



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0074198  
(43) 공개일자 2024년05월28일

- |   |  |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>H04L 41/122 (2022.01) G06N 20/00 (2019.01)<br/>H04L 41/22 (2022.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/>H04L 41/122 (2022.05)<br/>G06N 20/00 (2021.08)</p> <p>(21) 출원번호 10-2022-0156009<br/>(22) 출원일자 2022년11월21일<br/>심사청구일자 2022년11월21일</p> | <p>(71) 출원인<br/>포항공과대학교 산학협력단<br/>경상북도 포항시 남구 청암로 77 (지곡동)</p> <p>(72) 발명자<br/>김희곤<br/>경상북도 포항시 남구 청암로 77</p> <p>홍원기<br/>경상북도 포항시 남구 청암로 77</p> <p>유재형<br/>경상북도 포항시 남구 청암로 77</p> <p>(74) 대리인<br/>특허법인(유한)아이시스</p> |
|---|--|

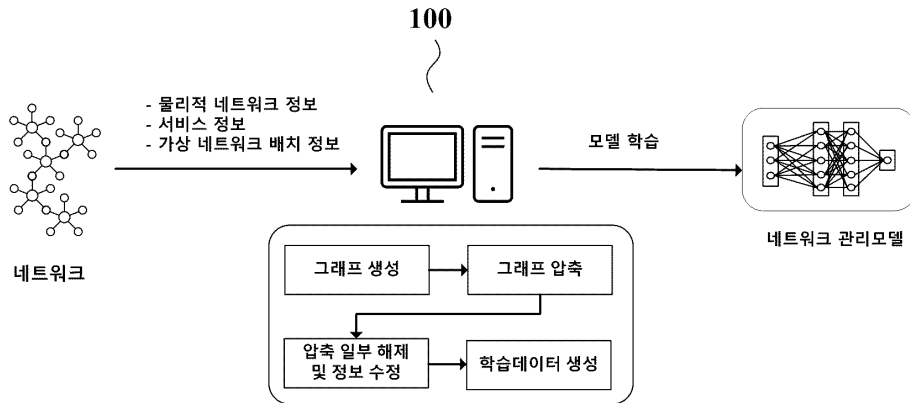
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 계층 그래프를 이용한 네트워크 관리모델 학습 방법 및 장치

(57) 요약

난소 중앙 분류 분석 방법은 분석장치가 주석 및 캘리퍼 중 적어도 하나를 포함하는 피 검사자의 초음파 영상을 입력 받는 단계; 상기 분석장치가 상기 초음파 영상을 제1 모델에 입력하여 상기 주석 및 캘리퍼가 제거된 초음파 영상을 생성하는 단계; 상기 분석장치가 상기 주석 및 캘리퍼가 제거된 초음파 영상을 제2 모델에 입력하는 단계; 및 상기 분석장치가 상기 제2 모델의 출력 값을 기초로 상기 피 검사자의 난소 중앙 정보를 분류하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*H04L 41/22* (2022.05)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711152960
과제번호	2018-0-00749-005
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	방송통신산업기술개발
연구과제명	인공지능 기반 가상 네트워크 관리기술 개발
기여율	1/2
과제수행기관명	포항공과대학교 산학협력단
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711152520
과제번호	2017-0-01633-006
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성
연구과제명	인터넷 인프라 시스템 기술 개발 및 전문 인력 양성
기여율	1/2
과제수행기관명	숭실대학교 산학협력단
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

모델 학습장치가 물리적 네트워크 정보, 서비스 정보 및 가상 네트워크 배치 정보를 입력 받는 단계;

상기 모델 학습장치가 상기 물리적 네트워크 정보를 기초로 네트워크 그래프를 생성하는 단계;

상기 모델 학습장치가 상기 네트워크 그래프의 복수개의 노드를 복수개의 집합으로 나눈 뒤, 상기 모든 집합 각각에 대하여 각 집합에 속한 노드를 하나의 노드로 압축해 계층 그래프를 생성하는 단계; 및

상기 모델 학습장치가 상기 계층 그래프, 상기 서비스 정보 및 상기 가상 네트워크 배치 정보를 이용하여 네트워크 관리모델을 학습하는 단계; 를 포함하되

상기 학습하는 단계는 상기 계층 그래프의 전체 노드들 각각에 대하여 학습과정을 반복하고

상기 학습과정은

상기 계층 그래프의 노드 중 하나의 노드를 압축 해제하여 상기 계층 그래프 중 상기 어느 하나의 노드를 압축 해제하여 생성된 서브 그래프, 상기 계층 그래프 중 상기 어느 하나의 노드를 제외한 나머지 노드들 및 상기 서브 그래프와 상기 나머지 노드들 사이의 링크로 구성되는 학습 그래프를 생성하는 단계;

상기 생성된 학습 그래프에 대응되도록 상기 서비스 정보를 수정하는 단계;

상기 학습 그래프 및 상기 수정된 서비스 정보를 입력 값으로 하고, 상기 가상 네트워크 배치 정보를 라벨링 값으로 하여 상기 네트워크 관리 모델을 학습하는 단계; 를 포함하는

계층 그래프를 이용한 네트워크 관리모델 학습 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서

상기 모델 학습장치가 상기 학습 그래프에서 상기 네트워크 관리모델 학습에 적합하지 않는 노드가 있는지 검사하는 단계;

상기 모델 학습장치가 상기 검사의 결과를 기초로 상기 네트워크 관리모델 학습에 적합하지 않는 상기 학습 그래프의 노드의 압축을 해제하는 단계; 를 더 포함하되

상기 네트워크 관리모델 학습에 적합하지 않는 노드는

상기 네트워크 그래프에서 서로 다른 노드에 배치된 서로 다른 가상 네트워크 기능이 상기 네트워크 그래프 압축으로 인하여 상기 학습 그래프에서는 하나의 노드로 배치된 경우, 상기 서로 다른 가상 네트워크 기능이 배치된 상기 학습 그래프의 하나의 노드인

계층 그래프를 이용한 네트워크 관리모델 학습 방법

#### 청구항 3

제1항에 있어서

상기 모델 학습장치가 상기 물리적 네트워크 정보, 상기 서비스 정보 및 상기 가상 네트워크 배치 정보를 전처리(pre-processing) 하는 단계를 더 포함하되

상기 전처리는 상기 물리적 네트워크 정보, 상기 서비스 정보 및 상기 가상 네트워크 배치 정보를 수치화 또는 정규화 하는 것을 포함하는

계층 그래프를 이용한 네트워크 관리모델 학습 방법

#### 청구항 4

제1항에 있어서

상기 물리적 네트워크 정보는 노드의 CPU 코어의 수, 노드의 최대 허용 대역폭, 노드의 IDLE, 노드의 전력소모량, 링크의 지연시간, 토폴로지 내 노드의 개수, 토폴로지 내 링크의 개수 및 토폴로지의 구조 중 적어도 하나를 포함하는

계층 그래프를 이용한 네트워크 관리모델 학습 방법

#### 청구항 5

제1항에 있어서

상기 서비스 정보는 트래픽의 출발지 노드, 트래픽의 도착지 노드, 트래픽의 요구 대역폭, 트래픽의 최대 허용 지연 시간, 서비스의 비용 및 서비스 타입 중 적어도 하나를 포함하는

계층 그래프를 이용한 네트워크 관리모델 학습 방법

#### 청구항 6

제1항에 있어서

상기 네트워크 배치 정보는

상기 서비스 정보에 따라 상기 네트워크에 배치된 가상 네트워크 기능(Virtual Network Function, VNF)의 위치 및 상기 서비스 정보 따라 상기 네트워크에 배치된 가상 네트워크 기능의 수에 대한 정보를 포함하는

