응용에 대한 성능 모델을 생성할 수 있다. 실제로 복수의 응용을 실행하고자 할 때에는, 각 응용에 대한 성능 모델을 이용하여 각 응용을 실행하는 가상 머신의 특정 배치에서의 성능을 예측함으로써, 최적의 가상 머신 배치 방법을 알아낼 수 있다.

[0022] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 의하면 머신 러닝을 이용하여 생성된 성능 모델을 통해 각 배치 방법의 성능을 쉽게 예측함으로써, 시간과 시스템 자원이 지나치게 소모되는 것을 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1a 및 1b는 가상 머신 배치의 의의에 대해 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 가상 머신 배치 선택 방법을 실행하기 위한 가상 머신 배치 선택 장치의 구성을 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 가상 머신 배치 선택 방법의 각 단계를 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 가상 머신 배치 선택 방법을 개념적으로 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0025] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0026] 한편, 본 발명의 일 실시예에서 제시하는 방법은 적어도 일부의 소프트웨어와 하드웨어의 하이브리드 구현 방식으로, 프로세서 및 프로세서에 의해 실행되는 명령어들을 저장하는 메모리를 포함하는 전자 디바이스 또는 컴퓨터 프로그램에 의해 선택적으로 활성화 또는 재구성되는 프로그래밍 가능한 머신(machine)상에서 구현될 수 있다.

[0027] 또한, 본 발명의 일 실시예에서 제시하는 특징들 및/또는 기능성들 중 적어도 일부는 최종 사용자 컴퓨터 시스템, 컴퓨터, 네트워크 서버 또는 서버 시스템, 모바일 컴퓨팅 디바이스(예를 들어, PDA(personal digital assistant), 모바일 전화기, 스마트폰, 랩탑, 태블릿 컴퓨터 또는 그와 유사한 것), 소비자 전자 디바이스, 또는 임의의 다른 적합한 전자 디바이스 또는 그들의 임의의 조합과 같은 하나 이상의 범용 네트워크 호스트 머신에서 등에서 구현될 수 있다.

[0028] 또한, 적어도 일부 실시예들에서, 여기에 개시된 개념 계층 구조를 생성하는 방법의 실시예의 특징들 및/또는 기능성들의 적어도 일부는 하나 이상의 가상화된 컴퓨팅 환경(예를 들어 네트워크 컴퓨팅 클라우드 또는 그와 유사한 것)에서 구현될 수 있다.

[0029] 도 1a 및 1b는 가상 머신 배치의 의의에 대해 설명하기 위한 도면이다. 도 1a 및 1b의 컴퓨팅 시스템(10)은 이 중 컴퓨팅 환경이 적용된 시스템으로, 서로 다른 종류의 물리적 노드를 포함할 수 있다. 도 1a 및 1b에서는 컴퓨팅 시스템(10)은 두 종류의 노드를 포함하며, 이들 두 종류의 노드는 각각 제 1 노드(11)와 제 2 노드(12)로 칭하도록 한다. 컴퓨팅 시스템(10)은 도 1a 및 1b에 도시된 바와 같이 이와 같은 제 1 노드(11)와 제 2 노드(12)를 각각 4개씩 포함함으로써 총 8개의 노드를 갖는다고 가정한다. 다만, 도 1a 및 1b의 컴퓨팅 시스템(10)은 단지 예시적인 것일 뿐이므로, 실제 노드의 종류 및 수는 이와 다를 수 있다.

[0030] 여기서, 두 종류의 가상 머신이 있다고 가정할 수 있다. 제 1 가상 머신(21)은 제 1 응용을, 제 2 가상 머신(22)은 제 2 응용을 각각 실행시키기 위한 가상 머신이며, 제 1 가상 머신(21)과 제 2 가상 머신(22)이 각각 8

개씩, 총 16개의 가상 머신이 있다고 가정할 수 있다. 이들 가상 머신을 배치하기 위한 방법으로, 도 1a와 같이 제 1 가상 머신(21)과 제 2 가상 머신(22) 모두를 제 1 노드(11)와 제 2 노드(12)에 분산시켜 배치하는 방법이 있을 수 있다. 또 다른 방법으로, 도 1b와 같이 제 1 가상 머신(21)은 모두 제 1 노드(11)로, 제 2 가상 머신(22)은 모두 제 2 노드(12)로 편중시켜 배치하는 방법 역시 있을 수 있다.

