



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년11월15일  
(11) 등록번호 10-1787900  
(24) 등록일자 2017년10월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06F 17/30 (2006.01) G06F 17/18 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G06F 17/30536 (2013.01)  
G06F 17/18 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2016-0072102  
(22) 출원일자 2016년06월10일  
심사청구일자 2016년06월10일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020130077758 A\*  
KR1020130088918 A\*  
KR1020150052131 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
이화여자대학교 산학협력단  
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)  
(72) 발명자  
임혜숙  
서울특별시 강남구 남부순환로 2803, 108동 1102호 (도곡동, 삼성래미안아파트)  
변하영  
서울특별시 마포구 신수로 107, 103동 2405호 (신수동, 신촌삼익아파트)  
이정원  
서울특별시 광진구 용마산로1길 78, 1동 603호 (중곡동, 대영아파트)  
(74) 대리인  
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 14 항

심사관 : 김경완

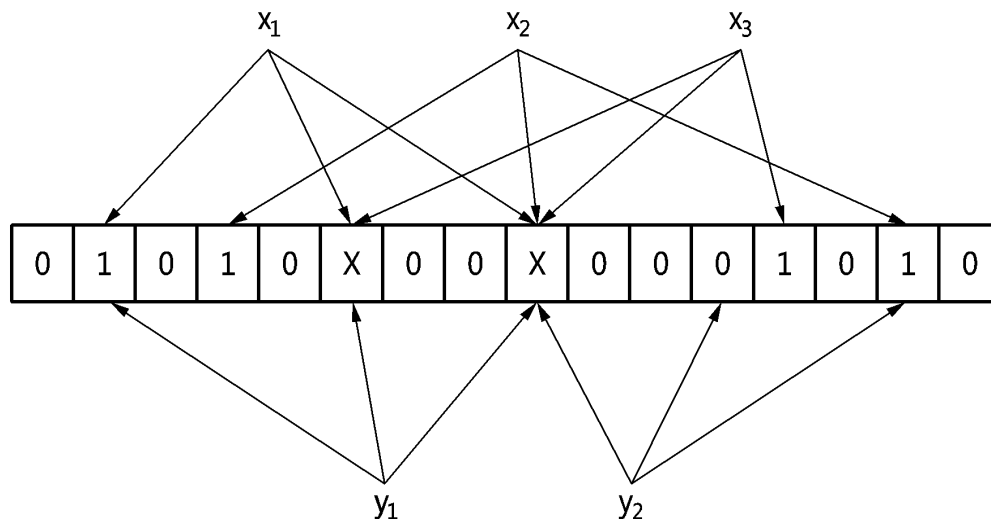
(54) 발명의 명칭 카운팅 블록 필터를 대체하는 터너리/쿼터너리 블록 필터 생성 장치 및 그 방법

(57) 요약

카운팅 블록 필터를 대체하는 터너리/쿼터너리 블록 필터 생성 장치 및 그 방법이 개시된다.

터너리/쿼터너리 블록 필터 결정 방법은 집합에 속한 원소에 대하여 해시 인덱스(hash index)를 결정하는 단계; 3종류의 값 중 하나의 값을 가지는 셀들로 구성된 터너리 블록 필터(Ternary Bloom filter)에서 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀을 검색하는 단계; 및 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 중복 식별자인지 여부에 따라 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 변경하는 단계를 포함하고, 상기 중복 식별자는, 상기 터너리 블록 필터의 셀들 중 복수의 원소들의 해시 인덱스가 해당되는 셀의 값일 수 있다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

G06F 17/3033 (2013.01)

G06F 17/30483 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2015R1A2A1A15054081

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 기초연구사업(학술진흥)-중견연구자지원사업-도약연구지원사업(전략)(성과확산)

연구과제명 소프트웨어 정의 네트워크 환경에서의 데이터 평면 가속화 기술 개발

기 여 율 1/2

주관기관 이화여자대학교 산학협력단

연구기간 2015.11.01 ~ 2017.10.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 IITP-2016-H8501-16-1007

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 대학 ICT연구센터 육성지원사업

연구과제명 초고속 무선 네트워크 기반 u- Office 서비스 연구 개발

기 여 율 1/2

주관기관 중앙대학교

연구기간 2016.01.01 ~ 2016.12.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

해시 인덱스 결정부, 셀 검색부, 및 셀의 값 변경부를 포함하는 터너리 블룸 필터 생성 장치가 수행하는 터너리 블룸 필터 생성 방법에 있어서,

상기 해시 인덱스 결정부가 집합에 속한 원소에 대하여 해시 인덱스(hash index)를 결정하는 단계;

상기 셀 검색부가 3종류의 값 중 하나의 값을 가지는 셀들로 구성된 터너리 블룸 필터(Ternary Bloom filter)에서 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀을 검색하는 단계; 및

상기 셀의 값 변경부가 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 중복 식별자인지 여부에 따라 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 변경하는 단계

를 포함하고,

상기 중복 식별자는,

상기 터너리 블룸 필터의 셀들 중 복수의 원소들의 해시 인덱스가 해당되는 셀의 값인 터너리 블룸 필터 생성 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 셀의 값을 변경하는 단계는,

상기 셀이 0, 1, 중복 식별자 중 하나의 값을 가질 수 있고, 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 0인 경우, 상기 셀의 값 변경부가 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 1로 변경하며,

상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 1인 경우, 상기 셀의 값 변경부가 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 중복 식별자로 변경하는 터너리 블룸 필터 생성 방법.

#### 청구항 3

해시 인덱스 결정부, 셀 검색부, 및 셀의 값 변경부를 포함하는 쿼터너리 블룸 필터 생성 장치가 수행하는 쿼터너리 블룸 필터 생성 방법에 있어서,

상기 해시 인덱스 결정부가 집합에 속한 원소에 대하여 해시 인덱스(hash index)를 결정하는 단계;

상기 셀 검색부가 4종류의 값 중 하나의 값을 가지는 셀들로 구성된 쿼터너리 블룸 필터(Quarternary Bloom filter)에서 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀을 검색하는 단계; 및

상기 셀의 값 변경부가 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 중복 식별자인지 여부에 따라 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 변경하는 단계

를 포함하고,

상기 중복 식별자는,

상기 쿼터너리 블룸 필터의 셀들 중 복수의 원소들의 해시 인덱스가 해당되는 셀의 값인 쿼터너리 블룸 필터 생성 방법.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 셀의 값을 변경하는 단계는,

상기 셀이 0, 1, 2, 중복 식별자 중 하나의 값을 가질 수 있고, 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 0인 경우, 상기 셀의 값 변경부가 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 1로 변경하며,

상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 1인 경우, 상기 셀의 값 변경부가 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 2로 변경하고,

상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 2인 경우, 상기 셀의 값 변경부가 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 중복 식별자로 변경하는 쿼터너리 블룸 필터 생성 방법.

#### 청구항 5

해시 인덱스 결정부, 셀 검색부, 및 셀의 값 변경부를 포함하는 터너리 블룸 필터 생성 장치가 수행하는 터너리 블룸 필터의 원소 삭제 방법에 있어서,

상기 해시 인덱스 결정부가 집합에 속한 원소 중 삭제할 원소에 대하여 해시 인덱스를 결정하는 단계;

상기 셀 검색부가 3종류의 값 중 하나의 값을 가지는 셀들로 구성된 터너리 블룸 필터(Ternary Bloom filter)에서 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀들을 검색하는 단계; 및

상기 셀의 값 변경부가 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀들 각각의 값이 중복 식별자인지 여부에 따라 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀들 각각의 값을 변경하는 단계

를 포함하고,

상기 중복 식별자는,

상기 터너리 블룸 필터의 셀들 중 복수의 원소들의 해시 인덱스가 해당되는 셀의 값인 터너리 블룸 필터의 원소 삭제 방법.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 셀들 각각의 값을 변경하는 단계는,

상기 셀이 0, 1, 중복 식별자 중 하나의 값을 가질 수 있고, 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 1인 경우, 상기 셀의 값 변경부가 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 0로 변경하고,

상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 중복 식별자인 경우, 상기 셀의 값 변경부가 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 변경하지 않는 터너리 블룸 필터의 원소 삭제 방법.

#### 청구항 7

제5항에 있어서,

상기 셀의 값 변경부가 상기 셀들 각각의 값이 중복 식별자인지 여부의 판단 결과를 취합하여 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 모든 셀의 값이 중복 식별자인지 여부를 확인하는 단계; 및

상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 모든 셀의 값이 중복 식별자인 경우, 상기 셀의 값 변경부가 상기 삭제할 원소의 삭제가 불가능하다는 정보를 출력하는 단계

를 더 포함하는 터너리 블룸 필터의 원소 삭제 방법.

#### 청구항 8

해시 인덱스 결정부, 셀 검색부, 및 셀의 값 변경부를 포함하는 쿼터너리 블룸 필터 생성 장치가 수행하는 쿼터너리 블룸 필터의 원소 삭제 방법에 있어서,

상기 해시 인덱스 결정부가 집합에 속한 원소 중 삭제할 원소에 대하여 해시 인덱스를 결정하는 단계;

상기 셀 검색부가 4종류의 값 중 하나의 값을 가지는 셀들로 구성된 쿼터너리 블룸 필터(Quarternary Bloom filter)에서 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀들을 검색하는 단계; 및

상기 셀의 값 변경부가 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀들 각각의 값이 중복 식별자인지 여부에

따라 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀들 각각의 값을 변경하는 단계  
를 포함하고,  
상기 중복 식별자는,

상기 쿼터너리 블록 필터의 셀들 중 복수의 원소들의 해시 인덱스가 해당되는 셀의 값인 쿼터너리 블록 필터의 원소 삭제 방법.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 셀들 각각의 값을 변경하는 단계는,

상기 셀이 0, 1, 2, 중복 식별자 중 하나의 값을 가질 수 있고, 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 1인 경우, 상기 셀의 값 변경부가 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 0로 변경하고,

상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 2인 경우, 상기 셀의 값 변경부가 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 1로 변경하며,

상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 중복 식별자인 경우, 상기 셀의 값 변경부가 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 변경하지 않는 쿼터너리 블록 필터의 원소 삭제 방법.

