



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년06월15일

(11) 등록번호 10-2123117

(24) 등록일자 2020년06월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 11/30 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G06F 11/3058 (2013.01)

G06F 11/3006 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0005045

(22) 출원일자 2019년01월15일

심사청구일자 2019년01월15일

(56) 선행기술조사문헌

KR101862981 B1\*

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

정의영

서울특별시 강남구 도곡로43길 20, 203동 604호(역삼동, 래미안 그레이튼)

한상우

서울특별시 양천구 목동동로 350, 521동 207호(목동, 목동신시가지아파트5단지)

정태양

경기도 의왕시 내손로 13, 106동 1102호(내손동, 포일자이아파트)

(74) 대리인

김연권

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 김계준

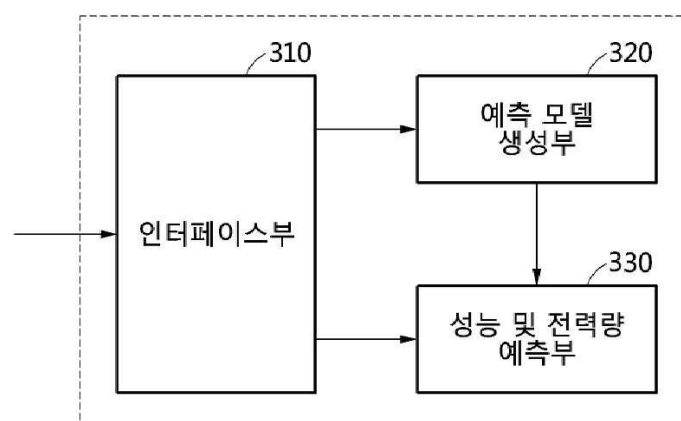
(54) 발명의 명칭 다중 노드 시스템에서 성능과 전력을 예측하는 장치 및 그 방법

## (57) 요약

본 발명은 다중 노드 시스템에서 성능과 전력을 예측하는 장치 및 그 방법에 관한 것으로, 일실시예에 따른 성능 및 전력 예측 장치는 MPI(Message Passing Interface) 명령어가 포함된 다중 노드용 어플리케이션 및 상기 어플리케이션을 수행하는 다중 노드 기반의 하드웨어의 매개변수(Parameter)를 수신하는 인터페이스부 및 상기 수신한 매개변수를 성능 예측 모델 및 전력 예측 모델 중 적어도 하나의 모델에 적용하여 상기 다중 노드에서 상기 어플리케이션 수행에 따른 성능 정보 및 전력량 중 적어도 하나의 결과값을 예측하는 성능 및 전력량 예측부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도3

300



(52) CPC특허분류  
G06F 11/3051 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌  
KR1020160094564 A\*  
KR101886317 B1\*  
논문(2001.10)  
KR1020100041829 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711065229
부처명	과학기술정보통신부
연구관리전문기관	정보통신기술진흥센터(NIPA)
연구사업명	정보통신방송연구개발사업
연구과제명	[이지바로] HPC 시스템 응용 프로그램 최적화를 위한 개발도구 (3/3)
기 여 율	1/1
주관기관	연세대학교 산학협력단
연구기간	2018.01.01 ~ 2018.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

MPI(Message Passing Interface) 명령어가 포함된 다중 노드용 어플리케이션 및 상기 어플리케이션을 수행하는 다중 노드 기반의 하드웨어의 매개변수(Parameter)를 수신하는 인터페이스부;

상기 수신한 매개변수를 성능 예측 모델 및 전력 예측 모델 중 적어도 하나의 모델에 적용하여 상기 다중 노드에서 상기 어플리케이션 수행에 따른 성능 정보 및 전력량 중 적어도 하나의 결과값을 예측하는 성능 및 전력량 예측부 및

상기 어플리케이션에 포함된 MPI 명령어를 추출 및 분할하고, 상기 분할된 MPI 명령어에 기초하여 상기 어플리케이션 수행에 따른 성능 정보를 예측하는 상기 성능 예측 모델과, 상기 분할된 MPI 명령어에 기초하여 상기 어플리케이션 수행에 따른 전력량을 예측하는 상기 전력 예측 모델을 생성하는 예측 모델 생성부

를 포함하고,

상기 예측 모델 생성부는

상기 어플리케이션에 포함된 MPI 명령어를 상기 다중 노드를 구성하는 각 노드에서 데이터를 연산하기 위한 직렬적 명령어 집합 및 상기 다중 노드에서 데이터를 연산하기 위한 병렬적 명령어 집합으로 분할하는

다중 노드의 성능 및 전력 예측 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 매개변수는

상기 다중 노드를 구성하는 노드들의 개수 정보, 상기 다중 노드의 네트워크 토폴로지 정보, 상기 다중 노드를 구성하는 각 노드들의 하드웨어 정보 및 유희소모전력 정보 중 적어도 하나를 포함하는

다중 노드의 성능 및 전력 예측 장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 성능 예측 모델 및 상기 전력 예측 모델 중 적어도 하나의 모델은

상기 다중 노드를 구성하는 노드들의 개수 정보 및 상기 다중 노드의 네트워크 토폴로지 정보를 입력으로 수신하여 상기 어플리케이션 수행에 따른 성능 정보 및 전력량 중 적어도 하나의 결과값을 예측하는 모델인

다중 노드의 성능 및 전력 예측 장치.

#### 청구항 4

삭제

#### 청구항 5

삭제

#### 청구항 6

MPI(Message Passing Interface) 명령어가 포함된 다중 노드용 어플리케이션 및 상기 어플리케이션을 수행하는 다중 노드 기반의 하드웨어의 매개변수(Parameter)를 수신하는 인터페이스부;

상기 수신한 매개변수를 성능 예측 모델 및 전력 예측 모델 중 적어도 하나의 모델에 적용하여 상기 다중 노드

에서 상기 어플리케이션 수행에 따른 성능 정보 및 전력량 중 적어도 하나의 결과값을 예측하는 성능 및 전력량 예측부 및

상기 어플리케이션에 포함된 MPI 명령어를 추출 및 분할하고, 상기 분할된 MPI 명령어에 기초하여 상기 어플리케이션 수행에 따른 성능 정보를 예측하는 상기 성능 예측 모델과, 상기 분할된 MPI 명령어에 기초하여 상기 어플리케이션 수행에 따른 전력량을 예측하는 상기 전력 예측 모델을 생성하는 예측 모델 생성부

를 포함하고,

상기 예측 모델 생성부는

상기 다중 노드를 구성하는 각 노드별 데이터 연산에 소모되는 시간의 총합과, 상기 각 노드간의 데이터 이동에 소모되는 시간의 총합의 합산을 통해 전체 수행시간을 도출하는 상기 성능 예측 모델을 생성하는

다중 노드의 성능 및 전력 예측 장치.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 각 노드별 데이터 연산에 소모되는 시간은

상기 각 노드별 연산 데이터량과 상기 각 노드별 데이터 처리 속도 사이의 비율을 반영한 값을 통해 도출되는

다중 노드의 성능 및 전력 예측 장치.

