



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0077985
(43) 공개일자 2023년06월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.) G06F 16/9035 (2019.01) G06F 16/2453 (2019.01) G06F 16/2455 (2019.01) G06F 16/901 (2019.01) (52) CPC특허분류 G06F 16/9035 (2019.01) G06F 16/24547 (2019.01) (21) 출원번호 10-2021-0165278 (22) 출원일자 2021년11월26일 심사청구일자 2021년11월26일	(71) 출원인 포항공과대학교 산학협력단 경상북도 포항시 남구 청암로 77 (지곡동) (72) 발명자 한옥신 경상북도 포항시 남구 청암로 77, 컴퓨터공학과(지곡동, 포항공과대학교) 고진호 경기도 구리시 검배로 132, 301동 701호(토평동, 영풍마드레빌2차아파트) (뒷면에 계속) (74) 대리인 특허법인(유한)아이시스
---	---

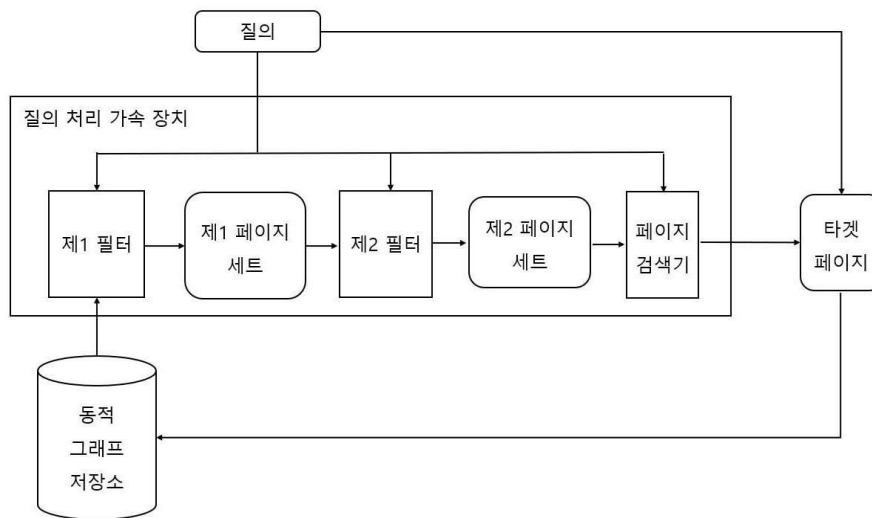
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 **질의 처리 가속 방법 및 장치**

(57) 요약

질의 처리 가속 방법 및 장치가 제공된다. 질의 처리 가속 방법은 질의 처리 가속 장치에서, 특정 질의를 수신하는 단계, 상기 질의 처리 가속 장치에서, 제1 필터를 이용하여 복수의 페이지(Page)들로부터 상기 특정 질의에 대한 제1 페이지 세트를 생성하는 단계, 및 상기 질의 처리 가속 장치에서, 제2 필터를 이용하여 상기 제1 페이지 세트로부터 상기 특정 질의에 대한 제2 페이지 세트를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도



- (52) CPC특허분류
G06F 16/24561 (2019.01)
G06F 16/9024 (2019.01)

이태성

경상북도 포항시 남구 청암로 77, 기숙사 10동 20
6호(지곡동, 포항공과대학교)

- (72) 발명자
홍기재
인천광역시 중구 신도시북로140번길 28(운서동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711134745
과제번호	2021-0-00859-001
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	SW컴퓨팅산업원천기술개발(R&D, 정보화)
연구과제명	초거대 그래프의 지능적 고속 처리를 위한 그래프 DBMS 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	포항공과대학교 산학협력단
연구기간	2021.04.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

질의 처리 가속 방법으로서,

질의 처리 가속 장치에서, 특정 질의를 수신하는 단계;

상기 질의 처리 가속 장치에서, 제1 필터를 이용하여 복수의 페이지(Page)들로부터 상기 특정 질의에 대한 제1 페이지 세트를 생성하는 단계; 및

상기 질의 처리 가속 장치에서, 제2 필터를 이용하여 상기 제1 페이지 세트로부터 상기 특정 질의에 대한 제2 페이지 세트를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는,

질의 처리 가속 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제1 필터는 범위 필터를 포함하는 것을 특징으로 하는,

질의 처리 가속 방법.

청구항 3

제2 항에 있어서, 상기 제1 페이지 세트를 생성하는 단계는,

상기 복수의 페이지들 각각에 저장된 범위 정보에 기초하여, 상기 특정 질의와 관련이 없는 페이지들을 필터링하는 단계를 더 포함하는,

질의 처리 가속 방법.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 복수의 페이지들 각각은 적어도 하나의 정점(vertex)의 식별자(identifier) 값 및 상기 페이지 내 포함된 소스 정점의 식별자 값에 대한 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는,

질의 처리 가속 방법.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 복수의 페이지들 각각에 저장된 상기 범위 정보는, 상기 적어도 하나의 정점의 식별자 값 및 상기 소스 정점들 각각의 식별자 값들 중 최대 값과 최소 값을 포함하는 것을 특징으로 하는,

질의 처리 가속 방법.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 제2 필터는 블룸 필터(bloom filter)를 포함하는 것을 특징으로 하는,

질의 처리 가속 방법.

청구항 7

제6 항에 있어서, 상기 제2 페이지 세트를 생성하는 단계는,

상기 복수의 페이지들 각각에 저장된 블록 정보에 기초하여, 상기 특정 질의와 관련이 없는 페이지들을 필터링하는 단계를 포함하는,

질의 처리 가속 방법.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 블록 정보는 하나 이상의 비트를 포함하는 비트 어레이를 포함하고,

상기 비트 어레이의 값은 해당 페이지에 저장된 모든 정점들 각각의 식별자 값에 하나 이상의 해쉬 함수를 적용하는 것에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는,

질의 처리 가속 방법.

청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 질의 처리 가속 장치에서, 동적 그래프 저장소로부터 상기 복수의 페이지들을 수신하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,

질의 처리 가속 방법.

청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 복수의 페이지들 각각은 그래프 데이터를 포함하고,

상기 그래프 데이터는 정점(vertex) 및 간선(edge)을 포함하되, 상기 간선은 상기 정점 사이의 관계를 지시하는 것을 특징으로 하는,

질의 처리 가속 방법.

청구항 11

제1 항에 있어서,

상기 질의 처리 가속 장치에서, 페이지 검색기를 이용하여 상기 제2 페이지 세트로부터 적어도 하나의 타겟 페이지를 생성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,

질의 처리 가속 방법.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 타겟 페이지에 기초하여, 상기 특정 질의를 처리하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,

질의 처리 가속 방법.

청구항 13

프로세서; 및

상기 프로세서와 결합되어 작동되는 메모리를 포함하는 질의 처리 가속 장치로서, 상기 프로세서는,

특정 질의를 수신하는 단계;

제1 필터를 이용하여 복수의 페이지(Page)들로부터 상기 특정 질의에 대한 제1 페이지 세트를 생성하는 단계;

및

제2 필터를 이용하여 상기 제1 페이지 세트로부터 상기 특정 질의에 대한 제2 페이지 세트를 생성하는 단계를 수행하도록 구성된,

질의 처리 가속 장치.

청구항 14

제13 항에 있어서,

상기 제1 필터는 범위 필터를 포함하는 것을 특징으로 하는,

질의 처리 가속 장치.

청구항 15

제13 항에 있어서,

상기 제2 필터는 블룸 필터(bloom filter)를 포함하는 것을 특징으로 하는,

질의 처리 가속 장치.

청구항 16

제13 항에 있어서, 상기 프로세서는,

상기 질의 처리 가속 장치에서, 동적 그래프 저장소로부터 상기 복수의 페이지들을 수신하는 단계를 더 수행하는 것을 특징으로 하는,

질의 처리 가속 장치.

청구항 17

제14 항에 있어서,

상기 복수의 페이지들 각각은 그래프 데이터를 포함하고,

상기 그래프 데이터는 정점(vertex) 및 간선(edge)을 포함하되, 상기 간선은 상기 정점 사이의 관계를 지시하는 것을 특징으로 하는,

질의 처리 가속 장치.

