



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2017년04월05일  
 (11) 등록번호 10-1722643  
 (24) 등록일자 2017년03월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 G06F 17/30 (2006.01) G06F 12/02 (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
 G06F 17/30318 (2013.01)  
 G06F 12/0253 (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2016-0092467  
 (22) 출원일자 2016년07월21일  
 심사청구일자 2016년07월21일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020150092586 A  
 KR1020160073297 A  
 WO2016063482 A1  
 CN104360903 A

(73) 특허권자  
 한국과학기술정보연구원  
 대전광역시 유성구 대학로 245 (어은동)  
 (72) 발명자  
 김장원  
 대전광역시 유성구 지족북로 33, 107동 804호 (지족동, 한화꿈에그린 1블럭)  
 정도현  
 대전광역시 서구 둔산북로 160, 3동 205호 (둔산동, 한마루아파트)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 김용인, 지관영

전체 청구항 수 : 총 14 항

심사관 : 최정권

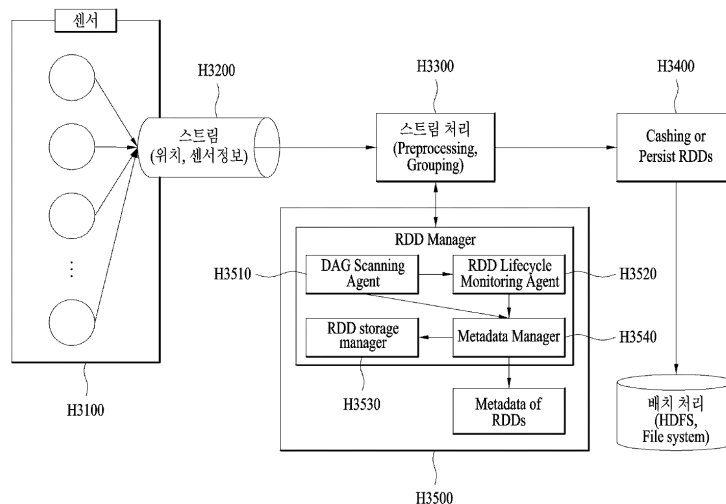
**(54) 발명의 명칭 RDD 관리 방법, RDD 관리 장치 및 RDD 관리 프로그램을 저장하는 저장매체**

**(57) 요약**

본 발명은 RDD를 효율적으로 관리하기 위한 방법, 장치 및 프로그램을 저장하는 저장매체를 개시한다.

본 발명의 일 실시예에 따른 RDD 관리 방법은, 데이터 수집, 분석 및 처리를 위한 RDD(Resilient Distributed Dataset)를 관리하는 방법으로서, RDD에 대한 계보로부터 메타데이터를 추출하는 단계; 상기 추출하는 단계에서 추출된 메타데이터를 저장하는 단계; 및 상기 RDD에 대한 계보와 관련된 연산 수행시 저장된 메타데이터를 업데이트 하는 단계, 여기서, 상기 저장된 메타데이터는 RDD 객체정보 및 RDD 타입정보를 포함함;를 포함한다.

**대표도**



(52) CPC특허분류

*G06F 17/30345* (2013.01)

*G06F 2212/7207* (2013.01)

(72) 발명자

**정창후**

대전광역시 유성구 지족북로 60, 207동 1903호 (지족동, 한화꿈에그린 2블럭)

**김영민**

대전광역시 유성구 지족로190번길 16, 204동 1507호 (지족동, 새미래숲아파트)

**김태홍**

대전광역시 서구 도솔로 434-9, 마온빌 203호(탄방동)

**조민수**

대전광역시 유성구 어은로 57, 135동 102호 (어은동, 한빛아파트)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

프로세서에 의해 수행되는 관리 방법으로서, 데이터 수집, 분석 및 처리를 위한 RDD(Resilient Distributed Dataset)를 관리하는 방법에 있어서,

상기 프로세서가, RDD에 대한 계보로부터 메타데이터를 추출하는 단계;

상기 프로세서가, 상기 추출하는 단계에서 추출된 메타데이터를 저장하는 단계; 및

상기 프로세서가, 상기 RDD에 대한 계보와 관련된 연산 수행시 저장된 메타데이터를 업데이트 하는 단계, 여기서, 상기 저장된 메타데이터는 RDD 객체정보 및 RDD 타입정보를 포함함;를 포함하는 RDD 관리 방법.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 업데이트하는 단계는, 상기 RDD에 대한 계보와 관련된 연산 수행의 결과로 생성된 RDD들의 라이프 사이클을 지시하는 스테이투스 정보를 업데이트하는 단계인 RDD 관리 방법.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 프로세서가, 상기 연산 수행의 결과로 생성된 RDD들 중 적어도 하나의 RDD를 메모리 상에 캐싱(caching) 저장할지 퍼시스트(persist)로 저장할지를 지시하는 정보를 수신하는 단계;

상기 프로세서가, 상기 지시하는 정보에 따라 상기 적어도 하나의 RDD를 저장하는 단계; 및

상기 프로세서가, 상기 지시하는 정보 및 저장된 상기 적어도 하나의 RDD의 저장위치 정보에 기초하여 상기 저장된 메타데이터를 더 업데이트하는 단계;를 더 포함하는 RDD 관리 방법.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 저장된 메타데이터는 우선순위 정보 및 RDD 저장위치 정보를 더 포함하고,

상기 우선순위 정보는 상기 RDD 타입정보에 의존하여 설정되고, 상기 RDD 저장위치 정보는 RDD들이 저장되는 위치정보를 지시하는 RDD 관리 방법.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 저장된 메타데이터는 상기 RDD에 대한 계보와 관련된 연산 수행의 결과로 생성된 RDD들의 라이프 사이클을 지시하는 스테이투스 정보를 더 포함하고,

상기 방법은,

상기 프로세서가, 상기 RDD에 대한 계보와 관련된 연산 수행의 결과로 생성된 RDD들에 대한 가비지 컬렉션(garbage collection)을 감지하는 단계;

상기 프로세서가, 상기 생성된 RDD들 중 가비지 컬렉션의 대상으로 선정된 RDD들과 관련된 상기 스테이투스 정보를 변경하여 상기 저장된 메타데이터를 더 업데이트하는 단계; 및

상기 프로세서가, 상기 가비지 컬렉션의 대상으로 선정된 RDD들 중 우선순위 정보가 기설정된 우선순위 보다 높은 우선순위를 갖는 RDD에 대한 상기 스테이투스 정보 및 상기 RDD 저장위치 정보를 변경하여 상기 저장된 메타데이터를 더 업데이트하고, 상기 우선순위 정보가 기설정된 우선순위 보다 앞서는 RDD를 변경된 RDD 저장위치

정보에 기초하여 저장하는 단계;를 더 포함하는 RDD 관리 방법.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 우선순위 정보가 기설정된 우선순위 보다 앞서는 RDD를 변경된 RDD 저장위치 정보에 기초하여 저장하는 단계 이후에, 상기 감지하는 단계에서 감지된 가비지 컬렉션이 수행되는 RDD 관리 방법.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 RDD 타입정보는, 최종 RDD, 헤비 RDD, 일반 RDD 및 원시 RDD 중 어느 하나를 지시하는 RDD 관리 방법.

#### 청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 우선순위 정보는, 최종 RDD, 헤비 RDD, 원시 RDD, 일반 RDD의 순서로 높은 우선순위를 나타내는 RDD 관리 방법.

#### 청구항 9

데이터 수집, 분석 및 처리를 위한 RDD(Resilient Distributed Dataset)를 관리하는 장치에 있어서,

RDD에 대한 계보를 포함하는 DAG(Directed Acyclic Graph)를 스캐닝하고, 상기 RDD에 대한 계보로부터 메타데이터를 추출하는 DAG 스캐닝 에이전트; 및

상기 RDD에 대한 계보로부터 추출된 메타데이터를 저장하고, 상기 RDD에 대한 계보와 관련된 연산 수행시 저장된 메타데이터를 업데이트하는 메타데이터 매니저, 여기서, 상기 저장된 메타데이터는 RDD 객체정보 및 RDD 타입정보를 포함함;를 포함하는 RDD 관리 장치.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 메타데이터 매니저는, 상기 RDD에 대한 계보와 관련된 연산 수행의 결과로 생성된 RDD들의 라이프 사이클을 지시하는 스테이터스 정보를 업데이트하는 RDD 관리 장치.

#### 청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 장치는,

상기 연산 수행의 결과로 생성된 RDD들 중 적어도 하나의 RDD를 메모리 상에 캐싱(caching) 저장할지 퍼시스트(persist)로 저장할지를 지시하는 정보를 수신하고, 상기 지시하는 정보에 따라 상기 적어도 하나의 RDD를 저장하는 RDD 저장 매니저;를 더 포함하고,

상기 메타데이터 매니저는, 상기 지시하는 정보 및 저장된 상기 적어도 하나의 RDD의 저장위치 정보에 기초하여 상기 저장된 메타데이터를 더 업데이트하는 RDD 관리 장치.

#### 청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 저장된 메타데이터는 우선순위 정보 및 RDD 저장위치 정보를 더 포함하고,

상기 우선순위 정보는 상기 RDD 타입정보에 의존하여 설정되고, 상기 RDD 저장위치 정보는 RDD들이 저장되는 위치정보를 지시하는 RDD 관리 장치.

#### 청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 저장된 메타데이터는 상기 RDD에 대한 계보와 관련된 연산 수행의 결과로 생성된 RDD들의 라이프 사이클을 지시하는 스테이츠 정보를 더 포함하고,

상기 장치는,

상기 RDD에 대한 계보와 관련된 연산 수행의 결과로 생성된 RDD들에 대한 가비지 컬렉션을 감지하는 RDD 수명 모니터링 에이전트;를 더 포함하고,

상기 메타데이터 매니저는, 상기 생성된 RDD들 중 가비지 컬렉션의 대상으로 선정된 RDD들과 관련된 상기 스테이츠 정보를 변경하여 상기 저장된 메타데이터를 더 업데이트하고,

상기 메타데이터 매니저는, 상기 가비지 컬렉션의 대상으로 선정된 RDD들 중 우선순위 정보가 기설정된 우선순위 보다 높은 우선순위를 갖는 RDD에 대한 상기 스테이츠 정보 및 상기 RDD 저장위치 정보를 변경하여 상기 저장된 메타데이터를 더 업데이트하고,

상기 RDD 저장 매니저는, 상기 우선순위 정보가 기설정된 우선순위 보다 앞서는 RDD를 변경된 RDD 저장위치 정보에 기초하여 저장하는 RDD 관리 장치.

**청구항 14**

데이터 수집, 분석 및 처리를 위한 RDD(Resilient Distributed Dataset)를 관리하는 컴퓨터로 판독 가능한 프로그램을 저장하는 저장매체에 있어서,

RDD에 대한 계보로부터 메타데이터를 추출하고, 상기 추출하는 단계에서 추출된 메타데이터를 저장하고, 상기 RDD에 대한 계보와 관련된 연산 수행시 저장된 메타데이터를 업데이트 하고, 여기서, 상기 저장된 메타데이터는 RDD 객체정보 및 RDD 타입정보를 포함하는 것인, 컴퓨터로 판독 가능한 프로그램을 저장하는 저장매체.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 RDD(Resilient Distributed Dataset)를 관리하는 방법, RDD를 관리하는 장치 및 RDD를 관리하는 프로그램을 저장하는 저장매체에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 원시 RDD 및 원시 RDD로부터 파생된 파생 RDD와 관련된 메타데이터를 이용하여 RDD를 관리하는 방법, 장치 및 저장매체에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 최근 빅데이터에 대한 관심이 증가함에 따라 실시간으로 데이터를 분석하는 기술에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 주로 사용되는 실시간 데이터 분석 플랫폼으로는 아파치 스파크(Apache Spark)를 예로 들 수 있다. 이러한 실시간 데이터 분석 플랫폼은 실시간으로 스트리밍되는 데이터를 가공, 분석 및 저장하기 위해 RDD(Resilient Distributed Dataset)라는 형태의 데이터 집합을 사용한다. 여기서, RDD는 가변적이지 않은, 즉 불변의(immutable) 형태로 데이터를 갖는 특성이 있다. 따라서 기 생성된 RDD에 포함된 데이터를 가공할 경우, 가공된 데이터를 포함하는 새로운 RDD가 생성된다. 다시 말해, 데이터 처리시 기존의 RDD로부터 파생되는 파생 RDD가 추가적으로 생성된다.