[0031] 상기 두 가지 방법 중 어떤 방식의 성능이 더 좋을지는, 제 1 응용 및 제 2 응용의 특성에 따라 다를 수 있기 때문에 쉽게 예측할 수 없다. 예컨대, 제 1 응용과 제 2 응용이 주로 사용하는 시스템 자원이 유사하여 하나의 노드에서 함께 실행시킬 경우 간섭이 크게 발생한다면, 도 1a의 방법보다는 도 1b의 방법이 더 높은 성능을 보일 수 있다. 하지만 제 1 응용과 제 2 응용 사이의 간섭은 크지 않음에 비해 두 종류의 노드 간의 성능의 차이가 크다면, 도 1b의 방법이 상대적으로 유리할 수도 있을 것이다.

[0032] 또한, 가능한 한 많은 수의 노드에 가상 머신을 분산시켜 분포시키는 방식, 예컨대 도 1b에서 보는 바와 같이 4개의 모든 제 1 노드(11)에 제 1 가상 머신(21)을 각각 2개씩 균일하게 분산시켜 배치하는 방식은 각 가상 머신들이 시스템 자원을 큰 경쟁 없이 충분히 사용할 수 있다는 점에서 장점을 가질 수 있다. 반면, 가상 머신 간의 신속하고 긴밀한 정보 교환이 중요한 경우라면, 하나의 노드에 모든 가상 머신을 배치하는 것이 더 유리할 수도 있을 것이다.

[0033] 종합해 보면, 서로 다른 종류의 각 노드들의 특성, 응용의 종류, 서로 다른 응용 간의 간섭 등 다양한 인자를 고려하여, 수많은 배치 방법 중 적절한 것을 선택해야 할 필요가 있음을 알 수 있다. 하지만 근래의 큰 규모를 갖는 컴퓨팅 시스템에서는 가상 머신 배치 방법의 수가 그 성능을 일일이 테스트해 보는 것이 불가능할 정도로 많다. 따라서 사전에 구축해 둔 성능 모델을 통해 특정 배치 방법의 성능을 예측할 수 있는 본 발명의 일 실시예에 따른 가상 머신 배치 방법이 유용하게 활용될 수 있다.

[0034] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 가상 머신 배치 선택 방법을 실행하기 위한 가상 머신 배치 선택 장치의 구성을 도시한 도면이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 가상 머신 배치 선택 장치(100)는 성능 모델 생성부(110), 데이터베이스(120) 및 배치 방법 선택부(130)를 포함할 수 있다. 다만 도 2의 가상 머신 배치 선택 장치(100)의 구성 요소는 본 발명의 일 실시예에 불과하므로, 도 2에 의해 본 발명의 기술적 사상이 한정 해석되는 것은 아니다.

[0035] 이하에서는 가상 머신 배치 선택 장치(100)의 각 구성 요소에 대해 간략하게 설명하도록 하며, 이들 구성 요소의 상세한 동작에 대해서는 이어질 도 3 및 4를 참고하여 보다 자세히 설명하도록 한다.

[0036] 성능 모델 생성부(110)는 각 종류의 가상 머신에 대한 성능 모델을 생성할 수 있다. 여기서 가상 머신의 종류는 가상 머신에 의해 실행되는 응용에 의해 특정될 수 있음을 위에서 말한 바 있으므로, 성능 모델 생성부(110)의 동작은 각 응용에 대한 성능 모델을 생성하는 것이라 말할 수 있다. 이러한 응용에 대한 성능 모델은, 성능 모델 생성의 대상이 되는 실제 응용을 위한 가상 머신을, 성능 모델 생성용으로 제작될 수 있는 합성 응용(synthetic application)을 위한 가상 머신과 함께 컴퓨팅 시스템(10)에 임의의 방법으로 배치한 후, 컴퓨팅 시스템(10)을 통해 상기 실제 응용과 합성 응용을 함께 실행시켰을 때의 성능을 측정하는 식으로 수행될 수 있다.

