



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년09월09일
(11) 등록번호 10-2019750
(24) 등록일자 2019년09월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 16/00 (2019.01)

(52) CPC특허분류

G06F 16/2462 (2019.01)

(21) 출원번호 10-2018-0055373

(22) 출원일자 2018년05월15일

심사청구일자 2018년05월15일

(56) 선행기술조사문헌

Mostofa Kamal Rasel 외 2명, Summarized bit batch-based triangle listing in massive graphs (2018.02.08.)*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자

이영구

경기도 수원시 영통구 청명북로 33, 431동 1704호(영통동, 청명마을삼성아파트)

모스타파 카말 라셀

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732(서천동)

(74) 대리인

특허법인도담

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 고재용

(54) 발명의 명칭 삼각형 추출 방법 및 시스템

(57) 요약

본 발명은 서버가 하나 이상의 노드를 포함하는 그래프에서 삼각형을 추출하는 방법에 관한 것이다. 삼각형 추출 방법에 있어서, 각 노드의 인접 여부를 나타내는 인접 매트릭스를 생성하는 단계, 인접 매트릭스를 하나 이상의 그룹으로 분할하고, 분할된 그룹에 그룹 식별자를 부여하는 단계, 인접 매트릭스에서, 각 노드에 대한 그룹 별 비트 값을 십진 값으로 변환하여 비트 배치 벡터를 생성하는 단계, 비트 배치 벡터에서 제1 그룹 식별자를 갖는 임의의 제1 및 제2 노드에 대응되는 비트 벡터의 이진 값을 논리곱 연산하여 제1 및 제2 노드의 논리곱 연산 값을 획득하는 단계, 제1 그룹 식별자, 그룹의 크기 및 논리곱 연산 값을 이용하여 제1 및 제2 노드의 공통 노드를 식별하는 단계, 제1 및 제2 노드와 상기 공통 노드를 포함하는 삼각형을 추출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2015R1A2A2A01008209

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원사업(핵심)

연구과제명 요약 및 압축 그래프 기반의 빅 그래프 처리 플랫폼

기 여 율 1/1

주관기관 경희대학교 산학협력단

연구기간 2017.05.31 ~ 2018.04.30

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

서버가 하나 이상의 노드를 포함하는 그래프에서 삼각형을 추출하는 방법에 있어서,

상기 각 노드의 인접 여부를 나타내는 인접 매트릭스를 생성하는 단계;

상기 인접 매트릭스를 하나 이상의 그룹으로 분할하고, 분할된 그룹에 그룹 식별자를 부여하는 단계;

상기 인접 매트릭스에서, 상기 각 노드에 대한 상기 그룹 별 비트 값을 십진 값으로 변환하여 비트 배치 벡터를 생성하는 단계;

상기 비트 배치 벡터에서 제1 그룹 식별자를 갖는 임의의 제1 및 제2 노드에 대응되는 비트 벡터의 이진 값을 논리곱 연산하여 상기 제1 및 제2 노드의 논리곱 연산 값을 획득하는 단계;

상기 제1 그룹 식별자, 상기 그룹의 크기 및 상기 논리곱 연산 값을 이용하여 상기 제1 및 제2 노드의 공통 노드를 식별하는 단계;

상기 제1 및 제2 노드와 상기 공통 노드를 포함하는 삼각형을 추출하는 단계를 포함하는 삼각형 추출 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 그래프는 상기 노드의 차수를 통해 상기 각 노드에 방향성이 부여된 삼각형 추출 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 인접 매트릭스를 생성하는 단계는,

제3 노드에 대응되는 행과 제4 노드에 대응되는 열의 조합에 대응되는 섹터에 상기 제3 노드와 상기 제4 노드의 인접 여부에 따른 비트 값을 부여하는 삼각형 추출 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 공통 노드를 식별하는 단계는,

$$X = Y \times Z + I$$

상기 제1 그룹 식별자(Y), 상기 그룹의 크기(Z), 및 좌측부터 순차적으로 카운트했을 때(시작 값은 1로 한다.) 상기 논리곱 연산 값 중 1의 값을 갖는 비트에 해당하는 카운트 값(I)을 이용하여 상기 식과 같이 논리곱 연산 값에 대응되는 공통 노드(X)를 식별하는 삼각형 추출 방법.

청구항 5

하나 이상의 노드를 포함하는 그래프에서 삼각형을 추출하는 시스템에 있어서,

상기 각 노드의 인접 여부를 나타내는 인접 매트릭스를 생성하고, 상기 인접 매트릭스를 하나 이상의 그룹으로

분할하고 분할된 그룹에 그룹 식별자를 부여하고, 상기 각 노드에 대한 상기 그룹 별 비트 값을 십진 값으로 변환하여 비트 배치 벡터를 생성하는 생성부;