계층 그래프를 이용한 네트워크 관리모델 학습 방법

#### 청구항 7

제1항에 있어서

상기 가상 네트워크 기능은

방화벽(Firewall), 프록시(Proxy), 침입감지시스템(Intrusion Detection System, IDS), 네트워크 주소변환(Network address Translation, NAT) 및 WANO(Wide Area Network Optimizer) 중 적어도 하나를 포함하는

계층 그래프를 이용한 네트워크 관리모델 학습 방법

#### 청구항 8

제1항에 있어서

상기 가상 네트워크 배치 정보는

상기 물리적 네트워크 정보 및 상기 서비스 정보를 선형계획법(Integer Linear Programming, ILP) 모델을 이용하여 분석한 결과를 포함하는

계층 그래프를 이용한 네트워크 관리모델 학습 방법

### 청구항 9

제1항에 있어서

상기 가상 네트워크 배치 정보는

상기 물리적 네트워크 정보 및 상기 서비스 정보를 휴리스틱 모델을 이용해서 분석한 결과를 포함하는

계층 그래프를 이용한 네트워크 관리모델 학습 방법

### 청구항 10

제1항에 있어서

상기 계층 그래프를 생성하는 단계는

사전에 그래프를 압축하도록 학습된 그래프 압축 모델을 이용하여 상기 계층 그래프를 생성하는 단계를 포함하는

계층 그래프를 이용한 네트워크 관리모델 학습 방법

### 청구항 11

제1항에 있어서

상기 계층 그래프는 상기 네트워크 그래프가 복수회 압축 되어 생성된 그래프인 계층 그래프를 이용한 그래프 신경망 네트워크 모델 학습 방법

### 청구항 12

제1항에 있어서

상기 네트워크 관리모델은 그래프 신경망(Graph Neural Network, GNN) 및 순전파 신경망(Feed Forward Network, FNN)을 포함하는

계층 그래프를 이용한 네트워크 관리모델 학습 방법

### 청구항 13

물리적 네트워크 정보, 서비스 정보 및 가상 네트워크 배치 정보를 입력 받는 입력장치;

상기 물리적 네트워크 정보를 기초로 네트워크 그래프를 생성하고, 상기 네트워크 그래프의 복수개의 노드를 복수개의 집합으로 나눈 뒤, 상기 모든 집합 각각에 대하여 각 집합에 속한 노드를 하나의 노드로 압축해 계층 그래프를 생성하고, 상기 계층 그래프, 상기 서비스 정보 및 상기 가상 네트워크 배치 정보를 기초로 네트워크 관리 모델을 학습하는 연산장치; 및

상기 네트워크 관리 모델을 저장하는 저장장치; 를 포함하되

상기 네트워크 관리모델을 학습하는 것은 상기 계층 그래프의 전체 노드들 각각에 대하여 학습과정을 반복하는 것이고,

상기 학습과정은

상기 계층 그래프의 노드 중 하나의 노드를 압축 해제하여 상기 계층 그래프 중 상기 어느 하나의 노드를 압축 해제하여 생성된 서브 그래프, 상기 계층 그래프 중 상기 어느 하나의 노드를 제외한 나머지 노드들 및 상기 서브 그래프와 상기 나머지 노드들 사이의 링크로 구성되는 학습 그래프를 생성하는 한 뒤, 상기 생성된 학습 그래프에 대응되도록 상기 서비스 정보를 수정하고, 상기 학습 그래프 및 상기 수정된 서비스 정보를 입력 값으로

하고, 상기 가상 네트워크 배치 정보를 라벨링 값으로 하여 상기 네트워크 관리 모델을 학습하는 것을 포함하는 계층 그래프를 이용한 네트워크 관리모델 학습 장치

**청구항 14**

네트워크 관리장치가 네트워크 관리모델을 이용해서 네트워크를 관리하는 방법에 있어서  
 상기 네트워크 관리모델은 상기 제1항 내지 12항의 학습방법으로 학습된 모델인  
 네트워크 관리 방법

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 이하 설명하는 기술은 계층 그래프를 이용해서 네트워크를 관리하는 방법 및 장치에 대한 것이다.

**배경 기술**

- [0002] 네트워크 가상화(Network Virtualization) 기술은 공용으로 사용되는 물리 네트워크 인프라 상에서 복수의 사용자가 가상 네트워크를 생성하여 독립적으로 사용할 수 있게 하는 기술을 지칭한다.
- [0003] 네트워크 가상화는 다양한 기술로 실현할 수 있으나, 최근에는 소프트웨어 정의 네트워킹 (SDN: Software Defined Networking) 패러다임을 활용하여 네트워크 가상화 기술을 실현하려는 연구가 많이 진행되고 있다.
- [0004] 소프트웨어 정의 네트워킹은 기존의 하드웨어 기반의 네트워킹 방식에서 진일보하여 네트워크를 관리자가 네트워크 자체를 프로그래밍 할 수 있게 하며, 이를 바탕으로 동적인 네트워크 환경에서 민첩성 (Agility), 탄력성 (Elasticity), 유연성 (Flexibility) 등을 장점으로 제공할 수 있다.
- [0005] 종래 네트워크 관리는 관리자가 전문적인 지식을 바탕으로 진행되어 왔다. 그러나 이러한 관리방법은 인력 확보에 큰 비용이 소모되며, 네트워크가 복잡해질수록 난이도가 어려워지는 문제점이 있었다.
- [0006] 특히 종래의 네트워크 관리는 선형계획법(ILP: Integer Linear Programming)으로 네트워크의 여러 조건들을 정의하여 네트워크를 최적화하는 선형식을 도출해내지만, 계산에 너무 많은 시간을 소요하는 문제가 있다.
- [0007] 이 문제를 해결하기 위해 최근에는 네트워크 관리에 기계학습 기술을 도입하여 빠른 시간 내에 네트워크를 최적화하는 시도가 많이 이루어지고 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0008] (특허문헌 0001) 한국 공개특허공보 10-2015-0125511

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0009] 기계학습의 본질은 통계 데이터의 학습을 통해 특정 시스템을 모방하는 행위라고 볼 수 있다. 따라서, 기계학습의 성공여부는 통계 데이터의 품질과 학습 모델의 이해력, 학습되는 시스템의 복잡도에 의존한다.
- [0010] 현재 종래의 기계학습을 적용한 네트워크 관리 기술들은 네트워크 데이터를 효과적으로 처리하여 사용하고 있지 않으며, 네트워크 관리 특화 모델이 아닌 보편적인 모델을 사용하고 있다.
- [0011] 또한, 네트워크 규모의 증가로 인해 관리 시스템의 복잡도가 계속하여 증가되고 있어 기계학습의 학습 난이도가 증가되고 있다.
- [0012] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 계층 그래프 학습 구조를 이용하여 네트워크 환경을 계

층화 및 소분하고 기계 학습을 이용하여 네트워크 관리를 수행하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0013] 계층 그래프를 이용한 네트워크 관리 모델 학습 방법 및 장치는 모델 학습장치가 물리적 네트워크 정보, 서비스 정보 및 가상 네트워크 배치 정보를 입력 받는 단계; 상기 모델 학습장치가 상기 물리적 네트워크 정보를 기초로 네트워크 그래프를 생성하는 단계; 상기 모델 학습장치가 상기 네트워크 그래프의 복수개의 노드를 복수개의 집합으로 나눈 뒤, 상기 모든 집합 각각에 대하여 각 집합에 속한 노드를 하나의 노드로 압축해 계층 그래프를 생성하는 단계; 상기 모델 학습장치가 상기 계층 그래프, 상기 서비스 정보 및 상기 가상 네트워크 배치 정보를 기초로 네트워크 관리 모델을 학습하는 단계; 를 포함하되 상기 학습하는 단계는 상기 계층 그래프의 전체 노드들 각각에 대하여 학습과정을 반복하고 상기 학습과정은 상기 계층 그래프의 노드 중 하나의 노드를 압축 해제하여 상기 계층 그래프 중 상기 어느 하나의 노드를 압축 해제하여 생성된 서브 그래프, 상기 계층 그래프 중 상기 어느 하나의 노드를 제외한 나머지 노드들 및 상기 서브 그래프와 상기 나머지 노드들 사이의 링크로 구성되는 학습 그래프를 생성하는 단계; 상기 생성된 학습 그래프에 대응되도록 상기 서비스 정보를 수정하는 단계; 상기 학습 그래프 및 상기 수정된 서비스 정보를 입력 값으로 하고, 상기 가상 네트워크 배치 정보를 라벨링 값으로 하여 상기 네트워크 관리 모델을 학습하는 단계; 를 포함한다.