청구항 18

제13 항에 있어서, 상기 프로세서는,

페이지 검색기를 이용하여 상기 제2 페이지 세트로부터 적어도 하나의 타겟 페이지를 생성하는 단계를 더 수행하는 것을 특징으로 하는,

질의 처리 가속 장치.

청구항 19

제18 항에 있어서, 상기 프로세서는,

상기 적어도 하나의 타겟 페이지에 기초하여, 상기 특정 질의를 처리하는 단계를 더 수행하는 것을 특징으로 하는,

질의 처리 가속 장치.

발명의 설명

기술 분야

이하 설명하는 기술은 질의 처리 가속 방법 및 장치에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 이하 설명하는 기술은

[0001]

페이지 기반 동적 그래프 저장소에서의 필터링을 활용한 그래프 분석 질의 가속화 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 그래프는 컴퓨터 자료 구조를 일컫는 용어로 정점(vertex)과 간선(edge)로 구성된 데이터이다. 정점은 현실 세계의 엔티티(entity)를 나타내며, 정점 사이를 연결하는 간선은 엔티티 사이의 관계를 나타낸다.
- [0003] 현실 세계의 실제 그래프는 그 크기가 매우 거대하다. 또한, 실제 그래프는 시간이 지남에 따라 지속적으로 진화할 수 있다. 따라서, 정적인 그래프를 처리하는 기술 뿐만 아니라, 동적 그래프를 처리하기 저장소가 제시되어 왔다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 그래프 저장소는 페이지 기반의 데이터 저장 방법을 사용하여 그래프 데이터를 저장할 수 있다. 페이지 기반의 데이터 저장 방법은 디스크 내에 있는 데이터에 대한 접근 효율을 높이기 위해 데이터를 페이지 단위로 조직하는 것이다. 따라서, 그래프 데이터베이스에 페이지 기반 데이터 저장 방법을 활용하는 경우, 효과적으로 디스크 내의 데이터를 처리할 수 있다.
- [0005] 한편, 페이지 기반의 그래프 저장소에 대해 질의를 처리하는 경우, 불필요한 페이지에 접근하는 경우가 발생한다. 이와 같이, 불필요한 페이지에 대해 접근하는 경우, 질의 처리가 지연된다는 문제가 발생할 수 있다.
- [0006] 따라서, 불필요한 페이지에 대한 접근을 감소시키기 위한 질의 처리 가속 방법 및 장치에 대한 연구가 필요하다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명의 일 양태에 따른 질의 처리 가속 방법은 질의 처리 가속 장치에서, 특정 질의를 수신하는 단계, 상기 질의 처리 가속 장치에서, 제1 필터를 이용하여 복수의 페이지(Page)들로부터 상기 특정 질의에 대한 제1 페이지 집합을 생성하는 단계, 및 상기 질의 처리 가속 장치에서, 제2 필터를 이용하여 상기 제1 페이지 집합으로부터 상기 특정 질의에 대한 제2 페이지 집합을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0008] 본 발명의 일 양태에 따른 질의 처리 가속 방법에서 상기 제1 필터는 범위 필터를 포함할 수 있다. 상기 제1 페이지 집합을 생성하는 단계는 상기 복수의 페이지들 각각에 저장된 범위 정보에 기초하여, 상기 특정 질의와 관련이 없는 페이지들을 필터링하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 복수의 페이지들 각각은 적어도 하나의 정점(vertex)의 식별자(identifier) 값 및 상기 페이지 내 포함된 소스 정점들의 식별자 값에 대한 정보를 포함할 수 있다. 상기 복수의 페이지들 각각에 저장된 상기 범위 정보는, 상기 적어도 하나의 정점의 식별자 값 및 상기 소스 정점들 각각의 식별자 값들 중 최대 값과 최소 값을 포함할 수 있다.
- [0009] 본 발명의 일 양태에 따른 질의 처리 가속 방법에서 상기 제2 필터는 블룸 필터(bloom filter)를 포함할 수 있다. 상기 제2 페이지 집합을 생성하는 단계는 상기 복수의 페이지들 각각에 저장된 블룸 정보에 기초하여, 상기 특정 질의와 관련이 없는 페이지들을 필터링하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 블룸 정보는 하나 이상의 비트를 포함하는 비트 어레이를 포함하고, 상기 비트 어레이의 값은 해당 페이지에 저장된 모든 정점들 각각의 식별자 값에 하나 이상의 해쉬 함수를 적용하는 것에 의해 결정될 수 있다.
- [0010] 본 발명의 일 양태에 따른 질의 처리 가속 방법에서 상기 질의 처리 가속 장치는 동적 그래프 저장소로부터 상기 복수의 페이지들을 수신할 수 있다. 상기 복수의 페이지들 각각은 그래프 데이터를 포함하고, 상기 그래프 데이터는 정점(vertex) 및 간선(edge)을 포함하고, 상기 간선은 상기 정점들 사이의 관계를 지시할 수 있다.
- [0011] 본 발명의 일 양태에 따른 상기 질의 처리 가속 방법은 상기 질의 처리 가속 장치에서, 페이지 검색기를 이용하여 상기 제2 페이지 집합으로부터 적어도 하나의 타겟 페이지를 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 질의 처리 가속 방법은 상기 적어도 하나의 타겟 페이지에 기초하여, 상기 특정 질의를 처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일 양태에 따른 질의 처리 가속 장치는 프로세서 및 상기 프로세서와 결합되어 작동되는 메모리를 포함할 수 있다. 상기 프로세서는 특정 질의를 수신하는 단계, 제1 필터를 이용하여 복수의 페이지(Page)들로부터 상기 특정 질의에 대한 제1 페이지 집합을 생성하는 단계, 및 제2 필터를 이용하여 상기 제1 페이지 집합으로

부터 상기 특정 질의에 대한 제2 페이지 세트를 생성하는 단계를 수행하도록 구성될 수 있다.

발명의 효과

- [0013] 이하에서 설명하는 기술은 그래프 기반 데이터베이스에 요구되는 질의 처리 속도를 효율적으로 향상시킬 수 있다.
- [0014] 예를 들어, 본 발명에 따른 질의 처리 가속 방법 및 장치는 페이지 기반 동적 그래프에서의 필터링을 활용하여 질의 처리 속도를 향상시킬 수 있다.
- [0015] 예를 들어, 본 발명에 따른 질의 처리 가속 방법 및 장치는 델타 기반의 동적 그래프 저장소에서 페이지별 맞춤형 필터링 방식을 사용함으로써 읽기 질의에 대한 처리 속도를 향상시킬 수 있다.
- [0016] 예를 들어, 본 발명에 따른 질의 처리 가속 방법 및 장치는 범위 필터 및 블룸 필터를 사용하여, 불필요한 페이지에 대한 접근을 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명에 따른 질의 처리 가속 장치를 설명하기 위한 개념도이다.
- 도 2는 동적 그래프 저장소에 저장되는 페이지 데이터를 설명하기 위한 예시를 나타낸다.
- 도 3은 동적 그래프 저장소에서 사용되는 슬롯 페이지 구조를 설명하기 위한 예시를 나타낸다.
- 도 4는 블룸 필터를 설명하기 위한 예시를 나타낸다.
- 도 5는 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 질의 처리 가속 방법의 효과를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 질의 처리 가속 방법에 대한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하 설명하는 기술은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 이하 설명하는 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 이하 설명하는 기술의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0019] 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/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0020] 본 명세서에서 사용되는 용어에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 해석되지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함한다" 등의 용어는 설명된 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.
- [0021] 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.
- [0022] 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.
- [0023] 이하에서, 본 발명의 몇몇 실시예에 의해 구현될 수 있는 그래프 저장소에 대해 설명한다.