상기 비트 배치 벡터에서 제1 그룹 식별자를 갖는 임의의 제1 및 제2 노드에 대응되는 비트 벡터의 이진 값을 논리곱 연산하여 상기 제1 및 제2 노드의 논리곱 연산 값을 추출하고, 상기 제1 그룹 식별자, 상기 그룹의 크기 및 상기 논리곱 연산 값을 이용하여 상기 제1, 제2 노드의 공통 노드를 식별하고, 상기 제1 및 제2 노드와 상기 공통 노드를 포함하는 삼각형을 추출하는 추출부를 포함하는 삼각형 추출 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 그래프는 상기 노드의 차수를 통해 상기 각 노드에 방향성이 부여된 삼각형 추출 시스템.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 생성부는,

제3 노드에 대응되는 행과 제4 노드에 대응되는 열의 조합에 대응되는 섹터에 상기 제3 노드와 상기 제4 노드의 인접 여부에 따른 비트 값을 부여하여 인접 매트릭스를 생성하는 인접 매트릭스 생성부를 포함하는 삼각형 추출 시스템.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 삼각형 추출부는,

$$X = Y \times Z + I$$

상기 제1 그룹 식별자(Y), 상기 그룹의 크기(Z), 및 좌측부터 순차적으로 카운트했을 때(시작 값은 1로 한다.) 상기 논리곱 연산 값 중 1의 값을 갖는 비트에 해당하는 카운트 값(I)을 이용하여 상기 식과 같이 논리곱 연산 값에 대응되는 공통 노드(X)를 식별하는 공통 노드 추출부를 포함하는 삼각형 추출 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 삼각형을 추출하는 방법 및 시스템에 관한 것으로, 보다 자세하게는 대용량 그래프에서 비트 배치 벡터를 이용하여 삼각형을 추출하는 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 페이스북, 트위터 등 소셜 네트워크와 인터넷, 웹사이트 등과 같은 네트워크의 성장이 급격하게 이루어지면서 대용량 그래프를 처리하는 방법에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 네트워크에 대한 그래프는 다양한 네트워크를 정점 또는 간선으로 연결한 것을 의미한다.

[0003] 그래프를 처리하기 위한 기법에는 삼각형 추출 기법이 있다. 삼각형은 그래프에서 서로가 연결된 세 노드의 집합을 의미한다. 삼각형 추출 기법을 통해 데이터 마이닝, 네트워크 분석 등의 분야에서 주목받고 있다. 그러나 네트워크의 성장에 따른 대용량 그래프는 그 크기가 방대하여 그래프를 분석하는 데에 어려움이 있다. 따라서 최근 분산 처리 및 병렬 처리를 통해 대용량 그래프에서 삼각형을 추출하는 기법이 제안되고 있다. 대용량 그래프에서 추출된 삼각형은 네트워크 스펙트럼 분석, 커뮤니티 탐색, 소셜 네트워크의 콘텐츠 분석 및 평가 등에서 사용될 수 있다.

[0004] 대용량 그래프에서 삼각형을 추출하는 종래의 발명에는 한국등록특허 제10-1635307호의 삼각형 식별 장치 및 이를 이용한 삼각형 식별 방법이 있다. 그러나 상기 발명은 대용량 그래프를 페이지 별로 나누고, 페이지 내부 및 외부에 대한 영역에 따라 인접 리스트를 각각 생성하기 때문에 삼각형을 추출하는 과정이 다소 번거롭다는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 대용량 그래프에서 삼각형을 추출하여 데이터를 보다 용이하게 분석할 수 있도록 하는 것을 일 목적으로 한다.

[0007] 또한 본 발명은 비트 배치 벡터를 이용하여 그래프의 인접 노드를 보다 명확하게 판단할 수 있도록 하는 것을 일 목적으로 한다.

[0008] 또한 본 발명은 비트 배치 벡터를 축소하여 삼각형을 추출하는 데 요구되는 메모리를 줄이는 것을 일 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명은 서버가 하나 이상의 노드를 포함하는 그래프에서 삼각형을 추출하는 방법에 있어서, 상기 각 노드의 인접 여부를 나타내는 인접 매트릭스를 생성하는 단계, 상기 인접 매트릭스를 하나 이상의 그룹으로 분할하고, 분할된 그룹에 그룹 식별자를 부여하는 단계, 상기 인접 매트릭스에서, 상기 각 노드에 대한 상기 그룹 별 비트 값을 십진 값으로 변환하여 비트 배치 벡터를 생성하는 단계, 상기 비트 배치 벡터에서 제1 그룹 식별자를 갖는 임의의 제1 및 제2 노드에 대응되는 비트 벡터의 이진 값을 논리곱 연산하여 상기 제1 및 제2 노드의 논리곱 연산 값을 획득하는 단계, 상기 제1 그룹 식별자, 상기 그룹의 크기 및 상기 논리곱 연산 값을 이용하여 상기 제1 및 제2 노드의 공통 노드를 식별하는 단계, 상기 제1 및 제2 노드와 상기 공통 노드를 포함하는 삼각형을 추출하는 단계를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.

[0010] 또한 상기 그래프는 상기 노드의 차수를 통해 상기 각 노드에 방향성이 부여된 것을 일 특징으로 한다.

[0011] 나아가 상기 인접 매트릭스를 생성하는 단계는, 제3 노드에 대응되는 행과 제4 노드에 대응되는 열의 조합에 대응되는 섹터에 상기 제3 노드와 상기 제4 노드의 인접 여부에 따른 비트 값을 부여하는 것을 일 특징으로 한다.