**발명의 효과**

[0014] 이하 설명하는 기술은 그래프 모델 혹은 그래프 신경망을 이용하여 네트워크 데이터를 효율적으로 관리할 수 있게 해준다.

[0015] 이하 설명하는 기술은 관리 대상이 되는 네트워크의 규모를 계층화 및 소분화 하여 네트워크 관리를 지역적으로 축소한다. 이에 네트워크 관리모델이 자동으로 학습되게 하며 최적화된 네트워크 관리 시스템을 추구한다.

[0016] 이하 설명하는 기술은 계층 그래프 학습 구조를 이용하는 것으로 기존의 복잡한 네트워크 관리 문제의 난이도를 기계학습이 빠르게 이해할 수 있는 수준으로 낮추어 빠른 시간에 최적의 네트워크 자원 관리가 가능하게 한다.

[0017] 이하 설명하는 기술은 그래프 계층화 및 소분화 단계에서 발생할 수 있는 데이터 유효성 문제를 검증하는 것으로 기계 학습 성능의 저하를 방지한다.

**도면의 간단한 설명**

[0018] 도1은 모델 학습장치가 네트워크 관리모델을 학습하는 과정을 보여준다.

도2는 네트워크 관리모델의 일 실시예를 보여준다.

도3a, 도3b 및 도3c는 몇몇 실시예에 따른 그래프 압축 및 일부 해제에 따른 예를 보여준다.

도4는 네트워크 그래프 압축과정의 일 실시예를 보여준다.

도5는 모델 학습장치의 구조에 대해 보여준다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0019] 이하 설명하는 기술은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있다. 명세서의 도면에 이하 설명하는 기술의 특정 실시 형태가 기재될 수 있다. 그러나, 이는 이하 설명하는 기술의 설명을 위한 것이며 이하 설명하는 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니다. 따라서 이하 설명하는 기술의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물이 이하 설명하는 기술에 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0020] 다양한 구성요소들을 설명하기 위해서 제1, 제2 A, B 등의 용어가 사용될 수 있다. 하지만 상기 용어는 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소들과 구별하기 위해서 사용될 뿐, 상기 용어로 해당 구성요소들을 한정하려고 하는 것이 아니다.

[0021] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않으며, 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 이하 설명하는 기술의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또 라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

- [0022] 본 명세서에서 사용되는 용어에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 해석되지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함한다" 등의 용어는 실시된 특징, 개수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 의미하는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 개수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0023] 도면에 대한 상세한 설명을 하기에 앞서, 본 명세서에서의 구성부들에 대한 구분은 각 구성부가 담당하는 주기능 별로 구분한 것에 불과함을 명확히 하고자 한다. 즉, 이하에서 설명할 2개 이상의 구성부가 하나의 구성부로 합쳐지거나 또는 하나의 구성부가 보다 세분화된 기능별로 2개 이상으로 분화되어 구비될 수도 있다. 그리고 이하에서 설명할 구성부 각각은 자신이 담당하는 주기능 이외에도 다른 구성부가 담당하는 기능 중 일부 또는 전부의 기능을 추가적으로 수행할 수도 있으며, 구성부 각각이 담당하는 주기능 중 일부 기능이 다른 구성부에 의해 전담되어 수행될 수도 있음은 물론이다.
- [0024] 또, 방법 또는 동작 방법을 수행함에 있어서, 상기 방법을 이루는 각 과정들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않은 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 과정들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.
- [0025] 이하 설명하는 기술에서 그래프는 연결되어 있는 객체간의 관계를 보여주는 자료구조를 의미할 수 있다. 그래프는 노드(Node) 및 엣지(Edge)를 포함할 수 있다. 엣지는 링크(Link)라고 할 수도 있다.
- [0026] 이하 설명하는 기술에서 네트워크 그래프는 네트워크를 그래프로 표현할 것을 의미할 수 있다.
- [0027] 이하 설명하는 기술에서 계층 그래프란 네트워크 그래프를 압축한 그래프를 의미할 수 있다.
- [0028] 이하 설명하는 기술에서 가상 네트워크 기능(Virtual Network Function, VNF)는 가상 네트워크 환경에서 특정 네트워크 기능들을 제공하는 것을 의미할 수 있다. 예를 들어 가상 네트워크 기능의 종류에는 방화벽(Firewall), 프록시(Proxy), 침입감지 시스템(Intrusion Detection System, IDS), NAT(Network Address Translation), WAN(Wide Area Network optimizer)가 있을 수 있다.
- [0029] 이하 설명하는 기술에서 서비스 기능 체인(Service Function Chain, SFC)이란 네트워크 서비스 제공을 위하여 VNF들을 순서대로 연결하는 것을 의미할 수 있다.
- [0030] **이하 모델 학습장치(100)가 네트워크 관리모델을 학습시키는 전체적인 과정을 설명한다.**
- [0031] 도1은 모델 학습장치(100)가 네트워크 관리모델을 학습시키는 과정을 보여준다.
- [0032] 모델 학습장치(100)는 물리적 네트워크 정보, 서비스 정보 및 가상 네트워크 배치 정보를 입력 받을 수 있다. 모델 학습장치(100)는 상기 물리적 네트워크 정보를 기초로 네트워크 그래프를 생성할 수 있다. 모델 학습장치(100)는 상기 네트워크 그래프의 복수개의 노드를 복수개의 집합으로 나눈 뒤, 상기 모든 집합 각각에 대하여 각 집합에 속한 노드를 하나의 노드로 압축해 계층 그래프를 생성할 수 있다. 모델 학습장치(100)는 상기 모델 학습장치가 상기 계층 그래프, 상기 서비스 정보 및 상기 가상 네트워크 배치 정보를 기초로 네트워크 관리 모델을 학습할 수 있다.
- [0033] 학습하는 단계는 상기 계층 그래프의 전체 노드들 각각에 대하여 학습과정을 반복할 수 있다.
- [0034] 상기 학습과정은 계층 그래프의 노드 중 하나의 노드를 압축 해제하여 학습 그래프를 생성하는 단계; 상기 생성된 학습 그래프에 대응되도록 상기 서비스 정보를 수정하는 단계; 상기 학습 그래프 및 상기 수정된 서비스 정보를 입력 값으로 하고, 상기 가상 네트워크 배치 정보를 라벨링 값으로 하여 상기 네트워크 관리 모델을 학습하는 단계; 를 포함할 수 있다.
- [0035] 상기 학습그래프는 상기 계층 그래프 중 상기 어느 하나의 노드를 압축 해제하여 생성된 서브 그래프, 상기 계층 그래프 중 상기 어느 하나의 노드를 제외한 나머지 노드들 및 상기 서브 그래프와 상기 노드들 사이의 링크로 구성될 수 있다.
- [0036] 또한 모델 학습장치(100)는 수집된 입력 받은 정보를 전 처리(pre-processing) 할 수 있다.
- [0037] 또한 모델 학습장치(100)는 학습데이터의 학습 적합성을 검사할 수 있다.
- [0038] 네트워크 관리 장치는 모델 학습장치(100)가 학습시킨 네트워크 관리모델을 이용해 네트워크를 관리할 수 있다.
- [0039] 네트워크 관리 장치는 물리적 네트워크 정보 및 서비스정보를 입력 받을 수 있다. 네트워크 관리 장치는 입력



받은 물리적 네트워크 정보 및 서비스 정보를 네트워크 관리모델에 입력할 수 있다. 네트워크 관리장치는 네트워크 관리모델이 출력하는 값을 기초로 네트워크를 관리하는 정보를 출력할 수 있다. 즉 네트워크 관리 장치는 서비스 요청에 따라 네트워크에 가상 네트워크 기능을 배치시킬 수 있다.