#### 청구항 8

제6항에 있어서,

상기 각 노드간의 데이터 이동에 소모되는 시간은

상기 다중 노드의 전체 연산 데이터량과 기설정된 대역폭 사이의 비율에 라우팅 복잡도를 반영한 값을 통해 도출되는

다중 노드의 성능 및 전력 예측 장치.

#### 청구항 9

MPI(Message Passing Interface) 명령어가 포함된 다중 노드용 어플리케이션 및 상기 어플리케이션을 수행하는 다중 노드 기반의 하드웨어의 매개변수(Parameter)를 수신하는 인터페이스부;

상기 수신한 매개변수를 성능 예측 모델 및 전력 예측 모델 중 적어도 하나의 모델에 적용하여 상기 다중 노드에서 상기 어플리케이션 수행에 따른 성능 정보 및 전력량 중 적어도 하나의 결과값을 예측하는 성능 및 전력량 예측부 및

상기 어플리케이션에 포함된 MPI 명령어를 추출 및 분할하고, 상기 분할된 MPI 명령어에 기초하여 상기 어플리케이션 수행에 따른 성능 정보를 예측하는 상기 성능 예측 모델과, 상기 분할된 MPI 명령어에 기초하여 상기 어플리케이션 수행에 따른 전력량을 예측하는 상기 전력 예측 모델을 생성하는 예측 모델 생성부

를 포함하고,

상기 예측 모델 생성부는

상기 다중 노드를 구성하는 각 노드별 데이터 연산에 따른 소모 전력의 총합과, 상기 각 노드간의 데이터 이동에 따른 소모 전력의 총합의 합산을 통해 전체 소모 전력량을 도출하는 상기 전력 예측 모델을 생성하는

다중 노드의 성능 및 전력 예측 장치.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 각 노드별 데이터 연산에 따른 소모 전력은

기측정된 정적 소모 전력값에 상기 다중 노드에서의 전체 수행시간을 반영한 값과, 상기 분할된 MPI 명령어의 분류별 연산 횟수가 반영된 상기 각 노드별 동적 소모 전력의 총합의 합산을 통해 도출되는

다중 노드의 성능 및 전력 예측 장치.

#### 청구항 11

제9항에 있어서,

상기 각 노드간의 데이터 이동에 따른 소모 전력은

상기 다중 노드를 구성하는 각 노드 사이에 구비된 케이블에서의 단위소모 전력값에 상기 각 노드간의 데이터 이동에 소모되는 시간을 반영한 값들의 합산을 통해 도출되는

다중 노드의 성능 및 전력 예측 장치.

#### 청구항 12

인터페이스부에서 MPI(Message Passing Interface) 명령어가 포함된 다중 노드용 어플리케이션 및 상기 어플리케이션을 수행하는 다중 노드 기반의 하드웨어의 매개변수(Parameter)를 수신하는 단계;

성능 및 전력량 예측부에서 상기 수신한 매개변수를 성능 예측 모델 및 전력 예측 모델 중 어느 하나의 모델에 적용하여 상기 다중 노드에서 상기 어플리케이션 수행에 따른 성능 정보 및 전력량 중 적어도 하나의 결과값을 예측하는 단계 및

예측 모델 생성부에서 상기 어플리케이션에 포함된 MPI 명령어를 추출 및 분할하고, 상기 분할된 MPI 명령어에 기초하여 상기 어플리케이션 수행에 따른 성능 정보를 예측하는 상기 성능 예측 모델과, 상기 분할된 MPI 명령어에 기초하여 상기 어플리케이션 수행에 따른 전력량을 예측하는 상기 전력 예측 모델을 생성하는 단계

를 포함하고,

상기 예측 모델 생성부는

상기 어플리케이션에 포함된 MPI 명령어를 상기 다중 노드를 구성하는 각 노드에서 데이터를 연산하기 위한 직렬적 명령어 집합 및 상기 다중 노드에서 데이터를 연산하기 위한 병렬적 명령어 집합으로 분할하는

다중 노드의 성능 및 전력 예측 방법.

#### 청구항 13

삭제

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 다중 노드 시스템에서 성능과 전력을 예측하는 장치 및 그 방법 에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 다중 노드 시스템에서 데이터 이동 분석을 통해 성능 및 전력 예측하는 기술적 사상에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 병렬 컴퓨팅은 큰 연산을 작은 연산으로 나눠 동시에 병렬적으로 연산하는 방법을 의미한다.

[0003] 또한, 병렬 컴퓨팅에서 여러 대의 컴퓨터들이 연결되어 하나의 시스템처럼 동작하는 컴퓨터들의 집합을 컴퓨터 클러스터라고 한다. 클러스터(다중 노드)는 일반적으로 단일 컴퓨터(노드)보다 더 뛰어난 성능과 안정성을 제공하며, 비슷한 성능과 안정성을 제공하는 단일 컴퓨터보다 비용 면에서 훨씬 더 효율적이다.

[0004] 도 1은 병렬 프로그램의 동작 구조를 설명하기 위한 도면이다.

[0005] 도 1을 참조하면, 참조부호 100은 단일 노드에서 데이터를 연산하는 직렬 처리 방식과, 다중 노드에서 데이터를 연산하는 병렬 처리 방식을 시간 상으로 비교한 결과를 나타낸다.

[0006] 참조부호 100에 따르면, 다중 노드를 이용한 병렬 처리 방식은 다중 노드(Node 1 내지 Node 4)에서 동일한 시간

에 다수의 데이터(P1 내지 P4)를 분산하여 처리할 수 있어, 단일 노드를 이용한 직렬 처리 방식 보다 빠른 속도로 데이터 연산을 수행할 수 있다.