#### 청구항 10

해시 인덱스 결정부, 셀 검색부, 셀 추출부 및 필터링 결과 결정부를 포함하는 터너리 블록 필터 쿼리 장치가 수행하는 터너리 블록 필터 쿼리 방법에 있어서,

상기 해시 인덱스 결정부가 입력 데이터에 속한 원소에 대하여 해시 인덱스를 결정하는 단계;

상기 셀 검색부가 3종류의 값 중 하나의 값을 가지는 셀들로 구성된 터너리 블록 필터에서 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀들을 검색하는 단계;

상기 셀 추출부가 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀들 중에서 셀의 값이 중복 식별자가 아닌 모든 셀을 추출하는 단계; 및

상기 필터링 결과 결정부가 추출한 셀의 값에 따라 상기 터너리 블록 필터의 필터링 결과를 결정하는 단계를 포함하는 터너리 블록 필터 쿼리 방법.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 필터링 결과를 결정하는 단계는,

추출한 셀 중에서 값이 0인 셀이 존재하는 경우, 상기 필터링 결과 결정부가 터너리 블록 필터의 필터링 결과를 음성으로 결정하고,

추출한 셀의 값이 모두 1인 경우, 상기 필터링 결과 결정부가 터너리 블록 필터의 필터링 결과를 양성으로 결정하는 터너리 블록 필터 쿼리 방법.

#### 청구항 12

제10항에 있어서,

상기 해시 인덱스에 해당하는 셀들의 값이 모두 중복 식별자인 경우, 상기 셀 추출부가 상기 입력 데이터에 속한 원소의 멤버십 여부를 판단할 수 없다는 정보를 터너리 블록 필터의 필터링 결과로 출력하는 단계

를 더 포함하는 터너리 블록 필터 쿼리 방법.

#### 청구항 13

해시 인덱스 결정부, 셀 검색부, 셀 추출부 및 필터링 결과 결정부를 포함하는 쿼터너리 블룸 필터 쿼리 장치가 수행하는 쿼터너리 블룸 필터 쿼리 방법에 있어서,

상기 해시 인덱스 결정부가 입력 데이터에 속한 원소에 대하여 해시 인덱스를 결정하는 단계;

상기 셀 검색부가 4종류의 값 중 하나의 값을 가지는 셀들로 구성된 쿼터너리 블룸 필터에서 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀들을 검색하는 단계;

상기 셀 추출부가 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀들 중에서 셀의 값이 중복 식별자가 아닌 모든 셀을 추출하는 단계; 및

상기 필터링 결과 결정부가 추출한 셀의 값에 따라 상기 쿼터너리 블룸 필터의 필터링 결과를 결정하는 단계를 포함하는 쿼터너리 블룸 필터 쿼리 방법.

#### 청구항 14

제13항에 있어서,

상기 필터링 결과를 결정하는 단계는,

추출한 셀 중에서 값이 0인 셀이 존재하는 경우, 상기 필터링 결과 결정부가 쿼터너리 블룸 필터의 필터링 결과를 음성으로 결정하고,

추출한 셀의 값이 모두 1 또는 2인 경우, 상기 필터링 결과 결정부가 쿼터너리 블룸 필터의 필터링 결과를 양성으로 결정하는 쿼터너리 블룸 필터 쿼리 방법.

#### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 카운팅 블룸 필터를 대체할 수 있는 터너리 블룸 필터, 또는 쿼터너리 블룸 필터를 생성하고, 터너리 블룸 필터, 또는 쿼터너리 블룸 필터로 쿼리하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 카운팅 블룸 필터(CBF)는 동적으로 변하는 집합에 대하여 원소의 삽입과 삭제를 가능하게 하는 블룸 필터로써, 블룸 필터의 셀들 각각에  $c$  비트를 할당하여 각각의 셀에 대응되는 원소의 개수를 카운팅할 수 있다. 이때, 셀에 대응되는 원소의 개수가 증가할수록 셀의 값은 증가하며, 셀에 대응되는 원소의 개수가 셀의 최대값인  $(2^c - 1)$ 까지 증가한 경우, 해당 셀의 값은 더 이상 증가할 수 없으므로 오버플로우가 발생했다고 할 수 있다.

[0003] 카운팅 블룸 필터의 쿼리 방법은 입력 데이터의 원소에 대응하는 셀들의 값이 모두 1 이상인 경우 양성으로 판단하고, 입력 데이터의 원소에 대응하는 셀들의 값 중 0의 값을 가지는 셀이 있는 경우, 음성으로 판단할 수 있다.

[0004] 그리고, 카운팅 블룸 필터에서 원소를 삭제하는 경우, 해당 원소에 대응하는 셀들의 값은 1씩 감소되고, 값이 0인 셀은 더 이상 감소되지 않을 수 있다. 그러나, 오버플로우가 발생한 셀에서  $(2^c - 1)$ 개 이상의 원소들이 삭제되는 경우, 해당 셀의 값이 실제로는 0이 아님에도 0으로 감소되어 거짓 음성이 발생할 수 있다.

[0005] 예를 들어, 블룸 필터의 셀에 대응되는 원소의 개수가  $2^c + 3$ 인 경우, 해당 셀의 값은  $2^c + 3$ 가 아니라 최대값인  $2^c - 1$ 일 수 있다. 그리고, 해당 셀에 대응되는 원소들 중  $2^c - 1$  개의 원소들이 삭제되는 경우, 해당 셀의 값은  $2^c - 1$  감소하므로, 해당 셀에는 아직 4개의 원소가 더 대응되고 있음에도 0이 될 수 있다.

[0006] 또한, 카운팅 블룸 필터는 값이 0인 셀에도  $c$  비트를 할당해야 하므로 원소에 대응하는 셀들의 중복이 적은 경우, 불필요하게 메모리를 차지할 수 있었다.

[0007] 따라서, 카운팅 블룸 필터보다 메모리 차지가 적고 거짓 음성의 발생을 방지하면서 동적으로 변하는 집합에 대하여 원소의 삽입과 삭제를 가능하게 하는 블룸 필터가 요청되고 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 bloom 필터에서 복수의 원소들의 해시 인덱스가 해당되는 셀을 중복 식별자로 고정함으로써, 3종류, 또는 4종류의 값을 가질 수 있는 1.5비트 혹은 2비트의 셀들을 이용하여 동적으로 변화하는 집합에 대하여 원소의 삽입과 삭제가 가능한 bloom 필터를 생성하는 장치 및 방법을 제공할 수 있다.
- [0009] 또한, 본 발명은 bloom 필터의 쿼리 과정에서 값이 중복 식별자인 셀을 제외한 나머지 셀의 값에 따라 터너리 bloom 필터, 또는 쿼터너리 bloom 필터의 필터링 결과를 결정함으로써, 오버플로우된 셀의 값에 의한 거짓 음성을 방지하는 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

### 과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 일실시예에 따른 터너리 bloom 필터 결정 방법은 집합에 속한 원소에 대하여 해시 인덱스(hash index)를 결정하는 단계; 3종류의 값 중 하나의 값을 가지는 셀들로 구성된 터너리 bloom 필터(Ternary Bloom filter)에서 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀을 검색하는 단계; 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 중복 식별자인지 여부에 따라 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 변경하는 단계를 포함하고, 상기 중복 식별자는, 상기 터너리 bloom 필터의 셀들 중 복수의 원소들의 해시 인덱스가 해당되는 셀의 값일 수 있다.
- [0011] 본 발명의 일실시예에 따른 터너리 bloom 필터 결정 방법의 셀의 값을 변경하는 단계는, 상기 셀이 0, 1, 중복 식별자 중 하나의 값을 가질 수 있고, 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 0인 경우, 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 1로 변경하며, 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 1인 경우, 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 중복 식별자로 변경할 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일실시예에 따른 쿼터너리 bloom 필터 결정 방법은 집합에 속한 원소에 대하여 해시 인덱스(hash index)를 결정하는 단계; 4종류의 값 중 하나의 값을 가지는 셀들로 구성된 쿼터너리 bloom 필터(Quarternary Bloom filter)에서 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀을 검색하는 단계; 및 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 중복 식별자인지 여부에 따라 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 변경하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일실시예에 따른 쿼터너리 bloom 필터 결정 방법의 셀의 값을 변경하는 단계는, 상기 셀이 0, 1, 2, 중복 식별자 중 하나의 값을 가질 수 있고, 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 0인 경우, 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 1로 변경하며, 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 1인 경우, 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 2로 변경하고, 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 2인 경우, 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 중복 식별자로 변경할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일실시예에 따른 터너리 bloom 필터의 원소 삭제 방법은 집합에 속한 원소 중 삭제할 원소에 대하여 해시 인덱스를 결정하는 단계; 3종류의 값 중 하나의 값을 가지는 셀들로 구성된 터너리 bloom 필터(Ternary Bloom filter)에서 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀들을 검색하는 단계; 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀들 각각의 값이 중복 식별자인지 여부에 따라 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀들 각각의 값을 변경하는 단계를 포함하고, 상기 중복 식별자는, 상기 터너리 bloom 필터의 셀들 중 복수의 원소들의 해시 인덱스가 해당되는 셀의 값일 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일실시예에 따른 터너리 bloom 필터의 원소 삭제 방법의 셀들 각각의 값을 변경하는 단계는, 상기 셀이 0, 1, 중복 식별자 중 하나의 값을 가질 수 있고, 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 1인 경우, 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 0로 변경하고, 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 중복 식별자인 경우, 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 변경하지 않을 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일실시예에 따른 터너리 bloom 필터의 원소 삭제 방법은 상기 셀들 각각의 값이 중복 식별자인지 여부의 판단 결과를 취합하여 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 모든 셀의 값이 중복 식별자인지 여부를 확인하는 단계; 및 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 모든 셀의 값이 중복 식별자인 경우, 상기 삭제할 원소의 삭제가 불가능하다는 정보를 출력하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일실시예에 따른 쿼터너리 bloom 필터의 원소 삭제 방법은 집합에 속한 원소 중 삭제할 원소에 대하여 해시 인덱스를 결정하는 단계; 4종류의 값 중 하나의 값을 가지는 셀들로 구성된 쿼터너리 bloom 필터(Quarternary Bloom filter)에서 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀들을 검색하는 단계; 및 상기

삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀들 각각의 값이 중복 식별자인지 여부에 따라 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀들 각각의 값을 변경하는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 본 발명의 일실시예에 따른 쿼터너리 블록 필터의 원소 삭제 방법의 셀들 각각의 값을 변경하는 단계는, 상기 셀이 0, 1, 2, 중복 식별자 중 하나의 값을 가질 수 있고, 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 1인 경우, 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 0로 변경하고, 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 2인 경우, 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 1로 변경하며, 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 중복 식별자인 경우, 상기 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 변경하지 않을 수 있다.