[0037] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 성능 모델은 랜덤 트리(random tree)와 같은 머신 러닝(machine learning) 기법을 통해 구축될 수 있다. 성능 모델 생성부(110)는 상기 기능의 구현을 위해 마이크로프로세서(microprocessor)를 포함하는 연산 장치에 의해 구현될 수 있으며, 이는 후술할 배치 방법 선택부(130)도 같다.

[0038] 데이터베이스(120)는 상기 성능 모델 생성부(110)에 의해 생성된, 각 종류의 실제 응용에 대한 성능 모델을 저장할 수 있다. 데이터베이스(120)가 저장하는 성능 모델들은, 후술할 배치 방법 선택부(130)가 실제 응용들을 위한 가상 머신을 최적으로 배치하는 방법을 선택하는 데 이용될 수 있다. 다만, 상기 성능 모델은 반드시 가상 머신 배치 선택 장치(100) 내의 데이터베이스(120)에만 저장되어야 하는 것은 아니고, 가상 머신 배치 선택 장치(100) 외부에 저장될 수도 있다. 이 경우, 가상 머신 배치 선택 장치(100)는 외부와의 데이터 통신을 위한 유선 혹은 무선 통신 모듈을 포함하는 하드웨어 장치를 더 포함할 수 있다.

[0039] 한편, 데이터베이스(120)는 성능 모델 외에도 가상 머신 배치 선택 장치(100)의 동작에 필요한 정보들을 저장하는 기능을 수행할 수 있다. 이와 같은 데이터베이스(120)는 구체적으로 컴퓨터 판독 가능 기록 매체로서 구현될 수 있으며, 이러한 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예로는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 플래시 메모리(flash memory)와 같은 프로그램 명령어들을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 저장 매체를 들 수 있다.