[0012] 또한 상기 공통 노드를 식별하는 단계는, $X = Y \times Z + I$, 상기 제1 그룹 식별자(Y), 상기 그룹의 크기(Z), 및 좌측부터 순차적으로 카운트했을 때(시작 값은 1로 한다.) 상기 논리곱 연산 값 중 1의 값을 갖는 비트에 해당하는 카운트 값(I)을 이용하여 상기 식과 같이 논리곱 연산 값에 대응되는 공통 노드(X)를 식별하는 것을 일 특징으로 한다.

[0013] 나아가 본 발명은 하나 이상의 노드를 포함하는 그래프에서 삼각형을 추출하는 시스템에 있어서, 상기 각 노드의 인접 여부를 나타내는 인접 매트릭스를 생성하고, 상기 인접 매트릭스를 하나 이상의 그룹으로 분할하고 분할된 그룹에 그룹 식별자를 부여하고, 상기 각 노드에 대한 상기 그룹 별 비트 값을 십진 값으로 변환하여 비트 배치 벡터를 생성하는 생성부, 상기 비트 배치 벡터에서 제1 그룹 식별자를 갖는 임의의 제1 및 제2 노드에 대응되는 비트 벡터의 이진 값을 논리곱 연산하여 상기 제1 및 제2 노드의 논리곱 연산 값을 추출하고, 상기 제1 그룹 식별자, 상기 그룹의 크기 및 상기 논리곱 연산 값을 이용하여 상기 제1, 제2 노드의 공통 노드를 식별하고, 상기 제1 및 제2 노드와 상기 공통 노드를 포함하는 삼각형을 추출하는 추출부를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.

[0014] 또한 상기 그래프는 상기 노드의 차수를 통해 상기 각 노드에 방향성이 부여된 것을 일 특징으로 한다.

[0015] 나아가 상기 생성부는, 제3 노드에 대응되는 행과 제4 노드에 대응되는 열의 조합에 대응되는 섹터에 상기 제3 노드와 상기 제4 노드의 인접 여부에 따른 비트 값을 부여하여 인접 매트릭스를 생성하는 인접 매트릭스 생성부를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.

[0016] 또한 상기 삼각형 추출부는, $X = Y \times Z + I$, 상기 제1 그룹 식별자(Y), 상기 그룹의 크기(Z), 및 좌측부터 순차적으로 카운트했을 때(시작 값은 1로 한다.) 상기 논리곱 연산 값 중 1의 값을 갖는 비트에 해당하는 카운트 값(I)을 이용하여 상기 식과 같이 논리곱 연산 값에 대응되는 공통 노드(X)를 식별하는 공통 노드 추출부를 포

함하는 것을 일 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0017] 전술한 바와 같은 본 발명에 의하면, 대용량 그래프에서 삼각형을 추출하여 데이터를 보다 용이하게 분석할 수 있다.
- [0018] 또한 본 발명은 비트 배치 벡터를 이용하여 그래프의 인접 노드를 보다 명확하게 판단할 수 있다.
- [0019] 또한 본 발명은 비트 배치 벡터를 축소하여 삼각형을 추출하는 데 요구되는 메모리를 줄일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 의한 삼각형을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 의한 삼각형 추출 시스템의 구성을 도시한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 의한 삼각형 추출 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 의한 방향 그래프를 생성하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 의한 방향 그래프를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 의한 인접 매트릭스를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 의한 인접 매트릭스를 십진 값으로 축소하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 의한 인접 매트릭스를 십진법 값으로 축소한 비트 배치 벡터의 예시를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시 예에 의한 비트 배치 벡터를 축소하는 예시를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 10은 본 발명의 또 다른 실시 예에 의한 비트 배치 벡터를 축소하는 예시를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 전술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 후술되며, 이에 따라 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 상세한 설명을 생략한다.
- [0022] 도면에서 동일한 참조부호는 동일 또는 유사한 구성요소를 가리키는 것으로 사용되며, 명세서 및 특허청구의 범위 위에 기재된 모든 조합은 임의의 방식으로 조합될 수 있다. 그리고 다른 식으로 규정하지 않는 한, 단수에 대한 언급은 하나 이상을 포함할 수 있고, 단수 표현에 대한 언급은 또한 복수 표현을 포함할 수 있음이 이해되어야 한다.
- [0023] 본 명세서에서 사용되는 용어는 단지 특정 예시적 실시 예들을 설명할 목적을 가지고 있으며 한정할 의도로 사용되는 것이 아니다. 본 명세서에서 사용된 바와 같은 단수적 표현들은 또한, 해당 문장에서 명확하게 달리 표시하지 않는 한, 복수의 의미를 포함하도록 의도될 수 있다. 용어 "및/또는," "그리고/또는"은 그 관련되어 나열되는 항목들의 모든 조합들 및 어느 하나를 포함한다. 용어 "포함한다", "포함하는", "포함하고 있는", "구비하는", "갖는", "가지고 있는" 등은 내포적 의미를 갖는 바, 이에 따라 이러한 용어들은 그 기재된 특징, 정수, 단계, 동작, 요소, 및/또는 컴포넌트를 특정하며, 하나 이상의 다른 특징, 정수, 단계, 동작, 요소, 컴포넌트, 및/또는 이들의 그룹의 존재 혹은 추가를 배제하지 않는다. 본 명세서에서 설명되는 방법의 단계들, 프로세스들, 동작들은, 구체적으로 그 수행 순서가 확정되는 경우가 아니라면, 이들의 수행을 논의된 혹은 예시된 그러한 특정 순서로 반드시 해야 하는 것으로 해석해서는 안 된다. 추가적인 혹은 대안적인 단계들이 사용될 수 있음을 또한 이해해야 한다.
- [0024] 또한, 각각의 구성요소는 각각 하드웨어 프로세서로 구현될 수 있고, 위 구성요소들이 통합되어 하나의 하드웨어 프로세서로 구현될 수 있으며, 또는 위 구성요소들이 서로 조합되어 복수 개의 하드웨어 프로세서로 구현될 수도 있다.
- [0025] 본 명세서에서 사용되는 삼각형은 세 개의 노드로 구성되는 노드 그룹을 의미한다. 삼각형은 콘(cone) 노드, 엘