- [0007] 도 2는 다중 노드의 네트워크 토폴로지를 설명하기 위한 도면이다.
- [0008] 도 2를 참조하면, 참조부호 200은 컴퓨터 네트워크의 요소(노드)들을 물리적으로 연결하는 네트워크 토폴로지 형태에 대한 예시를 나타낸다.
- [0009] 참조부호 200에 따르면, 네트워크 토폴로지는 다수의 노드가 참조부호 200의 (a)에 도시된 형태로 연결되는 링형(Ring type) 토폴로지, (b)에 도시된 형태로 연결되는 메쉬(Mesh type)형 토폴로지, (c)에 도시된 형태로 연결되는 스타형(Star type) 토폴로지 및 (d)에 도시된 형태로 연결되는 완전 연결형(Full connected) 토폴로지로 구분할 수 있다.
- [0010] 또한, 네트워크 토폴로지는 다수의 노드가 참조부호 200의 (e)에 도시된 형태로 연결되는 라인 형(Line type) 토폴로지, (f)에 도시된 형태로 연결되는 트리형(Tree type) 토폴로지 및 (g)에 도시된 형태로 연결되는 버스형(Bus type) 토폴로지로 구분할 수도 있다.
- [0011] 구체적으로, 네트워크 토폴로지는 형태에 따라 데이터를 이동하는 처리 방식에 차이가 있고, 성능과 전력에서도 차이를 보이고 있다.
- [0012] 노드에 대한 성능과 전력을 예측하는 기존 기술은 단일 노드에서만 성능 및 전력을 예측하기에 현재 널리 이용되는 다중 노드 시스템에 적용하기에는 무리가 있다.
- [0013] 또한, 기존 기술은 다중 노드 시스템에서의 토폴로지의 형태에 대한 고려 없이 성능 및 전력을 예측하기에 출력되는 성능 정보 및 전력량에 대한 정확성과 신뢰성이 떨어진다는 문제가 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

- [0014] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2010-7003117호 "병렬 컴퓨터에서의 사전적 전력 관리"

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0015] 본 발명은 다중 노드의 동작을 필요로 하는 어플리케이션에 대한 성능 및 소모 전력량을 용이하게 예측할 수 있는 성능 및 전력 예측 장치와 그 방법을 제공하고자 한다.
- [0016] 또한, 본 발명은 동일한 어플리케이션을 동작 시킬 때 토폴로지의 형태에 따라 서로 다른 성능 및 전력 변화를 예측할 수 있는 성능 및 전력 예측 장치와 그 방법을 제공하고자 한다.
- [0017] 또한, 본 발명은 토폴로지 형태를 고려하여 성능 및 소모 전력량의 예측값을 제공함으로써, 성능 및 소모 전력량에 대한 예측값의 정확성과 신뢰성을 향상시킬 수 있는 성능 및 전력 예측 장치와 그 방법을 제공하고자 한다.

### 과제의 해결 수단

- [0018] 일실시예에 따른 성능 및 전력 예측 장치는 MPI(Message Passing Interface) 명령어가 포함된 다중 노드용 어플리케이션 및 상기 어플리케이션을 수행하는 다중 노드 기반의 하드웨어의 매개변수(Parameter)를 수신하는 인터페이스부 및 상기 수신한 매개변수를 성능 예측 모델 및 전력 예측 모델 중 적어도 하나의 모델에 적용하여 상기 다중 노드에서 상기 어플리케이션 수행에 따른 성능 정보 및 전력량 중 적어도 하나의 결과값을 예측하는 성능 및 전력량 예측부를 포함할 수 있다.
- [0019] 일측에 따르면, 상기 매개변수는 상기 다중 노드를 구성하는 노드들의 개수 정보, 상기 다중 노드의 네트워크 토폴로지 정보, 상기 다중 노드를 구성하는 각 노드들의 하드웨어 정보 및 유희소모전력 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0020] 일측에 따르면, 상기 성능 예측 모델 및 상기 전력 예측 모델 중 적어도 하나의 모델은 상기 다중 노드를 구성하는 노드들의 개수 정보 및 상기 다중 노드의 네트워크 토폴로지 정보를 입력으로 수신하여 상기 어플리케이션

수행에 따른 성능 정보 및 전력량 중 적어도 하나의 결과값을 예측하는 모델일 수 있다.