- [0040] 배치 방법 선택부(130)는 성능 모델 생성부(110)가 합성 응용을 이용하여 생성한 각 실제 응용의 성능 모델에 기초하여, 각 실제 응용을 위한 가상 머신을 컴퓨팅 시스템(10)의 노드에 배치하기 위한 최적의 방법을 선택할 수 있다. 즉, 배치 방법 선택부(130)는 실제로 각 응용들을 위한 가상 머신을 배치하는 다양한 방법들을 일일이 테스트해 보는 대신, 상기 성능 모델을 이용하여 각 배치 방법의 성능을 예측함으로써, 그 중에서 최적의 배치 방법을 선택할 수 있다.
- [0041] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 가상 머신 배치 선택 방법의 각 단계를 도시한 도면이다. 도 1a 내지 2를 통해 설명한 바와 중복되는 내용에 대해서는 그 설명을 생략할 수 있다. 단, 도 3에 도시된 방법은 본 발명의 일 실시예에 불과하므로 도 3에 의해 본 발명의 사상이 한정 해석되는 것은 아니며, 도 3에 도시된 방법의 각 단계는 경우에 따라 도면에 제시된 바와 그 순서를 달리하여 수행될 수도 있음은 물론이다. 아울러, 본 발명의 일 실시예에 따른 가상 머신 배치 선택 방법은 컴퓨터 프로그램이 기록된 기록매체에 구현될 수 있다.
- [0042] 도 3의 가상 머신 배치 선택 방법에 의하면, 우선 성능 모델 생성부(110)를 이용하여 각 종류의 가상 머신, 다시 말해 각 종류의 실제 응용에 대한 성능 모델을 생성할 수 있다(S110). 즉, 성능 모델은 각 실제 응용의 종류별로 하나씩 생성될 수 있다.
- [0043] 특정 실제 응용의 성능 모델을 생성할 때에는, 성능 모델의 생성을 위해 합성된 합성 응용을 상기 특정 실제 응용과 함께 컴퓨팅 시스템(10)에 배치하고, 배치된 실제 응용과 합성 응용을 함께 실행하면서, 실제 응용이 일정 작업을 수행하는 데 걸리는 시간을 측정하는 등의 방법으로 성능을 측정할 수 있다. 여기서, 각 응용을 배치한다는 것은 각 응용을 실행하기 위한 가상 머신을 배치한다는 것과 같음은 앞서 설명한 바와 같다.
- [0044] 여기서, 합성 응용은 실제 응용과 자원을 경쟁하면서 실행될 수 있도록 자체 제작된(customized) 응용일 수 있다. 예컨대, 실제 응용은 그 실행 과정에서 네트워크, 혹은 스토리지(storage) 등의 시스템 자원을 소모할 수 있다. 이러한 상황에서, 실제 응용과 같은 노드에서 합성 응용과 같은 타 응용이 실행되고, 합성 응용이 실제 응용이 주로 소모하는 시스템 자원과 동일한 종류의 시스템 자원을 소모한다면, 상기 실제 응용과 합성 응용은 자신들이 위치한 한 노드의 자원을 놓고 경쟁하는 관계가 될 수 있으며, 이는 실제 응용에 대해 일종의 간섭(interference)으로서 작용하므로 실제 응용의 실행 성능에 큰 영향을 미칠 수 있다.