[0003] 한편, 스트리밍 데이터를 처리할 경우, 끊임없이 원시(raw) RDD가 생성되고, 생성된 각각의 원시 RDD로부터 파생 RDD가 생성되므로 RDD의 수는 급증하게 된다. 그 결과, RDD에 포함된 정보를 저장하기 위한 공간이 부족하게 되고, 소망하는 정보를 검색하는데 상당한 딜레이가 발생하는 문제가 있다. 또한, 생성된 RDD 들을 삭제할 경우, 데이터 분석을 위해 RDD들을 재차 생성해야 하는 문제가 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0004] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 인식하여 창안된 것으로서, RDD를 효율적으로 관리하기 위한 방법, 장치 및 프로그램을 저장하는 저장매체를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0005] 구체적으로, 본 발명은 RDD를 효율적으로 관리하기 위해 원시 RDD 및 파생 RDD와 관련된 메타데이터를 이용하여

RDD를 관리하는 방법, 장치 및 프로그램을 저장하는 저장매체를 제공한다.

**과제의 해결 수단**

- [0006] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 RDD(Resilient Distributed Dataset) 관리 방법은, 데이터 수집, 분석 및 처리를 위한 RDD를 관리하는 방법으로서, RDD에 대한 계보로부터 메타데이터를 추출하는 단계; 상기 추출하는 단계에서 추출된 메타데이터를 저장하는 단계; 및 상기 RDD에 대한 계보와 관련된 연산 수행 시 저장된 메타데이터를 업데이트 하는 단계, 여기서, 상기 저장된 메타데이터는 RDD 객체정보 및 RDD 타입정보를 포함함;를 포함할 수 있다.
- [0007] 상기 업데이트하는 단계는, 상기 RDD에 대한 계보와 관련된 연산 수행의 결과로 생성된 RDD들의 라이프 사이클을 지시하는 스테이더스 정보를 업데이트하는 단계일 수 있다.
- [0008] 상기 방법은, 상기 연산 수행의 결과로 생성된 RDD들 중 적어도 하나의 RDD를 메모리 상에 캐싱(caching) 저장할지 퍼시스트(persist)로 저장할지를 지시하는 정보를 수신하는 단계; 상기 지시하는 정보에 따라 상기 적어도 하나의 RDD를 저장하는 단계; 및 상기 지시하는 정보 및 저장된 상기 적어도 하나의 RDD의 저장위치 정보에 기초하여 상기 저장된 메타데이터를 더 업데이트하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 저장된 메타데이터는 우선순위 정보 및 RDD 저장위치 정보를 더 포함하고, 상기 우선순위 정보는 상기 RDD 타입정보에 의존하여 설정되고, 상기 RDD 저장위치 정보는 RDD들이 저장되는 위치정보를 지시할 수 있다.
- [0010] 상기 저장된 메타데이터는 상기 RDD에 대한 계보와 관련된 연산 수행의 결과로 생성된 RDD들의 라이프 사이클을 지시하는 스테이더스 정보를 더 포함하고, 상기 방법은, 상기 RDD에 대한 계보와 관련된 연산 수행의 결과로 생성된 RDD들에 대한 가비지 컬렉션(garbage collection)을 감지하는 단계; 상기 생성된 RDD들 중 가비지 컬렉션의 대상으로 선정된 RDD들과 관련된 상기 스테이더스 정보를 변경하여 상기 저장된 메타데이터를 더 업데이트하는 단계; 및 상기 가비지 컬렉션의 대상으로 선정된 RDD들 중 우선순위 정보가 기설정된 우선순위 보다 높은 우선순위를 갖는 RDD에 대한 상기 스테이더스 정보 및 상기 RDD 저장위치 정보를 변경하여 상기 저장된 메타데이터를 더 업데이트하고, 상기 우선순위 정보가 기설정된 우선순위 보다 앞서는 RDD를 변경된 상기 RDD 저장위치 정보에 기초하여 저장하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 우선순위 정보가 기설정된 우선순위 보다 앞서는 RDD를 변경된 RDD 저장위치 정보에 기초하여 저장하는 단계 이후에, 상기 감지하는 단계에서 감지된 가비지 컬렉션이 수행될 수 있다.
- [0012] 상기 RDD 타입정보는, 최종 RDD, 헤비 RDD, 일반 RDD 및 원시 RDD 중 어느 하나를 지시할 수 있다.
- [0013] 상기 우선순위 정보는, 최종 RDD, 헤비 RDD, 원시 RDD, 일반 RDD의 순서로 높은 우선순위를 나타낼 수 있다.
- [0015] 본 발명의 다른 실시예에 따른 RDD(Resilient Distributed Dataset) 관리 장치는, 데이터 수집, 분석 및 처리를 위한 RDD를 관리하는 장치로서, RDD에 대한 계보를 포함하는 DAG(Directed Acyclic Graph)를 스캐닝하고, 상기 RDD에 대한 계보로부터 메타데이터를 추출하는 DAG 스캐닝 에이전트; 및 상기 RDD에 대한 계보로부터 추출된 메타데이터를 저장하고, 상기 RDD에 대한 계보와 관련된 연산 수행 시 저장된 메타데이터를 업데이트하는 메타데이터 매니저, 여기서, 상기 저장된 메타데이터는 RDD 객체정보 및 RDD 타입정보를 포함함;를 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 메타데이터 매니저는, 상기 RDD에 대한 계보와 관련된 연산 수행의 결과로 생성된 RDD들의 라이프 사이클을 지시하는 스테이더스 정보를 업데이트할 수 있다.
- [0017] 상기 장치는, 상기 연산 수행의 결과로 생성된 RDD들 중 적어도 하나의 RDD를 메모리 상에 캐싱(caching) 저장할지 퍼시스트(persist)로 저장할지를 지시하는 정보를 수신하고, 상기 지시하는 정보에 따라 상기 적어도 하나의 RDD를 저장하는 RDD 저장 매니저;를 더 포함하고, 상기 메타데이터 매니저는, 상기 지시하는 정보 및 저장된 상기 적어도 하나의 RDD의 저장위치 정보에 기초하여 상기 저장된 메타데이터를 더 업데이트할 수 있다.
- [0018] 상기 저장된 메타데이터는 우선순위 정보 및 RDD 저장위치 정보를 더 포함하고, 상기 우선순위 정보는 상기 RDD 타입정보에 의존하여 설정되고, 상기 RDD 저장위치 정보는 RDD들이 저장되는 위치정보를 지시할 수 있다.
- [0019] 상기 저장된 메타데이터는 상기 RDD에 대한 계보와 관련된 연산 수행의 결과로 생성된 RDD들의 라이프 사이클을 지시하는 스테이더스 정보를 더 포함하고, 상기 장치는, 상기 RDD에 대한 계보와 관련된 연산 수행의 결과로 생성된 RDD들에 대한 가비지 컬렉션을 감지하는 RDD 수명 모니터링 에이전트;를 더 포함하고, 상기 메타데이터 매니저는, 상기 생성된 RDD들 중 가비지 컬렉션의 대상으로 선정된 RDD들과 관련된 상기 스테이더스 정보를 변경

하여 상기 저장된 메타데이터를 더 업데이트하고, 상기 메타데이터 매니저는, 상기 가비지 컬렉션의 대상으로 선정된 RDD들 중 우선순위 정보가 기설정된 우선순위 보다 높은 우선순위를 갖는 RDD에 대한 상기 스테이터스 정보 및 상기 RDD 저장위치 정보를 변경하여 상기 저장된 메타데이터를 더 업데이트하고, 상기 RDD 저장 매니저는, 상기 우선순위 정보가 기설정된 우선순위 보다 앞서는 RDD를 변경된 RDD 저장위치 정보에 기초하여 저장할 수 있다.

[0021] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 RDD(Resilient Distributed Dataset)를 관리하는 프로그램을 저장하는 저장매체는, 데이터 수집, 분석 및 처리를 위한 RDD(Resilient Distributed Dataset)를 관리하는 프로그램을 저장하는 저장매체로서, RDD에 대한 계보로부터 메타데이터를 추출하고, 상기 추출하는 단계에서 추출된 메타데이터를 저장하고, 상기 RDD에 대한 계보와 관련된 연산 수행시 저장된 메타데이터를 업데이트 하고, 여기서, 상기 저장된 메타데이터는 RDD 객체정보 및 RDD 타입정보를 포함하는 것일 수 있다.

**발명의 효과**

[0022] 본 발명에 따르면, RDD를 효율적으로 저장 및 관리할 수 있는 방법, 장치 및 프로그램을 저장하는 저장매체를 제공할 수 있다.

[0023] 본 발명의 일 실시예에 따르면, RDD 연산 이후 RDD와 관련된 메타데이터를 업데이트함으로써, 실제로 생성된 RDD에 대한 정확한 정보를 관리할 수 있다.

[0024] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 캐싱 저장되는 RDD와 퍼시스트로 저장되는 RDD를 별도로 관리할 수 있다.

[0025] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, RDD에 대한 가비지 컬렉션이 수행 이전에, 중요도가 높은 RDD를 미리 별도의 저장위치에 저장하고 관리함으로써, 해당 RDD가 메모리 상에서 삭제되는 것을 방지할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 실시간 데이터 처리 프로세스를 나타낸 도면이다.

도 2는 RDD가 생성되는 과정의 일 실시예를 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 실시간 데이터 처리 프로세스를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 RDD 메타데이터를 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 메타데이터 추출 과정을 나타낸 흐름도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 RDD 초기 생성 과정을 나타낸 흐름도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 RDD의 선택적 저장 과정을 나타낸 흐름도이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 가비지 컬렉션 과정을 나타낸 흐름도이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 RDD 관리 방법을 나타내는 순서도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0027] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어를 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도, 관례 또는 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한 특정 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는, 단순한 용어의 명칭이 아닌 그 용어가 가진 실질적인 의미와 본 명세서의 전반에 걸친 내용을 토대로 해석되어야 함을 밝혀두고자 한다. 이하 본 발명을 용이하게 설명할 수 있는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 개시한다.

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 실시간 데이터 처리 프로세스를 나타낸 도면이다.

[0030] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 실시간 데이터 처리 시스템은, 정보수집부(H1100), 데이터 생성부(H1200), 데이터 처리부(H1300) 및 저장부(H1400)를 포함할 수 있다. 한편, 도 1의 실시예는 실시간 데이터 처리 프로세스를 나타내고 있으나, 본 발명의 데이터 처리 시스템은 실시간 데이터 뿐만 아니라 비실시간 데이터를 처리할 수도 있다.

[0031] 정보수집부(H1100)는, 다양한 정보를 수집할 수 있다. 정보수집부(H1100)는, IoT센서, 적외선 센서, 열감지 센

서, CCTV 등과 같은 센서들로부터 생성된 데이터를 수집할 수 있다. 또한, 정보수집부(H1100)는 레거시 시스템이나 SNS와 같이 실시간 또는 비실시간 정보를 포함하는 데이터베이스로부터 정보를 수집할 수도 있다. 정보수집부(H1100)는 수집한 정보를 후술할 데이터 생성부(H1200)로 출력할 수 있다.