- [0021] 일측에 따르면, 성능 및 전력 예측 장치는 상기 어플리케이션에 포함된 MPI 명령어를 추출 및 분할하고, 상기 분할된 MPI 명령어에 기초하여 상기 어플리케이션 수행에 따른 성능 정보를 예측하는 상기 성능 예측 모델과, 상기 분할된 MPI 명령어에 기초하여 상기 어플리케이션 수행에 따른 전력량을 예측하는 상기 전력 예측 모델을 생성하는 예측 모델 생성부를 더 포함할 수 있다.
- [0022] 일측에 따르면, 상기 예측 모델 생성부는 상기 어플리케이션에 포함된 MPI 명령어를 상기 다중 노드를 구성하는 각 노드에서 데이터를 연산하기 위한 직렬적 명령어 집합 및 상기 다중 노드에서 데이터를 연산하기 위한 병렬적 명령어 집합으로 분할할 수 있다.
- [0023] 일측에 따르면, 상기 예측 모델 생성부는 상기 다중 노드를 구성하는 각 노드별 데이터 연산에 소모되는 시간의 총합과, 상기 각 노드간의 데이터 이동에 소모되는 시간의 총합의 합산을 통해 전체 수행시간을 도출하는 상기 성능 예측 모델을 생성할 수 있다.
- [0024] 일측에 따르면, 상기 각 노드별 데이터 연산에 소모되는 시간은 상기 각 노드별 연산 데이터량과 상기 각 노드별 데이터 처리 속도 사이의 비율을 반영한 값을 통해 도출될 수 있다.
- [0025] 일측에 따르면, 상기 각 노드간의 데이터 이동에 소모되는 시간은 상기 다중 노드의 전체 연산 데이터량과 기설정된 대역폭 사이의 비율에 라우팅 복잡도를 반영한 값을 통해 도출될 수 있다.
- [0026] 일측에 따르면, 상기 예측 모델 생성부는 상기 다중 노드를 구성하는 각 노드별 데이터 연산에 따른 소모 전력의 총합과, 상기 각 노드간의 데이터 이동에 따른 소모 전력의 총합의 합산을 통해 전체 소모 전력량을 도출하는 상기 전력 예측 모델을 생성할 수 있다.
- [0027] 일측에 따르면, 상기 각 노드별 데이터 연산에 따른 소모 전력은 기측정된 정적 소모 전력값에 상기 다중 노드에서의 전체 수행시간을 반영한 값과, 상기 분할된 MPI 명령어의 분류별 연산 횟수가 반영된 상기 각 노드별 동적 소모 전력의 총합의 합산을 통해 도출될 수 있다.
- [0028] 일측에 따르면, 상기 각 노드간의 데이터 이동에 따른 소모 전력은 상기 다중 노드를 구성하는 각 노드 사이에 구비된 케이블에서의 단위소모 전력값에 상기 각 노드간의 데이터 이동에 소모되는 시간을 반영한 값들의 합산을 통해 도출될 수 있다.
- [0029] 일실시예에 따른 성능 및 전력 예측 방법은 인터페이스부에서 MPI(Message Passing Interface) 명령어가 포함된 다중 노드용 어플리케이션 및 상기 어플리케이션을 수행하는 다중 노드 기반의 하드웨어의 매개변수(Parameter)를 수신하는 단계 및 성능 및 전력량 예측부에서 상기 수신한 매개변수를 성능 예측 모델 및 전력 예측 모델 중 어느 하나의 모델에 적용하여 상기 다중 노드에서 상기 어플리케이션 수행에 따른 성능 정보 및 전력량 중 적어도 하나의 결과값을 예측하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0030] 일측에 따르면, 성능 및 전력 예측 방법은 예측 모델 생성부에서 상기 어플리케이션에 포함된 MPI 명령어를 추출 및 분할하고, 상기 분할된 MPI 명령어에 기초하여 상기 어플리케이션 수행에 따른 성능 정보를 예측하는 상기 성능 예측 모델과, 상기 분할된 MPI 명령어에 기초하여 상기 어플리케이션 수행에 따른 전력량을 예측하는 상기 전력 예측 모델을 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

- [0031] 일실시예에 따르면, 다중 노드의 동작을 필요로 하는 어플리케이션에 대한 성능 및 소모 전력량을 용이하게 예측할 수 있다.
- [0032] 일실시예에 따르면, 동일한 어플리케이션을 동작 시킬 때 토폴로지의 형태에 따라 서로 다른 성능 및 전력 변화를 예측할 수 있다.
- [0033] 일실시예에 따르면, 토폴로지 형태를 고려하여 성능 및 소모 전력량의 예측값을 제공함으로써, 성능 및 소모 전력량에 대한 예측값의 정확성과 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0034] 도 1은 병렬 프로그램의 동작 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 다중 노드의 네트워크 토폴로지를 설명하기 위한 도면이다.



도 3은 일실시예에 따른 성능 및 전력 예측 장치를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 일실시예에 따른 성능 및 전력 예측 방법을 설명하기 위한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0035] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.
- [0036] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0037] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0038] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0039] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0040] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0042] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0044] 도 3은 일실시예에 따른 성능 및 전력 예측 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- [0045] 도 3을 참조하면, 일실시예에 따른 성능 및 전력 예측 장치(300)는 다중 노드의 동작을 필요로 하는 어플리케이션에 대한 성능 및 소모 전력량을 용이하게 예측할 수 있다.
- [0046] 또한, 성능 및 전력 예측 장치(300)는 동일한 어플리케이션을 동작 시킬 때 토폴로지 형태에 따라 서로 다른 성능 및 전력 변화를 예측할 수 있다.
- [0047] 또한, 성능 및 전력 예측 장치(300)는 토폴로지 형태를 고려하여 성능 및 소모 전력량의 예측값을 제공함으로써, 성능 및 소모 전력량에 대한 예측값의 정확성과 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [0048] 이를 위해, 성능 및 전력 예측 장치(300)는 인터페이스부(310)와 예측 모델 생성부(320)와 성능 및 전력량 예측부(330)를 포함할 수 있다.
- [0049] 구체적으로, 일실시예에 따른 인터페이스부(310)는 MPI(Message Passing Interface) 명령어가 포함된 다중 노드용 어플리케이션 및 어플리케이션을 수행하는 다중 노드 기반의 하드웨어의 매개변수(Parameter)를 수신할 수 있다.