보(elbow) 노드 그리고 피벗 엣지(pivot edge)를 포함할 수 있다. 도 1을 참조하면, 삼각형은 콘 노드인 노드 u , 엘보 노드인 노드 v , 그리고 노드 v 에서 노드 w 로 향하는 방향을 나타내는 피벗 엣지를 포함할 수 있다. 도 1의 삼각형에서 노드 u 의 인접 노드는 노드 v 와 노드 w 가 될 수 있으며, 노드 v 의 인접 노드는 노드 w 가 될 수 있다.

[0026] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다.

[0028] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 의한 삼각형 추출 시스템의 구성을 도시한 도면이다. 그래프에서 삼각형을 추출 가능한 삼각형 추출 시스템은 전처리부(100), 생성부(200) 그리고 추출부(300)를 포함할 수 있다.

[0029] 전처리부(100)는 그래프에 방향성을 부여할 수 있다. 도 4을 참조하면, 그래프는 하나 이상의 노드로 구성되어 있다. 도 4에 도시된 그래프는 각 노드 사이의 방향성이 결여되어 있어 삼각형을 추출하기 어렵다. 따라서 삼각형 추출 시스템은 그래프에서 삼각형을 추출하기 이전에 그래프에 방향성을 부여할 수 있다. 전처리부(100)는 각 노드의 차수를 이용하여 그래프에 방향성을 부여할 수 있다. 예를 들어, 제1 노드의 차수가 제2 노드의 차수보다 작으면, 전처리부(100)는 제1 노드가 제2 노드로 향하도록 방향성을 부여할 수 있고, 제1 노드의 차수가 제2 노드의 차수와 같으면, 전처리부(100)는 제1 노드와 제2 노드의 식별 번호를 비교하여 각 노드에 방향성을 부여할 수 있다. 전처리부(100)가 전처리를 수행한 그래프는 도 5와 같다. 도 5의 그래프는 모든 노드에 대한 방향성이 도시되어 있는 것을 특징으로 한다.

[0030] 생성부(200)는 상기 각 노드의 인접 여부를 나타내는 인접 매트릭스를 생성하고, 상기 인접 매트릭스에서, 상기 각 노드에 대한 상기 그룹 별 비트 값을 십진 값으로 변환하여 비트 배치 벡터를 생성할 수 있다. 보다 구체적으로 생성부(200)는 인접 매트릭스 생성부(210), 분할부(230) 그리고 비트 배치 벡터 생성부(250)를 포함할 수 있다.

[0031] 인접 매트릭스 생성부(210)는 그래프를 이용하여 인접 매트릭스를 생성할 수 있다. 보다 구체적으로 인접 매트릭스 생성부(210)는 제3 노드에 대응되는 행과 제4 노드에 대응되는 열의 조합에 대응되는 색터에 제3 노드와 제4 노드의 인접 여부에 따른 비트 값을 부여할 수 있다. 인접 매트릭스 생성부(210)는 제3 노드에 대응되는 행과 제4 노드에 대응되는 열의 조합에 대응되는 색터에 제3 노드와 제4 노드가 인접하면 1의 값을, 인접하지 않으면 0의 값을 부여할 수 있다.

[0032] 예를 들어 도 5를 참조하면, 노드 1의 인접 노드의 집합은 {2, 3, 4}이다. 이 경우 인접 매트릭스 생성부(210)는 노드 1에 대응되는 행과 노드 2, 3, 4에 대응되는 열의 조합에 대응되는 색터에 1의 값을 부여할 수 있다. 즉, 노드 1에 대응되는 행의 비트 값은 (0, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)로 부여될 수 있다. 나아가 노드 2의 인접 노드의 집합은 {3, 7}이다. 이 경우 인접 매트릭스 생성부(210)는 노드 2에 대응되는 행과 노드 3, 7에 대응되는 열의 조합에 대응되는 색터에 1의 값을 부여할 수 있다. 즉, 노드 2에 대응되는 행의 비트 값은 {0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0}로 부여될 수 있다.