- [0033] 데이터 생성부(H1200)는, 정보수집부(H1100)로부터 정보를 입력받아 데이터를 생성할 수 있다. 데이터 생성부(H1200)가 생성하는 데이터는 실시간 데이터 스트림일 수 있고, 비실시간 기반의 데이터일 수도 있다. 또한, 데이터 생성부(H1200)는, 생성한 데이터를 데이터 처리부(H1300)로 출력할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 데이터 생성부(H1200)는, TCP, ZeroMQ, Kafka 및 Twitter 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0035] 데이터 처리부(H1300)는 데이터 생성부(H1200)로부터 데이터를 입력받을 수 있다. 이때, 데이터 처리부(H1300)는 데이터 생성부(H1200)로부터 실시간 또는 비실시간으로 데이터를 입력받을 수 있다. 또한, 데이터 처리부(H1300)는 입력받은 데이터를 기반으로 RDD(Resilient Distributed Dataset)를 생성할 수 있다. 데이터 처리부(H1300)는 범용 분산 플랫폼에 기반하여 데이터를 처리할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 데이터 처리부(H1300)는 아파치 스파크 플랫폼의 일부일 수 있다.
- [0036] 데이터 처리부(H1300)는 RDD를 실시간 또는 비실시간으로 생성할 수 있다. 여기서, 입력받은 데이터를 기반으로 최초로 생성된 RDD는 원시(raw) RDD라고 지칭될 수 있다.
- [0037] 한편, RDD는 데이터 집합으로서, 가변적이지 않은, 즉 불변의(immutable) 형태로 데이터를 갖는다. 다시 말해, RDD는 기존에 사용되는 데이터 집합과 달리 내부의 데이터의 일부 변경이 불가능하다. 이러한 RDD 특성으로 인해, RDD와 관련된 데이터 가공 및 처리시 추가적인 RDD가 생성된다. 즉, 데이터 가공시 기 생성된 RDD로부터 파생된 RDD가 생성된다. 이때, 기 생성된 RDD로부터 파생된 RDD는 파생 RDD라고 지칭될 수 있다. 이러한 파생 RDD는 원시 RDD로부터 파생되어 생성된 것과, 기 생성된 파생 RDD로부터 파생되어 생성된 것을 포함하는 개념이다.
- [0038] RDD는 데이터 가공 처리시 파생되어 생성되며, 데이터 스트림을 기반으로 생성될 수도 있기 때문에, RDD의 수는 기하급수적으로 증가할 수 있다. 또한, RDD 수의 증가로 인해 저장 공간이 부족해지게 되고, 원하는 정보에 대한 검색 속도의 지연이 발생할 수 있다. 따라서, 원시 RDD, 파생 RDD 및 자주 사용되는 RDD에 대한 선택적 관리가 필요하다.
- [0039] 한편, 생성된 RDD는 반영구적으로 저장되는 경우를 제외하면, 소정의 라이프 사이클을 가진다. 수명이 다한 RDD는 가비지 컬렉션(garbage collection)이라고 지칭되는 동작을 통해 메모리 상에서 제거될 수 있다. 즉, 데이터 처리부(H1300)는, 가비지 컬렉션을 수행하여 수명이 다한 RDD를 메모리 상에서 제거할 수 있다.
- [0040] RDD의 라이프 사이클은 초기 생성(initial, I), 캐싱(caching, C) 및 소멸(garbage collection, GC)의 3가지 상태로 구분될 수 있다. 여기서, 초기 생성은 RDD가 생성된 상태를 의미하고, 캐싱은 생성된 RDD가 메모리 상에 캐싱저장된 상태를 의미하며, 소멸은 RDD가 메모리 상에서 삭제되어 하드디스크에 저장된 상태를 의미할 수 있다. 한편, 생성된 RDD가 반영구적으로 저장되는 경우(persist, P)까지 포함하면, RDD의 라이프 사이클은, 퍼시스트(persist, P), 초기 생성(initial, I), 캐싱(caching, C) 및 소멸(garbage collection, GC)의 4가지 상태로 구분될 수 있다.
- [0042] 한편, 파생 RDD는 RDD에 대한 연산에 의해 생성된다. RDD에 대한 연산으로는 트랜스포메이션(transformation)과 액션(action)이 존재한다.
- [0043] 표1은 RDD에 대한 연산을 나타낸 표이다.



표 1

Types	Functions
Transformations (define a new RDD)	map filter sample groupByKey reduceByKey sortByKey flatMap union join cogroup cross mapValues
Actions (return a result to driver program)	collect reduce count save lookupKey

[0044]

[0045]

파생 RDD는 트랜스포메이션과 액션에 의해 생성된다. 보다 상세하게는, 액션이 수행될 경우, 후술할 RDD에 대한 계보(Lineage)를 참고하여 RDD가 생성된다. 이때, 액션과 관련된 트랜스포메이션이 호출된 횟수만큼 파생 RDD가 생성되고, 최종적으로 액션이 수행되어 최종적인 파생 RDD(last RDD)가 생성된다(Lazy execution). 이때 액션은 분산 플랫폼의 개별 노드(node)에 존재하는 워커(worker)에 의해 수행된다.

[0046]

연산에 앞서 RDD에 대한 계보(Lineage)를 포함하는 DAG(Directed Acyclic Graph)가 생성될 수 있다. 여기서, RDD에 대한 계보는 트랜스포메이션과 액션에 의해 생성될 파생 RDD와 원시 RDD에 대한 데이터 및 메타데이터를 포함하고 있다. 따라서, DAG에 대한 스캐닝을 통해 원시 RDD 및 파생 RDD에 대한 메타데이터 및 데이터를 획득할 수 있다. 보다 구체적으로, RDD에 대한 계보는 트랜스포메이션 연산과 액션 연산이 수행될 경우 생성되는 파생 RDD들에 대한 데이터, 원시 RDD에 대한 데이터 및 파생 RDD들의 관계와 원시 RDD와 파생 RDD의 관계를 나타내는 메타데이터 등을 포함할 수 있다.

[0047]

데이터 처리부(H1300)의 주요 동작에는 다음의 4가지 동작이 포함될 수 있다.

[0048]

1) RDD에 대한 계보의 생성

[0049]

2) RDD에 대한 계보에 따라 실제 연산을 수행하여 RDD를 생성

[0050]

3) 초기 생성된 RDD를 퍼시스트로 저장할 지 캐싱으로 저장할 지 결정

[0051]

4) 저장된 RDD를 가비지 컬렉션을 통해 메모리 상에서 제거

[0053]

도 2는 RDD가 생성되는 과정의 일 실시예를 나타낸 도면이다.

[0054]

도 2를 참조하면, 먼저, 액션이 수행되기 전에 앞서 DAG가 생성된다(S21).

[0055]

이어서, DAG 스케줄러는, 생성된 DAG에 따라 실행 플랜을 생성한다. 이때, 노드 그룹핑이 이루어지고 스테이지가 생성된다(S22).

[0056]

다음으로, 태스크 스케줄러는 내로우 디펜던시(narrow dependency)를 고려하는 태스크를 생성한다(S23). 태스크 스케줄러는 클러스터 매니저를 통해 태스크를 론칭(launching)한다.

[0057]

그 다음으로, 개별 노드에 존재하는 워커들은 태스크를 실행하여 원시 RDD(raw RDD, RR)로부터 파생 RDD들을 생성한다. 이때, RDD에 대한 계보에 따라 파생 RDD들이 생성된다. 액션 수행에 의해 생성된 결과물인 RDD는 헤비

RDD라(heavy RDD, HR)고 지칭되며, 이러한 헤비 RDD를 생성하는 RDD는 최종 RDD(last RDD, LR)라고 지칭될 수 있다. 그리고, 파생 RDD 중에서 최종 RDD와 헤비 RDD를 제외한 나머지 파생 RDD는 일반 RDD(general RDD, GR)라고 지칭될 수 있다. 일반 RDD의 태스크는 다른 RDD와의 관계에서 내로우 디펜던시(narrow dependency)를 가진다. 이와 달리, 최종 RDD와 헤비 RDD의 태스크는 서로 와이드 디펜던시(wide dependency)를 갖는다.

[0058] 한편, 도 2에 도시된 RDD 생성 과정의 실시예는 한편으로 RDD에 대한 계보를 나타낸다고 할 수 있다. 도 2는 액션 수행시 RDD가 생성되는 과정을 도시하고 있으나, RDD에 대한 계보는 액션 연산이 수행될 경우, 파생 RDD들의 관계를 나타내는 메타데이터를 포함하고 있으므로, 도 2의 도시된 사항 특히, 도 2의 S23은 RDD에 대한 계보를 시각적으로 나타낸다고 할 수 있다.

[0059] 도 2를 참조하면, RDD에 대한 계보에는 원시 RDD(raw RDD, RR) 및 파생 RDD들이 도시되어 있고, 이러한 파생 RDD는 전술한 바와 같이, 최종 RDD(last RDD, LR), 헤비 RDD(heavy RDD, HR), 일반 RDD(general RDD, GR)로 구분될 수 있다. RDD는 원시 RDD와 파생 RDD로 구분될 수 있으므로, RDD는, 원시 RDD, 최종 RDD, 헤비 RDD, 일반 RDD로 구분될 수 있다. 이와 같은 원시 RDD, 최종 RDD, 헤비 RDD, 일반 RDD는 RDD의 타입 정보라고 지칭될 수 있다. 도면에 도시된 예에서는, RDD 5는 헤비 RDD에 해당하고, RDD4는 최종 RDD에 해당하며, RDD2 ~ 3은 일반 RDD에 해당하며, RDD1은 원시 RDD에 해당한다.

[0061] 저장부(H1400)는 데이터 처리부로부터 입력받은 RDD들을 저장할 수 있다. 이때, 저장부(H1400)는 RDD들을 메모리 상에 캐싱(caching) 처리 하거나 반영구적으로 저장(persisting)할 수 있으며, 메모리상에서 제거된 RDD들을 하드디스크에 저장할 수도 있다. 일 실시예에 따르면, 상기 저장부(H1400)의 저장 프로세스는 데이터 처리부의 제어에 따라 수행될 수 있다. 예를 들어, 데이터 처리부는 RDD 저장과 관련된 제어 명령을 생성하여 저장부(H1400)로 출력할 수 있다.

[0063] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 실시간 데이터 처리 프로세스를 나타낸 도면이다.

[0064] 도 3을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 실시간 데이터 처리 시스템은, 정보수집부(H3100), 데이터 생성부(H3200), 데이터 처리부(H3300) 및 저장부(H3400)를 포함하며, RDD 관리부(H3500)를 더 포함할 수 있다. 한편, 도 3의 실시예는 실시간 데이터 처리 프로세스를 나타내고 있으나, 본 발명의 데이터 처리 시스템은 실시간 데이터 뿐만 아니라 비실시간 데이터를 처리할 수도 있다.

[0065] 정보수집부(H3100)는, 다양한 정보를 수집할 수 있다. 정보수집부(H3100)는, IoT센서, 적외선 센서, 열감지 센서, CCTV 등과 같은 센서들로부터 생성된 데이터를 수집할 수 있다. 또한, 상기 정보수집부(H3100)는 레거시 시스템이나 SNS와 같이 실시간 또는 비실시간 정보를 포함하는 데이터베이스로부터 정보를 수집할 수도 있다. 이는 전술한 바와 같다.

[0067] 데이터 생성부(H3200)는, 정보수집부(H3100)로부터 정보를 입력받아 데이터를 생성할 수 있다. 데이터 생성부(H3200)가 생성하는 데이터는 실시간 데이터 스트림일 수 있고, 비실시간 기반의 데이터일 수도 있다. 또한, 데이터 생성부(H3200)는, 생성한 데이터를 데이터 처리부(H3300)로 출력할 수 있다. 이는 전술한 바와 같다.