- [0041] **이하 모델 학습장치(100)가 가상 네트워크 관리모델을 학습시키는 구체적인 과정을 설명한다.**
- [0043] **모델 학습장치(100)가 입력 받은 물리적 네트워크 정보, 서비스 정보 및 가상 네트워크 기능 정보는 네트워크 관리모델을 학습시키는데 필요한 정보를 포함할 수 있다.**
- [0044] 물리적 네트워크 정보, 서비스 정보 및 가상 네트워크 기능 정보는 수집시간에 대한 정보를 포함할 수 있다. 즉 물리적 네트워크 정보, 서비스 정보 및 가상 네트워크 기능 정보는 수집시간에 따라 연속적으로 수집된 정보 일 수 있다.
- [0045] 물리적 네트워크 정보는 자원정보를 포함할 수 있다. 예를 들어 물리적 네트워크 정보는 노드의 CPU core 수, 노드의 최대 허용 대역폭, 링크의 최대 허용 대역폭, 링크의 지연시간, 노드의 IDLE, Peak 전력소모량 등의 정보를 포함할 수 있다.
- [0046] 물리적 네트워크 정보는 토폴로지 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어 물리적 네트워크 정보는 토폴로지 내 노드의 개수, 토폴로지 내 링크의 개수, 토폴로지의 구조 등의 정보가 포함할 수 있다.
- [0047] 서비스 정보는 서비스 요청에 다른 정보를 포함한다. 예를 들어 서비스 정보는 트래픽의 출발 노드, 트래픽의 도착 노드, 트래픽의 요구 대역폭, 트래픽의 최대 허용 지연시간, 서비스의 비용, 서비스 타입 등의 정보를 포함할 수 있다.
- [0048] 가상 네트워크 배치 정보는 서비스 정보에 따라 네트워크에 배치된 가상 네트워크 기능의 위치 및 서비스 정보에 따라 네트워크에 배치된 가상 네트워크 기능의 수가 포함되어 있을 수 있다.
- [0049] 예를 들어 가상 네트워크 배치 정보는 서비스 요청 정보에 따라 가상 네트워크 기능에서 요구하는 CPU코어의 수 설치비용 등을 고려하여 네트워크 각 노드들에 배치된 최적의 가상 네트워크 기능 배치 위치 및 가상 네트워크 기능의 인스턴스의 개수 정보가 포함되어 있을 수 있다.
- [0050] 다시 말하면 가상 네트워크 기능 정보는 서비스 요청에 따라 설치비용, 에너지 비용, 트래픽 비용, 서비스 딜레이로 인한 비용을 고려하여 각 서버에 가상 네트워크 기능을 배치한 결과에 대한 정보를 포함할 수 있다.
- [0051] 더 나아가 가상 네트워크 배치 정보에는 가상 네트워크 기능의 종류, 가상 네트워크 기능에 필요한 CPU 코어의 수, 가상 네트워크 기능에 필요한 처리 용량(Processing Capacity) 및 가상네트워크 기능의 처리 딜레이(Processing Delay)에 대한 정보가 포함되어 있을 수 있다.
- [0052] 가상 네트워크 기능의 종류에는 방화벽(Firewall), 프록시(Proxy), 침입감지시스템(Intrusion Detection System, IDS), 네트워크 주소변환(Network address Translation, NAT) 및 WAN(Wide Area Network Optimizer) 중 적어도 하나를 포함되어 있을 수 있다.
- [0053] 가상 네트워크 배치 정보는 네트워크 관리모델을 학습시키기 위해서 라벨링 데이터가 될 수 있다.
- [0054] 가상 네트워크 배치 정보는 물리적 네트워크 정보 및 서비스 정보를 선형계획법(Integer Linear Programming, ILP) 모델 또는 휴리스틱(Heuristics)으로 분석한 결과를 포함할 수 있다.
- [0056] **모델 학습장치(100)는 입력 받은 정보를 전 처리(Pre-processing) 할 수 있다.**
- [0057] 모델 학습장치(100)는 입력된 정보를 인코딩 할 수 있다. 즉 입력 받은 정보를 네트워크 관리모델이 학습할 수 있도록 변환할 수 있다.
- [0058] 예를 들어 입력 받은 정보에 범주형 데이터가 포함되어 있는 경우, 네트워크 관리모델이 학습할 수 있도록 범주형 데이터를 수치형 데이터로 변경할 수 있다.
- [0059] 모델 학습장치(100)는 수집된 정보를 정규화 할 수 있다. 이는 수치적 데이터는 그 종류에 따라 크기가 서로 다

를 수 있기 때문이다.

- [0060] 예를 들어 수집된 데이터를 평균이 0 분산이 1이 되도록 처리할 수 있다. 또는 서로 다른 단위를 가지는 데이터가 있는 경우 단위를 통일할 수 있다.
- [0062] **모델 학습장치(100)는 수집된 물리적 네트워크 정보를 기초로 네트워크 그래프를 생성할 수 있다.** 다시 말하면 모델 학습장치(100)는 그래프를 이용하여 물리적 네트워크 정보를 표현할 수 있다.
- [0063] 생성된 네트워크 그래프는 복수개의 노드 및 엣지를 포함할 수 있다.
- [0064] 네트워크 그래프의 각 노드는 서버를 표현한 것일 수도 있다. 또는 통신을 하기 위한 장치를 표현할 것일 수도 있다.
- [0065] 네트워크 그래프의 각 엣지는 각 서버를 연결한 것을 표현한 것일 수 있다.
- [0066] 모델 학습장치(100)는 3가지 행렬을 기초로 그래프를 표현할 수 있다. 3가지 행렬은 노드 행렬, 엣지 행렬 및 인접 행렬을 포함할 수 있다.
- [0067] 노드 행렬은 그래프의 노드에 대한 특징 데이터를 가지고 있는 행렬일 수 있다. 예를 들어 노드 행렬은 각 노드들의 CPU core의 수, 저장용량, 전력소모량 등의 정보를 포함할 수 있다. 이에 노드 행렬은 (노드 수) X (노드 특징 수)인 행렬일 수 있다.
- [0068] 엣지 행렬은 그래프의 엣지에 대한 특징 데이터를 가지고 있는 행렬 일 수 있다. 예를 들어 엣지 행렬은 각 링크의 최대 허용 대역폭(maximum bandwidth), 가용 허용대역폭(available bandwidth) 및 지연시간(delay)에 대한 정보를 포함할 수 있다. 이에 엣지 행렬은 (노드 수) X (노드 수) X (엣지의 특징 수) 일 수 있다.
- [0069] 인접 행렬은 그래프의 노드들이 서로 어떻게 연결되어 있는지에 대한 정보를 가지고 있는 행렬 일 수 있다. 인접행렬은 (노드 수) X (노드 수)의 크기를 가질 수 있다.
- [0070] 인접행렬은 각 노드가 연결되었는지를 기준으로 최소행렬로 표현될 수 있다. 예를 들어 각 노드가 연결이 되어 있다면 1, 연결이 되어 있지 않다면 0으로 표현될 수 있다.
- [0072] **모델 학습장치(100)는 생성된 그래프를 압축할 수 있다. 즉 네트워크 그래프는 그래프 압축을 통하여 계층화 및 소분화 될 수 있다.**
- [0073] 압축된 그래프는 계층 그래프라고 부를 수 있다.
- [0074] 모델 학습장치(100)는 네트워크 그래프의 복수개의 노드를 복수개의 집합(또는 클러스트)으로 나눈 뒤, 상기 모든 집합 각각에 대하여 각 집합에 속한 노드를 하나의 노드로 압축해 계층 그래프를 만들 수 있다.
- [0075] 그래프 압축은 다양한 기준으로 진행될 수 있다.
- [0076] 예를 들어 그래프 압축은 노드 사이의 연관관계, 네트워크 특징, 특정 데이터 또는 물리적 거리를 기준으로 여러 개의 노드를 하나의 그룹으로 분류한 뒤, 각 그룹에 속한 노드를 하나의 노드로 만들어 그래프 압축을 진행할 수 있다.
- [0077] 위 기준에 따라 그래프 압축은 모든 노드에 대해 진행되거나 일부 노드에 대해서만 진행될 수도 있다. 관리자는 모델 학습장치(100)가 어떤 기준을 이용해서 그래프를 압축시킬 것인지 미리 설정해 놓을 수 있다.
- [0078] 그래프가 압축된 경우 그래프의 노드 행렬, 엣지 행렬 및 인접행렬은 변할 수 있다. 이에 대한 구체적인 실시예는 아래에서 설명한다.
- [0079] 그래프 압축은 압축모델을 이용하여 진행될 수 있다. 압축모델은 그래프 신경망 모델로 구현된 모델일 수 있다. 압축모델은 사전에 그래프를 입력 받아 그래프를 압축하도록 된 압축모델일 수 있다.
- [0080] 그래프 압축은 여러번 수행될 수 있다. 예를 들어 그래프의 규모가 크다면 먼저 크게 분류하여 압축을 수행한 뒤, 각 압축된 그래프내의 노드를 다시 세분화하여 다시 압축할 수 있다. 하지만 반드시 여러 번 수행되어야 하는 것은 아니며 1번만 수행될 수 있다.
- [0081] 그래프 압축은 상향식으로 여러 번 수행될 수 있다. 하지만 반드시 상향식으로 진행되어야 하는 것은 아니다.