- [0024] 그래프는 컴퓨터 자료 구조를 일컫는 용어로 정점(vertex)과 간선(edge)로 구성된 데이터이다. 정점은 현실 세계의 엔티티(entity)를 나타내며, 정점 사이를 연결하는 간선은 엔티티 사이의 관계를 나타낸다.
- [0025] 본 발명에 따른 그래프 저장소는 페이지 기반의 데이터 저장 방법을 사용할 수 있다. 페이지 기반 데이터 저장 방법은, 디스크 내에 있는 데이터에 대한 접근 효율을 높이기 위해, 데이터를 페이지 단위로 조직할 수 있다. 페이지 기반의 데이터 저장 방법(예를 들어, 슬롯 페이지 기법)은 관계형 데이터베이스에 적용될 수 있다. 예를 들어, 페이지 기반의 데이터 저장 방법은 그래프 데이터에 대해서도 적용될 수 있다. 즉, 그래프 저장소(예를 들어, 그래프 데이터베이스)는 슬롯-페이지 기법을 활용하여 효과적으로 디스크 내의 데이터를 처리할 수 있다.
- [0026] 한편, 페이지 기반의 그래프 저장소에 대해 질의를 처리하는 경우, 불필요한 페이지에 접근하는 경우가 발생할 수 있다. 이와 같이, 불필요한 페이지에 대해 접근하는 경우, 질의 처리가 지연된다는 문제가 발생할 수 있다.
- [0027] 현실 세계의 실제 그래프는 그 크기가 매우 거대하다. 또한, 실제 그래프는 시간이 지남에 따라 지속적으로 진화할 수 있다. 따라서, 그래프 저장소는 정적인 그래프를 처리하는 기술 뿐만 아니라, 동적 그래프를 처리하기 위한 기술을 포함할 수 있다. 예를 들어, 그래프 저장소는 거대한 그래프가 동적으로 변경되는 상황에서 디스크 기반으로 그래프 데이터를 저장 및 관리할 수 있다.
- [0028] 본 발명에 따른 그래프 저장소는, 거대 동적 그래프를 처리하는 응용(application)과 관련하여, 그래프 데이터 업데이트를 처리할 수 있다. 예를 들어, 본 발명에 따른 동적 그래프 저장소는 델타(Delta) 기반의 동적 그래프 저장 방식을 활용할 수 있다. 델타 기반의 동적 그래프 저장소는 업데이트된 데이터를 메인 그래프 자료구조에 반영하지 않고, 그래프 상에서 변화된 부분(즉, 델타)만을 별도로 저장할 수 있다. 이러한 델타 기반의 동적 그래프 저장 방식에서, 메인 그래프 자료구조를 구성하는 페이지들과 업데이트 정보를 저장하고 있는 페이지들 내의 데이터 특성이 다를 수 있다. 이 경우, 불필요한 페이지에 대한 접근이 발생하여, 질의 처리가 지연된다는 문제가 발생할 수 있다.
- [0029] 이와 같이, 불필요한 페이지에 대한 접근을 감소시키기 위한 질의 처리 가속 방법 및 장치에 대한 연구가 필요하다.
- [0030] 이하에서는, 본 발명에 따른 질의 처리 가속 방법 및 장치에 대해 설명한다.
- [0031] 본 발명에 따른 질의 처리 가속 방법은 페이지 기반 동적 그래프에서의 필터링을 활용하여 질의 처리를 가속화시킬 수 있다. 구체적으로, 본 발명에 따른 질의 처리 가속 방법은 델타 기반의 동적 그래프 저장소에서 페이지별 맞춤형 필터링 방식을 사용함으로써 읽기 질의를 가속화시킬 수 있다.
- [0032] 다시 말하면, 본 발명에 따른 그래프 분석 질의를 가속화시키는 방법 및 장치는 필터링 기법을 활용하여, 메모리가 제한된 컴퓨터 환경에서 시간이 지남에 따라 동적으로 변경되는 거대 그래프를 지원할 수 있다.
- [0033] 본 발명에 따른 질의 처리 가속 방법 및 장치에 따르면, 메인 그래프 자료 구조를 구성하는 페이지들에 대한 불필요한 접근 제거할 수 있고, 또한, 델타를 구성하는 페이지들에 대한 불필요한 접근 제거할 수 있다.
- [0034] 도 1은 본 발명에 따른 질의 처리 가속 장치를 설명하기 위한 개념도이다.
- [0035] 도 1을 참조하면, 질의 처리 가속 장치는 제1 필터, 제2 필터, 및/또는 페이지 검색기를 포함할 수 있다.
- [0036] 질의 처리 가속 장치는 질의(Query)를 수신할 수 있다. 질의 처리 가속 장치가 질의를 수신한 경우, 질의 처리 가속 장치는 동적 그래프 저장소에 저장된 복수의 페이지들 중 적어도 하나의 타겟 페이지를 결정할 수 있다.
- [0037] 구체적으로, 질의 처리 가속 장치는 동적 그래프 저장소에 포함된 복수의 페이지들에 대해 제1 필터를 적용할 수 있다. 질의 처리 가속 장치는 동적 그래프 저장소에 포함된 복수의 페이지들에 대해 제1 필터를 적용하여, 입력된 질의에 대한 제1 페이지 세트를 결정할 수 있다. 즉, 제1 페이지 세트는 동적 그래프 저장소에 포함된 복수의 페이지들 중 제1 필터를 통과한 페이지들을 포함할 수 있다.
- [0038] 질의 처리 가속 장치는 제1 페이지 세트에 포함된 페이지들에 대해 제2 필터를 적용할 수 있다. 질의 처리 가속 장치는 제1 페이지 세트에 포함된 페이지들에 대해 제1 필터를 적용하여, 입력된 질의에 대한 제2 페이지 세트를 결정할 수 있다. 즉, 제2 페이지 세트는 제1 페이지 세트에 포함된 페이지들 중 제2 필터를 통과한 페이지들을 포함할 수 있다.