[0019] 본 발명의 일실시예에 따른 터너리 블록 필터의 쿼리 방법은 입력 데이터에 속한 원소에 대하여 해시 인덱스를 결정하는 단계; 3종류의 값 중 하나의 값을 가지는 셀들로 구성된 터너리 블록 필터에서 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀들을 검색하는 단계; 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀들 중에서 셀의 값이 중복 식별자가 아닌 모든 셀을 추출하는 단계; 추출한 셀의 값에 따라 상기 터너리 블록 필터의 필터링 결과를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0020] 본 발명의 일실시예에 따른 터너리 블록 필터의 쿼리 방법의 필터링 결과를 결정하는 단계는, 추출한 셀 중에서 값이 0인 셀이 존재하는 경우, 터너리 블록 필터의 필터링 결과를 음성으로 결정하고, 추출한 셀의 값이 모두 1인 경우, 터너리 블록 필터의 필터링 결과를 양성으로 결정할 수 있다.

[0021] 본 발명의 일실시예에 따른 터너리 블록 필터의 쿼리 방법은 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀들의 값이 모두 중복 식별자인 경우, 상기 입력 데이터에 속한 원소의 멤버십 여부를 판단할 수 없다는 정보를 터너리 블록 필터의 필터링 결과로 출력하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0022] 본 발명의 일실시예에 따른 쿼터너리 블록 필터의 쿼리 방법은 입력 데이터에 속한 원소에 대하여 해시 인덱스를 결정하는 단계; 4종류의 값 중 하나의 값을 가지는 셀들로 구성된 쿼터너리 블록 필터에서 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀들을 검색하는 단계; 상기 해시 인덱스에 해당하는 셀들 중에서 셀의 값이 중복 식별자가 아닌 모든 셀을 추출하는 단계; 및 추출한 셀의 값에 따라 상기 쿼터너리 블록 필터의 필터링 결과를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0023] 본 발명의 일실시예에 따른 쿼터너리 블록 필터의 쿼리 방법의 필터링 결과를 결정하는 단계는, 추출한 셀 중에서 값이 0인 셀이 존재하는 경우, 쿼터너리 블록 필터의 필터링 결과를 음성으로 결정하고, 추출한 셀의 값이 모두 1 또는 2인 경우, 쿼터너리 블록 필터의 필터링 결과를 양성으로 결정할 수 있다.

### 발명의 효과

[0024] 본 발명의 일실시예에 의하면, 블록 필터에서 복수의 원소들의 해시 인덱스가 해당되는 셀을 중복 식별자로 고정함으로써, 3종류, 또는 4종류의 값을 가질 수 있는 1.5비트 혹은 2비트의 셀들을 이용하여 동적으로 변화하는 집합에 대하여 원소의 삽입과 삭제가 가능한 블록 필터를 생성할 수 있다.

[0025] 또한, 본 발명의 일실시예에 의하면, 블록 필터의 쿼리 과정에서 값이 중복 식별자인 셀을 제외한 나머지 셀의 값에 따라 터너리 블록 필터, 또는 쿼터너리 블록 필터의 필터링 결과를 결정함으로써, 오버플로우된 셀의 값에 의한 거짓 음성을 방지할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 터너리/쿼터너리 블록 필터 생성 장치 및 터너리/쿼터너리 블록 필터 쿼리 장치를 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 터너리/쿼터너리 블록 필터 생성 장치를 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 터너리/쿼터너리 블록 필터 쿼리 장치를 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 터너리 블록 필터의 일례이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 쿼터너리 블록 필터의 일례이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 터너리 블록 필터의 원소를 삭제하는 과정의 일례이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 터너리/쿼터너리 블록 필터 결정 방법을 도시한 플로우차트이다.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 터너리/쿼터너리 bloom 필터의 원소 삭제 방법을 도시한 플로우차트이다.

도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 터너리/쿼터너리 bloom 필터 쿼리 방법을 도시한 플로우차트이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 본 발명의 일실시예에 따른 터너리 bloom 필터 결정 방법, 쿼터너리 bloom 필터 결정 방법, 터너리 bloom 필터의 원소 삭제 방법 및 쿼터너리 bloom 필터의 원소 삭제 방법은 터너리/쿼터너리 bloom 필터 생성 장치에 의해 수행될 수 있다. 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 터너리 bloom 필터 쿼리 방법 및 쿼터너리 bloom 필터 쿼리 방법은 터너리/쿼터너리 bloom 필터 쿼리 장치에 의해 수행될 수 있다.
- [0028] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 터너리/쿼터너리 bloom 필터 생성 장치 및 터너리/쿼터너리 bloom 필터 쿼리 장치를 나타내는 도면이다.
- [0029] 터너리/쿼터너리 bloom 필터 생성 장치(110)는 집합의 원소를 이용하여 입력 데이터에 원소가 포함되어있는지 여부를 확인하기 위한 터너리 bloom 필터(Ternary Bloom filter), 또는 쿼터너리 bloom 필터(Quarterternary Bloom filter)를 생성할 수 있다. 이때, 터너리 bloom 필터는 3종류의 값 중 하나의 값을 가지는 셀들로 구성되며, 동적으로 변화하는 집합에 대하여 원소의 삽입과 삭제가 가능한 bloom 필터일 수 있다. 또한, 쿼터너리 bloom 필터는 4종류의 값 중 하나의 값을 가지는 셀들로 구성되며, 동적으로 변화하는 집합에 대하여 원소의 삽입과 삭제가 가능한 bloom 필터일 수 있다.
- [0030] 또한, 터너리 bloom 필터, 또는 쿼터너리 bloom 필터가 가질 수 있는 값 중 가장 큰 값은 터너리 bloom 필터의 셀들 중 복수의 원소들의 해시 인덱스가 해당되는 셀을 표시하기 위한 중복 식별자일 수 있다. 예를 들어, 중복 식별자는 X와 같은 문자일 수 있다. 이때, 터너리 bloom 필터가 가질 수 있는 값은 0, 1, X일 수 있다. 또한, 쿼터너리 bloom 필터가 가질 수 있는 값은 0, 1, 2, X일 수 있다.
- [0031] 이때, 터너리/쿼터너리 bloom 필터 생성 장치(110)는 터너리 bloom 필터, 또는 쿼터너리 bloom 필터의 셀들의 값을 0으로 초기화하고, 원소의 해시 인덱스가 해당되는 셀의 값을 0에서 1로 증가시킬 수 있다. 원소의 해시 인덱스가 해당되는 셀의 값이 1인 경우, 터너리/쿼터너리 bloom 필터 생성 장치(110)는 원소의 해시 인덱스가 해당되는 셀의 값을 1에서 2, 또는 중복 식별자로 증가시킬 수 있다.
- [0032] 또한, 원소의 해시 인덱스가 해당되는 셀의 값이 중복 식별자인 경우, 터너리/쿼터너리 bloom 필터 생성 장치(110)는 원소의 해시 인덱스가 해당되는 셀의 값을 중복 식별자로 유지시킬 수 있다. 즉, 원소의 해시 인덱스가 해당되는 셀이 2개 이상의 원소의 해시 인덱스에 중복되어 사용되더라도 중복 식별자는 변경되지 않으므로, 오버플로우가 발생할 수 있다.
- [0033] 즉, 터너리/쿼터너리 bloom 필터 생성 장치(110)는 복수의 원소들의 해시 인덱스가 해당되는 셀을 중복 식별자로 고정함으로써, 3종류, 또는 4종류의 값을 가질 수 있는 1.5비트 혹은 2비트의 셀들을 이용하여 동적으로 변화하는 집합에 대하여 원소의 삽입과 삭제가 가능한 bloom 필터를 생성할 수 있다.
- [0034] 터너리/쿼터너리 bloom 필터 쿼리 장치(120)는 입력 데이터를 터너리/쿼터너리 bloom 필터 생성 장치(110)가 생성한 터너리 bloom 필터, 또는 쿼터너리 bloom 필터로 쿼리하여 쿼리 결과를 출력할 수 있다.
- [0035] 먼저, 터너리/쿼터너리 bloom 필터 쿼리 장치(120)는 입력 데이터에 속한 원소에 대하여 해시 인덱스를 결정하고, 터너리 bloom 필터, 또는 쿼터너리 bloom 필터에서 입력 데이터의 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀들을 검색할 수 있다. 이때, 터너리/쿼터너리 bloom 필터 쿼리 장치(120)는 입력 데이터의 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀들 중에서 셀의 값이 중복 식별자가 아닌 셀의 값에 따라 터너리 bloom 필터, 또는 쿼터너리 bloom 필터의 필터링 결과를 결정할 수 있다.
- [0036] 즉, 터너리/쿼터너리 bloom 필터 쿼리 장치(120)는 입력 데이터의 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀들 중에서 셀의 값이 중복 식별자인 셀을 제외하고, 나머지 셀의 값에 따라 터너리 bloom 필터, 또는 쿼터너리 bloom 필터의 필터링 결과를 결정함으로써, 오버플로우된 셀의 값에 의한 거짓 음성을 방지할 수 있다.
- [0037] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 터너리/쿼터너리 bloom 필터 생성 장치를 나타내는 도면이다.
- [0038] 터너리/쿼터너리 bloom 필터 생성 장치(110)는 도 2에 도시된 바와 같이 터너리/쿼터너리 bloom 필터 생성부(210), 해시 인덱스 결정부(220), 셀 검색부(230), 및 셀의 값 변경부(240)를 포함할 수 있다. 이때, 터너리/

쿼터너리 블룸 필터 생성부(210), 해시 인덱스 결정부(220), 셀 검색부(230), 및 셀의 값 변경부(240)는 서로 다른 프로세스, 또는 하나의 프로세스에 포함된 각각의 모듈일 수 있다.