예를 들어 하양식으로 진행될 수도 있다.

- [0082] 모델 학습장치(100)는 계층 그래프가 잘 생성되었는지 검사할 수 있다.
- [0084] **모델 학습장치(100)는 압축된 그래프의 학습 적합성 검사를 할 수 있다.**
- [0085] 학습 적합성 검사는 압축된 그래프가 네트워크 관리모델을 학습하는데 적합한지 판단하는 검사를 의미할 수 있다.
- [0086] 학습 적합검사는 네트워크 그래프에서는 서로 다른 노드에 배치된 서로 다른 가상 네트워크 기능이 네트워크 그래프 압축으로 인하여 학습 그래프에서는 하나의 노드로 배치된 경우가 있는지 검사하는 과정을 의미할 수 있다.
- [0087] 학습 적합성 검사의 예를 들면 다음과 같다.
- [0088] 서비스 요청에 따라 CPU Core 가 많은 1번 노드에 가상 네트워크 기능 중 하나인 방화벽(Fire wall)이 설치되고, CPU Core가 적은 2번 노드에 가상 네트워크 기능 중 하나인 프록시(proxy)가 설치될 수 되었다. 그래프의 압축에 따라 1번 노드 및 2번 노드는 압축되어 하나의 노드가 될 수 있다. 이러한 계층 그래프를 이용해 네트워크 관리모델을 학습시키는 경우 관리모델이 잘못된 학습을 할 수 있다. 왜냐하면 방화벽은 CPU core가 많은 노드에 배치되어야 하고, 프록시는 CPU core가 적은 노드에 배치되어야 하는데 이러한 정보가 압축으로 인하여 사라질 수 있기 때문이다.
- [0089] 모델 학습장치(100)는 학습 적합성 검사를 수행한 뒤 네트워크 관리모델을 학습시키는데 부적절한 노드가 있으면, 해당 노드의 압축을 해제할 수 있다.
- [0090] 또는 모델 학습장치(100)는 처음부터 이러한 데이터를 포함하는 노드는 압축하지 않을 수 있다.
- [0092] **모델 학습장치(100)는 계층 그래프의 일부 노드의 압축을 해제할 수 있다.**
- [0093] 일부 노드의 압축이 해제된 계층 그래프는 학습그래프라고 부를 수도 있다. 왜냐하면 일부 노드의 압축이 해제된 계층 그래프는 네트워크 관리모델의 학습에 이용될 수 있기 때문이다.
- [0094] 모델 학습장치(100)는 계층 그래프에서 특정 노드를 선택한 뒤, 선택한 노드의 압축을 해제할 수 있다. 모델 학습장치(100)는 해제된 노드에 추가적인 압축 노드가 존재하지 않을 때까지 계속해서 압축을 해제할 수 있다.
- [0095] 계층 그래프의 압축 해제는 일부 노드에 대해서만 진행될 수 있다.
- [0096] 학습 그래프는 계층 그래프 중 어느 하나의 노드를 압축 해제하여 생성된 서브 그래프, 상기 계층 그래프 중 상기 어느 하나의 노드를 제외한 나머지 노드들 및 상기 서브 그래프와 상기 나머지 노드들 사이의 링크로 구성될 수 있다.
- [0097] 모델 학습장치(100)가 하나의 계층 그래프로부터 복수개의 압축 해제된 계층 그래프를 생성할 수 있다.
- [0098] 예를 들어 계층 그래프가 3개의 노드(A, B, C)를 가지고 있는 경우 A의 압축을 해제한 제1 계층 그래프, B의 압축을 해제한 제2 계층 그래프, C의 압축을 해제한 제3 계층 그래프를 만들 수 있다. 또는 A 및 B의 압축을 해제한 제4 계층 그래프, A 및 C의 압축을 해제한 제5 계층 그래프 B 및 C의 압축을 해제한 제6 계층 그래프를 만들 수 있다. 이렇게 만들어진 제1 내지 제6 계층 그래프는 학습그래프가 되어 네트워크 관리모델을 학습시키는데 이용될 수 있다.
- [0099] 다시 말하면 학습하는 단계는 계층 그래프의 전체 노드들 각각에 대하여 압축이 해제되어 학습하는 과정일 수 있다.
- [0100] 일부가 복원된 계층 그래프는 네트워크 그래프보다 상대적으로 적은 정보를 가질 수 있다. 따라서 모델 학습장치(100)는 일부가 복원된 계층 그래프를 이용해서 상대적으로 빠르게 네트워크 관리모델을 학습시킬 수 있다.
- [0101] 예를 들어 네트워크 그래프의 노드가 14개라면 인접 행렬은 14 X 14의 희소행렬(Sparse Matrix)로 표현될 수 있다. 네트워크 그래프를 이용하면 학습데이터의 정보량이 상대적으로 많아질 수 있다. 반면 일부가 복원된 계층 그래프의 인접 행렬은 6 X 6의 희소행렬로 표현될 수 있다. 일부가 복원된 계층 그래프를 이용하면 학습데이터

의 정보량이 상대적으로 적어질 수 있다.