- [0039] 페이지 검색기는 제2 페이지 세트에 포함된 페이지들 중 입력된 질의와 관련된 타겟 페이지를 검색할 수 있다. 예를 들어, 페이지 검색기는 제2 페이지 세트에 포함된 모든 페이지들에 접근하여, 해당 페이지가 입력된 질의와 관련이 있는지 여부를 결정할 수 있다.
- [0040] 도 1은 본 발명에 따른 질의 처리 가속 장치가 페이지 검색기를 포함하는 것으로 도시되었으나, 본 발명은 이에 제한되지 않는다. 예를 들어, 본 발명에 따른 질의 처리 가속 장치는 페이지 검색기를 포함하지 않을 수 있다. 예를 들어, 제1 필터 및 제2 필터를 통과한 제2 페이지 세트는 모두 타겟 페이지로 인정될 수 있다.
- [0041] 다른 예로, 페이지 검색기는 질의 처리 가속 장치 외부에 포함될 수 있다. 즉, 페이지 검색기는 별도의 모듈, 또는 다른 모듈의 일부 기능으로 구현되어, 질의 처리 가속 장치를 통과한 제2 페이지 세트 중에서 하나 이상의 타겟 페이지를 결정할 수 있다.
- [0042] 질의 처리 가속 장치에 의해 결정된 적어도 하나의 타겟 페이지에 대해, 질의가 처리될 수 있다. 일 예로, 타겟 페이지에 저장된 정보가 출력될 수 있다. 다른 예로, 타겟 페이지에 저장된 정보가 수정되거나, 새로운 정보가 입력될 수 있다.
- [0043] 예를 들어, 타겟 페이지에 대한 정보가 업데이트된 경우, 업데이트 정보는 다시 동적 그래프 저장소에 저장될 수 있다. 업데이트 정보는 메인 그래프 자료 구조에 대한 델타 정보일 수 있다. 업데이트 정보는 델타를 구성하는 페이지에 저장될 수 있다.
- [0044] 예를 들어, 타겟 페이지에 대한 정보가 업데이트되지 않은 경우(즉, 읽기 작업만이 수행된 경우)에는, 업데이트 정보가 다시 동적 그래프 저장소에 저장될 필요가 없을 수 있다. 다만, 이러한 경우에도, 해당 정보가 출력되었다는 로그는 동적 그래프 저장소에 저장될 수 있다.
- [0045] 이하에서, 도 1의 동적 그래프 저장소에 대해 보다 자세히 설명한다.
- [0046] 도 2는 동적 그래프 저장소에 저장되는 페이지 데이터를 설명하기 위한 예시를 나타낸다.
- [0047] 동적 그래프 저장소는 그래프 데이터를 포함할 수 있다.
- [0048] 그래프란 객체 및 객체들 간의 관계를 표현하는 데이터 표현형이다. 그래프 상에서의 객체는 정점, 객체들 간의 관계는 간선으로 표현될 수 있다. 정점 및 간선은 수치화 된 식별자(identifier) 값(즉, 아이디(ID))으로 표현될 수 있다. 예를 들어, 그래프상의 정점 및 간선은 발생한 순서대로 번호가 매겨질 수 있다. 예를 들어, 그래프 상의 정점 및 간선은 각각 고유한 식별자 값을 가질 수 있다.
- [0049] 도 2를 참조하면, 그래프 데이터는 객체를 나타내는 3개의 정점을 포함할 수 있다. 각각의 정점은 아이디(ID)를 포함할 수 있다. 또한, 각각의 정점은 객체의 특징(이름(Name), 나이(Age), 타입(Type) 등)을 포함할 수 있다.
- [0050] 또한, 그래프 데이터는 객체들 사이의 관계를 나타내는 6개의 간선을 포함할 수 있다. 각각의 간선은 아이디(ID)를 포함할 수 있다. 또한, 각각의 간선은 객체들 사이의 관계를 나타내는 특징(라벨(label), 날짜 정보(Since), 등)을 포함할 수 있다.
- [0051] 소셜 네트워크 상에서의 관계, 웹 페이지들 간의 관계, 도로 네트워크 등 다양한 데이터를 그래프로 표현할 수 있다. 수십~수백 개의 간선을 가진 작은 그래프부터 수천만~수조 개의 간선을 가진 거대한 그래프까지 다양한 크기의 그래프가 존재하며, 거대한 그래프의 경우 인-메모리에 모두 저장하고 처리하는 것은 불가능하기 때문에 디스크 기반으로 이를 표현하고 저장하며 처리할 수 있어야 한다.
- [0052] 동적 그래프는 시간에 따라 변화될 수 있다. 예를 들어, 소셜 네트워크 상에서 새로운 친구 관계가 생길 수 있으며 웹 페이지들 간에 새로운 링크가 추가될 수 있다. 이러한 그래프 데이터를 저장하기 위해, 동적 그래프 저장소가 필요할 수 있다.
- [0053] 동적 그래프를 저장하기 위하여 기존의 전체 그래프 자료구조에 업데이트를 (즉, 간선의 추가 혹은 삭제) 직접 반영할 수 있다. 하지만, 이는 전체 그래프에 비해 업데이트의 크기가 상대적으로 매우 작은 경우에도, 많은 비용이 발생한다는 문제가 있다. 따라서, 본 발명에 따른, 동적 그래프 저장소는 그래프 상에서 변화된 부분만 별도로 저장하는 델타 기반의 동적 그래프 저장 방식을 사용할 수 있다.
- [0054] 본 발명에 따른, 동적 그래프 저장소는 슬롯 페이지 구조(slotted page structure)를 활용하여 그래프 데이터를 저장할 수 있다.

- [0055] 도 3은 동적 그래프 저장소에서 사용되는 슬롯 페이지 구조를 설명하기 위한 예시를 나타낸다.
- [0056] 도 3을 참조하면 각 페이지(page)는 연속적으로 저장되어 있는 레코드(record) 및 그것들의 슬롯(slot)을 포함할 수 있다. 여기서 각 레코드는 정점의 인접 리스트, 즉 정점과 연결되어 있는 이웃 정점들의 리스트를 저장할 수 있다. 각 슬롯은 정점의 식별자 및 페이지 내 인접 리스트의 시작 오프셋 값 정보를 가질 수 있다.
- [0057] 각 레코드는 페이지의 시작 부분부터 정방향으로 저장이 되며, 슬롯은 페이지의 끝 부분부터 역방향으로 저장될 수 있다.
- [0058] 다시 도 1을 참조하면, 본 발명의 질의 처리 가속 장치는 제1 필터로서 범위 필터를 사용할 수 있다. 다시 말하면, 질의 처리 가속 장치의 제1 필터는 범위 필터를 포함할 수 있다.
- [0059] 동적 그래프 저장소에 포함된 페이지들 각각은 범위 필터 관련 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 범위 필터 관련 정보는 각각의 페이지에 저장된 인접 리스트들의 소스 정점 식별자(즉, 정점 아이디) 값 중 가장 작은 값과 가장 큰 값을 포함할 수 있다. 즉, 동적 그래프 저장소의 각각에 페이지에 포함된 범위 필터 관련 정보를 이용하여, 범위 필터가 적용될 수 있다.
- [0060] 예를 들어, 본 발명에 따른 질의 처리 가속 장치는 동적 그래프 저장소에 포함된 각각의 페이지들에 대해 범위 필터 관련 정보를 생성하고, 생성된 범위 필터 관련 정보를 각각의 페이지에 저장할 수 있다.
- [0061] 다른 예로, 질의 처리 가속 장치 외부에 존재하는 범위 필터 정보 생성기에서, 동적 그래프 저장소에 포함된 각각의 페이지들에 대해 범위 필터 관련 정보를 생성하고, 생성된 범위 필터 관련 정보를 각각의 페이지에 대해 저장할 수 있다.
- [0062] 질의 처리 가속 장치는 처리하고자 하는 하나 이상의 정점들이 주어졌을 때, 하나 이상의 정점들의 정점 아이디를 확인하고, 범위 필터를 이용하여 해당 정점 아이디가 포함될 수 없는 페이지들을 필터링하여, 접근할 필요가 없는 페이지들을 배제시킬 수 있다.
- [0063] 다시 말하면, 질의 처리 가속 장치는 동적 데이터 저장소에 저장된 복수의 페이지들 각각의 범위 필터 관련 정보를 확인하고, 입력된 질의와 관련된 정점 아이디가 포함될 수 있는 페이지들만을 포함하는 제1 페이지 세트를 생성할 수 있다.
- [0064] 다시 말하면, 제1 페이지 세트는 질의와 관련된 정점들이 포함될 수 있는 범위를 갖는 페이지들을 모두 포함할 수 있다. 즉, 제1 페이지 세트는 질의와 관련된 정점들을 포함하는 페이지들 및 질의와 관련된 정점들을 포함하지 않는 페이지들을 포함할 수 있다. 즉, 실제로 페이지 내에 특정 소스 정점의 인접 리스트가 존재하지 않는 페이지를 포함하는, 거짓 양성 오류가 발생될 수 있다.
- [0065] 다시 도 1을 참조하면, 본 발명의 질의 처리 가속 장치는 제2 필터로서 블룸(Bloom) 필터를 사용할 수 있다. 다시 말하면, 질의 처리 가속 장치의 제2 필터는 블룸 필터를 포함할 수 있다.
- [0066] 도 4는 블룸 필터를 설명하기 위한 예시를 나타낸다.
- [0067] 블룸 필터는 원소들의 집합에 대하여, 해당 집합이 특정 원소를 포함하는지 여부를 알기 위해 사용될 수 있다.
- [0068] 블룸 필터는, 집합 구성원 질의(set membership query)(즉, 원소가 집합의 구성원인지 여부에 대한 질의)를 지원하기 위해, 원본 집합을 보다 간결한 형식의 데이터 구조로 저장하여 사용할 수 있다. 즉, 블룸 필터는 공간 효율적인 확률 데이터 구조일 수 있다.
- [0069] 다시 도 4를 참조하면, 블룸 필터는 $S=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 집합의 원소를 저장하기 위한 길이 m 의 비트 어레이(bit array)를 포함할 수 있다.
- [0070] 초기 상태에서, 필터(즉, m 비트 어레이)의 모든 비트는 0으로 설정될 수 있다. 다시 말하면, 필터는 모두 0으로 설정되어, 집합이 비어 있음을 의미할 수 있다.
- [0071] 삽입 단계에서 원소가 추가되는 경우, 각각의 원소(즉, x_i)에 대해 k 개의 독립적인 해시 함수(즉, $h_j(x_i)$)를 사용하여 필터의 위치(즉, $BF[h_j(x_i)]$)를 출력하고, 출력된 필터의 위치에 해당하는 비트의 값을 1(즉, $BF[h_j(x_i)]=1$)로 설정할 수 있다. 따라서, 각각의 원소는 필터(즉, m 비트 어레이)에 k 비트를 1로 설정할 수 있다.
- [0072] 예를 들어, 원소 x_1 에 대해, $BF[0]$, $BF[3]$, 및 $BF[6]$ 를 1로 설정할 수 있고, 원소 x_2 에 대해, $BF[3]$, $BF[5]$,

및 BF[9]를 1로 설정할 수 있고, 원소 x3에 대해, BF[5], BF[8], 및 BF[11]를 1로 설정할 수 있다.