- [0045] 이에, 특정 배치 상태에서 합성 응용의 특성을 변화시켜 가면서 실제 응용의 실행 성능을 측정할 수 있다. 예컨대, 합성 응용의 네트워크 사용량을 단계별로 변화시키거나, 혹은 스토리지 사용량을 단계별로 변화시키는 등, 합성 응용의 다양한 특성을 단계적으로 변화시켜 가면서, 각 경우에 있어서의 실제 응용의 실행 성능에 관한 성능 데이터를 얻을 수 있다. 여기서 성능 데이터는, 위에서 언급한 일정 작업의 수행 속도를 포함할 수 있으며, 그 외에도 응용 실행 과정에서의 CPU 사용률, 네트워크를 통해 송수신한 데이터량, 스토리지를 통해 기록 혹은 인출한 데이터량 등의 데이터를 포함할 수 있으나, 반드시 이들 예시로 제한되는 것은 아니다.
- [0046] 전술한 바와 같은 목적을 위한 합성 응용의 특성은, 실제 응용의 특성에 기초하여 적응적으로 조절될 수 있다. 현실에서의 실제 응용은 매우 다양한 목적을 갖고 제작되며, 이에 따라 실제 응용이 주로 사용하는 시스템 자원의 종류는 실제 응용에 따라 다를 수 있다. 예컨대, 어떤 실제 응용은 네트워크 사용량이 스토리지사용량에 비해 압도적으로 클 수 있고, 다른 실제 응용은 그와 반대의 경향을 보일 수 있다. 이러한 상황에서 모든 실제 응용에 대해 일률적으로 같은 성능 테스트 조건을 적용하면 테스트의 효율성과 정확성에 문제가 있을 수 있다.
- [0047] 이에, 본 발명의 일 실시예에서는 특정 실제 응용의 성능 데이터를 얻기 위해, 시스템 자원 사용 경향 등 해당 특정 실제 응용의 특성을 고려하여 테스트를 수행할 수 있다. 예컨대, 네트워크 관련 시스템 자원을 주로 활용하는 실제 응용에 대해서는 함께 수행되는 합성 응용의 네트워크 사용량을 보다 세밀하게 조절하면서 테스트를 수행할 수 있을 것이다. 이를 일반화시키면, 실제 응용의 성능 테스트에 있어 필요한 특성만을 고려하여 테스트를 수행할 수 있다. 이와 같이 합성 응용의 특성 조절을 실제 응용의 특성에 따라 적응적으로 수행함으로써, 정확한 성능 데이터를 효율적으로 얻을 수 있다.
- [0048] 한편, 특정 배치 상태 안에서 같은 실제 응용을 실행하기 위한 같은 종류의 가상 머신이라도, 어떤 것은 노드 안에서 단독으로 실행(solo running)될 수도 있고, 합성 응용과 함께 실행(co-running)될 수도 있을 것이다. 이 경우, 같은 종류의 가상 머신이라 해도 서로 차이가 나는 성능 데이터를 보일 수 있다. 이러한 차이는 실제 응용이 타 응용과의 간섭에 얼마나 영향을 받는지에 대한 일종의 지표가 될 수 있으며, 단독으로 실행되는 경우의 성능 데이터와 함께 실행되는 경우의 성능 데이터 모두 성능 모델을 생성하기 위해 이용될 수 있다.
- [0049] 전술한 바와 같은 과정을, 실제 응용과 합성 응용의 배치 방법을 변화시켜 가면서, 즉 여러 가지 배치 방법 하에서 수행함으로써, 각각의 경우에 따른 성능 데이터를 얻을 수 있다. 물론 모든 배치 방법에 대해 테스트를 해