- [0102] 일부가 복원된 계층 그래프는 계층 그래프보다 상대적으로 많은 정보를 가질 수 있다. 이에 모델 학습장치(100)는 일부가 복원된 계층 그래프를 이용해서 상대적으로 정확하게 네트워크 관리모델을 학습시킬 수 있다.
- [0103] 한편 모델 학습장치(100)는 일부가 압축 해제된 계층 그래프에 대응되도록 서비스 정보를 수정할 수 있다. 구체적인 실시예는 이하에서 설명한다.
- [0105] **모델 학습장치(100)는 학습 그래프, 수정된 서비스 정보 및 가상 네트워크 배치 정보를 기초로 학습데이터를 생성할 수 있다. 다시 말하면 학습 그래프, 수정된 서비스 정보 및 가상 네트워크 배치 정보를 이용해 네트워크 관리모델을 학습시킬 수 있다.**
- [0106] 학습데이터는 서비스 요청에 따라 물리적 네트워크에 배치한 가상 네트워크 기능의 배치 위치 및 개수에 대한 정보를 포함할 수 있다.
- [0107] 즉 일부가 압축 해제된 계층 그래프 및 수정된 서비스 정보는 입력 변수가 되고 가상 네트워크 기능 정보 중 일부는 라벨링 데이터가 될 수 있다.
- [0109] **모델 학습장치(100)는 학습데이터를 이용해서 네트워크 관리모델을 학습시킬 수 있다.**
- [0110] 네트워크 관리모델은 네트워크 그래프 정보 및 서비스 정보를 입력 받아 최적의 가상 네트워크 기능의 배치 및 수에 대한 정보를 출력하는 모델일 수 있다.
- [0111] 네트워크 관리모델은 인공신경망을 이용해 구현된 모델일 수 있다.
- [0112] 도2는 몇몇 실시예에 따른 네트워크 관리모델의 예를 보여준다.
- [0113] 네트워크 관리모델은 GNN(Graph neural network)을 포함할 수 있다. GNN은 그래프 정보를 입력 받아 분석할 수 있다. 그래프 정보는 노드 행렬, 엣지행렬 및 인접행렬에 대한 정보가 포함되어 있을 수 있다.
- [0114] 네트워크 관리모델은 FNN(Feed Forward network)을 포함할 수 있다. FNN은 수정된 서비스 정보를 입력 받아 분석할 수 있다. 수정된 서비스 정보는 서비스에 대한 여러가지 정보가 하나의 벡터로 표현된 정보를 포함할 수 있다. FNN은 학습 파라미터를 공유(Weight sharing)할 수 있다.
- [0115] 서비스 정보와 물리적 네트워크 정보는 페어로 이루어질 수 있다. 즉 사용자가 요구하는 서비스마다 서비스 정보 및 네트워크 정보가 있을 수 있다.
- [0116] 네트워크 관리모델은 GNN 및 FNN에서 출력한 결과를 결합(Concatenation)하여 분석할 수 있다. 네트워크 관리모델은 결합된 정보를 2개의 추가 FNN에 입력할 수 있다. 네트워크 관리모델은 2개의 FNN의 출력값을 완전 연결 계층(Fully Connected layer, FCN)에 입력하여 최종 결과값을 생성할 수 있다. 네트워크 관리모델은 최종 결과값을 기초로 입력받은 서비스정보 및 물리적 네트워크 정보에 따른 모든 서버들에 특정 타입의 가상 네트워크 기능을 몇 개 설치해야 하는지에 대한 정보를 출력할 수 있다.
- [0118] **이하 모델 학습장치(100)가 네트워크 그래프를 압축한 실시예에 대해 살펴본다.**
- [0119] 도3a, 도3b 및 도3c는 몇몇 실시예에 따른 그래프 압축 및 일부 해제에 따른 예를 보여준다.
- [0120] 도3a, 도3b 및 도3c의 (A) 내지 (C)는 네트워크 그래프, 계층 그래프, 학습 그래프에 따른 그래프의 형상, 인접행렬, 서비스 정보를 보여준다.
- [0121] 도3a, 도3b 및 도3c의 (A)는 네트워크 그래프에 대한 정보이다. 도3a, 도3b 및 도3c의 (B)는 계층 그래프에 대한 정보이다. 도3a, 도3b 및 도3c의 (C)는 학습 그래프에 대한 정보이다.
- [0122] 도3a는 각 그래프를 보여준다. 도3b는 각 그래프에 따른 인접행렬을 보여준다. 도3c는 각 그래프에 따른 서비스 정보를 보여준다.
- [0123] 모델 학습장치(100)는 물리적 네트워크 정보를 기초로 네트워크 그래프를 생성할 수 있다.

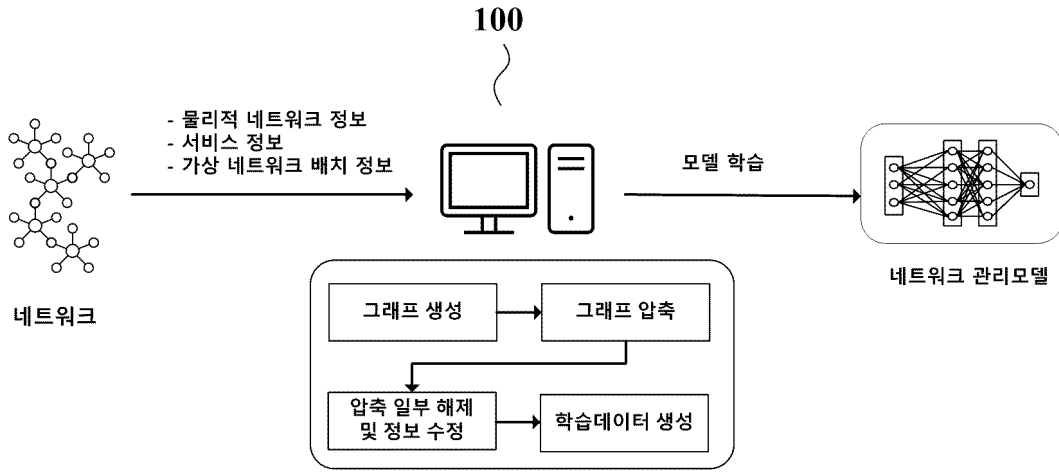
- [0124] 도3a (A)는 네트워크 그래프를 보여준다.
- [0125] 네트워크 그래프는 총 9개의 노드와 노드들을 연결하는 13개의 엣지를 가질 수 있다. 각각의 노드는 가상 네트워크 기능을 배포할 수 있는 서버를 표현할 것일 수 있다.
- [0126] 모델 학습장치(100)는 네트워크 그래프를 3개의 노드로 압축할 수 있다.
- [0127] 도3a (B)는 계층 그래프를 보여준다.
- [0128] 노드 1내지 3은 하나로 압축되어 노드 A가 될 수 있다. 노드 4내지 7은 압축되어 노드 B가 될 수 있다. 노드 8 및 9는 압축되어 노드 C가 될 수 있다.
- [0129] 모델 학습장치(100)는 계층 그래프에 대응되도록 서비스 정보를 수정할 수 있다.
- [0130] 도3c의 (B)에서 볼 수 있듯이 서비스 정보는 계층 그래프에 대응되도록 출발 노드 및 도착 노드의 정보가 수정될 수 있다.
- [0131] 모델 학습장치(100)는 계층 그래프 일부의 압축을 해제할 수 있다. 즉 학습 그래프를 생성할 수 있다.
- [0132] 도3a의 (C)는 학습 그래프를 보여준다.
- [0133] 계층 그래프의 노드 A는 압축 해제될 수 있다.
- [0134] 도3c의 (C)에서 볼 수 있듯이 서비스 정보는 학습 그래프에 대응되도록 첫번째, 두번째 서비스 정보의 출발 및 도착 노드가 일부 수정되었다.
- [0135] 그래프의 인접행렬은 희소행렬로 표현될 수 있다. 즉 노드가 연결이 되어 있으면 1, 연결이 되지 않으면 0으로 표현될 수 있다.
- [0136] 압축되기 전 네트워크 그래프의 인접행렬은  $9 \times 9$ 의 희소행렬을 가진다(도3b의 A). 계층 그래프의 인접행렬은  $3 \times 3$ 의 희소행렬을 가진다(도3b의 B). 학습 그래프의 인접행렬은  $5 \times 5$ 의 희소행렬을 가진다(도3b의 C).
- [0137] 학습 그래프(도3b의 C)의 인접행렬은 네트워크 그래프(도3b의 A)의 인접행렬보다 상대적으로 적은 정보량을 가진다. 이에 모델 학습장치(100)가 네트워크 그래프를 이용할 때 보다 학습 그래프를 이용할 때, 네트워크 관리 모델을 빠르게 학습시킬 수 있다.
- [0138] 학습 그래프(도3b의 C)의 인접행렬은 계층 그래프(도3b의 B)의 인접행렬보다 상대적으로 많은 정보량을 가진다. 이에 모델 학습장치(100)가 계층 그래프의 인접행렬을 이용할 때 보다 학습 그래프를 이용할 때, 네트워크 관리 모델을 정확하게 학습시킬 수 있다.
- [0139] 앞선 설명은 인접행렬을 예로 이용했으나, 반드시 인접행렬의 경우에만 한정되지 아니한다. 즉 앞선 설명은 노드행렬 및 엣지행렬도 마찬가지로 적용될 수 있다.
- [0141] 도4는 몇몇 실시예에 따른 그래프의 압축의 일 예를 보여준다.
- [0142] (A)는 네트워크 그래프이다. (B)는 1회 압축되어 만들어진 계층 그래프이다. (C)는 2회 압축된 계층 그래프를 보여준다.
- [0143] 모델 학습장치(100)는 네트워크 그래프의 일부 노드에 대해서만 압축을 진행할 수 있다.
- [0144] 노드2, 3, 6, 8, 9, 10, 11 및 12는 하나의 노드로 압축되어 노드 A가 되었다. 노드 7, 13, 14 및 15는 하나의 노드로 압축되어 노드 B가 되었다. 반면 노드 1, 4, 5, 9, 16은 압축이 진행되지 아니하였다.
- [0145] 모델 학습장치(100)는 네트워크 그래프를 반복하여 압축할 수 있다.
- [0146] 노드 A와 노드 B는 다시 압축되어 노드 C가 되었다.
- [0148] **이하 모델 학습장치의 구성에 대해 살펴본다.**
- [0149] 도5는 모델 학습장치의 구성에 대하여 도시한 것이다. 도5의 모델 학습장치(500)는 도1의 모델 학습장치(100)와 동일하다.