- [0039] 터너리/쿼터너리 블룸 필터 생성 장치(110)는 집합의 원소에 대응하는 터너리 블룸 필터, 또는 쿼터너리 블룸 필터를 결정하거나, 터너리 블룸 필터, 또는 쿼터너리 블룸 필터에서 원소를 삭제할 수 있다.
- [0040] 터너리/쿼터너리 블룸 필터 생성부(210)는 각각의 셀이 1.5비트로 구성되어 3종류의 값 중 하나의 값을 가지도록 구성된 터너리 블룸 필터(Ternary Bloom filter), 또는 각각의 셀이 2비트로 구성되어 4종류의 값 중 하나의 값을 가지도록 구성된 쿼터너리 블룸 필터를 생성할 수 있다. 그리고, 터너리/쿼터너리 블룸 필터 생성부(210)는 터너리 블룸 필터, 또는 쿼터너리 블룸 필터에 포함된 셀들의 값을 모두 0으로 초기화할 수 있다.
- [0041] 터너리/쿼터너리 블룸 필터 생성부(210)는 터너리 블룸 필터, 또는 쿼터너리 블룸 필터의 셀들 각각에 할당하는 비트를 1.5비트 혹은 2비트로 제한함으로써, 동일한 크기의 메모리를 사용하는 경우, 셀들 각각에 c 비트를 할당하는 카운팅 블룸 필터 보다 터너리 블룸 필터, 또는 쿼터너리 블룸 필터가 많은 개수의 셀들을 포함하도록 할 수 있다. 그리고, 터너리/쿼터너리 블룸 필터 생성부(210)는 카운팅 블룸 필터보다 많은 개수의 셀들이 포함된 터너리 블룸 필터, 또는 쿼터너리 블룸 필터를 생성함으로써, 원소의 해시 인덱스에 대응하는 셀들의 개수를 증가시켜 셀들 중에서 오버플로우가 발생한 셀을 제외한 나머지 셀들만으로도 쿼리를 수행할 수 있다.
- [0042] 집합의 원소에 대응하는 터너리 블룸 필터, 또는 쿼터너리 블룸 필터를 결정하는 경우, 해시 인덱스 결정부(220)는 집합에 속한 원소에 대하여 해시 인덱스(hash index)를 결정할 수 있다.
- [0043] 다음으로, 셀 검색부(230)는 터너리/쿼터너리 블룸 필터 생성부(210)가 생성한 터너리 블룸 필터, 또는 쿼터너리 블룸 필터에서 해시 인덱스 결정부(220)가 생성한 해시 인덱스에 해당하는 셀을 검색할 수 있다.
- [0044] 마지막으로, 셀의 값 변경부(240)는 셀 검색부(230)가 검색한 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 중복 식별자인지 여부에 따라 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 변경할 수 있다.
- [0045] 예를 들어, 터너리 블룸 필터에서 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 0인 경우, 셀의 값 변경부(240)는 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 0에서 1로 변경할 수 있다. 또한, 터너리 블룸 필터에서 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 1인 경우, 셀의 값 변경부(240)는 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 1에서 중복 식별자로 변경할 수 있다.
- [0046] 또한, 쿼터너리 블룸 필터에서 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 0인 경우, 셀의 값 변경부(240)는 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 0에서 1로 변경할 수 있다. 그리고, 쿼터너리 블룸 필터에서 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 1인 경우, 셀의 값 변경부(240)는 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 1에서 2로 변경할 수 있다. 또한, 쿼터너리 블룸 필터에서 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 2인 경우, 셀의 값 변경부(240)는 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 2에서 중복 식별자로 변경할 수 있다.
- [0047] 터너리 블룸 필터, 또는 쿼터너리 블룸 필터에서 원소를 삭제하는 경우, 해시 인덱스 결정부(220)는 집합에 속한 원소 중 삭제할 원소에 대하여 해시 인덱스를 결정할 수 있다.
- [0048] 다음으로, 셀 검색부(230)는 앞서 설명한 터너리 블룸 필터, 또는 쿼터너리 블룸 필터를 결정하는 과정에서 결정된 터너리 블룸 필터, 또는 쿼터너리 블룸 필터 에서 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀들을 검색할 수 있다.
- [0049] 마지막으로 셀의 값 변경부(240)는 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀들 각각의 값이 중복 식별자인지 여부에 따라 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀들 각각의 값을 변경할 수 있다.
- [0050] 예를 들어, 터너리 블룸 필터에서 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 1인 경우, 셀의 값 변경부(240)는 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 1에서 0로 변경할 수 있다. 또한, 터너리 블룸 필터에서 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 중복 식별자인 경우, 셀의 값 변경부(240)는 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 변경하지 않을 수 있다.
- [0051] 또한, 쿼터너리 블룸 필터에서 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 1인 경우, 셀의 값 변경부(240)는 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 1에서 0로 변경할 수 있다. 그리고, 쿼터너리 블룸 필터에서 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 2인 경우, 셀의 값 변경부(240)는 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 2에서 1로 변경할 수 있다. 또한, 쿼터너리 블룸 필터에서 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 중복 식별자인 경우, 셀의 값 변경부(240)는 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 변경하지 않을 수 있다.

- [0052] 즉, 셀의 값 변경부(240)는 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 중복 식별자인 경우에는 해당 셀의 값을 중복 식별자로 유지하고, 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 중복 식별자가 아닌 경우에는 해당 셀의 값을 1 감소시킬 수 있다.
- [0053] 또한, 셀의 값 변경부(240)는 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀들 각각의 값이 중복 식별자인지 여부의 판단 결과를 취합하여 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 모든 셀의 값이 중복 식별자인지 여부를 확인할 수 있다.
- [0054] 그리고, 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 모든 셀의 값이 중복 식별자인 경우, 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 모든 셀의 값이 변경되지 않으므로, 터너리/쿼터너리 블록 필터 쿼리 장치(120)에서 삭제할 원소가 삭제되었다는 것을 식별할 수 없다. 즉, 삭제할 원소의 삭제가 불가능할 수 있다.
- [0055] 따라서, 셀의 값 변경부(240)는 해당 원소의 삭제가 불가능하다는 정보를 출력할 수 있다. 예를 들어, 셀의 값 변경부(240)는 "Not deletable"와 같이 해당 원소의 삭제가 불가능하다는 정보를 출력할 수 있다.
- [0056] 이때, 블록 필터의 크기가 증가할수록 하나의 원소의 해시 인덱스에 대응하는 셀의 개수가 증가하므로, 해시 인덱스에 해당하는 셀들의 값이 모두 중복 식별자일 가능성이 감소할 수 있다. 예를 들어, 블록 필터가 128KB의 메모리를 사용하는 크기인 경우, "Not deletable"를 출력할 가능성이 0에 수렴할 수 있다.
- [0057] 또한, 쿼터너리 블록 필터의 셀은 0, 1, 2, 중복 식별자 중 하나의 값을 가지므로, 0, 1, 중복 식별자 중 하나의 값을 가지는 터너리 블록 필터의 셀 보다 값이 X인 셀의 개수가 적을 수 있다. 예를 들어, 하나의 셀에 2개의 해시 인덱스가 중복되는 경우, 쿼터너리 블록 필터는 해당 셀의 값이 2이지만 터너리 블록 필터는 X일 수 있다. 즉, 동일한 집합을 기준으로 쿼터너리 블록 필터에 포함되는 X의 개수는 터너리 블록 필터에 포함되는 X의 개수보다 2개의 해시 인덱스가 중복되는 셀의 개수만큼 적을 수 있다.
- [0058] 따라서, 쿼터너리 블록 필터에서 원소의 해시 인덱스에 대응하는 모든 셀의 값이 X일 가능성은 터너리 블록 필터에서 원소의 해시 인덱스에 대응하는 모든 셀의 값이 X일 가능성보다 적을 수 있다.
- [0059] 그러므로, 터너리 블록 필터의 크기와 쿼터너리 블록 필터의 크기가 동일한 경우, 쿼터너리 블록 필터의 원소 삭제 과정에서 "Not deletable"를 출력할 가능성이 터너리 블록 필터의 원소 삭제 과정에서 "Not deletable"를 출력할 가능성보다 적을 수 있다. 즉, 쿼터너리 블록 필터는 터너리 블록 필터보다 "Not deletable"를 출력할 가능성을 최소화하기 위한 블록 필터의 크기가 적을 수 있다.
- [0060] 예를 들어, 집합에 포함된 원소의 개수가 N이고, 터너리 블록 필터의 크기(bit)가  $32N/3$ 이면, "Not deletable"를 출력할 가능성이 0에 수렴할 수 있다. 또한, 집합에 포함된 원소의 개수가 N이고, 쿼터너리 블록 필터의 크기(bit)가  $8N$ 이면, "Not deletable"를 출력할 가능성이 0에 수렴할 수 있다.
- [0061] 또한, 카운팅 블록 필터의 셀 크기는 4비트가 주로 사용되며, 16개 이상의 원소가 대응되면 오버 플로우가 발생할 수 있다. 반면, 터너리 블록 필터는 3 종류의 값 중 하나의 값을 가지므로 셀의 크기는 1.5비트이고, 쿼터너리 블록 필터는 4 종류의 값 중 하나의 값을 가지므로, 셀의 크기는 2비트일 수 있다. 예를 들어, 터너리 블록 필터는 셀 2개 마다 3비트를 이용하여 2개 셀의 각각이 3 종류의 값 중 어느 값을 가지는지를 표시할 수 있다.
- [0062] 따라서, 셀 갯수가 4N인 카운팅 블록 필터와 같은 양의 메모리를 사용하는 경우, 터너리 블록 필터의 셀의 개수는  $32N/3$ 개이고, 쿼터리 블록 필터의 셀의 개수는 8N개가 될 수 있다.
- [0063] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 터너리/쿼터너리 블록 필터 쿼리 장치를 나타내는 도면이다.
- [0064] 터너리/쿼터너리 블록 필터 쿼리 장치(120)는 도 3에 도시된 바와 같이 해시 인덱스 결정부(310), 셀 검색부(320), 셀 추출부(330) 및 필터링 결과 결정부(340)를 포함할 수 있다. 이때, 해시 인덱스 결정부(310), 셀 검색부(320), 셀 추출부(330) 및 필터링 결과 결정부(340)는 서로 다른 프로세스, 또는 하나의 프로세스에 포함된 각각의 모듈일 수 있다.
- [0065] 해시 인덱스 결정부(310)는 입력 데이터에 속한 원소에 대하여 해시 인덱스를 결정할 수 있다.
- [0066] 셀 검색부(320)는 터너리/쿼터너리 블록 필터 생성 장치(110)가 생성한 터너리 블록 필터, 또는 쿼터너리 블록 필터에서 해시 인덱스 결정부(310)가 결정한 인덱스에 해당하는 셀들을 검색할 수 있다.
- [0067] 셀 추출부(330)는 셀 검색부(320)가 검색한 셀들 중에서 셀의 값이 중복 식별자가 아닌 모든 셀을 추출할 수 있

다.