[0033] 이와 같이 인접 매트릭스 생성부(210)는 일 노드에 대응되는 행의 비트 값을 이용하여 도 6과 같이 인접 매트릭스를 생성할 수 있다.

[0034] 분할부(230)는 인접 매트릭스 생성부(210)가 생성한 인접 매트릭스를 하나 이상의 그룹으로 분할하여, 분할된 그룹에 그룹 식별자를 부여하고, 인접 매트릭스에 포함된 노드에 대한 그룹 별 비트 값을 십진 값으로 변환하여 비트 배치 벡터를 생성할 수 있다.

[0035] 보다 구체적으로, 분할부(230)는 인접 매트릭스를 동일한 크기를 갖는 그룹으로 분할할 수 있다. 예를 들어 도 7을 참조하면, 분할부(230)는 인접 매트릭스를 3의 크기를 갖도록 노드 1, 2, 3을 포함하는 그룹, 노드 4, 5, 6을 포함하는 그룹, 노드 7, 8, 9를 포함하는 그룹, 노드 10, 11, 12를 포함하는 그룹으로 분할할 수 있다. 분할부(230)가 인접 매트릭스를 하나 이상의 그룹으로 분할할 때, 그 그룹의 크기는 3으로 한정되지 않고 그 이상 혹은 그 이하일 수도 있다.

[0036] 분할부(230)는 분할된 그룹에 그룹 식별자를 부여할 수 있다. 예를 들어 도 7에서 노드 1, 2, 3을 포함하는 그룹의 그룹 식별자에는 0, 노드 4, 5, 6을 포함하는 그룹의 그룹 식별자에는 1, 노드 7, 8, 9를 포함하는 그룹의 그룹 식별자에는 2, 노드 10, 11, 12를 포함하는 그룹의 그룹 식별자에는 3을 부여할 수 있다.

[0037] 비트 배치 벡터 생성부(250)는 인접 매트릭스에 포함된 노드에 대한 그룹 별 비트 값을 십진 값으로 변환하여 비트 배치 벡터를 생성할 수 있다. 보다 구체적으로, 비트 배치 벡터 생성부(250)는 인접 매트릭스에서 일 노드에 대응되는 행에 포함된 비트 값 중 그룹에 포함된 그룹의 크기와 대응되는 크기를 갖는 이진 값을 십진 값으로

로 변환할 수 있다. 예를 들어 도 7을 참조하면, 비트 배치 벡터 생성부(250)는 노드 1의 그룹 0의 비트 값인 011을 십진 값인 3으로 변환할 수 있으며, 노드 2의 그룹 0의 비트 값인 001을 십진 값인 1로 변환할 수 있다. 이와 같이 비트 배치 벡터 생성부(250)는 각 노드의 비트 값을 십진 값으로 변환한 비트 벡터로 표현할 수 있다. 도 8을 참조하면, 비트 배치 벡터에서 노드 1의 그룹 0의 비트 값이 3이고, 노드 2의 그룹 0의 비트 값이 1으로 표현된 것을 확인할 수 있다.

[0038] 비트 배치 벡터 생성부(250)는 생성된 비트 배치 벡터를 축소하여 표현할 수 있다. 보다 구체적으로 비트 배치 벡터 생성부(250)는 비트 배치 벡터에서 0의 값을 갖는 섹터를 생략할 수 있다. 0의 값을 갖는 섹터는 어떠한 의미조차 포함하고 있지 않기 때문에 생략되어도 비트 배치 벡터가 포함하는 정보는 손실되지 않는다. 이 과정에서, 비트 배치 벡터 생성부(250)는 비트 배치 벡터의 구성을 노드, 그룹 식별자 그리고 값을 포함하도록 수정할 수 있다. 예를 들어 도 8에서, 노드 1에 대한 비트 벡터 중 0 이외의 값을 갖는 그룹 0과 그룹 1의 정보만 추출하여 도 9의 901와 같이 표현할 수 있다.

[0039] 비트 배치 벡터 생성부(250)는, 또 다른 실시 예에 따르면, 일 그룹에 포함된 1의 값을 갖는 섹터의 수를 이용하여 비트 배치 벡터를 더욱 축소하여 표현할 수 있다. 임의의 노드에 대한 임의의 그룹에 포함된 1의 값을 갖는 섹터의 수가 하나일 경우, 비트 배치 벡터 생성부(250)는 그룹의 비트 값과 관계없이 1의 값을 갖는 섹터에 대응되는 노드의 식별 번호를 십진 값으로 하여 임의의 노드에 대응되는 값을 표현할 수 있다. 예를 들어, 도 7의 비트맵 매트릭스에서 노드 2의 비트 값은 그룹 0의 노드 3에 대한 값과 그룹 2의 노드 7에 대한 값만이 1로 표현되어 있다. 즉 그룹 0과 그룹 2에 포함된 1의 값을 갖는 섹터의 수가 각각 하나이기 때문에 노드 2에 대한 비트 배치 벡터는 (3, 7)으로 표현될 수 있다. 이 경우 비트 배치 벡터 생성부(250)는 기존 비트 배치 벡터와의 구분을 위해 벡터의 타입을 더 추가할 수 있다. 비트 배치 벡터 생성부(250)는 십진 값을 이용하여 비트 배치 벡터를 표현하는 경우 타입 1을 부여하고, 그렇지 않은 경우 타입 0을 부여할 수 있다. 예를 들어 도 10을 참조하면, 노드 2에 대한 비트 배치 벡터는 (1, 3, 7)으로 표현되고, 노드 1의 그룹 0은 1의 값을 갖는 섹터를 하나 이상 포함하기 때문에 노드 1에 대한 비트 배치 벡터는 (0, 0, 3)으로 표현될 수 있다.