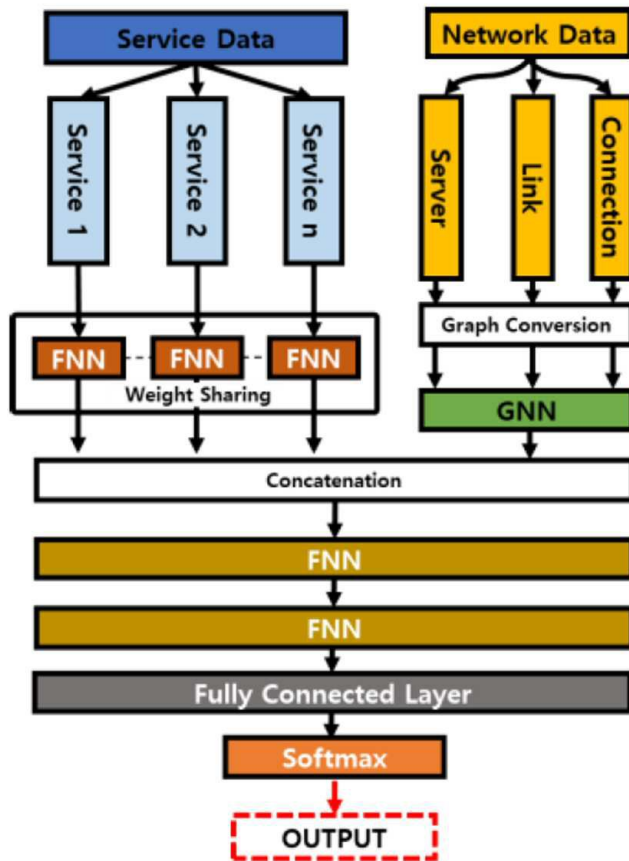
- [0150] 모델 학습장치(500)는 PC, 노트북, 스마트기기, 서버, 또는 데이터처리 전용 칩셋 등과 물리적으로 다양한 형태로 구현될 수도 있다 모델 학습장치(500)는 입력장치(510), 저장장치(520), 연산장치(530), 출력장치(540)를 포함할 수 있다.
- [0151] 입력장치(510)는 일정한 명령 또는 데이터를 입력 받는 인터페이스 장치(키보드, 마우스, 터치스크린 등)를 포함할 수도 있다. 입력장치(510)는 별도의 저장장치(USB, CD, 하드디스크 등)을 통하여 정보를 입력 받는 구성을 포함할 수도 있다. 입력장치(510)는 입력 받는 데이터를 별도의 측정장치를 통하여 입력 받거나, 별도의 DB를 통하여 입력 받을 수도 있다.
- [0152] 입력장치(510)는 물리적 네트워크 정보, 서비스 정보 및 가상 네트워크 배치 기능 정보를 입력 받을 수 있다.
- [0153] 저장장치(520)는 입력장치(510)을 통해 입력 받은 정보를 저장할 수 있다. 저장장치(520)는 연산장치(530)가 연산하는 과정에서 생성되는 정보를 저장할 수 있다. 즉 저장장치(520)는 메모리를 포함할 수 있다. 저장장치(520)는 연산장치가 계산한 결과를 저장할 수 있다. 저장장치(520)는 출력장치가 출력하는 정보를 저장할 수 있다.
- [0154] 연산장치(530)는 계층 그래프를 이용한 네트워크 관리 모델 학습 방법을 수행할 수 있다. 연산장치(530)는 상기 물리적 네트워크 정보를 기초로 네트워크 그래프를 생성할 수 있다. 연산장치(530)는 상기 네트워크 그래프의 복수개의 노드를 복수개의 집합으로 나눈 뒤, 상기 모든 집합 각각에 대하여 각 집합에 속한 노드를 하나의 노드로 압축해 계층 그래프를 생성할 수 있다. 연산장치(530)는 상기 계층 그래프, 상기 서비스 정보 및 상기 가상 네트워크 배치 정보를 기초로 네트워크 관리 모델을 학습할 수 있다. 연산장치(530)는 상기 계층 그래프의 전체 노드들 각각에 대하여 학습과정을 반복할 수 있다.
- [0155] 출력장치(540)는 일정한 정보를 출력하는 장치가 될 수도 있다. 출력장치(540)은 데이터 과정에 필요한 인터페이스, 입력된 데이터, 분석결과 등을 출력할 수도 있다. 출력장치(540)은 디스플레이, 문서를 출력하는 장치, 등과 같이 물리적으로 다양한 형태로 구현될 수도 있다.
- [0156] 네트워크 관리모델도 학습 장치와 마찬가지로 입력장치(510), 저장장치(520), 연산장치(530) 및 출력장치(540)로 구성될 수 있다.
- [0157] 또한, 상술한 바와 같이 계층 그래프를 이용한 네트워크 관리모델 학습방법은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 실행 가능한 알고리즘을 포함하는 프로그램(또는 어플리케이션)으로 구현될 수 있다. 상기 프로그램은 일시적 또는 비일시적 판독 가능 매체(non-transitory computer readable medium)에 저장되어 제공될 수 있다.
- [0158] 비일시적 판독 가능 매체란 레지스터, 캐쉬, 메모리 등과 같이 짧은 순간 동안 데이터를 저장하는 매체가 아니라 반영구적으로 데이터를 저장하며, 기기에 의해 판독(reading)이 가능한 매체를 의미한다. 구체적으로는, 상술한 다양한 어플리케이션 또는 프로그램들은 CD, DVD, 하드 디스크, 블루레이 디스크, USB, 메모리카드, ROM (read-only memory), PROM (programmable read only memory), EPROM(Erasable PROM, EPROM) 또는 EEPROM(Electrically EPROM) 또는 플래시 메모리 등과 같은 비일시적 판독 가능 매체에 저장되어 제공될 수 있다.
- [0159] 일시적 판독 가능 매체는 스태틱 램(Static RAM, SRAM), 다이내믹 램(Dynamic RAM, DRAM), 싱크로너스 디램(Synchronous DRAM, SDRAM), 2배속 SDRAM(Double Data Rate SDRAM, DDR SDRAM), 증강형 SDRAM(Enhanced SDRAM, ESDRAM), 동기화 DRAM(Synclink DRAM, SLDRAM) 및 직접 램버스 램(Direct Rambus RAM, DRRAM) 과 같은 다양한 RAM을 의미한다.
- [0160] 본 실시예 및 본 명세서에 첨부된 도면은 전술한 기술에 포함되는 기술적 사상의 일부를 명확하게 나타내고 있는 것에 불과하며, 전술한 기술의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형 예와 구체적인 실시예는 모두 전술한 기술의 권리범위에 포함되는 것이 자명하다고 할 것이다.