- [0068] 필터링 결과 결정부(340)는 셀 추출부(330)가 추출한 셀의 값에 따라 터너리 블록 필터, 또는 쿼터너리 블록 필터의 필터링 결과를 결정할 수 있다. 구체적으로, 추출한 셀 중에서 값이 0인 셀이 존재하는 경우, 필터링 결과 결정부(340)는 터너리 블록 필터, 또는 쿼터너리 블록 필터의 필터링 결과를 음성으로 결정할 수 있다. 또한, 추출한 셀의 값이 모두 1인 경우, 필터링 결과 결정부(340)는 터너리 블록 필터의 필터링 결과를 양성으로 결정할 수 있다. 그리고, 추출한 셀의 값이 모두 1 또는 2인 경우, 필터링 결과 결정부(340)는 쿼터너리 블록 필터의 필터링 결과를 양성으로 결정할 수 있다.
- [0069] 즉, 터너리/쿼터너리 블록 필터 쿼리 장치(120)는 입력 데이터의 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀들 중에서 셀의 값이 중복 식별자인 셀을 제외하고, 나머지 셀의 값에 따라 터너리 블록 필터, 또는 쿼터너리 블록 필터의 필터링 결과를 결정할 수 있다. 그리고, 해시 인덱스에 해당하는 셀들의 값이 모두 중복 식별자인 경우, 터너리/쿼터너리 블록 필터 쿼리 장치(120)는 터너리 블록 필터, 또는 쿼터너리 블록 필터의 필터링 결과를 결정하기 위하여 사용할 수 있는 셀이 없으므로, 입력 데이터에 속한 원소의 멤버십 여부를 판단할 수 없다.
- [0070] 따라서, 해시 인덱스에 해당하는 셀들의 값이 모두 중복 식별자인 경우, 셀 추출부(330)는 입력 데이터에 속한 원소의 멤버십 여부를 판단할 수 없다는 정보를 터너리 블록 필터, 또는 쿼터너리 블록 필터의 필터링 결과로 출력할 수 있다. 예를 들어, 셀 추출부(330)는 "Not determinable"와 같이 입력 데이터에 속한 원소의 멤버십 여부를 판단할 수 없다는 정보를 출력할 수 있다.
- [0071] 이때, 블록 필터의 크기가 증가할수록 하나의 원소의 해시 인덱스에 대응하는 셀의 개수가 증가하므로, 해시 인덱스에 해당하는 셀들의 값이 모두 중복 식별자일 가능성이 감소할 수 있다. 예를 들어, 블록 필터가 128KB의 메모리를 사용하는 크기인 경우, "Not determinable"를 출력할 가능성이 0에 수렴할 수 있다. 즉, 집합에 포함된 원소의 개수가 N이고, 터너리 블록 필터의 크기(bit)가  $32N/3$ 이면, "Not determinable"를 출력할 가능성이 0에 수렴할 수 있다. 또한, 집합에 포함된 원소의 개수가 N이고, 쿼터너리 블록 필터의 크기(bit)가  $8N$ 이면, "Not determinable"를 출력할 가능성이 0에 수렴할 수 있다.
- [0072] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 터너리 블록 필터의 일례이다.
- [0073] 도 4는 원소  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ 를 포함하는 집합에 따라 결정된 터너리 블록 필터의 일례이다. 이때, 터너리 블록 필터를 구성하는 각각의 셀은 1.5비트로 구성되어 0, 1, X 중 하나를 가질 수 있다. 또한, X는 하나의 셀에 원소가 2개 이상 대응되는 경우를 나타내는 중복 식별자일 수 있다. 그리고, 셀의 값이 X인 경우, 해당 셀은 원소의 삽입에 따른 값의 증가, 또는 원소의 삭제에 따른 값의 감소가 불가능할 수 있다.
- [0074] 먼저, 터너리/쿼터너리 블록 필터 생성 장치(110)는 집합의 원소  $x_1$ 의 해시 인덱스에 대응하는 2번째 셀, 6번째 셀, 및 9번째 셀의 값을 각각 0에서 1로 변경할 수 있다.
- [0075] 다음으로, 터너리/쿼터너리 블록 필터 생성 장치(110)는 집합의 원소  $x_2$ 의 해시 인덱스에 대응하는 4번째 셀, 9번째 셀, 및 15번째 셀을 검색할 수 있다. 이때, 4번째 셀, 및 15번째 셀은 초기화 값인 0이지만, 9번째 셀은  $x_1$ 의 해시 인덱스에 대응하여 1로 변경된 상태일 수 있다.
- [0076] 이때, 터너리/쿼터너리 블록 필터 생성 장치(110)는 4번째 셀, 및 15번째 셀의 값을 각각 0에서 1로 변경할 수 있다. 또한, 터너리/쿼터너리 블록 필터 생성 장치(110)는 9번째 셀의 값을 1에서 X로 변경할 수 있다.
- [0077] 마지막으로, 터너리/쿼터너리 블록 필터 생성 장치(110)는 집합의 원소  $x_3$ 의 해시 인덱스에 대응하는 6번째 셀, 9번째 셀, 및 13번째 셀을 검색할 수 있다. 이때, 13번째 셀은 초기화 값인 0이지만, 6번째 셀은  $x_1$ 의 해시 인덱스에 대응하여 1로 변경된 상태일 수 있다. 또한, 9번째 셀은  $x_1$ 의 해시 인덱스와  $x_2$ 의 해시 인덱스에 중복으로 대응하여 X로 변경된 상태일 수 있다.
- [0078] 이때, 터너리/쿼터너리 블록 필터 생성 장치(110)는 13번째 셀의 값을 0에서 1로 변경할 수 있다. 또한, 터너리/쿼터너리 블록 필터 생성 장치(110)는 6번째 셀의 값을 1에서 X로 변경할 수 있다. 그리고, 터너리/쿼터너리 블록 필터 생성 장치(110)는 9번째 셀의 값을 X로 유지할 수 있다.
- [0079] 즉, 터너리/쿼터너리 블록 필터 생성 장치(110)는 원소의 해시 인덱스에 대응하는 셀의 값이 0인 경우에는 1로 변경하고, 해당 셀의 값이 1인 경우에는 X로 변경하며, 해당 셀의 값이 X인 경우에는 변경 없이 유지할 수 있다.

- [0080] 그리고, 터너리/쿼터너리 블록 필터 쿼리 장치(120)는 입력 데이터의 원소인  $y_1$ 과  $y_2$ 의 해시 인덱스에 해당하는 셀들 중에서 셀의 값이 X인 셀은 터너리 블록 필터 쿼리에 사용하지 않을 수 있다.
- [0081] 구체적으로, 터너리/쿼터너리 블록 필터 쿼리 장치(120)는 입력 데이터의 원소  $y_1$ 의 해시 인덱스에 대응하는 터너리 블록 필터의 2번째 셀, 6번째 셀, 및 9번째 셀을 검색할 수 있다. 이때, 도 4에 도시된 바와 같이 2번째 셀의 값은 1이고, 6번째 셀, 및 9번째 셀의 값은 X일 수 있다.
- [0082] 그리고, 터너리/쿼터너리 블록 필터 쿼리 장치(120)는 값이 X인 6번째 셀, 및 9번째 셀의 값을 제외하고, 2번째 셀의 값만 추출하여 터너리 블록 필터의 필터링 결과를 결정할 수 있다.
- [0083] 이때, 2번째 셀의 값은 1이며,  $y_1$ 의 해시 인덱스에 대응하는 2번째 셀, 6번째 셀, 및 9번째 셀 중에서 값이 X가 아닌 값은 2번째 셀 뿐이므로, 터너리/쿼터너리 블록 필터 쿼리 장치(120)는  $y_1$ 의 해시 인덱스에 대응하는 셀의 값이 모두 1인 것으로 판단할 수 있다. 따라서 터너리/쿼터너리 블록 필터 쿼리 장치(120)는 터너리 블록 필터의 필터링 결과를 양성으로 결정할 수 있다.
- [0084] 다음으로, 터너리/쿼터너리 블록 필터 쿼리 장치(120)는 입력 데이터의 원소  $y_2$ 의 해시 인덱스에 대응하는 9번째 셀, 12번째 셀, 및 15번째 셀을 검색할 수 있다. 이때, 도 4에 도시된 바와 같이 9번째 셀의 값은 X이고, 12번째 셀의 값은 0이며, 15번째 셀의 값은 1일 수 있다.
- [0085] 그리고, 터너리/쿼터너리 블록 필터 쿼리 장치(120)는 값이 X인 9번째 셀의 값을 제외하고, 12번째 셀, 및 15번째 셀의 값만 추출하여 터너리 블록 필터의 필터링 결과를 결정할 수 있다.
- [0086] 이때, 12번째 셀의 값은 0이며, 15번째 셀의 값은 1이므로 터너리/쿼터너리 블록 필터 쿼리 장치(120)는  $y_2$ 의 해시 인덱스에 대응하는 셀들 중에서 값이 0인 셀이 존재하는 것으로 판단할 수 있다. 따라서 터너리/쿼터너리 블록 필터 쿼리 장치(120)는 터너리 블록 필터의 필터링 결과를 음성으로 결정할 수 있다.
- [0087] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 쿼터너리 블록 필터의 일례이다.
- [0088] 도 5는 원소  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ 를 포함하는 집합에 따라 결정된 터너리 블록 필터의 일례이다. 이때, 쿼터너리 블록 필터를 구성하는 각각의 셀은 2비트로 구성되어 0, 1, 2, X 중 하나를 가질 수 있다. 또한, X는 하나의 셀에 원소가 3개 이상 대응되는 경우를 나타내는 중복 식별자일 수 있다. 그리고, 셀의 값이 X인 경우, 해당 셀은 원소의 삽입에 따른 값의 증가, 또는 원소의 삭제에 따른 값의 감소가 불가능할 수 있다.
- [0089] 먼저, 터너리/쿼터너리 블록 필터 생성 장치(110)는 집합의 원소  $x_1$ 의 해시 인덱스에 대응하는 쿼터너리 블록 필터의 2번째 셀, 6번째 셀, 및 9번째 셀의 값을 각각 0에서 1로 변경할 수 있다.
- [0090] 다음으로, 터너리/쿼터너리 블록 필터 생성 장치(110)는 집합의 원소  $x_2$ 의 해시 인덱스에 대응하는 4번째 셀, 9번째 셀, 및 15번째 셀을 검색할 수 있다. 이때, 4번째 셀, 및 15번째 셀은 초기화 값인 0이지만, 9번째 셀은  $x_1$ 의 해시 인덱스에 대응하여 1로 변경된 상태일 수 있다.
- [0091] 이때, 터너리/쿼터너리 블록 필터 생성 장치(110)는 4번째 셀, 및 15번째 셀의 값을 각각 0에서 1로 변경할 수 있다. 또한, 터너리/쿼터너리 블록 필터 생성 장치(110)는 9번째 셀의 값을 1에서 2로 변경할 수 있다.
- [0092] 마지막으로, 터너리/쿼터너리 블록 필터 생성 장치(110)는 집합의 원소  $x_3$ 의 해시 인덱스에 대응하는 6번째 셀, 9번째 셀, 및 13번째 셀을 검색할 수 있다. 이때, 13번째 셀은 초기화 값인 0이지만, 6번째 셀은  $x_1$ 의 해시 인덱스에 대응하여 1로 변경된 상태일 수 있다. 또한, 9번째 셀은  $x_1$ 의 해시 인덱스와  $x_2$ 의 해시 인덱스에 중복으로 대응하여 2로 변경된 상태일 수 있다.
- [0093] 이때, 터너리/쿼터너리 블록 필터 생성 장치(110)는 13번째 셀의 값을 0에서 1로 변경할 수 있다. 또한, 터너리/쿼터너리 블록 필터 생성 장치(110)는 6번째 셀의 값을 1에서 2로 변경할 수 있다. 그리고, 터너리/쿼터너리 블록 필터 생성 장치(110)는 9번째 셀의 값을 2에서 X로 변경할 수 있다.
- [0094] 즉, 터너리/쿼터너리 블록 필터 생성 장치(110)는 해당 셀에 원소의 해시 인덱스가 2개 중복될 때까지는 해당 셀에 대응하는 원소의 해시 인덱스의 개수를 해당 셀의 값으로 결정하고, 해당 셀에 원소의 해시 인덱스가 3개 이상 중복되는 경우, 해당 셀에 대응하는 원소의 해시 인덱스의 개수를 X로 변경하여 해당 셀이 원소의 삽입에