- [0050] 여기서 MPI는 분산 및 병렬 처리에서 정보의 교환에 대해 기술하는 표준을 의미한다.
- [0051] 보다 구체적으로, MPI는 각자의 메모리를 지역적으로 따로 가지는 프로세스들로 구성된 다중 노드 시스템에서 프로세스들 사이의 통신을 메시지들의 송신(Sending)과 수신(Receiving)으로만 구현하는 프로그래밍 모델을 의미한다.
- [0052] 매개변수는 성능 및 전력량의 예측을 목표로 하는 다중 노드 시스템의 하드웨어 매개변수일 수 있다.
- [0053] 다시 말해, 일실시예에 따른 성능 및 전력 예측 장치(300)는 다중 노드 A를 통해 MPI 명령어가 포함된 다중 노드용 어플리케이션을 통해 예측 모델을 생성하면, 성능 및 전력량의 예측을 목표로 하는 다중 노드 B에 대한 하드웨어 매개변수를 생성된 예측 모델의 입력으로 적용함으로써, 다중 노드 B에서 어플리케이션 이용에 따른 성능 및 전력량을 예측할 수 있다.
- [0054] 일측에 따르면, 매개변수는 다중 노드를 구성하는 노드들의 개수 정보, 다중 노드의 네트워크 토폴로지 정보, 다중 노드를 구성하는 각 노드들의 하드웨어 정보 및 유희소모전력 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0055] 또한, 매개변수는 네트워크 토폴로지에 따른 데이터 효율성 정보를 더 포함할 수도 있으나, 전술한 예시에 한정되지 않고 다중 노드 시스템으로부터 도출될 수 있는 다양한 매개변수가 포함될 수 있다.
- [0056] 예를 들면, 다중 노드의 네트워크 토폴로지 정보는 네트워크 토폴로지 형태에 관한 정보를 포함하고, 토폴로지의 형태는 링형(Ring type), 메쉬(Mesh type)형, 스타형(Star type), 완전 연결형(Full connected), 라인형(Line type), 트리형(Tree type) 및 버스형(Bus type) 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 토폴로지 형태는 전술한 예시에 한정되지 않고, 다양한 연결 형태를 포함할 수 있다.
- [0057] 다음으로, 일실시예에 따른 성능 및 전력량 예측부(330)는 수신한 매개변수를 성능 예측 모델 및 전력 예측 모델 중 적어도 하나의 모델에 적용하여 다중 노드에서 어플리케이션 수행에 따른 성능 정보 및 전력량 중 적어도 하나의 결과값을 예측할 수 있다.
- [0058] 일측에 따르면, 성능 예측 모델 및 전력 예측 모델 중 적어도 하나의 모델은 다중 노드를 구성하는 노드들의 개수 정보 및 다중 노드의 네트워크 토폴로지 정보를 입력으로 수신하여 어플리케이션 수행에 따른 성능 정보 및 전력량 중 적어도 하나의 결과값을 예측하는 모델일 수 있다.
- [0059] 다시 말해, 일실시예에 따른 성능 예측 모델 및 전력 예측 모델은 성능 및 전력량의 예측을 목표로 하는 다중 노드 B와 관련된 매개변수인 다중 노드 B를 구성하는 노드들의 개수 정보 및 다중 노드 B의 네트워크 토폴로지 정보를 입력으로 수신하여 다중 노드 B에서 어플리케이션 이용에 따른 성능 및 전력량을 예측하는 모델일 수 있다.
- [0060] 보다 구체적으로, 성능 예측 모델 및 전력 예측 모델은 노드의 개수에 따라 데이터 이동량과 각 노드별 연산량을 유추하고, 네트워크 토폴로지 정보에 따라 다중 노드에서 전체 실행시간 및 소모전력을 예측하는 모델일 수 있다.
- [0061] 다시 말해, 성능 예측 모델 및 전력 예측 모델은 특정 어플리케이션을 다중 노드에서 수행시킬 때 데이터 이동량을 분석하여, 네트워크 토폴로지에 따른 명령어의 실행시간 및 소모 전력량을 예측할 수 있다.
- [0062] 한편, 예측 모델 생성부(320)는 어플리케이션에 포함된 MPI 명령어를 추출 및 분할하고, 분할된 MPI 명령어에 기초하여 어플리케이션 수행에 따른 성능 정보를 예측하는 성능 예측 모델과, 분할된 MPI 명령어에 기초하여 어플리케이션 수행에 따른 전력량을 예측하는 전력 예측 모델을 생성할 수 있다.
- [0063] 보다 구체적으로, 예측 모델 생성부(320)는 어플리케이션의 동작이 수행되는 동안 MPI 명령어를 추출할 수 있으며, MPI 명령어에는 어느 프로세서(노드)에서 어느 프로세서(노드)로 데이터를 요청하는지에 관한 정보와 요청하는 데이터의 사이즈 정보 등이 명시되어 있다.
- [0064] 또한, MPI 명령어는 일 뿐만 아니라 일 대 다, 다 대 일 통신의 요청 가능하며 어플리케이션이 구동될 때 실시간으로 추출이 가능하여, 어플리케이션 수행시켰을 때 MPI명령어가 호출되면 그것들을 파싱하여 데이터 이동량을 추출 할 수 있다.
- [0065] 일측에 따르면, 예측 모델 생성부(320)는 어플리케이션에 포함된 MPI 명령어를 다중 노드를 구성하는 각 노드에서 데이터를 연산하기 위한 직렬적 명령어 집합 및 다중 노드에서 데이터를 연산하기 위한 병렬적 명령어 집합으로 분할할 수 있다.

- [0066] 보다 구체적으로, 예측 모델 생성부(320)는 수행된 명령어 순서를 확인하며 하드웨어적으로 동작을 분석할 수 있다. 이 때, 예측 모델 생성부(320)는 명령어 사이에서 호출되는 MPI 명령어를 토대로 다중 노드에서 처리되는 명령어 구간을 구분할 수 있다.
- [0067] 이를 통해, 예측 모델 생성부(320)는 단일 노드에서의 직렬적 처리구간, 다중 노드에서의 병렬적 처리구간으로 명령어 순서를 분할하는 것이 가능하며, 전술한 대로 MPI 명령어에는 출발 노드, 목표 노드, 데이터 양에 대한 정보가 포함 되어 있어 전송되는 데이터의 양을 파악할 수 있다.
- [0068] 즉, 예측 모델 생성부(320)는 분할된 명령어 집합을 이용하여 연산의 종류를 파악할 수 있으며, 이러한 연산의 종류를 이용하여 각 노드별로 연산량과, 데이터량을 추측할 수도 있다.
- [0069] 일측에 따르면, 예측 모델 생성부(320)는 MPI 명령어를 직렬적 명령어 집합과 병렬적 명령어 집합뿐만 아니라 노드간의 데이터 이동과 관련한 데이터 이동 명령어 집합으로도 분할할 수 있으나, 전술한 예시에 한정되지 않고 성능 및 전력량 예측을 위해 필요한 다양한 기준으로 분할할 수 있다.
- [0070] 일측에 따르면, 예측 모델 생성부(320)는 다중 노드를 구성하는 각 노드별 데이터 연산에 소모되는 시간( $T_{multi-node}$ )의 총합과, 각 노드간의 데이터 이동에 소모되는 시간( $T_{data-transfer}$ )의 총합의 합산을 통해 전체 수행시간( $T_{total}$ )을 도출하는 성능 예측 모델을 생성할 수 있다.
- [0071] 다시 말해, 일실시예에 따른 성능 예측 모델을 하기 수학적식1로 표현될 수 있다.
- [0072] [수학적식1]
- [0073] 
$$T_{total} = \sum T_{multi-node} + \sum T_{data-transfer}$$
- [0074] 일측에 따르면, 수학적식 1에서 각 노드별 데이터 연산에 소모되는 시간( $T_{data-transfer}$ )은 단일 노드의 연산 처리 수행시간값( $T_{single-node}$ ) 중에서 가장 큰 값을 도출하는 하기 수학적식2를 통해 도출될 수 있다.
- [0075] [수학적식2]
- [0076] 
$$T_{multi-node} = \max(T_{single-node})$$
- [0077] 일측에 따르면, 각 노드별 데이터 연산에 소모되는 시간( $T_{multi-node}$ )은 각 노드별 연산 데이터량( $N_{single-data}$ )과 각 노드별 데이터 처리 속도( $F_{single-node}$ ) 사이의 비율을 반영한 값을 통해 도출될 수 있다.
- [0078] 다시 말해, 수학적식2에서 각 노드별 데이터 연산에 소모되는 시간( $T_{multi-node}$ )을 도출하기 위한 단일 노드의 연산 처리 수행시간값( $T_{single-node}$ )은 하기 수학적식 3을 통해 도출될 수 있다.
- [0079] [수학적식 3]
- [0080] 
$$T_{single-node} = \sum \left( \frac{N_{single-data}}{F_{single-node}} \right)$$
- [0081] 예를 들면, 각 노드별 데이터 처리 속도( $F_{single-node}$ )는 각 노드의 하드웨어 성능, 메모리 구조 및 동작주파수 중 적어도 하나의 정보를 통해 결정될 수 있으며, 이는 각 노드의 하드웨어 성능에 기재된 것을 활용하거나 대상 하드웨어의 실측을 통해 획득할 수 있다. 또한, 각 노드의 하드웨어는 각 노드에 대응되는 프로세서(Processor)일 수 있다.
- [0082] 한편, 활용될 수 있는 프로세서의 개수는 노드의 개수에 따라 달라질 수 있고, 병렬성에서 차이가 발생할 수 있으며, 이는 다중 노드에서의 병렬 연산 성능에도 영향을 미칠 수 있다.
- [0083] 노드의 수와 최대로 활용될 수 있는 병렬성은 비례 관계에 있으며, 병렬성이 증가할수록 노드 당 처리 연산량이 감소할 수 있다.
- [0084] 일측에 따르면, 다중 노드의 전체 연산 데이터량( $N_{data}$ )은 어플리케이션 특성에 따라 달라질 수 있으며, MPI 명령