보는 것은 시간과 시스템 자원의 소모가 커 현실적으로 매우 어렵기 때문에, 대표적인 특정 배치 방법 몇 가지를 정해 놓고 이들 배치 방법에 대한 수행 결과를 얻을 수 있다.

- [0050] 지금까지 설명한 과정을 거쳐 성능 모델 생성부(110)에 의해 얻어진 데이터, 즉 실제 응용 혹은 합성 응용을 위한 각 가상 머신의 배치 상태, 해당 배치 상태에서의 각 가상 머신의 성능 데이터 등을 이용하여 성능 모델을 생성할 수 있다. 이러한 성능 모델은 머신 러닝 기법에 기초하여 생성될 수 있다. 즉, 다양한 배치 상태 및 해당 배치 상태에서의 성능 데이터를 훈련함으로써, 테스트의 대상이 된 실제 응용에 관한 일반적인 원리를 도출해낼 수 있는 것이다.
- [0051] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 머신 러닝 기법 중에서도 랜덤 트리(random tree) 방식이 사용될 수 있다. 랜덤 트리는 일종의 의사 결정 트리이며, 랜덤 트리 내에는 특정 질문에 대한 응답(예컨대, 예 혹은 아니오)에 따른 여러 갈림길이 존재한다. 따라서, 답을 알고 싶은 문제와 관련하여 여러 질문에 응답하며 선택된 응답에 대응되는 길을 따라가다 보면 중국적으로는 문제의 답을 알 수 있게 된다.
- [0052] 이러한 랜덤 트리를 생성하는 과정은 결국 랜덤 트리 내의 질문들을 결정하는 과정이라 말할 수 있으며, 랜덤 트리 내의 질문들은 다양한 경우의 입력 데이터 및 해당 입력 데이터에 따른 결과를 학습함으로써 결정될 수 있다. 성능 모델 생성부(110) 역시 전술한 바와 같이 실제 응용을 합성 응용과 함께 배치하여 다양한 조건에서 테스트하고, 테스트 과정에서 얻어진 데이터를 이용하여 특정 실제 응용을 위한 랜덤 트리 형태의 성능 모델을 생성할 수 있다. 이러한 성능 모델은 각 실제 응용의 종류별로 하나씩 생성될 수 있음은 앞서 말한 바와 같다.
- [0053] 단, 지금까지는 랜덤 트리 기법을 예로 들어 성능 모델을 생성하는 과정에 대해 설명하였으나, 이는 하나의 예시일 뿐이므로, 성능 모델 생성에 반드시 랜덤 트리 기법만이 이용될 수 있는 것은 아니고, 일반적으로 알려진 머신 러닝 기법이라면 어떤 것이든 이용될 수 있다. 예컨대, RepTree, ANN(Artificial Neural Network), SVM(Support Vector Machine) 등 다양한 머신 러닝 기법 역시 적용 가능하며, 이들 예시 외에도 다른 기법의 적용도 물론 가능하다.
- [0054] 전술한 바와 같은 과정을 거쳐 성능 모델의 생성이 완료되면, 전술한 과정에 의해 생성된 성능 모델을, 데이터 베이스(120) 또는 가상 머신 배치 선택 장치(100)의 외부에 존재하는 저장 매체에 저장할 수 있다(S120). 물론, 다른 실제 응용을 대상으로 하거나, 합성 응용의 특성을 다르게 설정한 상태에서 실제 응용과 합성 응용을 동작 시킴으로써, 상기 저장된 성능 모델에 대한 데이터를 업데이트하는 것 역시 가능할 수 있다.
- [0055] 그 다음으로, 상기 성능 모델을 이용하여, 소정의 실제 응용들을 위한 가상 머신을 특정 방법으로 배치하였을 경우의 컴퓨팅 시스템(10)의 성능을 배치 방법 선택부(130)를 통해 예측할 수 있다(S130). 즉 본 단계 S130에서는, 여러 개의 실제 응용을 컴퓨팅 시스템(10)을 이용하여 동시에 실행시켜야 하는 상황에서, 각 응용의 실행을 위한 각 가상 머신을 컴퓨팅 시스템(10)의 노드에 특정 방법으로 배치한 경우의 시스템 성능을 예측할 수 있다. 본 단계 S130 및 다음의 단계 S140은 실제로 성능 테스트를 수행하는 것이 아닌, 단계 S110에서 실제 수행 결과를 바탕으로 얻어진 성능 모델을 이용하여 성능 예측을 하는 단계가 될 수 있다.
- [0056] 전체 시스템 성능의 예측을 위하여, 우선 해당 특정 배치 상태에서의 여러 개의 실제 응용 각각의 성능을 개별적으로 구할 수 있다. 각 응용의 성능은 단계 S110에서 해당 응용에 대해 생성된 성능 모델을 이용하여 구할 수 있다. 즉, 컴퓨팅 시스템(10)에 여러 실제 응용들이 배치된 상황을, 상기 여러 실제 응용들 중 특정 응용의 성능 모델에 입력으로 넣으면, 해당 상황에서의 상기 특정 응용의 성능이 출력으로서 산출될 것이다.
- [0057] 전술한 과정을 여러 응용 모두에 대해 각각 수행하면, 상기 특정 배치 상태에서의 각 응용의 성능을 구할 수 있다. 그러면 구해진 각 응용의 성능을 종합적으로 고려하여 전체 시스템 성능을 예측할 수 있다. 예컨대, 각 응용의 성능의 기하평균(geometric mean)을 취함으로써 전체 시스템 성능이라 예측되는 값을 구할 수 있다. 즉, 응용이 n 개 존재하고, 상기 특정 배치 상태에서의 k (k 는 1 이상 n 이하의 자연수)번째 응용의 성능을 x_k 라 할 때, 기하 평균을 통해 구할 수 있는 전체 시스템 성능 x_s 는 다음 수학적 식 1을 통해 구할 수 있다.

수학적 식 1

$$x_s = \sqrt[n]{x_1 x_2 x_3 \dots x_n}$$

[0058]