따른 값의 증가, 또는 원소의 삭제에 따른 값의 감소가 발생하지 않도록 할 수 있다.

[0095] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 터너리 블룸 필터의 원소를 삭제하는 과정의 일례이다.

[0096] 단계(610)에서 터너리/쿼터너리 블룸 필터 생성 장치(110)는 집합에서 원소  $x_1$ 를 삭제하라는 명령을 입력 받을 수 있다.

[0097] 이때, 터너리/쿼터너리 블룸 필터 생성 장치(110)는 터너리 블룸 필터에서 원소  $x_1$ 의 해시 인덱스에 대응하는 셀을 검색할 수 있다. 그리고, 터너리/쿼터너리 블룸 필터 생성 장치(110)는 터너리 블룸 필터의 2번째 셀, 6번째 셀, 및 9번째 셀을 원소  $x_1$ 의 해시 인덱스에 대응하는 셀로 검색할 수 있다. 이때, 2번째 셀의 값은 도 6에 도시된 바와 같이 1이고, 6번째 셀의 값은 원소  $x_1$ 의 해시 인덱스와 원소  $x_3$ 의 해시 인덱스에 중복되어 X이며, 9번째 셀의 값은 원소  $x_1$ 의 해시 인덱스와 원소  $x_2$ 의 해시 인덱스 및 원소  $x_3$ 의 해시 인덱스에 중복되어 X일 수 있다.

[0098] 단계(620)에서 터너리/쿼터너리 블룸 필터 생성 장치(110)는 단계(610)에서 검색한 원소  $x_1$ 의 해시 인덱스에 대응하는 셀들 중에서 값이 X가 아닌 셀의 값을 0으로 변경할 수 있다. 구체적으로, 터너리/쿼터너리 블룸 필터 생성 장치(110)는 원소  $x_1$ 의 해시 인덱스에 대응하는 터너리 블룸 필터의 2번째 셀, 6번째 셀, 및 9번째 셀 중에서 값이 X가 아닌 2번째 셀의 값을 1에서 0으로 변경함으로써, 집합에서 원소  $x_1$ 를 삭제할 수 있다.

[0099] 터너리/쿼터너리 블룸 필터 생성 장치(110)는 원소를 삭제하는 과정에서 원소의 해시 인덱스에 대응하는 셀들 중 중복 식별자인 X 값을 가지는 셀의 값을 변경하지 않음으로써, 오버플로우가 발생한 셀의 값의 과도한 감소에 따른 거짓 음성의 발생을 방지할 수 있다.

[0100] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 터너리/쿼터너리 블룸 필터 결정 방법을 도시한 플로우차트이다.

[0101] 단계(710)에서 해시 인덱스 결정부(220)는 집합에 속한 원소에 대하여 해시 인덱스를 결정할 수 있다.

[0102] 단계(720)에서 셀 검색부(230)는 단계(710)에서 생성한 해시 인덱스에 해당하는 셀을 터너리 블룸 필터, 또는 쿼터너리 블룸 필터에서 검색할 수 있다.

[0103] 단계(730)에서 셀의 값 변경부(240)는 단계(720)에서 검색한 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 중복 식별자인지 여부를 확인할 수 있다. 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 중복 식별자가 아닌 경우, 셀의 값 변경부(240)는 단계(740)를 수행할 수 있다. 또한, 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 중복 식별자인 경우, 셀의 값 변경부(240)는 단계(750)를 수행할 수 있다.

[0104] 단계(740)에서 셀의 값 변경부(240)는 터너리 블룸 필터, 또는 쿼터너리 블룸 필터에서 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 증가시킬 수 있다. 예를 들어, 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 0인 경우, 셀의 값 변경부(240)는 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 0에서 1로 증가시킬 수 있다.

[0105] 또한, 터너리 블룸 필터에서 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 1인 경우, 셀의 값 변경부(240)는 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 1에서 중복 식별자로 변경할 수 있다.

[0106] 그리고, 쿼터너리 블룸 필터에서 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 1인 경우, 셀의 값 변경부(240)는 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 1에서 2로 변경할 수 있다. 또한, 쿼터너리 블룸 필터에서 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 2인 경우, 셀의 값 변경부(240)는 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 2에서 중복 식별자로 변경할 수 있다.

[0107] 단계(750)에서 셀의 값 변경부(240)는 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 변경하지 않고, 중복 식별자인 상태로 유지시킬 수 있다.

[0108] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 터너리/쿼터너리 블룸 필터의 원소 삭제 방법을 도시한 플로우차트이다.

[0109] 단계(810)에서 해시 인덱스 결정부(220)는 집합에 속한 원소 중 삭제할 원소에 대하여 해시 인덱스를 결정할 수 있다.

[0110] 단계(820)에서 셀 검색부(230)는 터너리 블룸 필터, 또는 쿼터너리 블룸 필터에서 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀들을 검색할 수 있다.

- [0111] 단계(830)에서 셀의 값 변경부(240)는 단계(820)에서 검색한 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 중복 식별자인지 여부를 확인할 수 있다. 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 중복 식별자가 아닌 경우, 셀의 값 변경부(240)는 단계(840)를 수행할 수 있다. 또한, 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 중복 식별자인 경우, 셀의 값 변경부(240)는 단계(850)를 수행할 수 있다.
- [0112] 단계(840)에서 셀의 값 변경부(240)는 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 감소시킬 수 있다. 예를 들어, 터너리 블룸 필터, 또는 쿼터너리 블룸 필터에서 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 1인 경우, 셀의 값 변경부(240)는 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 1에서 0로 변경할 수 있다. 또한, 쿼터너리 블룸 필터에서 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값이 2인 경우, 셀의 값 변경부(240)는 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 2에서 1로 변경할 수 있다.
- [0113] 단계(850)에서 셀의 값 변경부(240)는 해시 인덱스에 해당하는 셀의 값을 변경하지 않고, 중복 식별자인 상태로 유지시킬 수 있다.
- [0114] 단계(860)에서 셀의 값 변경부(240)는 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 모든 셀의 값이 중복 식별자인지 여부를 확인할 수 있다. 삭제할 원소의 해시 인덱스에 해당하는 셀 중에서 셀의 값이 중복 식별자가 아닌 셀이 있는 경우 셀의 값 변경부(240)는 원소의 삭제 과정을 종료할 수 있다. 또한, 해시 인덱스에 해당하는 모든 셀의 값이 중복 식별자인 경우, 셀의 값 변경부(240)는 단계(870)를 수행할 수 있다.
- [0115] 단계(870)에서 셀의 값 변경부(240)는 삭제할 원소의 삭제가 불가능하다는 정보를 출력할 수 있다. 예를 들어, 셀의 값 변경부(240)는 "Not deletable"와 같이 해당 원소의 삭제가 불가능하다는 정보를 출력할 수 있다.
- [0116] 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 터너리/쿼터너리 블룸 필터 쿼리 방법을 도시한 플로우차트이다.
- [0117] 단계(910)에서 해시 인덱스 결정부(310)는 입력 데이터에 속한 원소에 대하여 해시 인덱스를 결정할 수 있다.
- [0118] 단계(920)에서 셀 검색부(320)는 단계(910)에서 결정된 인덱스에 해당하는 셀들을 터너리/쿼터너리 블룸 필터 생성 장치(110)가 생성한 터너리 블룸 필터, 또는 쿼터너리 블룸 필터에서 검색할 수 있다.
- [0119] 단계(930)에서 셀 추출부(330)는 셀 검색부(320)가 검색한 셀들 중에서 셀의 값이 중복 식별자가 아닌 모든 셀을 추출할 수 있다.
- [0120] 단계(940)에서 셀 추출부(330)는 셀 검색부(320)가 검색한 모든 셀들의 값이 중복 식별자인지 여부를 확인할 수 있다.
- [0121] 셀 검색부(320)가 검색한 셀들 중에서 중복 식별자가 아닌 값을 가지는 셀이 있는 경우, 셀 추출부(330)는 필터링 결과 결정부(340)를 구동할 수 있다. 그리고, 필터링 결과 결정부(340)는 단계(950)를 수행할 수 있다. 또한, 셀 검색부(320)가 검색한 모든 셀들의 값이 중복 식별자인 경우, 셀 추출부(330)는 단계(960)를 수행할 수 있다.
- [0122] 단계(950)에서 필터링 결과 결정부(340)는 단계(930)에서 추출한 셀의 값에 따라 터너리 블룸 필터의 필터링 결과를 결정할 수 있다. 구체적으로, 추출한 셀 중에서 값이 0인 셀이 존재하는 경우, 필터링 결과 결정부(340)는 터너리 블룸 필터, 또는 쿼터너리 블룸 필터의 필터링 결과를 음성으로 결정할 수 있다. 또한, 터너리 블룸 필터에서 추출한 셀의 값이 모두 1인 경우, 필터링 결과 결정부(340)는 터너리 블룸 필터의 필터링 결과를 양성으로 결정할 수 있다. 그리고, 쿼터너리 블룸 필터에서 추출한 셀의 값이 모두 1, 또는 2인 경우, 필터링 결과 결정부(340)는 쿼터너리 블룸 필터의 필터링 결과를 양성으로 결정할 수 있다.
- [0123] 단계(960)에서 셀 추출부(330)는 입력 데이터에 속한 원소의 멤버십 여부를 판단할 수 없다는 정보를 터너리 블룸 필터의 필터링 결과로 출력할 수 있다. 예를 들어, 셀 추출부(330)는 "Not determinable"와 같이 입력 데이터에 속한 원소의 멤버십 여부를 판단할 수 없다는 정보를 출력할 수 있다.
- [0124] 본 발명은 블룸 필터에서 복수의 원소들의 해시 인덱스가 해당되는 셀을 중복 식별자로 고정함으로써, 3종류, 또는 4종류의 값을 가질 수 있는 1.5비트 혹은 2비트의 셀들을 이용하여 동적으로 변화하는 집합에 대하여 원소의 삽입과 삭제가 가능한 블룸 필터를 생성할 수 있다.
- [0125] 또한, 본 발명은 블룸 필터의 쿼리 과정에서 값이 중복 식별자인 셀을 제외한 나머지 셀의 값에 따라 터너리 블룸 필터, 또는 쿼터너리 블룸 필터의 필터링 결과를 결정함으로써, 오버플로우된 셀의 값에 의한 거짓 음성을 방지할 수 있다.