[0040] 이와 같이 비트 배치 벡터를 더욱 축소함으로써 인해, 비트 배치 벡터의 크기를 보다 축소시킬 수 있다.

[0042] 추출부(300)는 비트 배치 벡터에서 제1 그룹 식별자를 갖는 임의의 제1 및 제2 노드에 대응되는 비트 벡터의 이진 값을 논리곱 연산하여 제1 및 제2 노드의 논리곱 연산 값을 추출하고, 제1 그룹 식별자, 그룹의 크기 및 논리곱 연산 값을 이용하여 제1, 제2 노드의 공통 노드를 식별하고, 제1 및 제2 노드와 상기 공통 노드를 포함하는 삼각형을 추출할 수 있다. 보다 구체적으로 추출부(300)는 연산부(310), 공통 노드 식별부(330) 그리고 삼각형 추출부(350)를 포함할 수 있다.

[0043] 연산부(310)는 제1 그룹 식별자를 갖는 임의의 노드에 대응되는 비트 벡터의 이진 값을 논리곱 연산할 수 있다. 예를 들어, 연산부(310)는 도 9에서 그룹 0의 그룹 식별자를 갖는 노드 1과 노드 2에 대응되는 값인 3과 1을 논리곱 연산할 수 있다. 3의 이진 값은 011이고 1의 이진 값은 001이므로 011과 001을 논리곱 연산하면 001이라는 논리곱 연산 값을 획득할 수 있다. 또 다른 예로, 연산부(310)는 그룹 2의 그룹 식별자를 갖는 노드 2와 노드 3에 대응되는 값인 4와 4를 논리곱 연산할 수 있다. 4의 이진 값은 100이므로 100과 100을 논리곱 연산하면 100이라는 논리곱 연산 값을 획득할 수 있다.

[0044] 공통 노드 식별부(330)는 제1 그룹 식별자, 그룹의 크기 및 논리곱 연산 값을 이용하여 공통 노드를 식별할 수 있다. 보다 구체적으로 공통 노드 식별부(330)는 식 1과 같이 제1 그룹 식별자(X), 그룹의 크기(Y) 그리고 상기 논리곱 연산 값 중 1의 값을 갖는 비트에 해당하는 카운트 값(I)을 이용하여 공통 노드를 식별할 수 있다.

수학식 1

[0045]
$$X = Y \times Z + I$$

[0046] 공통 노드 식별부(330)는 카운트 값으로 비트 값의 가장 좌측의 비트의 카운트 값을 1로 하여 우측 방향으로 순차적으로 카운트 값을 증가시켜 획득할 수 있다. 예를 들어 임의의 비트 값이 010일 때, 카운트 값은 2가 될 수 있다.

[0047] 공통 노드 식별부(330)는 도 9에서 노드 1의 그룹 0과 노드 2의 그룹 0에 대응되는 비트 벡터의 이진 값을 논리곱 연산한 논리곱 연산 값인 001을 통해 카운트 값인 3을 획득할 수 있다. 따라서 공통 노드 식별부(330)는 그

그룹 식별자인 0과 그룹의 크기인 3을 곱한 값에 카운트 값인 3을 더하여 $0 \times 3 + 3 = 3$ 의 값을 얻을 수 있다. 얻어지는 값은 노드 1과 노드 2과 인접한 공통 노드의 식별 번호를 의미한다. 즉, 공통 노드 식별부(330)는 노드 1과 노드 2와 인접한 공통 노드가 노드 3이라고 판단할 수 있다.

[0048] 삼각형 추출부(350)는 제1 및 제2 노드와 공통 노드를 포함하는 삼각형을 추출할 수 있다. 도 9를 참조하여 공통 노드 식별부(330)가 노드 1과 노드 2의 공통 노드가 노드 3임을 식별한 경우, 삼각형 추출부(350)는 노드 1과 노드 2, 그리고 노드 3을 포함하는 삼각형을 추출할 수 있다.

[0050] 이하에서는 도 3을 참조하여 본 발명의 일 실시 예에 의한 삼각형 추출 방법을 설명한다. 삼각형 추출 방법에 관한 설명에서 전술한 삼각형 추출 시스템과 중복되는 세부 실시 예는 생략될 수 있다.