- [0073] 질의(query)가 수행되면 질의된 원소가 k 개의 해시 함수를 통해 전달될 수 있다. 즉, 질의된 원소(즉, x')에 대해 k개의 독립적인 해시 함수(즉, $h_j(x')$)가 적용되어, k개의 필터의 위치(즉, BF[$h_j(x')$])를 출력할 수 있다. 출력된 필터의 위치에 해당하는 k개의 비트의 값들 중 적어도 하나가 0인 경우, 질의된 원소(즉, x')는 집합에 없는 것으로 확정될 수 있다.
- [0074] 한편, k개의 비트 모두가 1인 경우, 질의된 원소(즉, x') 집합에 포함될 확률이 있을 수 있다. 즉, 블룸 필터는 질의된 원소가 해당 집합에 포함되는지 여부를 확률적으로 알려줄 수 있다. 블룸 필터가 확률적인 이유는, 질의(즉, 질의된 원소)가 둘 이상의 저장된 원소(예를 들어, x1 및 x2)에 의해 설정된 비트의 위치(예를 들어, BF[3])에 대해 확인할 수 있기 때문이다.
- [0075] x1이 질의된 경우, x1에 대응하는 위치(즉, k개의 독립적인 해시 함수를 적용하여 출력된 위치)의 필터 값은 각각 BF[0]=1, BF[3]=1, 및 BF[6]=1일 수 있다. 즉, 필터의 값들이 모두 1이므로, 질의된 원소 x1는 집합 S에 포함될 확률이 있다는 것을 알 수 있다. 실제로 집합 S가 질의된 원소 x1을 포함하기 때문에, 이 결과는 참 양성(True Positive)으로 볼 수 있다.
- [0076] x4가 질의된 경우, x4에 대응하는 위치(즉, k개의 독립적인 해시 함수를 적용하여 출력된 위치)의 필터 값은 각각 BF[4]=0, BF[5]=1, 및 BF[9]=1일 수 있다. 즉, 필터의 값들 중 BF[4]의 값이 0이므로, 질의된 원소 x4는 집합 S에 포함되지 않는다는 것을 확정할 수 있다. 실제로 집합 S가 질의된 원소 x4를 포함하지 않기 때문에, 이 결과는 참 음성(True Negative)으로 볼 수 있다.
- [0077] x5가 질의된 경우, x5에 대응하는 위치(즉, k개의 독립적인 해시 함수를 적용하여 출력된 위치)의 필터 값은 각각 BF[6]=1, BF[8]=1, 및 BF[11]=1일 수 있다. 즉, 필터의 값들이 모두 1이므로, 질의된 원소 x5는 집합 S에 포함될 확률이 있다는 것을 알 수 있다. 그러나, 집합 S가 질의된 원소 x5를 포함하지 않기 때문에, 이 결과는 거짓 양성(False Positive)으로 볼 수 있다.
- [0078] 즉, 블룸 필터에 의해서는 참 양성, 참 음성, 및 거짓 양성의 결과를 얻을 수 있다. 이때, 블룸 필터에 의해서 도출된 결과는 거짓 음성을 포함하지 않을 수 있다. 따라서, 블룸 필터는 확률적인 필터인 것으로 볼 수 있다.
- [0079] 다시 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 질의 처리 가속 장치는 페이지 내 저장된 인접 리스트들의 소스 정점 식별자(즉, 소스 정점 아이디) 값들을 블룸 필터에 삽입하여, 각 페이지 별로 블룸 필터를 적용할 수 있다.
- [0080] 즉, 동적 그래프 저장소에 포함된 페이지들 각각은 블룸 필터 관련 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 본 발명에 따른 질의 처리 가속 장치는 동적 그래프 저장소에 포함된 각각의 페이지들에 대해 블룸 필터 관련 정보를 생성하고, 생성된 블룸 필터 관련 정보를 각각의 페이지에 저장할 수 있다. 다른 예로, 질의 처리 가속 장치 외부에 존재하는 블룸 필터 정보 생성기에서, 동적 그래프 저장소에 포함된 각각의 페이지들에 대해 블룸 필터 관련 정보를 생성하고, 생성된 블룸 필터 관련 정보를 각각의 페이지에 대해 저장할 수 있다.
- [0081] 질의 처리 가속 장치는 블룸 필터를 이용하여 제1 페이지 세트 중 접근할 필요가 없는 페이지들을 필터링하여, 제2 페이지 세트를 생성할 수 있다. 이 경우, 제2 페이지 세트는, 블룸 필터의 자체적인 특성에 따라, 거짓 양성 오류를 포함할 수 있다.
- [0082] 이하에서, 두 필터링 기법(즉, 범위 필터 및 블룸 필터)를 공간 사용량, 필터링 성능의 측면에서 비교한다.
- [0083] 범위 필터의 경우, 한 페이지 당 고정적으로 16B의 추가 공간이 필요할 수 있다. 이는, 페이지 하나의 크기를 8KB 라고 하였을 때 대략 0.2% 정도의 작은 비중을 차지한다.
- [0084] 블룸 필터의 경우, 10%의 거짓 양성 오류율을 달성하기 위해서는 대략적으로 한 페이지 당 1279B의 추가 공간이 필요할 수 있다. 예를 들어, 한 페이지 당 약 341 개의 인접 리스트들이 들어갈 수 있는 경우, 블룸 필터는 페이지 하나의 크기 중 대략 15.6%의 비중을 차지할 수 있다.
- [0085] 필터링 성능과 관련하여, 거짓 양성 오류율 값을 이용하여 비교할 수 있다.
- [0086] 블룸 필터의 경우, 페이지 당 15.6%의 추가 공간을 소모하여 10%의 고정된 거짓 양성 오류율을 가질 수 있다.
- [0087] 한편, 범위 필터의 경우 페이지 마다 $(1 - (\text{실제 저장된 소스 정점의 개수} / \text{범위 내 존재하는 소스 정점의 개수}))$ 의 거짓 양성 오류율을 가질 수 있다. 예를 들어, 하나의 페이지에 정점 식별자 1, 10의 인접 리스트가

저장되어 있는 경우, 필터는 (1, 10) 이며 거짓 양성 오류율은 $(1 - (2 / 10)) = 80\%$ 일 수 있다. 동적 그래프 저장소에서 한 페이지에 저장되는 소스 정점 식별자의 범위가 매우 큰 경우에는, 범위 필터의 효율이 낮을 수 있다.