[0069] 데이터 처리부(H3300)는, 데이터 생성부(H3200)로부터 데이터를 입력받을 수 있다. 이때, 데이터 처리부(H3300)는 데이터 생성부(H3200)로부터 실시간 또는 비실시간으로 데이터를 입력받을 수 있다. 또한, 데이터 처리부(H3300)는 입력받은 데이터를 기반으로 RDD(Resilient Distributed Dataset)를 생성할 수 있다. 한편, RDD와 관련된 내용은 본 발명의 일 실시예에 따른 실시간 데이터 처리 프로세스에서 기술한 내용이 그대로 적용될 수 있으므로, 반복적인 설명은 생략한다.

[0071] RDD 관리부(H3500)는, 원시 RDD, 파생 RDD를 모니터링하고 관리하여, RDD에 대한 메타데이터를 생성, 저장 및 관리할 수 있다.

[0072] 일 실시예에 따르면, RDD 관리부(H3500)는, DAG 스캐닝 에이전트(H3510), RDD 수명 모니터링 에이전트(H3520), 메타데이터 매니저(H3530) 및 RDD 저장 매니저(H3540)를 포함할 수 있다.

[0074] DAG 스캐닝 에이전트

[0075] DAG 스캐닝 에이전트(H3510)는, DAG를 스캐닝할 수 있다. 즉, DAG 스캐닝 에이전트(H3510)는 DAG가 생성되었는지 여부를 판단할 수 있다. 일 실시예에 따르면, DAG 스캐닝 에이전트(H3510)는 태스크를 모니터링하여 DAG가 생성되었는지 여부를 판단할 수 있다. DAG 스캐닝 에이전트(H3510)는 DAG를 발견할 경우 DAG로부터 RDD에 대한 계보를 읽어올 수 있다. 또한, DAG 스캐닝 에이전트(H3510)는, RDD에 대한 계보로부터 메타데이터를 추출할 수 있다. 여기서, 추출되는 메타데이터는 각 RDD에 대한 객체정보와 RDD 타입 정보를 포함할 수 있다. 여기서, RDD

에 대한 객체정보는, RDD의 식별정보 및 RDD가 포함된 DAG에 대한 식별정보를 포함할 수 있다. 그리고, RDD 타입 정보는, RDD가 원시 RDD에 해당하는지, 과생 RDD에 해당하는지에 대한 정보일 수 있으며, 과생 RDD중에서 최종(last) RDD, 즉 액션과 관련된 RDD에 해당하는지, 액션 연산에 따라 최종 RDD로부터 생성된 헤비 RDD에 해당하는지 또는 최종 RDD 및 헤비 RDD를 제외한 일반 RDD에 해당하는지를 나타내는 정보일 수 있다. 한편, 이러한 RDD 타입 정보는 RDD에 대한 우선순위를 설정하는 정보로 활용될 수 있다.

- [0076] 일 실시예에 따르면, DAG 스캐닝 에이전트(H3510)는, RDD 타입 정보에 따라 아래와 같은 순서로 RDD에 대한 우선순위를 설정할 수 있다.
- [0077] <RDD 우선순위>
- [0078] 우선순위 1: 최종 RDD(last RDD)
- [0079] 우선순위 2: 헤비 RDD(heavy RDD)
- [0080] 우선순위 3: 원시 RDD(raw RDD)
- [0081] 우선순위 4: 일반 RDD(general RDD)
- [0083] 설정된 RDD 우선순위는 RDD에 대한 메타데이터를 구성할 수 있다. 즉, DAG로부터 추출된 메타데이터와 RDD 우선순위는 RDD에 대한 메타데이터를 구성하여, 후술할 메타데이터 매니저(H3530)로 출력될 수 있다. 즉, DAG 스캐닝 에이전트(H3510)는, RDD에 대한 메타데이터를 후술할 메타데이터 매니저(H3530)로 출력할 수 있다. 이 경우, 메타데이터 매니저(H3530)는 RDD에 대한 메타데이터를 입력받은 후 스토리지에 저장할 수 있다.
- [0084] 또한, DAG 스캐닝 에이전트(H3510)는 RDD 우선순위를 후술할 RDD 수명 모니터링 에이전트(H3520)로 출력할 수 있다. RDD 수명 모니터링 에이전트(H3520)는 RDD 우선순위를 입력받은 다음, RDD에 대한 모니터링을 수행할 수 있다.
- [0086] RDD 수명 모니터링 에이전트
- [0087] RDD 수명 모니터링 에이전트(H3520)는 각 RDD의 라이프 사이클을 모니터링 할 수 있다.
- [0088] 일 실시예에 따르면, RDD 수명 모니터링 에이전트(H3520)는, DAG 스캐닝 에이전트(H3510)로부터 RDD 우선순위를 입력받은 다음 RDD에 대한 모니터링을 수행할 수 있다. RDD 우선순위를 입력받는다라는 것은 조만간 DAG 계보에 따라 실제로 RDD에 대한 연산이 수행된다는 것을 의미할 수 있으므로, RDD 수명 모니터링 에이전트(H3520)는, DAG 스캐닝 에이전트(H3510)로부터 RDD 우선순위를 입력받은 다음 RDD에 대한 모니터링을 수행할 수 있다.
- [0089] RDD 수명 모니터링 에이전트(H3520)는, RDD에 대한 연산(transformation, action)이 수행되는지를 모니터링하여, 실제로 연산이 수행된 경우, RDD에 대한 라이프 사이클 정보, 저장위치 정보 등을 후술할 메타데이터 매니저(H3530)로 출력할 수 있다. 이때, 메타데이터 매니저(H3530)는 라이프 사이클 정보, 저장위치 정보 등을 입력받은 후 업데이트할 수 있다. 여기서, 연산에 의해 실제로 RDD가 생성되기 때문에 메타데이터 매니저(H3530)로 출력되는 라이프 사이클 정보는 초기 생성 상태(initial, I)를 나타낸다. 또한, 여기서, 저장위치 정보는 RDD가 저장될 메모리의 어드레스 주소 등의 구체적인 로케이션 정보를 포함할 수 있다.
- [0090] 또한, RDD 수명 모니터링 에이전트(H3520)는, 가비지 컬렉션이 수행되는지를 모니터링할 수 있다. 데이터 처리부(H3300)가 가비지 컬렉션을 수행할 경우, RDD 수명 모니터링 에이전트(H3520)는 이를 감지한 다음, RDD의 라이프 사이클 정보를 후술할 메타데이터 매니저(H3530)로 출력할 수 있다. 이때, 메타데이터 매니저(H3530)로 출력되는 정보는, RDD들 중 가비지 컬렉션으로 선정된 RDD들에 대한 라이프 사이클 정보를 포함할 수 있다. 여기서, 가비지 컬렉션으로 선정된 RDD들의 라이프 사이클 정보는 가비지 컬렉션(GC) 상태를 나타낼 수 있다. 이 경우, 메타데이터 매니저(H3530)는 RDD 라이프 사이클 정보를 입력받아 RDD에 대한 메타데이터를 업데이트할 수 있다. 또한, 메타데이터 매니저(H3530)는, RDD에 대한 메타데이터에 기술된 우선순위 정보를 이용하여 가비지 컬렉션의 대상으로 선정된 RDD 중 일부의 RDD에 대한 라이프 사이클 정보 및 저장위치 정보를 변경할 수 있다. 이때, 메타데이터 매니저(H3530)는 RDD에 대한 메타데이터에 기술된 우선순위가 기 설정된 우선순위 이상인 경우 라이프 사이클 정보, 저장위치 정보를 변경할 수 있다. 예를 들어, 우선순위가 2이상인 경우, 즉 RDD 타입이 최종 RDD(우선순위 1)이거나, 헤비 RDD(우선순위 2)인 경우, 메타데이터 매니저(H3530)는 해당 RDD에 대한 라이프 사이클 정보 및 저장위치 정보를 변경할 수 있다. 그 결과, 해당 RDD는 가비지 컬렉션에 의해 제거되지 않을 수 있다. 또한, 메타데이터 매니저(H3530)는 변경된 정보를 후술할 RDD 저장 매니저(H3540)로 출력할 수 있다. RDD 저장 매니저(H3540)는 변경된 정보를 입력받아 해당 RDD를 다른 위치에 저장할 수 있다. 그 결과, 가비지

컬렉션의 대상으로 선정된 RDD 중 일부의 RDD는 미리 다른 장소에 저장되어 가비지 컬렉션에 의해 삭제되지 않을 수 있다.

[0092] 메타데이터 매니저

[0093] 메타데이터 매니저(H3530)는 RDD에 대한 메타데이터를 입력받아 메타데이터를 저장, 관리 및 업데이트 할 수 있다. 여기서, 메타데이터는, RDD의 DAG ID(Identifier), RDD ID, RDD 타입, 우선순위(priority), 스테이터스(status), 저장위치(location) 등을 포함할 수 있다. 여기서, DAG ID는 각 DAG를 식별하는 식별자이고, RDD ID는 각 RDD를 식별하는 식별자이며, RDD 타입은 전술한 RDD에 대한 4가지 구분형태를 나타낸다. 즉, RDD 타입은 원시 RDD(raw RDD, RR), 최종 RDD(last RDD, LR), 헤비 RDD(heavy RDD, HR), 일반 RDD(general RDD, GR) 중 어느 하나로 설정될 수 있다. 우선순위는 DAG 스캐닝 에이전트(H3510)에 의해 설정된 우선순위로서, RDD 타입에 따라 결정될 수 있다. 전술한 실시예에 따르면, 최종 RDD가 1순위이고, 헤비 RDD가 2순위이며, 원시 RDD는 3순위이고, 일반 RDD는 4순위이다. 다만, 이는 하나의 실시예로서, 이와 다른 순서로 RDD의 우선순위가 설정될 수도 있다. 스테이터스는 RDD의 라이프 사이클의 상태를 나타낸다. 전술한 바와 같이, 스테이터스는 퍼시스트(persist, P), 초기 생성(initial, I), 캐싱(caching, C) 및 소멸(garbage collection, GC) 중 어느 하나에 해당할 수 있다. 저장위치는 RDD가 저장된 위치를 나타낸다. 저장위치는 접근(access) 용이성에 따라 메모리와 하드디스크 중 어느 하나일 수 있다. 생명주기상태가 퍼시스트, 초기 생성 또는 캐싱인 경우 해당 RDD의 저장위치는 메모리일 수 있으며, 생명주기상태가 소멸인 경우 해당 RDD의 저장위치는 하드디스크일 수 있다.

[0094] 메타데이터 매니저(H3530)는 전술한 DAG 스캐닝 에이전트(H3510)로부터 RDD에 대한 메타데이터를 입력받아 메타데이터를 저장 및 업데이트할 수 있다.

[0095] 또한, 메타데이터 매니저(H3530)는 후술할 RDD 저장 매니저(H3540)로부터 저장 정보를 입력받아 메타데이터를 업데이트할 수 있다. 여기서, 저장 정보는, 생성된 RDD가 퍼시스트로 저장될 것인지, 캐싱으로 저장될 것인지를 지시하는 정보 및 저장위치와 관련된 정보를 포함할 수 있다. 그리고, 저장위치와 관련된 정보는, RDD가 메모리에 저장될 것인지, 하드디스크에 저장될 것인지를 지시하는 정보 및 구체적인 어드레스를 지시하는 정보를 포함할 수 있다.

[0096] 또한, 메타데이터 매니저(H3530)는, RDD 수명 모니터링 에이전트(H3520)부터 가비지 컬렉션의 대상에 해당하는 RDD에 대한 정보를 입력받을 수 있다. 메타데이터 매니저(H3530)는, 가비지 컬렉션의 대상에 해당하는 RDD에 대한 정보를 입력받아 해당 RDD의 스테이터스 등을 업데이트 할 수 있다.