어의 코드 분석을 통해 도출할 수 있다.

[0085] 또한, 다중 노드의 전체 연산 데이터량( $N_{data}$ )는 여러 개의 병렬 오퍼레이션( $N_{op,i}$ , 여기서  $i$ 는 1 이상의 자연수)으로 구성 될 수 있으며, 각 개별 오퍼레이션은 다중 노드에 나뉘어져 수행될 수 있다.

[0086] 즉, 각 노드별 연산 데이터량( $N_{single-data}$ )은 여러 개의 병렬 오퍼레이션( $N_{op,i}$ )을 다중 노드에서 연산이 수행되는 노드의 개수( $n$ )로 나누는 하기 수학식 4를 통해 도출될 수 있다.

[0087] [수학식 4]

$$N_{single-data} = N_{op,i}/n$$

[0088] 일측에 따르면, 각 노드간의 데이터 이동에 소모되는 시간( $T_{data-transfer}$ )은 다중 노드의 전체 연산 데이터량( $N_{data}$ )과 기설정된 대역폭( $B$ ) 사이의 비율에 라우팅 복잡도( $C_R$ )를 반영한 값을 통해 도출될 수 있다.

[0090] 다시 말해, 각 노드간의 데이터 이동에 소모되는 시간( $T_{data-transfer}$ )은 하기 수학식 5를 통해 도출될 수 있다.

[0091] [수학식5]

$$T_{transfer} = [N_{data} + N_{basic}]/B \times C_R$$

[0093] 여기서, 대괄호는 가우스 기호를 의미하고,  $N_{basic}$ 은 데이터가 이동할 때의 단위 사이즈를 나타낸다.

[0094] 보다 구체적으로, 수학식5에서는 단위 사이즈( $N_{basic}$ )가 64byte인 경우, 10byte를 보낼 때나 40byte를 보낼 때나 동일하게 64byte 단위로 데이터가 이동하기 때문에 가우스 값을 추가하여 단위 사이즈( $N_{basic}$ )를 맞출 수 있다.

[0095] 한편, 수학식5에서 라우팅 복잡도( $C_R$ )는 라우팅 스킴(Scheme)에 따라 결정될 수 있다.

[0096] 예를 들면, 라우팅 스킴은 다중 노드의 네트워크 토폴로지 형태에 기초하여 결정될 수 있다.

[0097] 또한, 라우팅 복잡도( $C_R$ )는 라우팅 스킴에 따른 minimum hop count를 연산하는 하기 수학식6을 통해 도출될 수 있다.

[0098] [수학식6]

$$C_R = \min(\{R \mid R_1, R_2, R_3, \dots, R_n\})$$

[0100] 일측에 따르면, 예측 모델 생성부(320)는 다중 노드를 구성하는 각 노드별 데이터 연산에 따른 소모 전력( $W_{single-node}$ )의 총합과, 각 노드간의 데이터 이동에 따른 소모 전력( $W_{data-transfer}$ )의 총합의 합산을 통해 전체 소모 전력량( $W_{total}$ )을 도출하는 전력 예측 모델을 생성할 수 있다.

[0101] 다시 말해, 일실시예에 따른 전력 예측 모델은 하기 수학식7로 표현될 수 있다.

[0102] [수학식7]

$$W_{total} = \sum W_{single-node} + \sum W_{data-transfer}$$

[0104] 일측에 따르면, 각 노드별 데이터 연산에 따른 소모 전력( $W_{single-node}$ )은 기측정된 정적 소모 전력값( $P_{static}$ )에 다중 노드에서의 전체 수행시간( $T_{total}$ )을 반영한 값과, 분할된 MPI 명령어의 분류별 연산 횟수( $N_{inst}$ )가 반영된 각 노드별 동적 소모 전력( $W_{compute}$ )의 총합의 합산을 통해 도출될 수 있다.

[0105] 다시 말해, 각 노드별 데이터 연산에 따른 소모 전력( $W_{single-node}$ )은 하기 수학식8을 통해 도출될 수 있다.

[0106] [수학식8]

$$W_{single-node} = T_{total}P_{static} + \sum W_{compute}$$

[0107]

[0108] 여기서, 정적 소모 전력( $P_{static}$ )은 각 노드에 기재되는 수치 또는 실험을 통해 측정된 값으로부터 도출될 수 있다.