[0051] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 의한 삼각형 추출 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 3을 참조하면, 서버는 그래프에 포함된 하나 이상의 노드 사이의 인접 여부를 이용하여 인접 매트릭스를 생성할 수 있다(S100). 보다 구체적으로, 제3 노드에 대응되는 행과 제4 노드에 대응되는 열의 조합에 대응되는 섹터에 상기 제3 노드와 상기 제4 노드의 인접 여부에 따른 비트 값을 부여할 수 있다. 예를 들어, 노드 3과 노드 7이 인접할 경우, 노드 3과 노드 7에 대응되는 섹터에 1의 값을 부여할 수 있다.

[0052] 인접 매트릭스가 생성되면, 서버는 인접 매트릭스를 하나 이상의 그룹으로 분할하고 그룹 식별자를 부여할 수 있다(S200). 이 때, 그룹의 크기는 임의로 설정할 수 있으며 본 명세서에서는 일 예로 그룹의 크기를 3으로 설정하여 설명한다. 이 때, 노드 1, 2, 3을 포함하는 그룹에 부여되는 그룹 식별자는 0, 노드 4, 5, 6을 포함하는 그룹에 부여되는 그룹 식별자는 1일 수 있다.

[0053] 인접 매트릭스가 그룹으로 분할되면, 서버는 그룹을 이용하여 비트 배치 벡터를 생성할 수 있다(S300). 서버는 임의의 노드의 그룹에 대응되는 비트 값을 십진 값으로 변환하여 비트 배치 벡터를 생성할 수 있다. 예를 들어, 노드 1의 그룹 1의 비트 값인 100을 십진 값인 4로 변환하여 비트 배치 벡터를 생성할 수 있다. 이 때, 노드 1의 그룹 1에 대한 비트 배치 벡터의 값은 4로 표현될 수 있다.

[0054] 비트 배치 벡터가 생성되면, 서버는 비트 배치 벡터에서 0의 값을 갖는 섹터를 생략함으로써 비트 배치 벡터를 축소할 수 있다(S400). 0의 값을 갖는 섹터는 두 노드가 서로 인접 관계에 있지 않다는 것을 의미하기 때문에 삼각형을 추출하는 데 전혀 의미없는 정보를 포함하고 있다. 따라서 이를 생략해도 두 노드의 인접 관계에 대한 정보는 손실되지 않는다. 또한 임의의 노드에 대한 임의의 그룹에 포함된 1의 값을 갖는 섹터가 하나일 경우, 서버는 1의 값을 갖는 섹터에 대응되는 노드에 대한 식별 번호의 십진 값을 이용하여 비트 배치 벡터를 생성함으로써 비트 배치 벡터를 보다 축소할 수 있다. 예를 들어, 도 7에서 노드 2의 그룹 0과 그룹 2에는 1의 값을 갖는 섹터가 각각 하나이기 때문에, 해당 섹터에 대응되는 노드 3과 노드 7을 이용하여 노드 2에 대한 비트 배치 벡터를 (3, 7)으로 표현할 수 있다. 이 경우, 기존 비트 배치 벡터와 그 표현 방법을 구분하기 위해 벡터의 타입을 추가할 수 있다. 따라서 서버는 노드 2에 대한 비트 배치 벡터에 타입을 추가하여 (1, 3, 7)으로 포함할 수 있다. 반면에 일 그룹에 1의 값을 갖는 섹터가 둘 이상일 경우에는 타입의 값에 0을 부여하여, 예를 들어 노드 1에 대한 비트 배치 벡터는 (0, 0, 3)으로 표현할 수 있다.

[0055] 비트 배치 벡터를 축소하면, 서버는 비트 배치 벡터에서 인접 관계에 있는 두 노드의 동일 그룹 식별자에 대한 비트 값을 논리곱 연산할 수 있다(S500). 도 9에서 그룹 식별자 0에 대응되는 노드 1과 노드 2의 비트 값은 3과 1이다. 3은 이진 값으로 011을 의미하고, 1은 이진 값으로 001을 의미하기 때문에 두 비트 값을 논리곱 연산하면 001의 논리곱 연산 값을 획득할 수 있다.

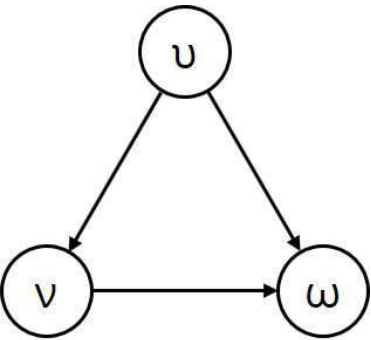
[0056] 서버는 획득한 논리곱 연산 값과 제1 그룹 식별자 그리고 그룹의 크기를 이용하여 공통 노드를 식별할 수 있다(S600). 서버는 인접 관계에 있는 두 노드의 공통되는 그룹 식별자에 그룹의 크기를 곱하고, 논리곱 연산 값에 대한 카운트 값을 더하여 공통 노드를 식별할 수 있다. 카운트 값은 논리곱 연산 값의 가장 좌측의 비트의 카운트 값을 1로 하여 우측 방향으로 순차적으로 카운트 값을 증가시켜 획득할 수 있다.