도면

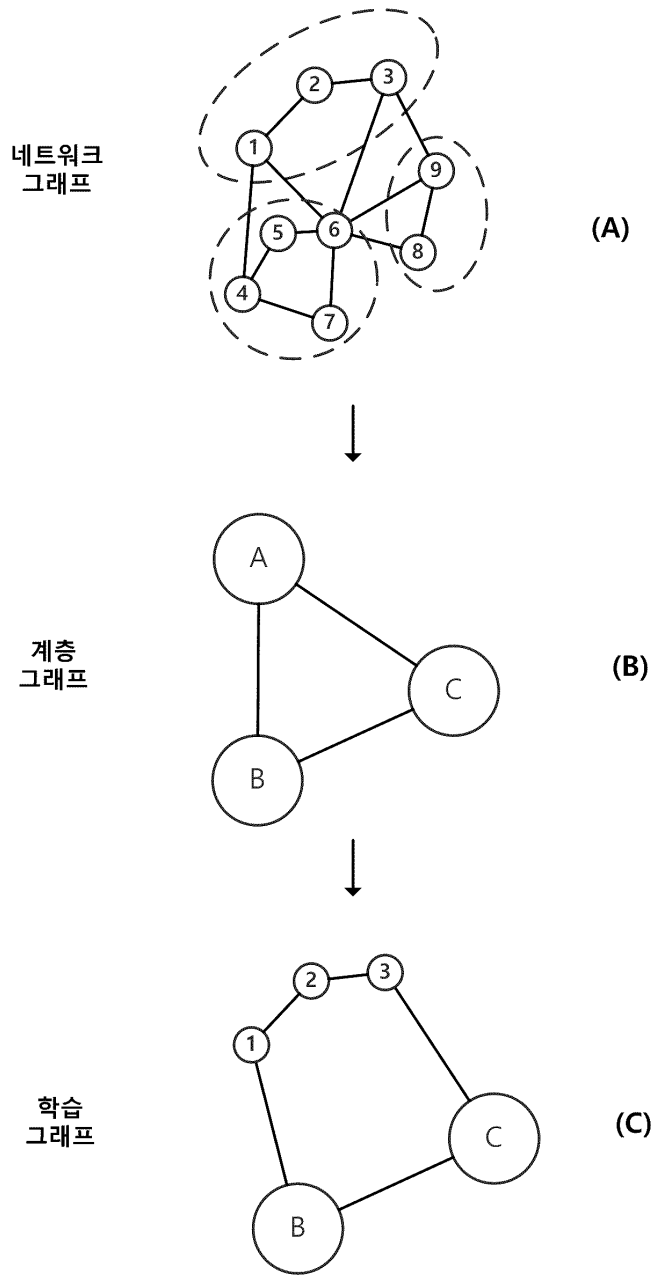
도면1



도면2



도면3a





도면 3b

네트워크 그래프의 인접행렬

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	1	0	1	0	1	0	0	0
2	1	1	1	0	0	0	0	0	0
3	0	1	1	0	0	1	0	0	1
4	1	0	0	1	1	0	1	0	0
5	0	0	0	1	1	1	0	0	0
6	1	0	1	0	1	1	1	1	1
7	0	0	0	1	0	1	1	0	0
8	0	0	0	0	0	1	0	1	1
9	0	0	1	0	0	1	0	1	1

(A)

계층 그래프의 인접행렬

	A	B	C
A	1	1	1
B	1	1	1
C	1	1	1

(B)

학습 그래프의 인접행렬

	1	2	3	B	C
1	1	1	0	1	0
2	1	1	1	0	0
3	0	1	1	0	0
B	1	0	0	1	1
C	0	0	0	1	1

(C)

도면3c

순번	출발 노드	도착 노드	대역폭 (Mbps)	최대허용 지연시간(ms)	서비스 기능체인
1	<b>1</b>	<b>9</b>	33~38	700	VNF1-VNF3
2	<b>2</b>	<b>4</b>	330~380	750	VNF4-VNF5- VNF7
3	<b>4</b>	<b>8</b>	100~110	100	VNF5-VNF6

네트워크  
그래프 일 때  
서비스 정보

(A)

순번	출발 노드	도착 노드	대역폭 (Mbps)	최대허용 지연시간(ms)	서비스 기능체인
1	<b>A</b>	<b>C</b>	33~38	700	VNF1-VNF3
2	<b>A</b>	<b>B</b>	330~380	750	VNF4- VNF5-VNF7
3	<b>B</b>	<b>C</b>	100~110	100	VNF5-VNF6

계층  
그래프 일 때  
서비스 정보

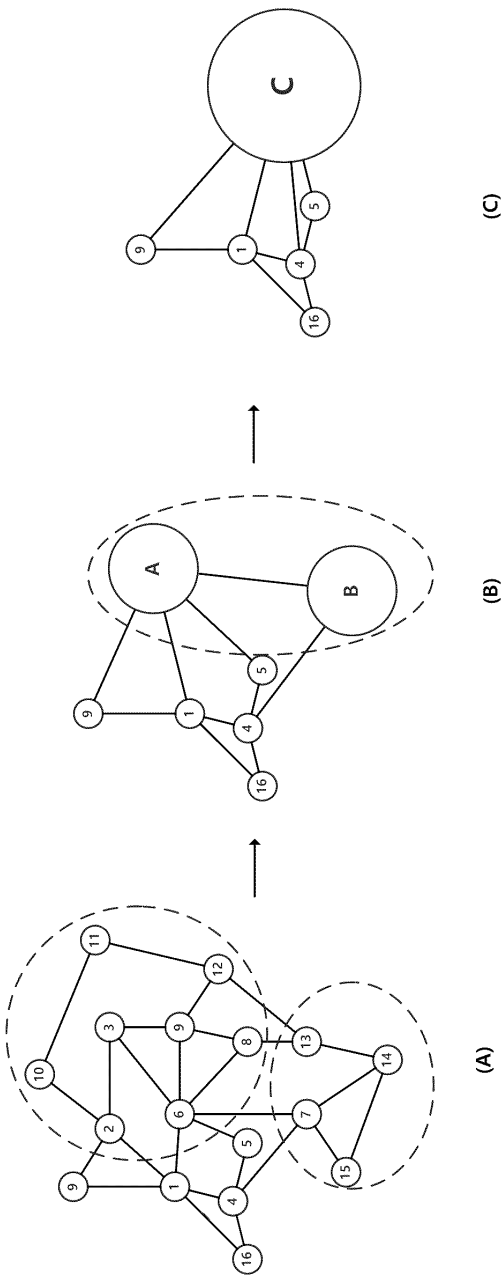
(B)

순번	출발 노드	도착 노드	대역폭 (Mbps)	최대허용 지연시간(ms)	서비스 기능체인
1	<b>1</b>	<b>C</b>	33~38	700	VNF1-VNF3
2	<b>2</b>	<b>B</b>	330~380	750	VNF4- VNF5-VNF7
3	<b>B</b>	<b>C</b>	100~110	100	VNF5-VNF6

학습  
그래프 일 때  
서비스 정보

(C)

도면4



도면5