[0109]

한편, 수학식8에서 각 노드별 동적 소모 전력( $W_{compute}$ )은 각 노드에서 데이터를 연산할 때 소모되는 전력의 차이를 반영한 값으로서, 전력을 측정하고자 하는 대상 노드의 정적 소모 전력( $W_{static}$ )과 기준 노드의 정적 소모 전력( $W_{stdstatic}$ ) 사이의 비율에 기준 노드의 동적 소모 전력( $W_{stdcompute}$ )을 반영하는 하기 수학식9를 통해 도출될 수 있다.

[0110] [수학식9]

$$W_{compute} = W_{stdcompute} \times (W_{static}/W_{stdstatic})$$

[0111]

[0112] 일측에 따르면, 수학식9에서 기준 노드는 전력 측정이 가능한 노드(단일 컴퓨터)를 의미할 수 있다. 또한, 전력 측정이 불가능한 노드의 전력값을 구하기 위하여 정적 소모 전력( $W_{static}$ )과 기준 노드의 정적 소모 전력( $W_{stdstatic}$ ) 사이의 비율을 이용할 수 있다.

[0113]

예를 들면, CPU의 경우, 정적 소모 전력( $W_{static}$ )과 기준 노드의 정적 소모 전력( $W_{stdstatic}$ )은 제조사에서 제공하는 Thermal Design Power(TDP)를 통해 결정될 수 있다.

[0114]

한편, 수학식9에서 기준 노드의 동적 소모 전력( $W_{stdcompute}$ )은 분할된 MPI 명령어의 분류별 연산 횟수( $N_{inst}$ )에 명령어의 분류에 따른 기준 소모 전력( $P_{stdinst}$ )을 반영하는 하기 수학식10을 통해 도출될 수 있다.

[0115] [수학식10]

$$W_{stdcompute} = \sum(N_{Inst}(i)P_{stdInst}(i))$$

[0116]

[0117] 여기서,  $i$ 는 1 이상의 자연수일 수 있다.

[0118]

예를 들면, 분류별 연산 횟수( $N_{inst}$ )는 각 노드에서 수행되는 명령어들의 분류별 연산 횟수일 수 있으며, 명령어들은 예측 모델 생성부(320)를 통해 분할된 MPI 명령어일 수 있다.

[0119]

또한, 명령어들은 정수형 데이터 연산 명령어, 부동소수형 데이터 연산 명령어, 분기 제어 명령어 중 적어도 하나로 분류된 명령어일 수 있다.

[0120]

한편, 기준 소모 전력( $P_{stdinst}$ )은 각 명령어 분류에 따른 소모 전력으로서, 실험을 통해 도출될 수 있다.

[0121]

일측에 따르면, 각 노드간의 데이터 이동에 따른 소모 전력( $W_{data-transfer}$ )은 다중 노드를 구성하는 각 노드 사이에 구비된 케이블에서의 단위소모 전력( $P_{transfer}$ )값에 각 노드간의 데이터 이동에 소모되는 시간( $T_{transfer}$ )을 반영한 값들의 합산을 통해 도출될 수 있다.

[0122]

다시 말해, 각 노드간의 데이터 이동에 따른 소모 전력( $W_{data-transfer}$ )은 하기 수학식11을 통해 도출될 수 있다.

[0123] [수학식11]

$$W_{data-transfer} = \sum(P_{transfer}(i) \times T_{transfer}(i))$$

[0124]

[0125] 여기서,  $i$ 는 1 이상의 자연수일 수 있다.

[0126]

구체적으로, 수학식 11에 따르면, 각 노드간의 데이터 이동에 따른 소모 전력( $W_{data-transfer}$ )은 각 노드 간의 데이터 이동에 소모되는 시간( $T_{transfer}$ )과 케이블에서의 단위소모 전력( $P_{transfer}$ )의 곱들의 합으로 나타낼 수 있다.

또한, 케이블에서의 단위 소모전력( $P_{\text{transfer}}$ )은 노드간 연결되어 있는 케이블에 따라 다르며, 제조사에서 제공되는 값으로 결정될 수도 있다.

- [0127] 일측에 따르면, 각 노드 간의 데이터 이동에 소모되는 시간( $T_{\text{transfer}}$ )은 상술한 수학적 식 5를 통해 도출될 수 있다. 즉, 수학적 식 11을 통해 도출되는 각 노드간의 데이터 이동에 따른 소모 전력( $W_{\text{data-transfer}}$ ) 값은 다중 노드의 네트워크 토폴로지 형태에 따라 상이한 값이 도출될 수 있다.
- [0129] 도 4는 일실시예에 따른 성능 및 전력 예측 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0130] 다시 말해, 도 4는 도 3을 통해 설명한 일실시예에 따른 성능 및 전력 예측 장치를 이용한 성능 및 전력 예측 방법에 관한 것으로, 이후 도 4를 통해 설명하는 내용 중 도 3을 통해 설명한 내용과 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0131] 도 4를 참조하면, 410 단계에서 일실시예에 따른 성능 및 전력 예측 방법은 인터페이스부에서 MPI(Message Passing Interface) 명령어가 포함된 다중 노드용 어플리케이션을 수신할 수 있다.
- [0132] 일측에 따르면, 420 단계에서 일실시예에 따른 성능 및 전력 예측 방법은 예측 모델 생성부에서 상기 어플리케이션에 포함된 MPI 명령어를 추출 및 분할하고, 상기 분할된 MPI 명령어에 기초하여 상기 어플리케이션 수행에 따른 성능 정보를 예측하는 상기 성능 예측 모델과, 상기 분할된 MPI 명령어에 기초하여 상기 어플리케이션 수행에 따른 전력량을 예측하는 상기 전력 예측 모델을 생성할 수 있다.
- [0133] 다음으로, 430 단계에서 일실시예에 따른 성능 및 전력 예측 방법은 인터페이스부에서 다중 노드용 어플리케이션을 수행하는 다중 노드 기반의 하드웨어의 매개변수(Parameter)를 수신할 수 있다.
- [0134] 다음으로, 440 단계에서 일실시예에 따른 성능 및 전력 예측 방법은 성능 및 전력량 예측부에서 상기 수신한 매개변수를 성능 예측 모델 및 전력 예측 모델 중 어느 하나의 모델에 적용하여 상기 다중 노드에서 상기 어플리케이션 수행에 따른 성능 정보 및 전력량 중 적어도 하나의 결과값을 예측할 수 있다.
- [0136] 결국, 본 발명을 이용하면 다중 노드의 동작을 필요로 하는 어플리케이션에 대한 성능 및 소모 전력량을 용이하게 예측할 수 있다.
- [0137] 또한, 동일한 어플리케이션을 동작 시킬 때 토폴로지의 연결 형태에 따라 서로 다른 성능 및 전력 변화를 예측할 수 있다.
- [0138] 또한, 토폴로지의 연결 형태를 고려하여 성능 및 소모 전력량의 예측값을 제공함으로써, 성능 및 소모 전력량에 대한 예측값의 정확성과 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [0140] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0141] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매



체에 저장될 수 있다.