[0057] 서버는 제1 노드와 제2 노드, 그리고 제1 노드 및 제2 노드로부터 식별된 공통 노드를 이용하여 삼각형을 추출할 수 있다(S700).

[0059] 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 본 발명의 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것뿐이며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

도면

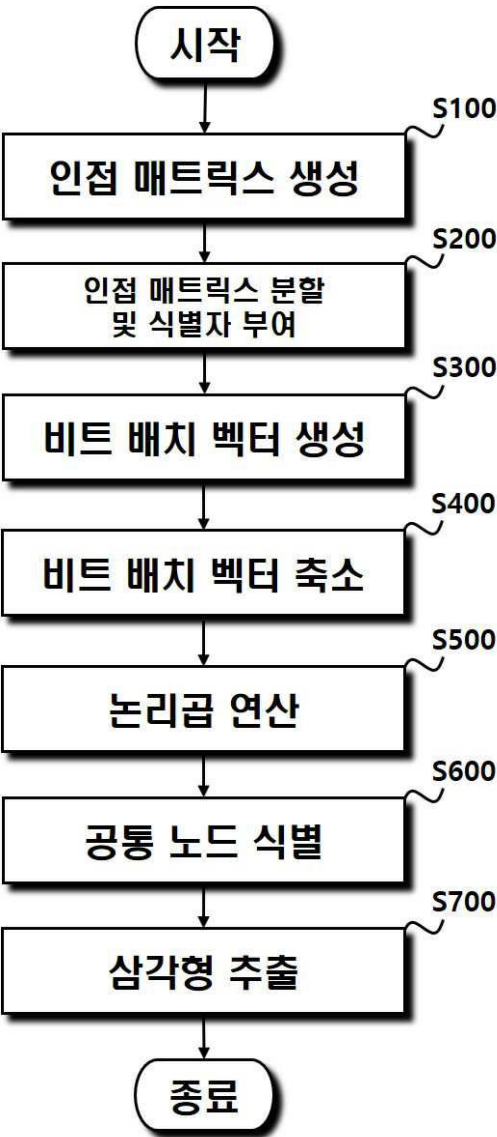
도면1



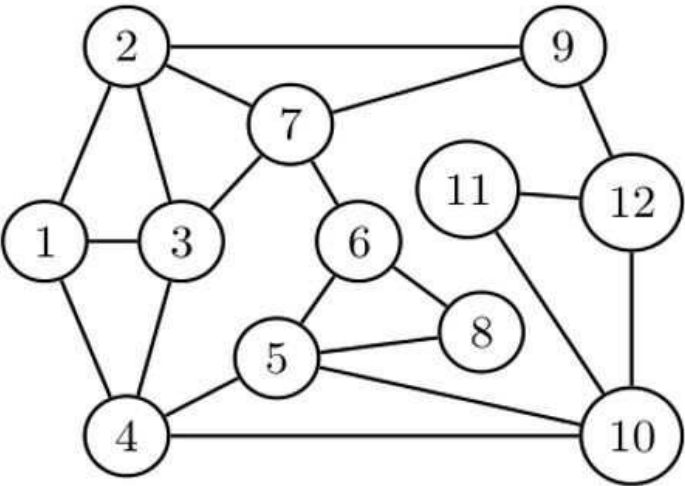
도면2



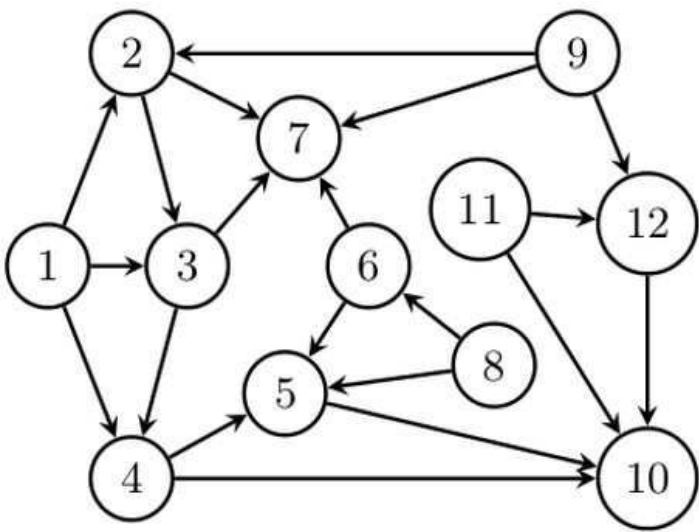
도면3



도면4



도면5



도면6

V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0

도면7

V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0

도면8

V \ BBV				
	0	1	2	3
1	3	4	0	0
2	1	0	4	0
3	0	4	4	0
4	0	2	0	4

도면9

V	BBV	
	ID	Value
1	0	3
	1	4
2	0	1
	2	4
3	1	4
	2	4
4	1	4
	3	4

901

도면10

V	Type	BBV	
		ID	Value
1	0	0	3
		1	4
2	1	3	7
3	1	4	7
4	1	5	10