- [0059] 단, 위에서 수학식 1과 관련된 기하 평균을 통해 전체 시스템 성능을 구하는 방법을 예로 들었지만, 이는 하나의 예시일 뿐이므로, 산술 평균, QoS(Quality of Service), 에너지 사용량 등의 방법을 이용할 수 있다. 물론 언급된 예시 외의 다른 기법 역시 전체 시스템 성능을 구하는 데 이용될 수 있는 것이라면 어떤 것이든 이용될 수 있다.
- [0060] 끝으로, 배치 방법 선택부(130)를 통해 여러 가지 배치 방법 중 가장 최적의 성능을 보이는 배치 방법을 선택할 수 있다(S140). 임의의 한 배치 방법을 선택하여 해당 배치 방법에서의 시스템 성능을 구한다 해도, 그것이 최적의 시스템 성능을 갖는 최적의 배치 방법인지, 혹은 해당 배치 방법이 최적의 배치 방법과 어느 정도의 차이를 갖는지 등의 정보를 알기는 어렵다. 따라서, 최적의 배치 방법을 찾기 위해 본 발명의 일 실시예에서는 일명 "모의 담금질 기법(simulated annealing)"이라 불리는, 함수의 전역 최적해를 구하기 위한 기법을 이용할 수 있다.
- [0061] 상기 모의 담금질 기법은 금속의 냉각 과정에서 모티브를 차용한 기법으로서, 고온의 물질의 분자가 식어가며 점차 안정화되어 가는 과정을 광역적 최적화 문제에 적용한 알고리즘이다. 모의 담금질 기법의 핵심은, 온도가 높을수록 분자의 자유로운(즉, 이동 폭이 큰) 이동이 가능하며, 온도가 낮을수록 점차 안정화되어 자유롭지 못한(즉, 이동 폭이 작은) 이동만이 가능하다는 것이다. 이러한 모의 담금질 기법의 구체적인 사항에 대해서는 통상의 기술자에게 용이하므로 여기에서는 더 이상의 자세한 설명은 생략한다.
- [0062] 이와 같은 모의 담금질 기법을 이용하여, 최적의 가상 머신 배치 방법을 구할 수 있다. 즉, 맨 처음에는 임의의 가상 머신 배치 방법을 랜덤(random)하게 선택하고, 상기 최초로 선택된 임의의 가상 머신 배치 방법에서의 시스템 성능을 구한 후, 모의 담금질 기법에 따라 배치를 바꾸어 가면서 성능을 구하는 과정을 계속할 수 있다. 이와 같은 과정을 거쳐 결과적으로 최적의 성능에 도달했다고 판단되는 경우의 배치 방법을 선택하여 최종적으로 적용할 수 있다.
- [0063] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 가상 머신 배치 선택 방법을 개념적으로 설명하기 위한 도면이다. 즉, 도 4는 지금까지 설명한 본 발명의 일 실시예에 따른 가상 머신 배치 선택 방법을 요약하여 개념적으로 보여주기 위한 것이다.
- [0064] 도 4에 따르면, N개의 서로 다른 응용이 존재할 시에, 1번부터 N번까지 각 응용의 성능 테스트(프로파일링)를 합성 응용을 이용하여 수행함으로써, 각 응용에 대한 성능 모델을 머신 러닝 기법을 이용하여 생성할 수 있다. 그러면 이들 N개의 응용이 함께 실행되는 경우에 대한 최적의 가상 머신 배치를 각 응용의 성능 모델을 이용하여 도출할 수 있으며, 이 과정에서 모의 담금질 기법 등의 최적화 기법이 적용될 수 있다.
- [0065] 지금까지 설명한 바와 같은 본 발명의 일 실시예에 의한 가상 머신 배치 선택 방법에 의하면, 머신 러닝을 이용하여 생성된 성능 모델을 통해 각 배치 방법의 성능을 쉽게 예측할 수 있으며, 이로써 시간과 시스템 자원이 지나치게 소모되는 것을 방지할 수 있다.
- [0066] 본 발명에 첨부된 블록도의 각 블록과 흐름도의 각 단계의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수도 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 블록도의 각 블록 또는 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 또는 흐름도 각 단계에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 및 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.
- [0067] 또한, 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실시예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들 또는

단계들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

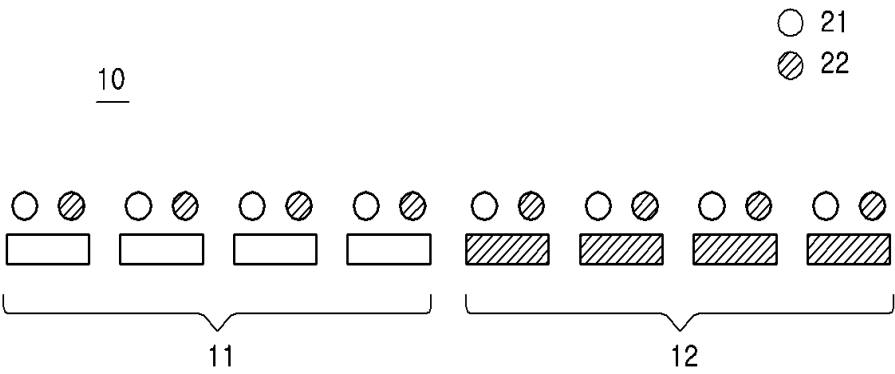
[0068] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에
서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가
능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하
기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호
범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술사상은 본 발명의 권
리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