[0126] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 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.

[0127] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

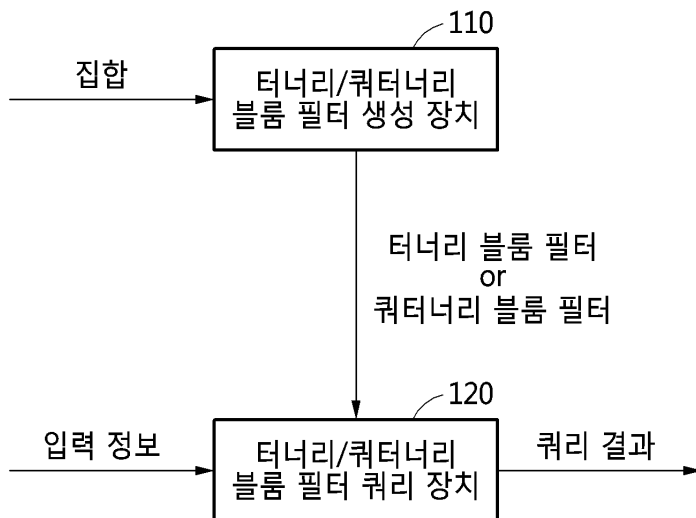
[0128] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

### 부호의 설명

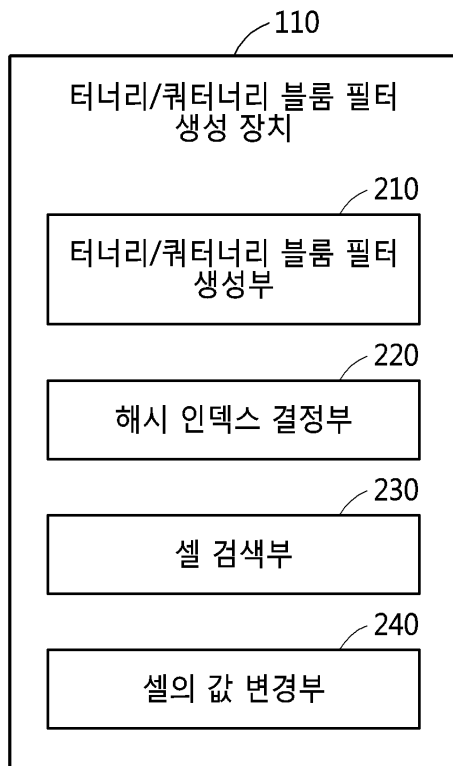
- [0129] 110: 터너리/쿼터너리 블룸 필터 생성 장치  
120: 터너리/쿼터너리 블룸 필터 쿼리 장치