- [0088] 도 5는 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 질의 처리 가속 방법의 효과를 설명하기 위한 도면이다.
- [0089] 보다 구체적으로, 도 5는 본 발명의 질의 처리 가속 방법에서 사용되는 필터링 기법의 성능을 평가하기 위한 도면이다. 도 5는 필터링 기법의 성능을 평가하기 위해, 그래프 분석 질의 중 하나인 단일-출발 최단 경로 질의를 트위터 소셜 네트워크 데이터 상에서 수행한 결과를 나타낸다.
- [0090] 도 5의 실험 결과는 델타 그래프 저장소를 가진 시스템 상에서 총 10개의 스냅샷에 대해 단일-출발 최단 경로 질의를 수행한 결과를 나타낸다.
- [0091] 도 5는 범위 필터만 적용한 경우 및 범위 필터 및 블룸 필터를 모두 적용한 경우에 대하여 델타 그래프 저장소 상에 존재하는 페이지에 대한 접근 횟수를 비교한 결과를 나타낸다.
- [0092] 도 5를 참조하면, 범위 필터만 적용한 경우에 비해 블룸 필터까지 적용한 경우 페이지 접근 횟수가 최소 35.1%에서 71.8% 까지 감소한 것을 볼 수 있다.
- [0093] 또한, 도 5에서, 더 최신의 스냅샷을 처리할수록, 페이지 접근 횟수 감소 비중이 커지는 경향이 있는 것을 알 수 있다. 이는, 델타 그래프 저장소에 저장되는 페이지 수에 비례하여, 범위 필터로 제대로 걸러내지 못하는 페이지(즉, 거짓 양성 페이지)의 수가 늘어나기 때문이다.
- [0094] 본 발명에 따른 질의 처리 가속 장치 및 방법은 범위 필터 및 블룸 필터를 활용하여 디스크 상에 저장된 슬롯 페이지에 불필요한 접근을 줄이고, 이에 따라 디스크 입출력 비용을 감소시켜 그래프 분석 질의의 처리 성능을 향상시키고, 질의 처리 속도를 가속화 시킬 수 있다.
- [0095] 본 발명에 따른 질의 처리 가속 장치 및 방법은 현실 그래프 중 하나인 트위터 소셜 네트워크 데이터에서 단일-출발 최단 경로 그래프 분석 질의의 성능을 향상시키고, 질의 처리 속도를 가속화 시킬 수 있다.
- [0096] 도 6은 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 질의 처리 가속 방법에 대한 흐름도이다. 예를 들어, 도 6의 질의 처리 가속 방법은 위의 도 1에 개시된 질의 처리 가속 장치에 의해 수행될 수 있다.
- [0097] 도 6을 참조하면, 단계 S601에서, 질의 처리 가속 장치는 특정 질의를 수신할 수 있다.
- [0098] 예를 들어, 상기 특정 질의(Query)는 특정 정점(vertex)과 관련될 수 있다. 예를 들어, 상기 특정 질의는 특정 정점 또는 특정 정점과 관련된 간선과 관련된 정보를 읽기, 쓰기, 또는 삭제하기 위한 작업 요청일 수 있다.
- [0099] 단계 S602에서, 질의 처리 가속 장치는 제1 필터를 이용하여 복수의 페이지(Page)들로부터 상기 특정 질의에 대한 제1 페이지 세트를 생성할 수 있다.
- [0100] 예를 들어, 상기 질의 처리 가속 장치는 동적 그래프 저장소로부터 상기 복수의 페이지들을 수신할 수 있다. 상기 복수의 페이지들 각각은 그래프 데이터를 포함할 수 있다. 상기 그래프 데이터는 정점(vertex) 및 간선(edge)을 포함할 수 있다. 상기 간선은 상기 정점들 사이의 관계를 지시할 수 있다.
- [0101] 예를 들어, 상기 제1 필터는 범위 필터를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 페이지 세트를 생성하는 단계는, 상기 복수의 페이지들 각각에 저장된 범위 정보에 기초하여, 상기 특정 질의와 관련이 없는 페이지들을 필터링할 수 있다.
- [0102] 구체적으로, 상기 복수의 페이지들 각각은 적어도 하나의 정점의 식별자(identifier) 값 및 상기 페이지 내 포함된 소스 정점들의 식별자 값에 대한 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 복수의 페이지들 각각에 저장된 상기 범위 정보는, 상기 적어도 하나의 정점의 식별자 값 및 상기 소스 정점들 각각의 식별자 값들 중 최대 값과 최소 값을 포함할 수 있다.
- [0103] 즉, 제1 필터는 상기 특정 질의와 관련된 정점의 식별자 값이 상기 범위 정보에 포함된 최대 값 및 최소 값 사이에 포함되는지 여부를 결정할 수 있다. 상기 특정 질의와 관련된 정점의 식별자 값이 상기 범위 정보에 포함된 최대 값과 최소 값 사이에 포함되지 않는 경우, 해당 페이지를 필터링하여 제1 페이지 세트에 포함시키지 않을 수 있다. 상기 특정 질의와 관련된 정점의 식별자 값이 상기 범위 정보에 포함된 최대 값과 최소 값 사이에 포함되는 경우, 해당 페이지를 제1 페이지 세트에 포함시킬 수 있다.
- [0104] 단계 S603에서, 질의 처리 가속 장치는 제2 필터를 이용하여 상기 제1 페이지 세트로부터 상기 특정 질의에 대

한 제2 페이지 세트를 생성할 수 있다.

- [0105] 상기 제2 필터는 bloom 필터(bloom filter)를 포함할 수 있다. 이때, 단계 S603에서, 상기 제2 페이지 세트를 생성하는 단계는 상기 복수의 페이지들 각각에 저장된 bloom 정보에 기초하여, 상기 특정 질의와 관련이 없는 페이지들을 필터링하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0106] 예를 들어, 상기 bloom 정보는 하나 이상의 비트를 포함하는 비트 어레이를 포함하고, 상기 비트 어레이의 값은 해당 페이지에 저장된 모든 정점들 각각의 식별자 값에 하나 이상의 해쉬 함수를 적용하는 것에 의해 결정될 수 있다.
- [0107] 예를 들어, 상기 특정 질의와 관련된 정점의 식별자 값에 상기 하나 이상의 해쉬 함수를 적용하여 하나 이상의 비트 주소를 결정할 수 있다.
- [0108] 일 예로, 상기 하나 이상의 비트 주소에 해당하는 비트의 값들 중 적어도 하나의 값이 0인 경우, 해당 페이지에 상기 특정 질의와 관련된 정점이 없다고 판단할 수 있다. 이 경우, 해당 페이지를 필터링하여, 제2 페이지 세트에 포함시키지 않을 수 있다.
- [0109] 다른 예로, 상기 하나 이상의 비트 주소에 해당하는 비트의 값들이 모두 1인 경우, 해당 페이지에 상기 특정 질의와 관련된 정점이 있을 가능성이 있다고 판단할 수 있다. 이 경우, 해당 페이지를 필터링하지 않고, 제2 페이지 세트에 포함시킬 수 있다.
- [0110] 예를 들어, 단계 S603에서 사용되는 bloom 필터는 도 4를 참조하여 설명된 bloom 필터와 동일할 수 있다.
- [0111] 본 발명의 몇몇 실시예에 따르면, 질의 처리 가속 방법은 상기 질의 처리 가속 장치는 페이지 검색기를 이용하여 상기 제2 페이지 세트로부터 적어도 하나의 타겟 페이지를 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 질의 처리 가속 방법은 상기 적어도 하나의 타겟 페이지에 기초하여, 상기 특정 질의를 처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0112] 또한, 상술한 바와 같은 질의 처리 가속 방법은 메모리 및 프로세서를 포함하는 질의 처리 가속 장치에 의해 구현될 수 있다. 예를 들어, 도 1에 개시된 제1 필터, 제2 필터, 및 페이지 검색기는 각각 별도의 프로세서로 구현되거나, 하나의 프로세서에 포함된 별개의 모듈로 구현될 수 있다.
- [0113] 또한, 메모리는 (1) 동적 그래프 저장소로부터 수신한 정보, (2) 입력된 질의, (3) 제1 필터로부터 출력된 제1 페이지 세트, (4) 제2 필터로부터 출력된 제2 페이지 세트, (5) 페이지 검색기로부터 출력된 적어도 하나의 타겟 페이지, 및 (6) 타겟 페이지에 입력된 질의를 적용한 결과를 저장하는데 사용될 수 있다.
- [0114] 메모리 및 프로세서는 각각 별도의 칩으로 구현되거나, 하나의 칩을 통해 구현될 수 있다. 메모리 및 프로세서는 서로 유기적으로 결합되어 작동될 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 메모리에 저장된 데이터를 사용할 수 있고, 프로세서에서 출력된 데이터는 다시 메모리에 저장될 수 있다. 또한, 메모리는, 휘발성 및/또는 비휘발성 메모리를 포함할 수 있다. 메모리는, 프로세서에 의해 실행되는 명령들(instructions) 또는 프로그램을 저장할 수 있다. 또한, 프로세서는, 소프트웨어를 구동하여 프로세서에 연결된 질의 처리 가속 장치를 제어할 수 있다. 또한, 프로세서는 본 발명과 관련된 다양한 연산, 처리, 데이터 생성, 가공 등의 동작을 수행할 수 있다.
- [0115] 또한, 상술한 바와 같은 질의 처리 가속 방법은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 실행가능한 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.
- [0116] 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.
- [0117] 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 다양