[0142] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 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), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0143] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

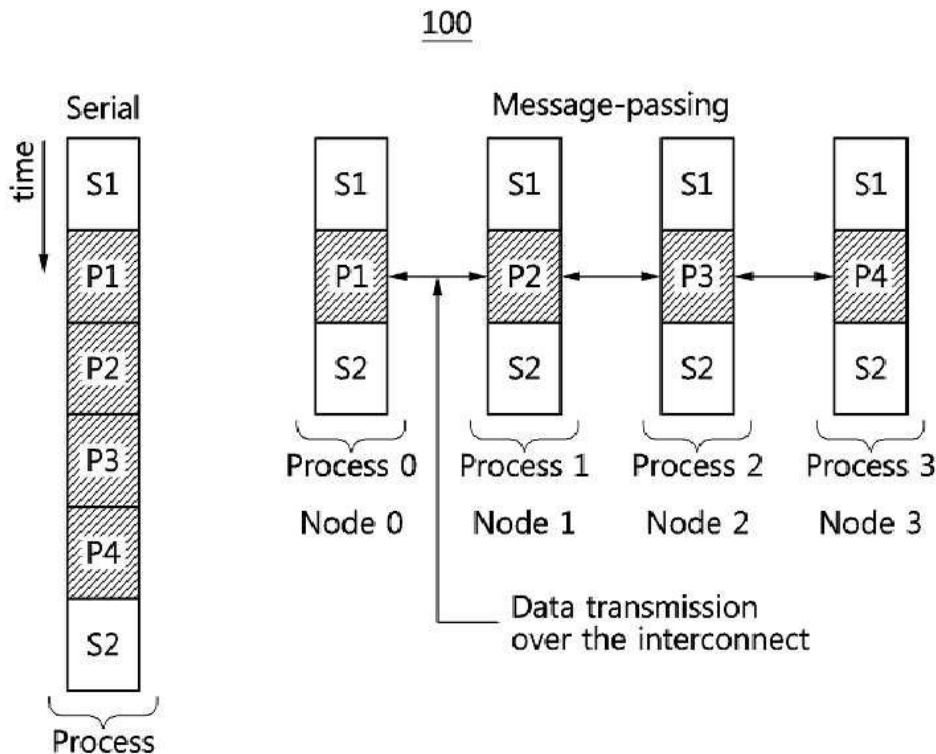
[0144] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

### 부호의 설명

[0146] 300: 성능 및 전력 예측 장치      310: 인터페이스부  
320: 예측 모델 생성부      330: 성능 및 전력량 예측부

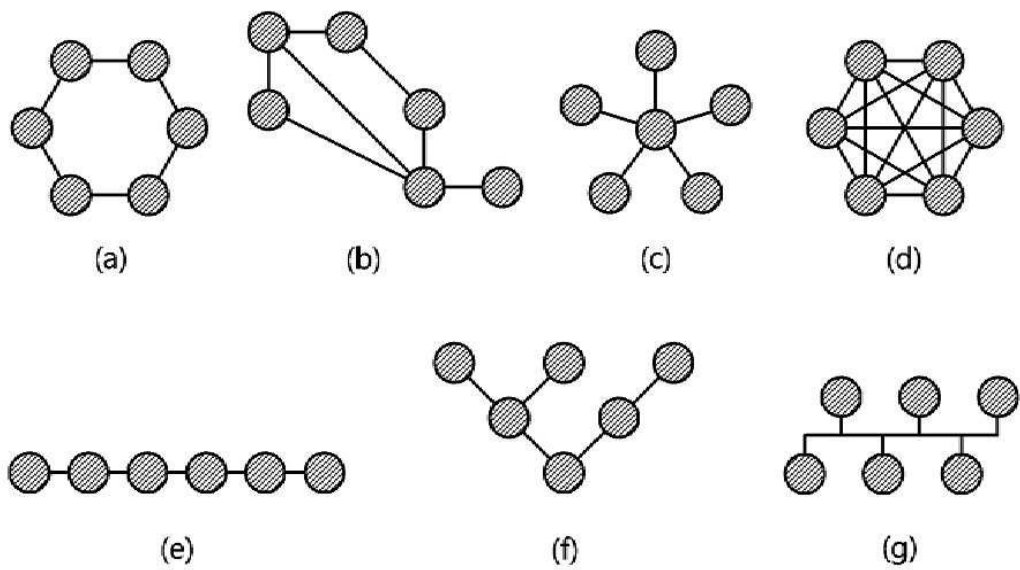
### 도면

#### 도면1



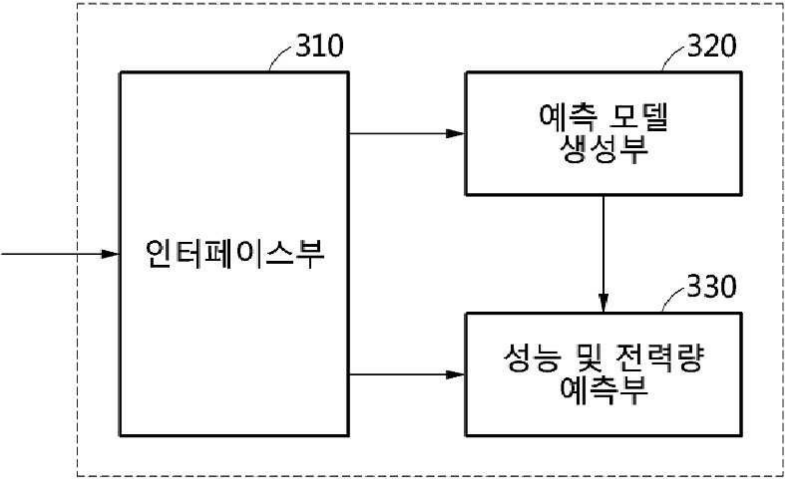
도면2

200



도면3

300





도면4