[0097] 메타데이터 매니저(H3530)는 메타데이터를 후술할 저장부(H3400)에 저장하거나, 별도의 데이터베이스에 저장할 수 있다. 이때, 저장된 메타데이터는 RDD에 대한 계보로부터 추출된 메타데이터가 가공된 결과물일 수 있다. 그리고, RDD에 대한 계보로부터 추출된 메타데이터는 전술한 DAG 스캐닝 에이전트(H3510) 또는 메타데이터 매니저(H3530)에 의해 가공될 수 있다.

[0098] 메타데이터 매니저(H3530)는 메타데이터를 후술할 RDD 저장 매니저(H3540)로 출력할 수 있으며, RDD 저장 매니저(H3540)로부터 RDD가 퍼시스트로 저장되는지, 캐싱으로 저장되는지를 나타내는 정보 및 RDD가 저장된 위치에 관한 정보를 입력받을 수 있다.

[0100] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 RDD 메타데이터를 나타낸 도면이다.

[0101] 도 4를 참조하면, RDD 메타데이터는 DAG\_ID, RDD\_ID, RDD\_Type, Priority, Status, Location을 포함한다. 도 4에서 DAG\_ID, RDD\_ID, RDD\_Type, Priority, Status, Location은 제1행에 표시되어 있다. 그리고, 제1열에 표시된 DAG\_ID는 전술한 DAG ID이고, 제2열에 표시된 RDD\_ID는 전술한 RDD ID이며, 제3열에 표시된 RDD\_Type은 전술한 RDD 타입이고, 제4열에 표시된 Priority는 전술한 우선순위이며, 제5열에 표시된 Status는 전술한 스테이터스이며, 제6열에 표시된 Location은 전술한 저장위치일 수 있다.

[0102] 제2행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 DAG ID가 1이라는 정보, 해당 RDD의 RDD ID가 1이라는 정보를 나타낸다. 또한, 제2행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 타입이 일반 RDD(GR)라는 정보를 나타내고, 따라서 우선순위가 4순위라는 정보를 나타낸다. 그리고, 제2행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 스테이터스가 초기 상태(initial, I)라는 정보를 나타내고, 따라서 해당 RDD의 저장위치가 메모리라는 정보를 나타낸다.

[0103] 제3행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 DAG ID가 1이라는 정보, 해당 RDD의 RDD ID가 2라는 정보를 나타낸다. 또한, 제3행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 타입이 최종 RDD(LR)라는 정보를

나타내고, 따라서 우선순위가 1순위라는 정보를 나타낸다. 그리고, 제3행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 생명주기상태가 초기 상태(initial, I)라는 정보를 나타내고, 따라서 해당 RDD의 저장위치가 메모리라는 정보를 나타낸다.

[0104] 제4행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 DAG ID가 1이라는 정보, 해당 RDD의 RDD ID가 3이라는 정보를 나타낸다. 또한, 제4행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 타입이 헤비 RDD(HR)라는 정보를 나타내고, 따라서 우선순위가 2순위라는 정보를 나타낸다. 그리고, 제4행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 생명주기상태가 초기 상태(initial, I)라는 정보를 나타내고, 따라서 해당 RDD의 저장위치가 메모리라는 정보를 나타낸다.

[0105] 제5행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 DAG ID가 1이라는 정보, 해당 RDD의 RDD ID가 4라는 정보를 나타낸다. 또한, 제4행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 타입이 원시 RDD(RR)라는 정보를 나타내고, 따라서 우선순위가 3순위라는 정보를 나타낸다. 그리고, 제5행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 생명주기상태가 초기 상태(initial, I)라는 정보를 나타내고, 따라서 해당 RDD의 저장위치가 메모리라는 정보를 나타낸다.

[0106] 제6행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 DAG ID가 2라는 정보, 해당 RDD의 RDD ID가 1이라는 정보를 나타낸다. 또한, 제5행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 타입이 일반 RDD(GR)라는 정보를 나타내고, 따라서 우선순위가 4순위라는 정보를 나타낸다. 그리고, 제5행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 생명주기상태가 가비지 컬렉션(garbage collection, C)라는 정보를 나타내고, 따라서 해당 RDD가 하드디스크를 기반으로 한 파일시스템 또는 빅데이터 에코 시스템 기반의 저장소 등에 저장될 수 있다는 정보를 나타낸다.

[0107] 제7행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 DAG ID가 2라는 정보, 해당 RDD의 RDD ID가 2이라는 정보를 나타낸다. 또한, 제7행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 타입이 일반 RDD(GR)라는 정보를 나타내고, 따라서 우선순위가 4순위라는 정보를 나타낸다. 그리고, 제7행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 생명주기상태가 캐싱(caching, C)라는 정보를 나타내고, 따라서 해당 RDD의 저장위치가 메모리라는 정보를 나타낸다.

[0108] 제8행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 DAG ID가 2라는 정보, 해당 RDD의 RDD ID가 3이라는 정보를 나타낸다. 또한, 제8행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 타입이 헤비 RDD(HR)라는 정보를 나타내고, 따라서 우선순위가 2순위라는 정보를 나타낸다. 그리고, 제8행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 생명주기상태가 캐싱(caching, C)라는 정보를 나타내고, 따라서 해당 RDD의 저장위치가 메모리라는 정보를 나타낸다.

[0109] 제9행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 DAG ID가 2라는 정보, 해당 RDD의 RDD ID가 4라는 정보를 나타낸다. 또한, 제9행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 타입이 원시 RDD(RR)라는 정보를 나타내고, 따라서 우선순위가 3순위라는 정보를 나타낸다. 그리고, 제8행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 생명주기상태가 퍼시스트(persist, P)라는 정보를 나타내고, 따라서 해당 RDD의 저장위치가 메모리라는 정보를 나타낸다.

[0110] 제10행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 DAG ID가 2라는 정보, 해당 RDD의 RDD ID가 5라는 정보를 나타낸다. 또한, 제10행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 타입이 최종 RDD(LR)라는 정보를 나타내고, 따라서 우선순위가 1순위라는 정보를 나타낸다. 그리고, 제10행에 표시된 RDD와 관련된 메타데이터는 해당 RDD의 생명주기상태가 캐싱(caching, C)라는 정보를 나타내고, 따라서 해당 RDD의 저장위치가 메모리라는 정보를 나타낸다.

[0112] 한편, 메타데이터 매니저(H3530)는 DAG 스캐닝 에이전트(H3510)로부터 입력받은 RDD에 대한 메타데이터를 저장 및 업데이트할 수 있다. 일 예로, 메타데이터 매니저(H3530)는, DAG로 부터 추출된 메타데이터 및 우선순위정보를 DAG 스캐닝 에이전트(H3510)로부터 입력받아 이를 저장할 수 있다. 다른 예로, 메타데이터 매니저(H3530)는, 실제로 연산(트랜스포메이션, 액션)이 수행되어 RDD가 생성된 경우, 생성된 RDD에 대한 라이프 사이클 정보를 입력받아 이를 업데이트할 수 있다. 또 다른 예로, 메타데이터 매니저(H3530)는, 가비지 컬렉션이 수행되기 앞서, RDD의 라이프 사이클 정보를 입력받아 RDD에 대한 메타데이터를 업데이트할 수 있다. 또 다른 예로, 메타데이터 매니저(H3530)는, 가비지 컬렉션이 수행되기 앞서, RDD에 대한 메타데이터에 기술된 우선순위 정보를 이용하여 가비지 컬렉션의 대상으로 선정된 RDD 라이프 사이클 정보를 변경하여 업데이트할 수 있다. 또 다른

예로, 메타데이터 매니저(H3530)는 후술할 RDD 저장 매니저(H3540)로부터 초기 생성된 RDD가 퍼시스트의 라이프 사이클을 가질 것인지, 캐싱의 라이프 사이클을 가진 것인지에 대한 정보 등을 입력받아 이를 업데이트할 수 있다.

[0114] RDD 저장 매니저

[0115] RDD 저장 매니저(H3540)는, 저장부(H3400)에 저장되는 RDD들을 관리할 수 있다.

[0116] RDD 저장 매니저(H3540)는 메타데이터 매니저(H3530)로부터 메타데이터의 적어도 일부에 대한 정보를 입력받을 수 있다. 일 예로, RDD 저장 매니저(H3540)는, RDD를 식별하기 위한 정보와 RDD의 저장위치에 관한 정보를 메타데이터 매니저(H3530)로부터 입력받을 수 있다. 여기서, RDD를 식별하기 위한 정보는, 전송한 DAG ID, RDD ID를 포함할 수 있다. 즉, DAG ID와 RDD ID를 조합하여 RDD를 식별할 수 있다. RDD 저장 매니저(H3540)는 RDD를 식별하기 위한 정보와 RDD의 저장위치 정보를 이용하여 생성된 RDD의 로케이션 정보를 관리할 수 있다.

[0118] 또한, RDD 저장 매니저(H3540)는, 초기 생성된 RDD가 퍼시스트로 저장/관리될 것인지 아니면 캐싱으로 저장/관리될 것인지를 지시하는 정보를 입력받을 수 있다. 일 실시예에 따르면, RDD 저장 매니저(H3540)는, 데이터 처리부(H3300)로부터 초기 생성된 RDD가 퍼시스트로 저장/관리될 것인지 아니면 캐싱으로 저장/관리될 것인지를 지시하는 정보를 입력받을 수 있다. 이때, RDD 저장 매니저(H3540)는 데이터 처리부(H3300)로부터 구체적인 저장위치에 대한 정보를 더 입력받을 수 있다. RDD 저장 매니저(H3540)는 초기 생성된 RDD가 퍼시스트로 저장/관리될 것인지 아니면 캐싱으로 저장/관리될 것인지를 지시하는 정보를 입력받은 다음, 해당 정보에 따라 저장위치 정보를 업데이트할 수 있다. RDD의 라이프 사이클 정보(특히, 퍼시스트 또는 캐싱), 업데이트된 RDD의 저장위치 정보를 메타데이터 매니저(H3530)로 출력할 수 있다. 메타데이터 매니저(H3530)는 RDD 저장 매니저(H3540)로부터 상술한 정보를 입력받아 RDD에 대한 메타데이터를 업데이트할 수 있다. 이때, RDD에 대한 메타데이터에서, RDD의 라이프 사이클 정보, 저장위치 정보 등이 업데이트 될 수 있다.

[0119] 예를 들어, 데이터 처리부(H3300)가 초기 생성된 RDD #i를 퍼시스트로 저장하기로 결정한 경우를 가정해 볼 수 있다. 이때, RDD 저장 매니저(H3540)는, 데이터 처리부(H3300)로부터 RDD #i가 퍼시스트로 저장/관리될 것을 지시하는 정보와 구체적인 저장위치에 대한 정보를 입력받을 수 있다. RDD 저장 매니저(H3540)는 RDD #i가 퍼시스트 형태로 소정의 저장위치에 저장된다는 정보를 입력받아 저장위치 정보를 업데이트할 수 있다. RDD 저장 매니저(H3540)는 RDD #i의 라이프 사이클 정보, 업데이트된 RDD #i의 저장위치 정보를 메타데이터 매니저(H3530)로 출력할 수 있다. 메타데이터 매니저(H3530)는 RDD 저장 매니저(H3540)로부터 상술한 정보를 입력받아 RDD #i에 대한 메타데이터를 업데이트할 수 있다. 구체적으로, 메타데이터 매니저(H3530)는 RDD #i에 대한 라이프 사이클 정보를 퍼시스트로 업데이트하고, 구체적인 저장위치 정보를 업데이트할 수 있다.