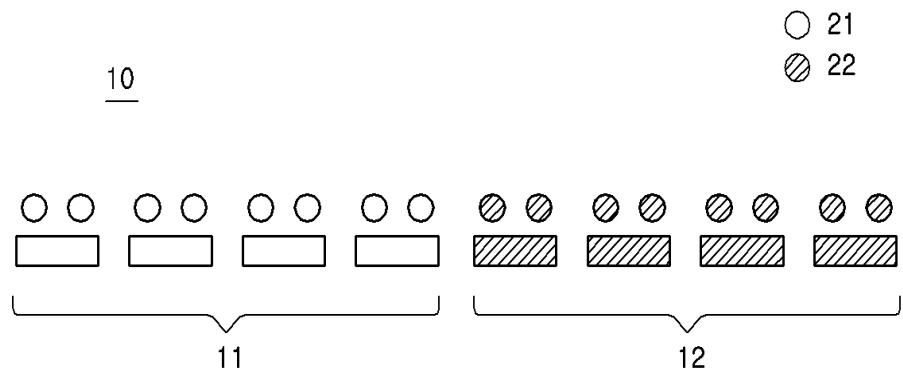
- [0069] 10: 컴퓨팅 시스템
11: 제 1 노드
12: 제 2 노드
21: 제 1 가상 머신
22: 제 2 가상 머신
100: 가상 머신 배치 선택 장치
110: 성능 모델 생성부
120: 데이터베이스
130: 배치 방법 선택부

도면

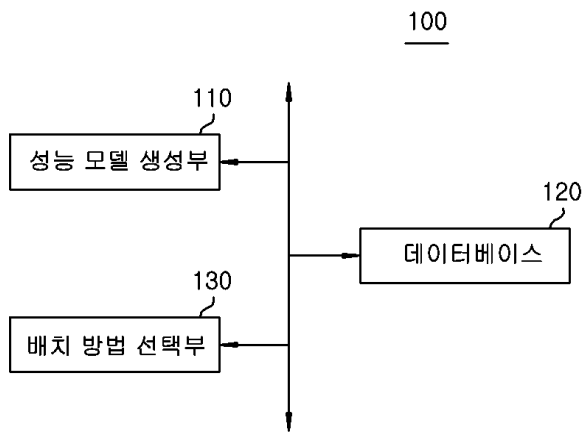
도면1a



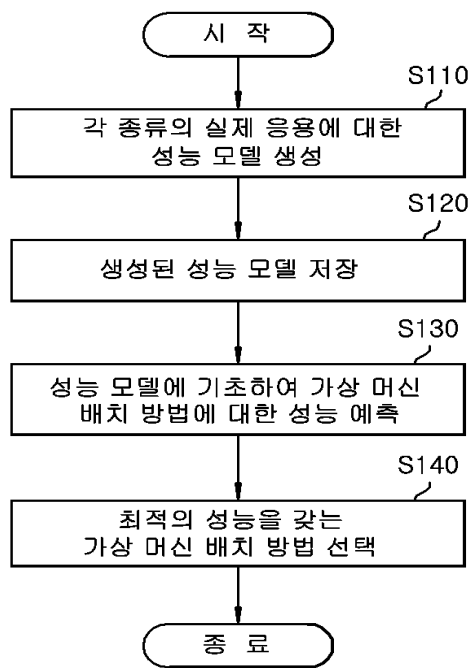
도면1b



도면2



도면3



도면4