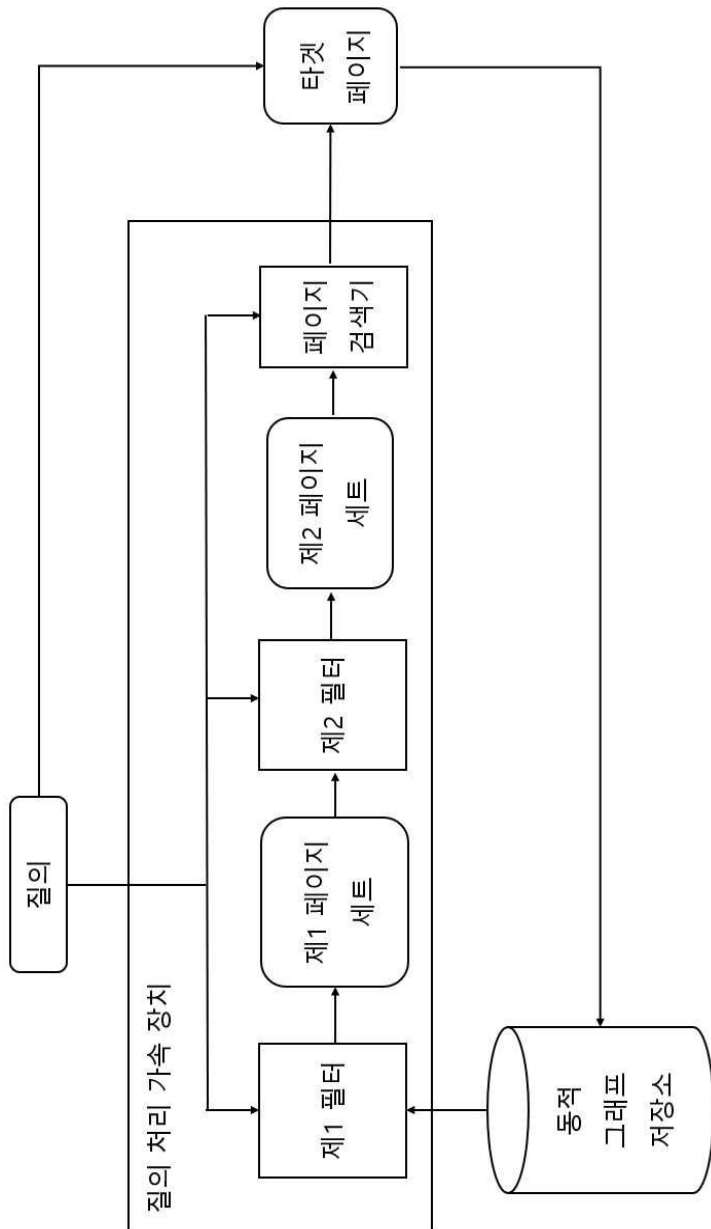
한 RAM을 의미한다.

[0118]

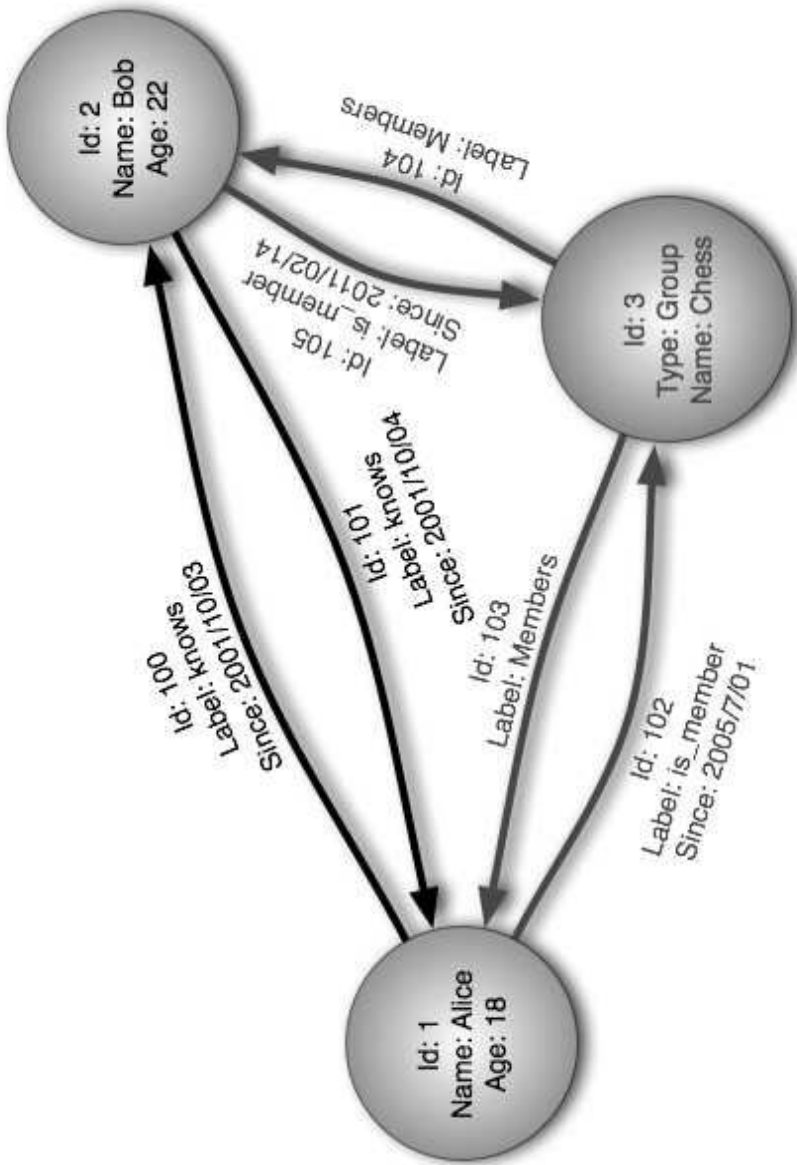
본 실시예 및 본 명세서에 첨부된 도면은 전술한 기술에 포함되는 기술적 사상의 일부를 명확하게 나타내고 있는 것에 불과하며, 전술한 기술의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형 예와 구체적인 실시예는 모두 전술한 기술의 권리범위에 포함되는 것이 자명하다고 할 것이다.