[0121] 또한, RDD 저장 매니저(H3540)는, 가비지 컬렉션이 수행되기에 앞서, 가비지 컬렉션의 대상으로 선정된 RDD들 중 일부를 다른 저장위치에 저장할 수 있다. RDD 저장 매니저(H3540)는 메타데이터 매니저(H3530)로부터 변경된 정보를 전송받아 이를 기초로 RDD를 다른 위치에 저장할 수 있다. 이때, 메타데이터 매니저(H3530)는 RDD에 대한 메타데이터에 기술된 우선순위 정보를 이용하여 가비지 컬렉션의 대상으로 선정된 RDD 중 일부의 RDD에 대한 라이프 사이클 정보 및 저장위치 정보를 변경할 수 있다. 이는 전송한 바와 같다.

[0123] 저장부(H3400)는 데이터 처리부(H3300)로부터 입력받은 RDD들을 저장할 수 있다. 이때, 저장부(H3400)는 RDD들을 메모리 상에 캐싱(caching) 처리 하거나 반영구적으로 저장(persist)할 수 있으며, 선택적으로 하드디스크에 저장할 수도 있다. 일 실시예에 따르면, 상기 저장부(H3400)의 저장 프로세스는 데이터 처리부(H3300)의 제어에 따라 수행될 수 있다. 예를 들어, 데이터 처리부(H3300)는 RDD 저장과 관련된 제어 명령을 생성하여 저장부(H3400)로 출력할 수 있다. 또한, 저장부(H3400)는, RDD 저장 매니저(H3540)의 제어 명령에 따라 RDD들을 메모리 상에 캐싱 처리하거나 반영구적으로 저장할 수도 있다. 일 예로, 저장부(H3400)는, RDD 저장 매니저(H3540)의 제어 명령에 따라 가비지 컬렉션으로 선정된 RDD들 중 일부의 RDD를 별도의 저장위치에 더 저장하거나, 별도의 저장위치로 옮겨 저장할 수 있다.

[0125] 이하, 도면을 참조하여, RDD 계보로부터 메타데이터를 추출하고, RDD를 초기 생성하고, RDD를 선택적으로 저장하고, RDD를 가비지 컬렉션하는 일련의 과정에 대해 설명하도록 한다. 이하의 도면에서, 스파크 어플리케이션과 DAG 스케줄러는 전송한 데이터 처리부(H3300)의 구성요소일 수 있다. 또한, DAG 스캐닝 에이전트(H3510), RDD 수명 모니터링 에이전트(H3520), 메타데이터 매니저(H3530) 및 RDD 저장 매니저(H3540)는 RDD 관리부(H3500)에 포함될 수 있으며, 전송한 설명이 그대로 적용될 수 있다.

[0127] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 메타데이터 추출 과정을 나타낸 흐름도이다.

- [0128] 먼저, 스파크 어플리케이션은, 데이터 처리를 위한 실행 플랜을 생성한다. 스파크 어플리케이션은 생성된 실행 플랜을 DAG 스케줄러로 출력한다. DAG 스케줄러는 실행 플랜을 입력받고, 실행 플랜에 따라 DAG를 생성한다. 또한, DAG 스케줄러는 RDD 수명 모니터링 에이전트(H3520)로 스탠바이 명령을 출력한다. RDD 수명 모니터링 에이전트(H3520)는 스탠바이 명령을 입력받고 대기 상태를 유지한다.
- [0129] DAG 스캐닝 에이전트(H3510)는, DAG를 스캐닝한다. DAG 스케줄러가 스케줄에 따라 DAG를 생성하면, DAG 스캐닝 에이전트(H3510)가 이를 발견할 수 있다. DAG 스캐닝 에이전트(H3510)는 DAG를 발견하여, DAG에 포함된 RDD에 대한 계보로부터 연산과 관련된 메타데이터를 추출한다. DAG 스캐닝 에이전트(H3510)는 RDD의 타입에 따라 우선 순위를 부여한다. DAG 스캐닝 에이전트(H3510)는, 우선순위 정보를 RDD 수명 모니터링 에이전트(H3520)로 출력한다. 또한, DAG 스캐닝 에이전트(H3510)는, RDD에 대한 메타데이터를 RDD 수명 모니터링 에이전트(H3520)로 출력한다. 여기서, RDD에 대한 메타데이터는, 우선순위 정보 및 RDD에 대한 계보로부터 추출한 메타데이터를 포함한다. RDD 수명 모니터링 에이전트(H3520)는 우선순위 정보를 입력받은 후 RDD에 대한 계보에 따라 RDD가 실제로 생성되는지를 모니터링한다. 메타데이터 매니저(H3530)는 DAG 스캐닝 에이전트(H3510)로부터 입력받은 RDD에 대한 메타데이터를 저장한다.
- [0131] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 RDD 초기 생성 과정을 나타낸 흐름도이다.
- [0132] 본 도면은 RDD에 대한 계보를 기초로 RDD가 실제로 생성되는 과정을 나타낸다. 먼저, DAG 스케줄러는, 스케줄에 따라 스파크 어플리케이션으로 연산 수행 명령을 출력한다. 스파크 어플리케이션은 DAG 스케줄러로부터 연산 수행 명령을 입력받아 연산을 수행한다. 즉, 스파크 어플리케이션은, 액션과 관련된 적어도 하나 이상의 트랜스포메이션을 수행하고, 최종적으로 액션을 수행하여 실제 RDD를 초기 생성한다. RDD 수명 모니터링 에이전트(H3520)는, RDD가 생성되는지 모니터링 중에 실제 RDD가 생성된 것을 감지한다. RDD 수명 모니터링 에이전트(H3520)는, 실제 RDD가 생성된 것을 감지하여 RDD들의 라이프 사이클에 대한 정보를 메타데이터 매니저(H3530)로 출력한다. 메타데이터 매니저(H3530)는 생성된 RDD에 대한 라이프 사이클을 업데이트할 수 있다. 이때, RDD는 초기 생성 상태이므로, 메타데이터 매니저(H3530)는 실제로 생성된 RDD에 대한 라이프 사이클을 초기 생성 상태(initial, I)로 업데이트할 수 있다.
- [0134] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 RDD의 선택적 저장 과정을 나타낸 흐름도이다.
- [0135] 본 도면은 초기 생성된 RDD를 퍼시스트로 저장할지 캐싱으로 저장할지 결정하는 과정을 나타낸다. 먼저, 스파크 어플리케이션은 초기 생성된 RDD를 퍼시스트로 저장할지 캐싱으로 저장할지를 결정한다. RDD 저장 매니저(H3540)는 초기 생성된 RDD가 퍼시스트로 저장될 것인지 캐싱으로 저장될 것인지를 지시하는 정보를 입력받는다. 이때, RDD 저장 매니저(H3540)는 해당 RDD가 저장될 구체적인 저장위치에 대한 정보를 더 입력받을 수 있다. RDD 저장 매니저(H3540)는 입력받은 정보에 기초하여 RDD를 캐싱 또는 퍼시스트로 저장한다. 즉, RDD 저장 매니저(H3540)는 해당 RDD를 입력받은 저장위치에 캐싱 또는 퍼시스트로 저장한다. 이어서, RDD 저장 매니저(H3540)는, 해당 RDD의 라이프 사이클 정보 및 해당 RDD의 구체적인 저장위치에 대한 정보를 메타데이터 매니저(H3530)로 출력한다. 여기서, 라이프 사이클 정보는, 퍼시스트 또는 캐싱에 해당할 수 있다. 메타데이터 매니저(H3530)는 RDD 저장 매니저(H3540)로부터 상기 정보를 수신하여 메타데이터를 업데이트 할 수 있다.
- [0137] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 가비지 컬렉션 과정을 나타낸 흐름도이다.
- [0138] 본 도면은 가비지 컬렉션이 수행되는 과정을 나타낸다. 먼저, DAG 스케줄러는 스케줄에 따라 스파크 어플리케이션으로 가비지 컬렉션 수행 명령을 출력한다. 스파크 어플리케이션은 DAG 스케줄러로부터 가비지 컬렉션 수행 명령을 입력받는다. 이어서, 스파크 어플리케이션은 가비지 컬렉션을 위한 동작을 수행한다. RDD 수명 모니터링 에이전트(H3520)는 가비지 컬렉션이 수행되는지를 모니터링하여 가비지 컬렉션이 감지되면 메타데이터 매니저(H3530)로 RDD에 대한 라이프 사이클 정보를 출력한다. RDD 수명 모니터링 에이전트(H3520)는 가비지 컬렉션의 대상으로 선정된 RDD에 대한 라이프 사이클 정보를 메타데이터 매니저(H3530)로 출력한다. 메타데이터 매니저(H3530)는 RDD 라이프 사이클 정보를 입력받아 RDD에 대한 메타데이터를 업데이트한다. 이때, 메타데이터 매니저(H3530)는 가비지 컬렉션의 대상으로 선정된 RDD에 대한 RDD 라이프 사이클 정보를 가비지 컬렉션(GC)으로 업데이트할 수 있다. 뿐만 아니라, 메타데이터 매니저(H3530)는 메타데이터에 기 저장된 우선순위 정보를 이용하여 가비지 컬렉션의 대상으로 선정된 RDD 중 일부의 RDD에 대한 라이프 사이클 정보 및 저장위치 정보를 더 업데이트 할 수 있다. 메타데이터 매니저(H3530)는 업데이트된 정보를 RDD 저장 매니저(H3540)로 출력한다. RDD 저장 매니저(H3540)는 업데이트된 정보를 입력받는다. RDD 저장 매니저(H3540)는 입력받은 정보에 기초하여 RDD를 저장한다.