### 도면

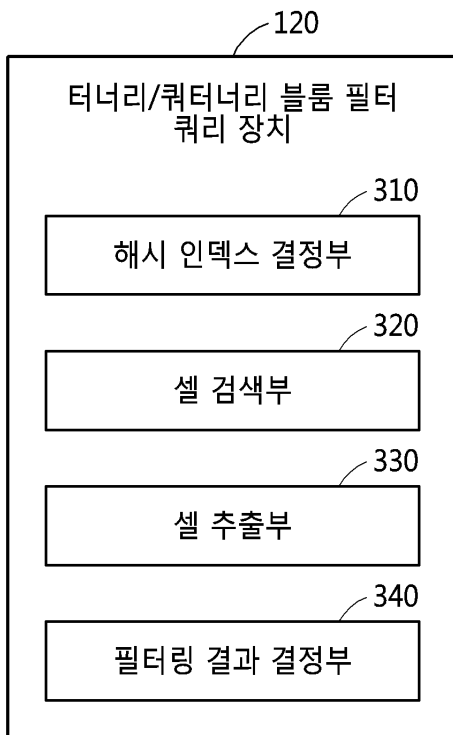
#### 도면1



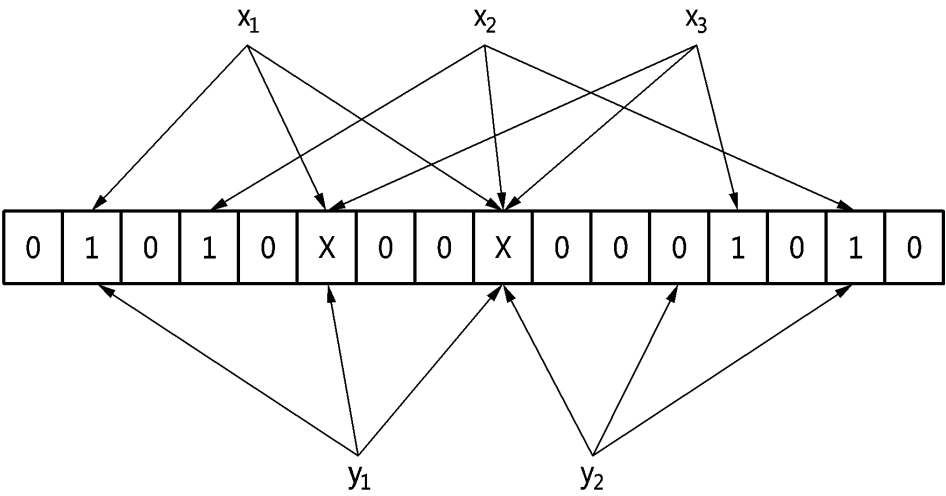
도면2



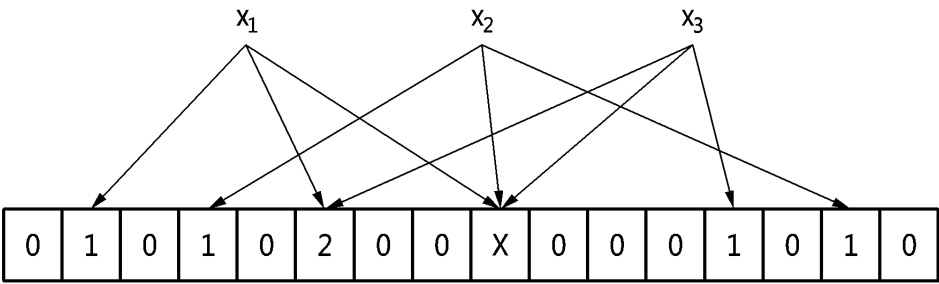
도면3



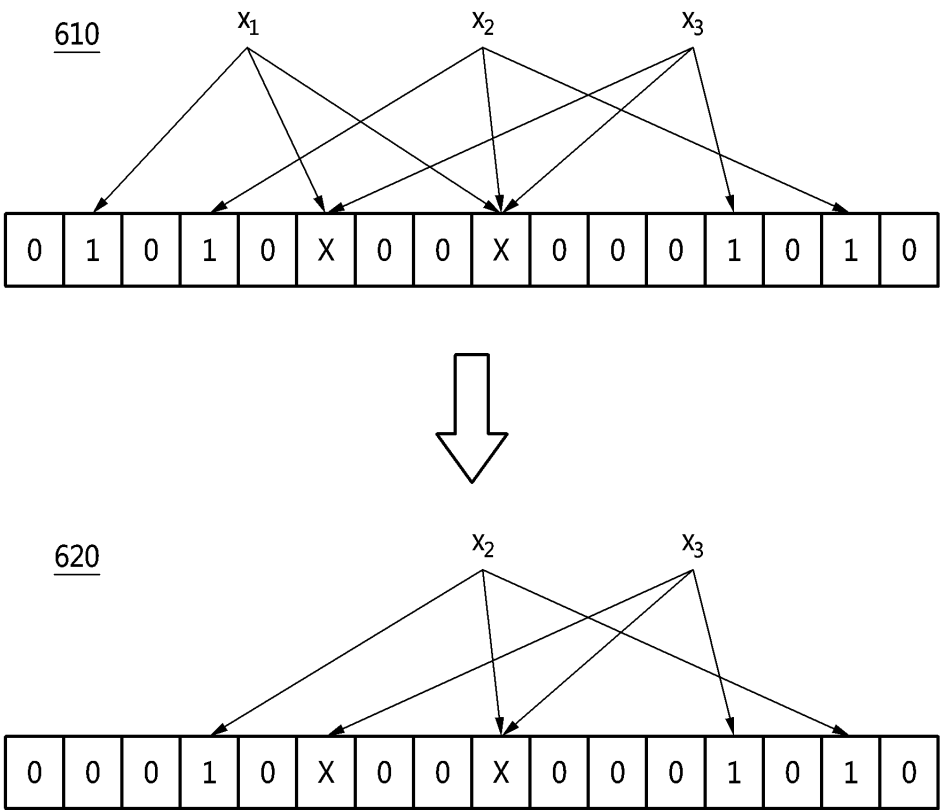
도면4



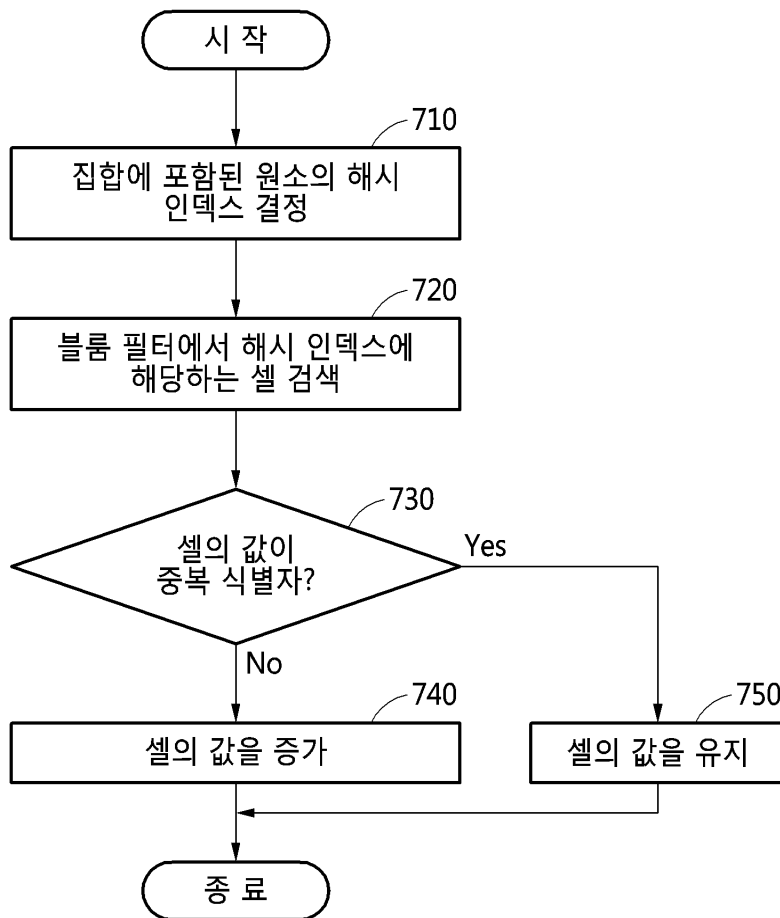
도면5



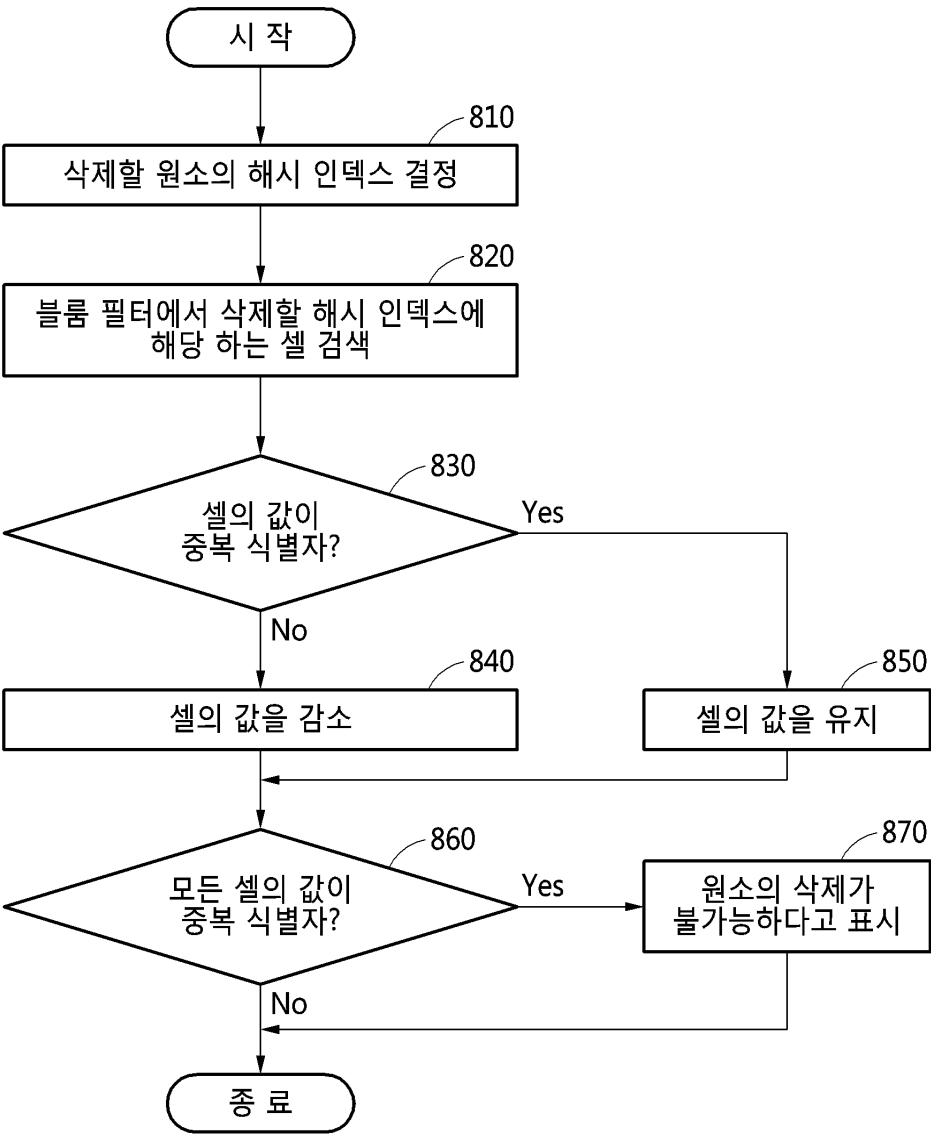
도면6



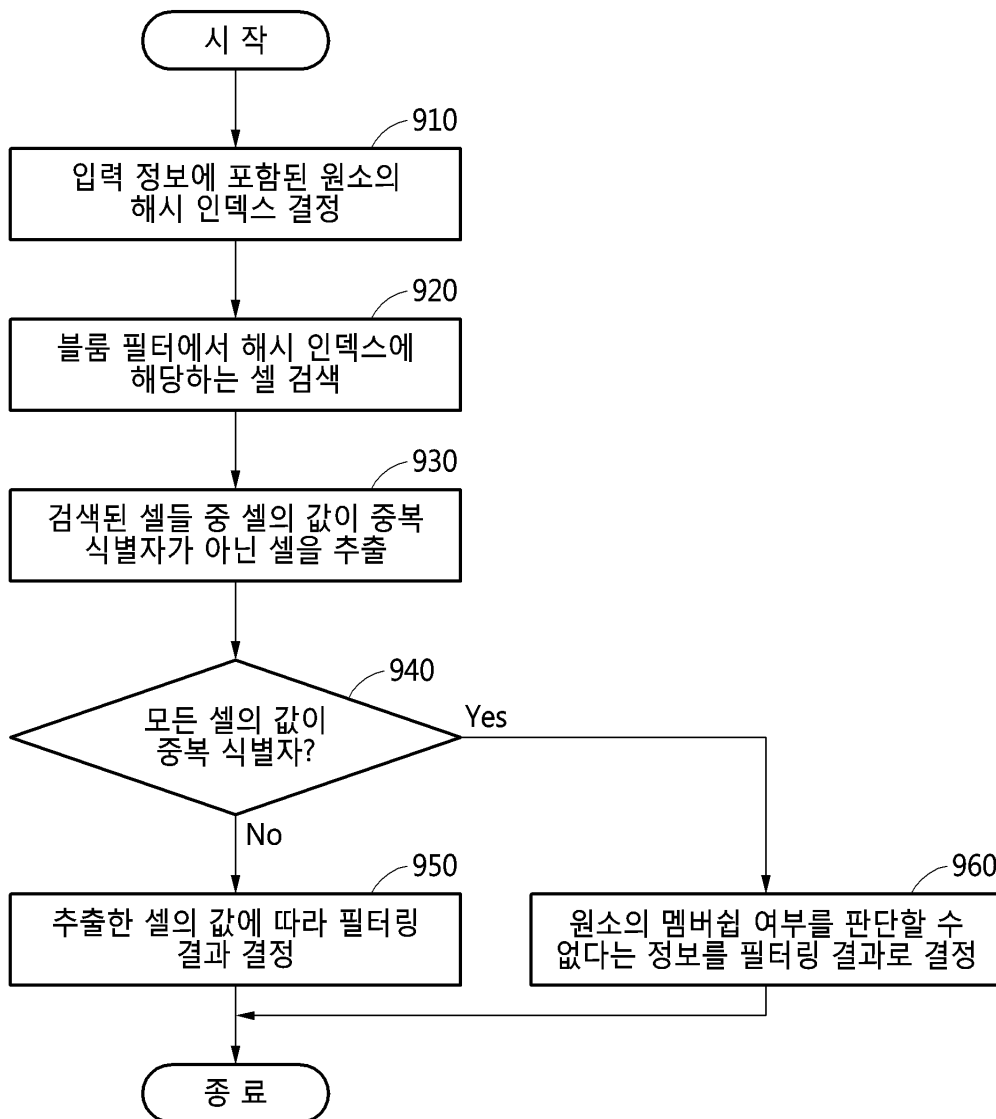
도면7



도면8



도면9



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제8항

【변경전】

상기 터너리 블룸 필터의 셀들 중

【변경후】

상기 쿼터너리 블룸 필터의 셀들 중

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제3항

【변경전】

상기 터너리 블룸 필터의 셀들 중

【변경후】

상기 쿼터너리 블룸 필터의 셀들 중