도면

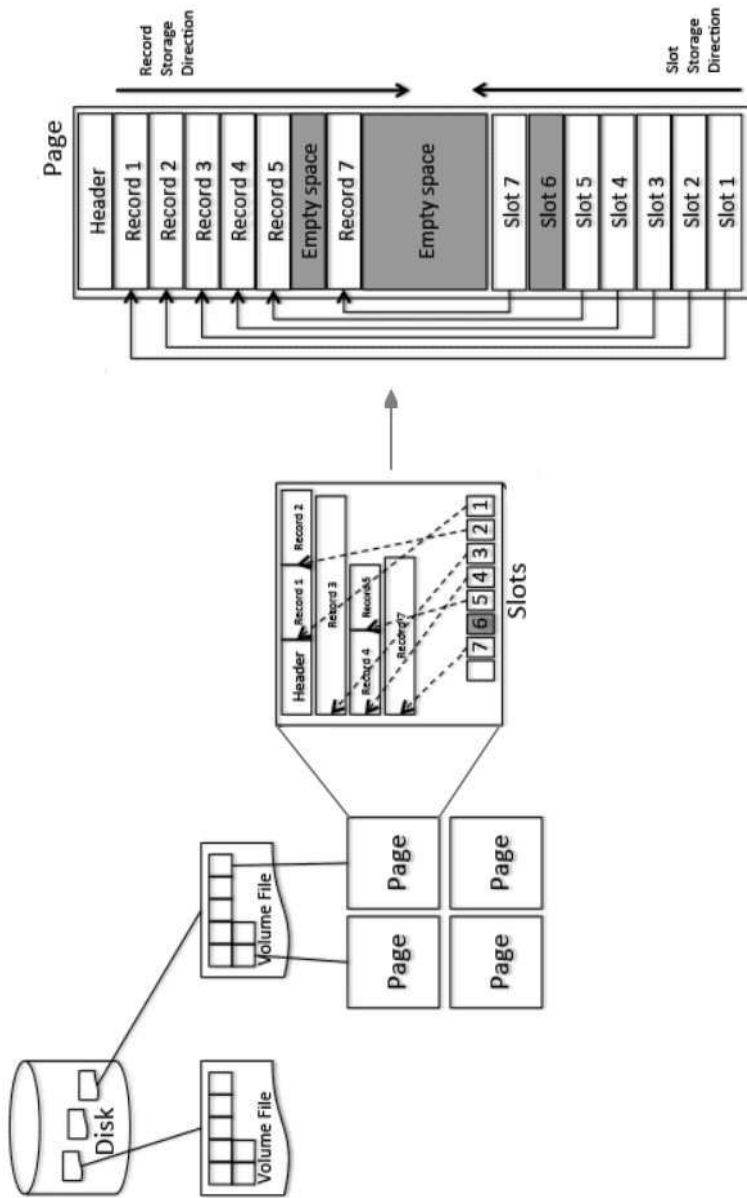
도면1



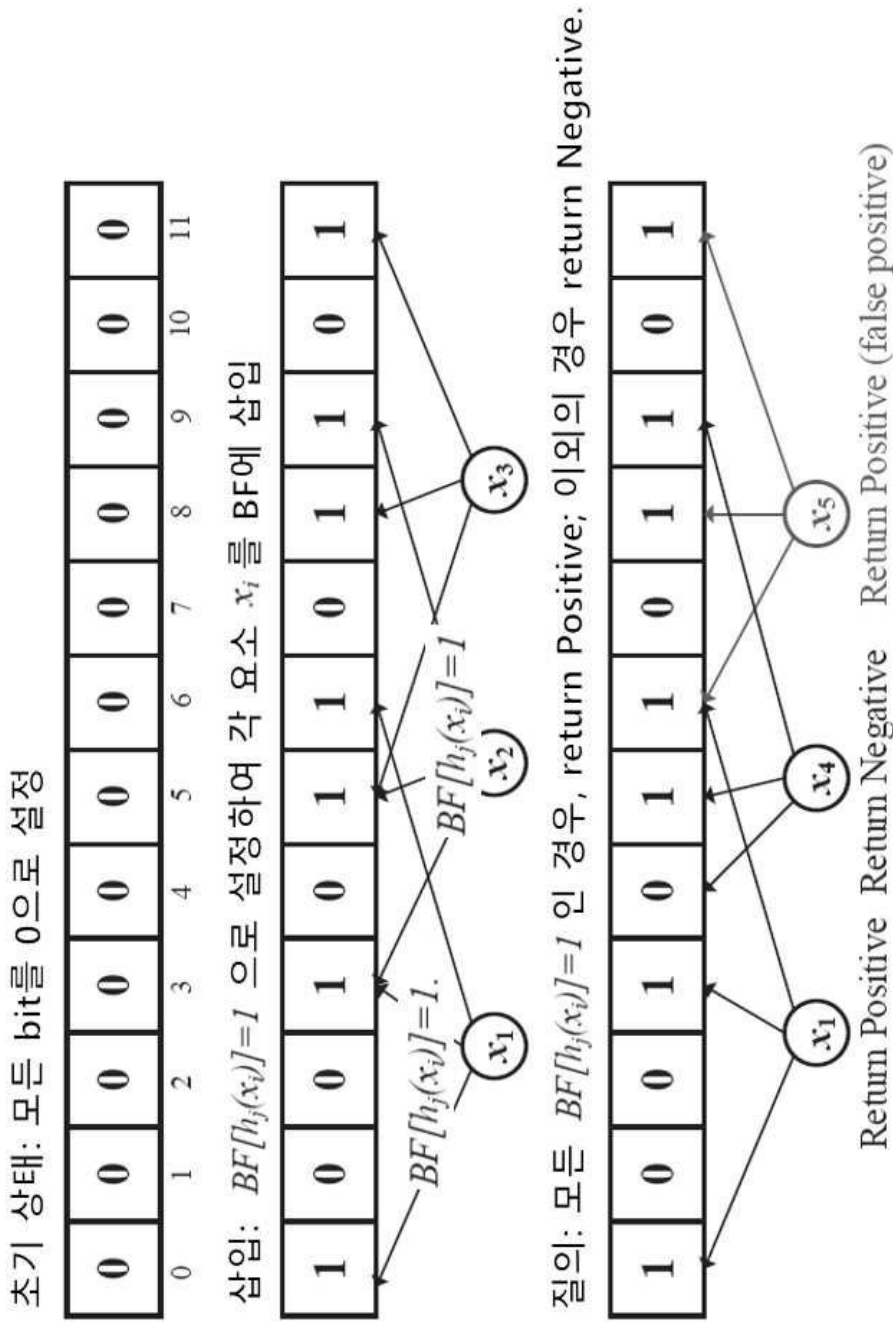
도면2



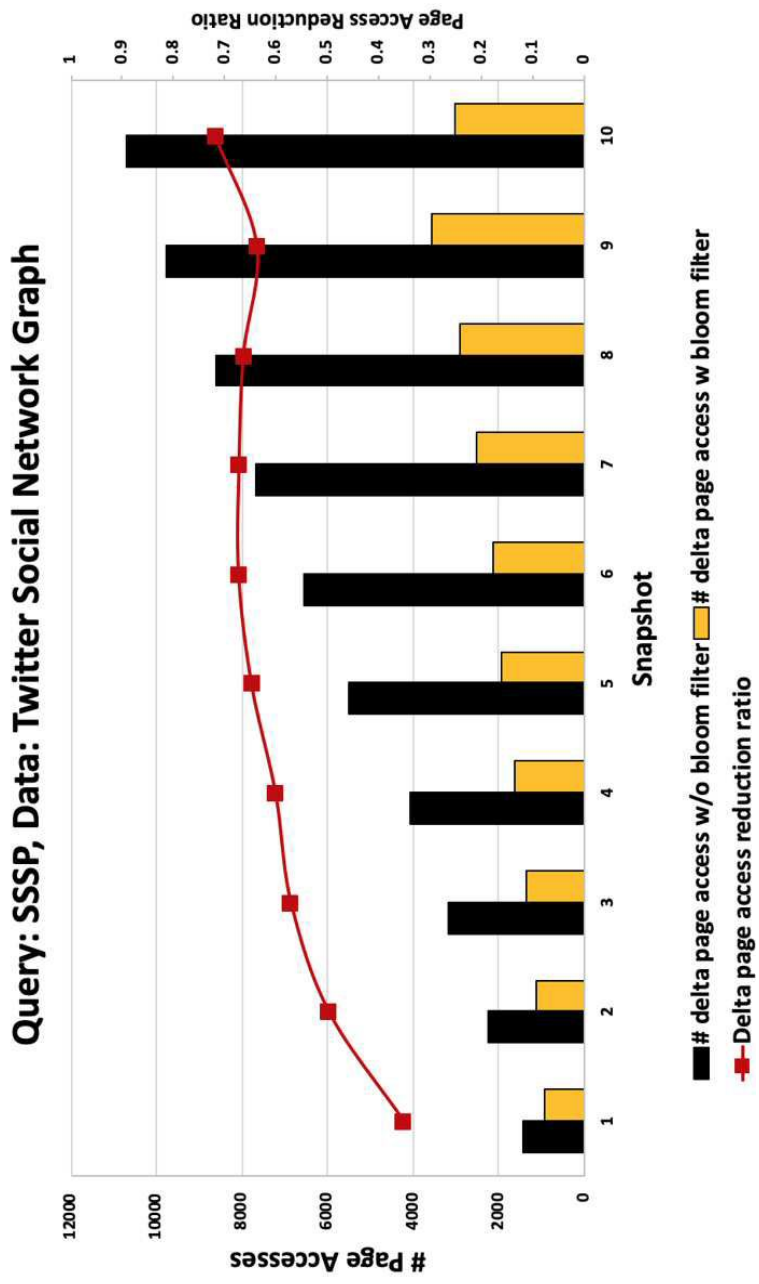
도면3



도면4



도면5



도면6