- [0139] 일 실시예에서, 메타데이터 매니저(H3530)는 메타데이터에 기 저장된 우선순위가 기 설정된 우선순위 이상인 경우 라이프 사이클 정보, 저장위치 정보를 변경할 수 있다. 즉, 메타데이터 매니저(H3530)는 우선순위가 높은 RDD가 가비지 컬렉션의 대상으로 선정된 경우, 해당 RDD가 제거되지 않도록 하기 위해 라이프 사이클 정보 및 저장위치 정보를 변경할 수 있다. 또한, 메타데이터 매니저(H3530)는 변경된 라이프 사이클 정보 및 저장위치 정보를 RDD 저장 매니저(H3540)로 출력할 수 있다. RDD 저장 매니저(H3540)는 변경된 라이프 사이클 정보 및 저장위치 정보에 기초하여 우선순위가 높은 RDD를 다른 저장위치에 더 저장할 수 있다. 이러한 실시예에 의하면, 우선순위가 높은 RDD는 별도의 저장위치에 저장되므로, 가비지 컬렉션이 수행되더라도 삭제되지 않는다. 또한, 별도로 저장된 RDD는 DAG ID 및 RDD ID 의 조합과 같은 객체식별정보를 통해 식별할 수 있다. 따라서, 이러한 실시예에 의하면, 중요한 RDD가 메모리 상에 유지될 수 있을 뿐만 아니라, 중요한 RDD에 대한 접근성을 높일 수 있다.
- [0141] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 RDD 관리 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0142] 본 발명의 일 실시예에 따른 RDD 관리 방법의 각 단계는 전술한 RDD 관리 장치의 구성요소(들)에 의해 수행될 수 있다.
- [0143] 상기 방법은 먼저, RDD에 대한 계보로부터 메타데이터를 추출한다(s9100).
- [0144] 이어서, 상기 방법은 추출된 메타데이터를 저장한다(s9200). 다음으로, 상기 방법은 RDD에 대한 계보와 관련된 연산이 수행되면, 저장된 메타데이터를 업데이트 한다(s9300). 여기서, 저장된 메타데이터는 RDD 객체정보 및 RDD 타입 정보를 포함한다. RDD 객체정보는 DAG 식별자, RDD 식별자를 포함할 수 있고, RDD 타입정보는, 최종 RDD, 헤비 RDD, 일반 RDD 및 원시 RDD 중 어느 하나를 지시할 수 있다.
- [0145] 업데이트 하는 단계는, RDD에 대한 계보와 관련된 연산 수행의 결과로 생성된 RDD들의 라이프 사이클을 지시하는 스테이터스 정보를 업데이트하는 단계에 해당할 수 있다. 즉, 실제로 RDD에 대한 연산이 수행되어 RDD가 생성될 경우, RDD들의 라이프 사이클이 초기 생성임을 지시하는 스테이터스 정보를 업데이트할 수 있다.
- [0146] 선택적으로, 상기 방법은 아래의 단계를 더 수행할 수 있다. 먼저, 상기 방법은 연산 수행의 결과로 생성된 RDD 들 중 적어도 하나의 RDD를 메모리 상에 캐싱(caching) 저장할지 퍼시스트(persist)로 저장할지를 지시하는 정보를 수신한다. 이어서, 지시하는 정보에 따라 적어도 하나의 RDD를 저장한다. 다음으로, 지시하는 정보 및 저장된 적어도 하나의 RDD의 저장위치 정보에 기초하여 저장된 메타데이터를 더 업데이트한다. 즉, 상기 방법은 초기 생성 상태(initial, I)의 RDD들을 캐싱으로 저장할지 퍼시스트로 저장할지 지시하는 정보에 따라 RDD들을 구분하여 저장하고, 구분 저장된 RDD들에 대한 메타데이터를 관리할 수 있다.
- [0147] 선택적으로, 저장된 메타데이터는 우선순위 정보 및 RDD 저장위치 정보를 더 포함하고, 우선순위 정보는 RDD 타입정보에 의존하여 설정되고, 상기 RDD 저장위치 정보는 RDD들이 저장되는 위치정보를 지시할 수 있다. 이때, 우선순위 정보는, 최종 RDD, 헤비 RDD, 원시 RDD, 일반 RDD의 순서로 높은 우선순위를 가질 수 있다.
- [0148] 선택적으로, 상기 방법은 아래의 단계를 더 수행할 수 있다. 먼저, 상기 방법은 RDD에 대한 계보와 관련된 연산 수행의 결과로 생성된 RDD들에 대한 가비지 컬렉션(garbage collection)을 감지한다. 이어서, 상기 방법은 생성된 RDD들 중 가비지 컬렉션의 대상으로 선정된 RDD들과 관련된 스테이터스 정보를 변경하여 저장된 메타데이터를 더 업데이트한다. 다음으로, 상기 방법은 가비지 컬렉션의 대상으로 선정된 RDD들 중 우선순위 정보가 기설정된 우선순위 보다 높은 우선순위를 갖는 RDD에 대한 스테이터스 정보 및 RDD 저장위치 정보를 변경하여 저장된 메타데이터를 더 업데이트하고, 우선순위 정보가 기설정된 우선순위 보다 앞서는 RDD를 변경된 RDD 저장위치 정보에 기초하여 저장한다. 그 다음으로, 감지된 가비지 컬렉션이 수행될 수 있다. 즉, 상기 방법은 가비지 컬렉션의 대상으로 선정된 RDD들 중 중요도가 높은, 다시 말해 우선순위가 높은 RDD들을 별도로 저장하고 관리할 수 있다.
- [0150] 전술한 본 발명의 일 실시예에 따른 RDD 관리 방법의 각 단계는 소프트웨어로 프로그래밍될 수 있으며, 프로그래밍된 프로그램은 저장매체에 저장될 수 있다.
- [0152] 모듈, 유닛 또는 장치를 구성하는 각 구성요소는 메모리(또는 저장 유닛)에 저장된 연속된 수행과정들을 실행하는 프로세서들일 수 있다. 전술한 실시예에 기술된 각 단계들은 하드웨어/프로세서들에 의해 수행될 수 있다. 전술한 실시예에 기술된 각 구성단위들은 하드웨어/프로세서로서 동작할 수 있다. 또한, 본 발명이 제시하는 방법들은 코드로서 실행될 수 있다. 이 코드는 프로세서가 읽을 수 있는 저장매체에 쓰여질 수 있고, 따라서 장치(apparatus)가 제공하는 프로세서에 의해 임혀질 수 있다.



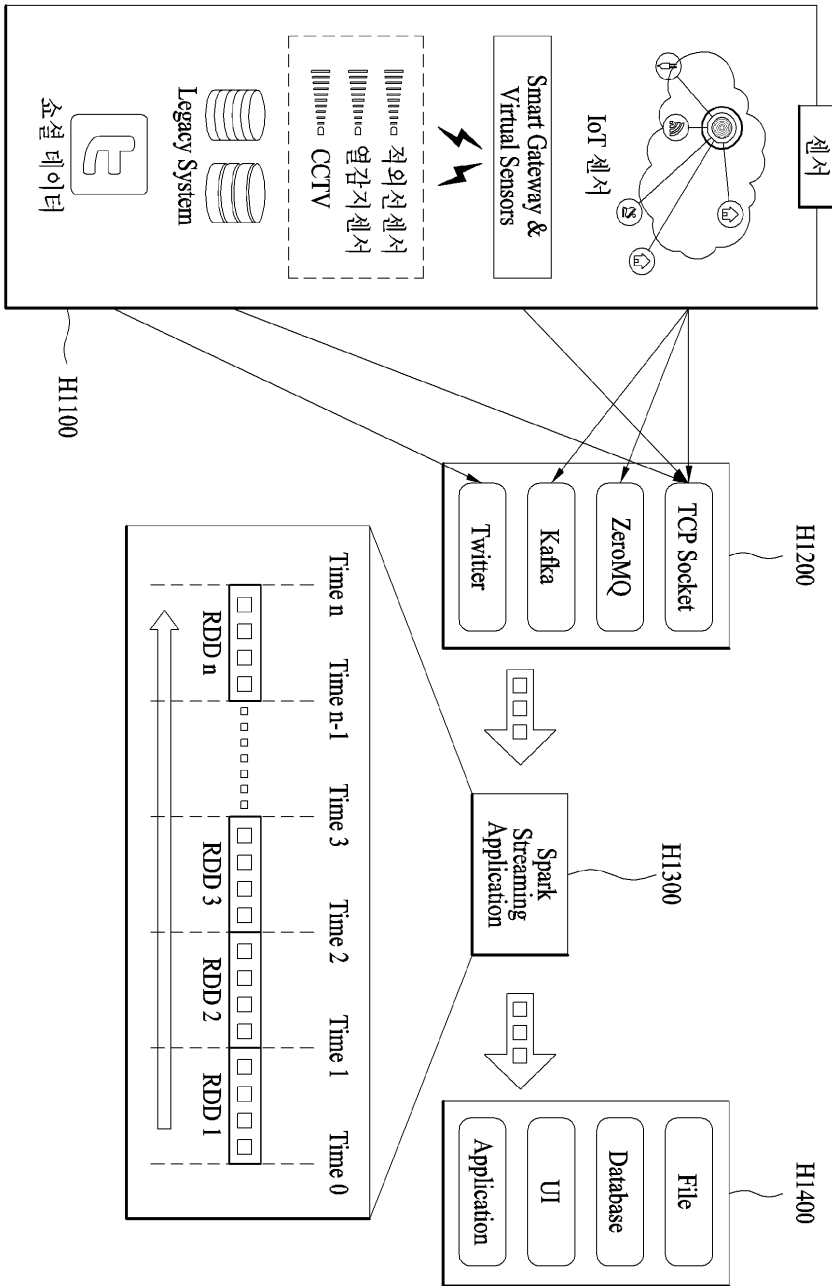
- [0153] 설명의 편의를 위하여 각 도면을 나누어 설명하였으나, 각 도면에 서술되어 있는 실시예들을 병합하여 새로운 실시예를 구현하도록 설계하는 것도 가능하다. 그리고, 통상의 기술자의 필요에 따라, 이전에 설명된 실시 예들을 실행하기 위한 프로그램이 기록되어 있는 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체를 설계하는 것도 본 발명의 권리범위에 속한다.
- [0154] 본 발명에 따른 장치 및 방법은 상술한 바와 같이 설명된 실시 예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상술한 실시 예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시 예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.
- [0155] 한편, 본 발명이 제안하는 방법을 네트워크 디바이스에 구비된, 프로세서가 읽을 수 있는 기록매체에, 프로세서가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 프로세서가 읽을 수 있는 기록매체는 프로세서에 의해 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 프로세서가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있다. 또한, 프로세서가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 프로세서가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.
- [0156] 또한, 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해해서는 안 될 것이다.
- [0157] 그리고, 당해 명세서에서는 물건 발명과 방법 발명이 모두 설명되고 있으며, 필요에 따라 양 발명의 설명은 보충적으로 적용될 수가 있다.
- [0158] 본 발명의 사상이나 범위를 벗어나지 않고 본 발명에서 다양한 변경 및 변형이 가능함은 당업자에게 이해된다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구항 및 그 동등 범위 내에서 제공되는 본 발명의 변경 및 변형을 포함하는 것으로 의도된다.
- [0159] 본 명세서에서 장치 및 방법 발명이 모두 언급되고, 장치 및 방법 발명 모두의 설명은 서로 보완하여 적용될 수 있다.

**부호의 설명**

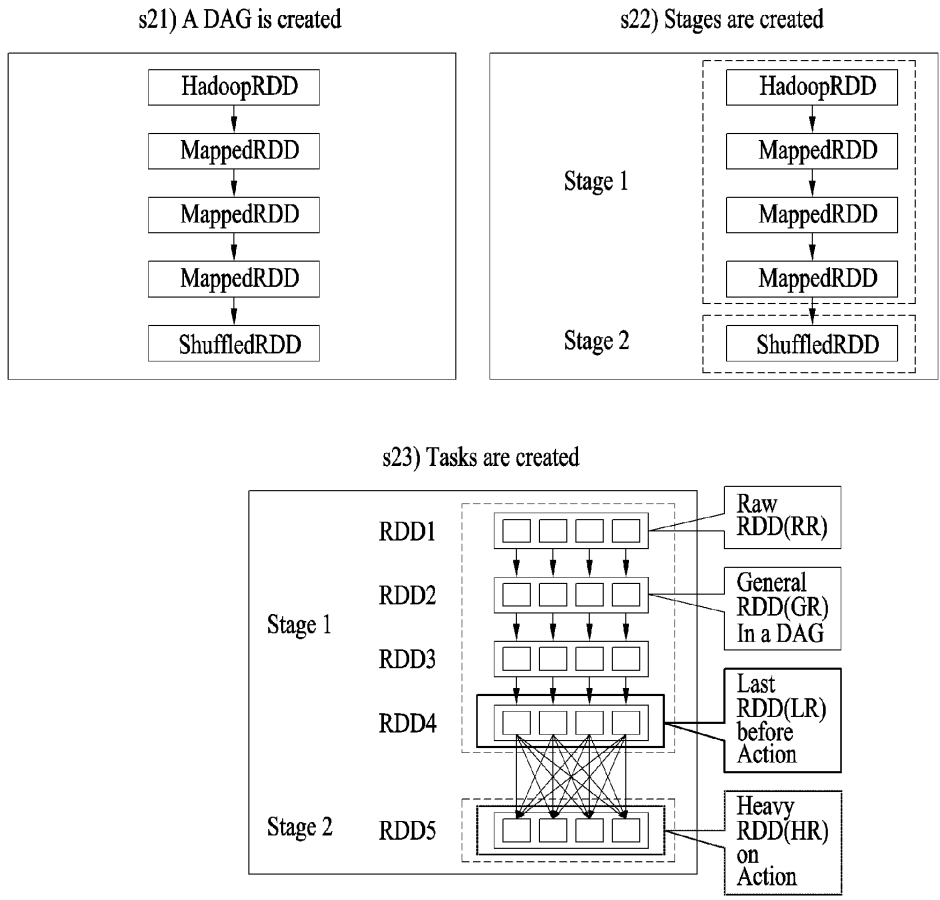
- [0160] H1100, H3100: 정보수집부
- H1200, H3200: 데이터 생성부
- H1300, H3300: 데이터 처리부
- H1400, H3400: 저장부
- H3500: RDD 관리부
- H3510: DAG 스캐닝 에이전트
- H3520: RDD 수명 모니터링 에이전트
- H3530: 메타데이터 매니저
- H3540: RDD 저장 매니저

도면

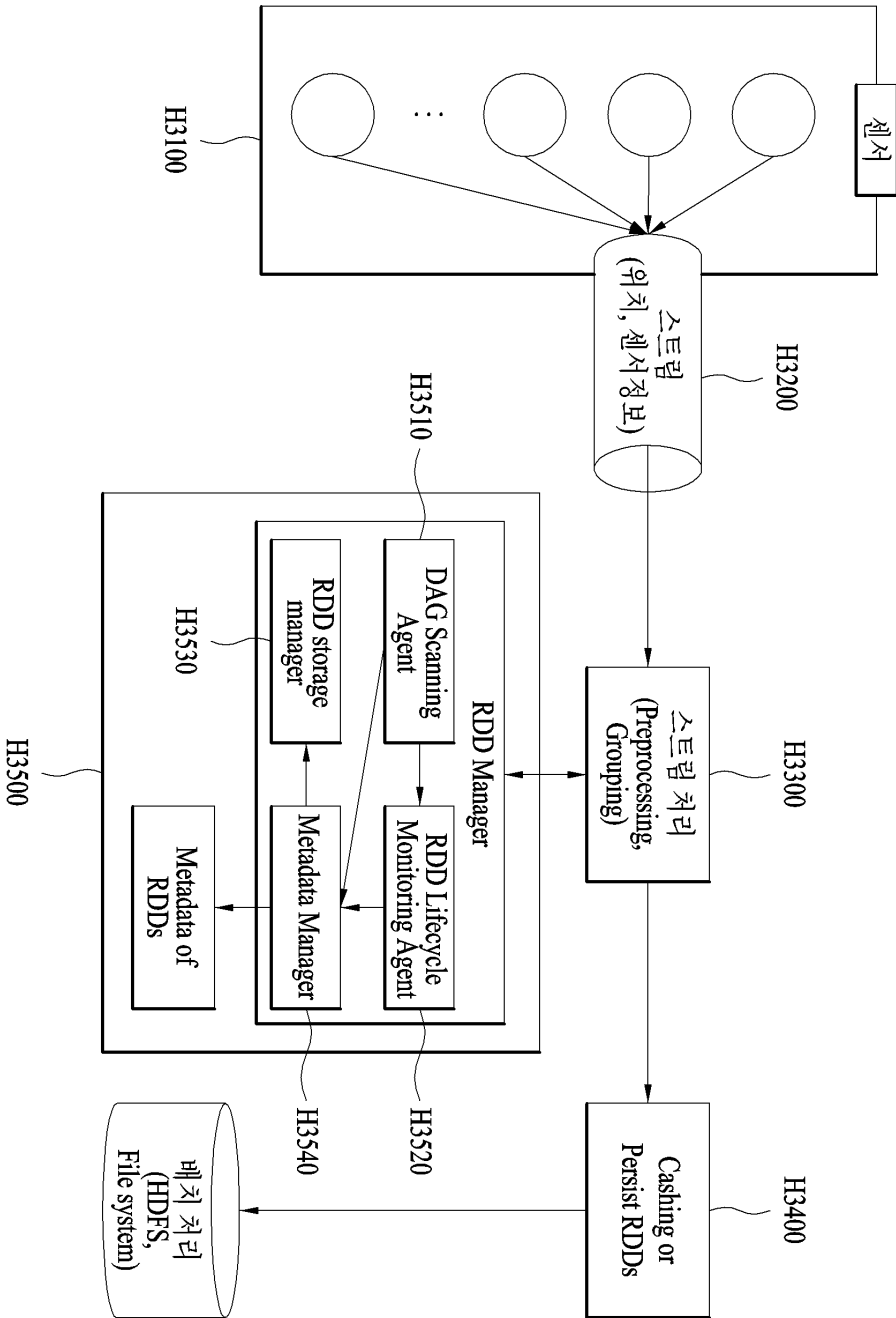
도면1



도면2



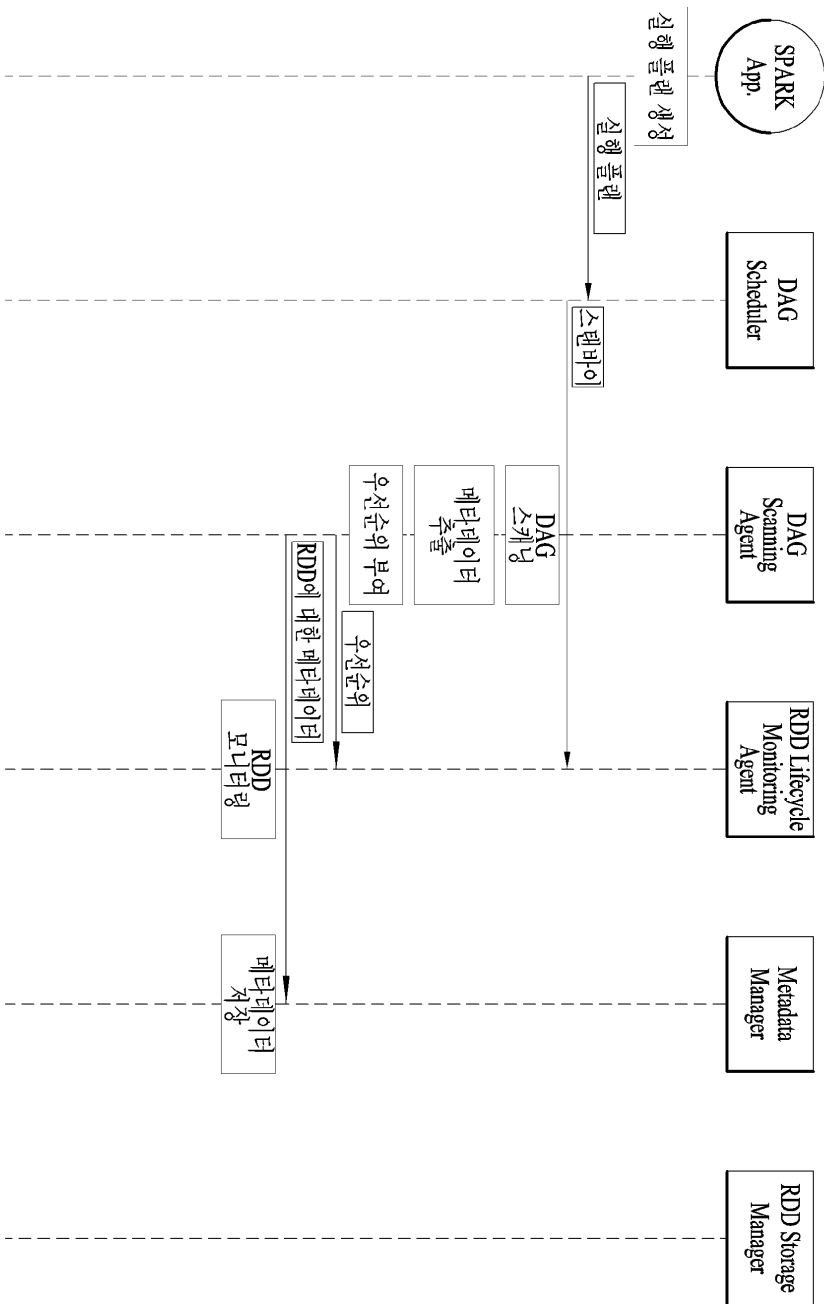
도면3



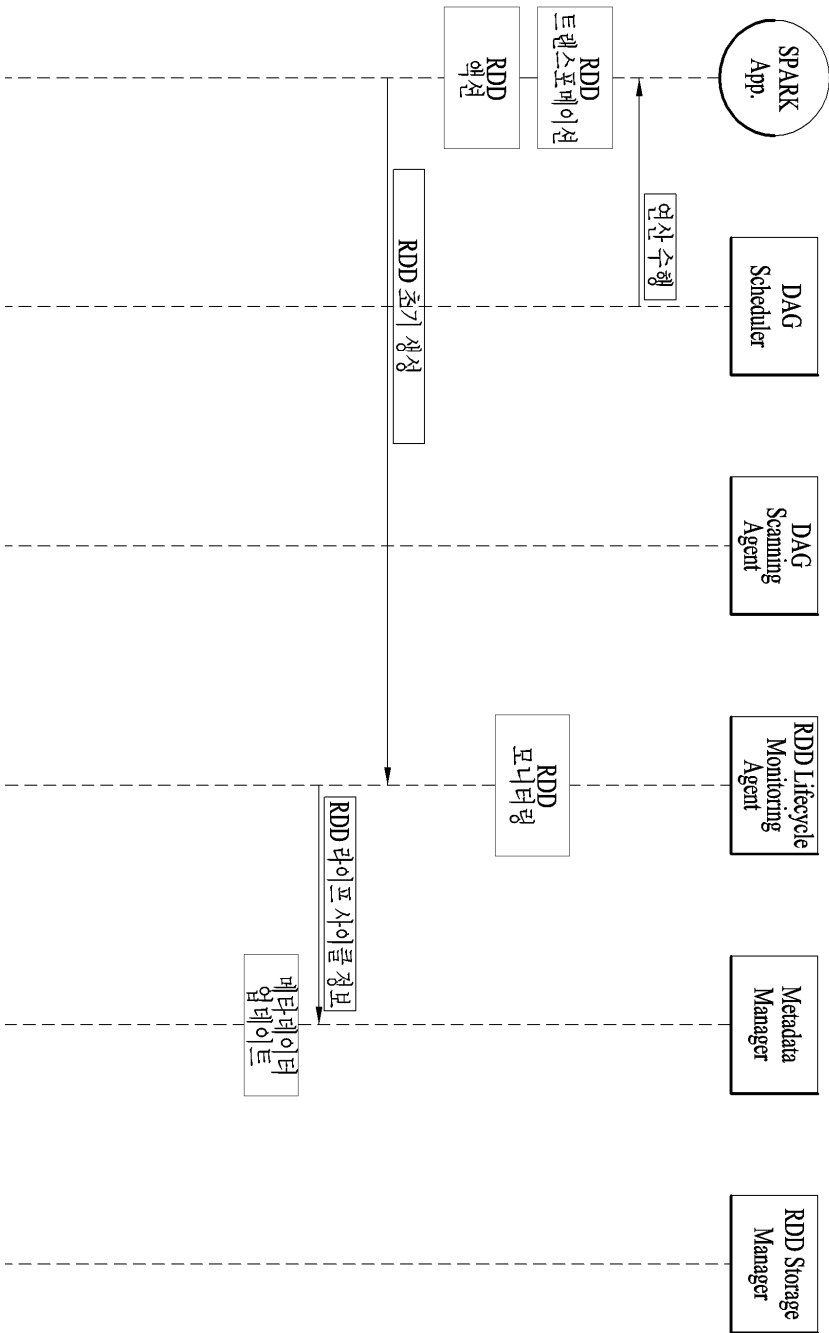
도면4

RDD Manager Store					
DAG_ID	RDD_ID	RDD_Type	Priority	Status	Location
1	1	GR	4	I	Memory
1	2	LR	1	I	Memory
1	3	HR	2	I	Memory
1	4	RR	3	I	Memory
2	1	GR	4	GC	HDFS
2	2	GR	4	C	Memory
2	3	HR	2	C	Memory
2	4	RR	3	P	Memory
2	5	LR	1	C	Memory

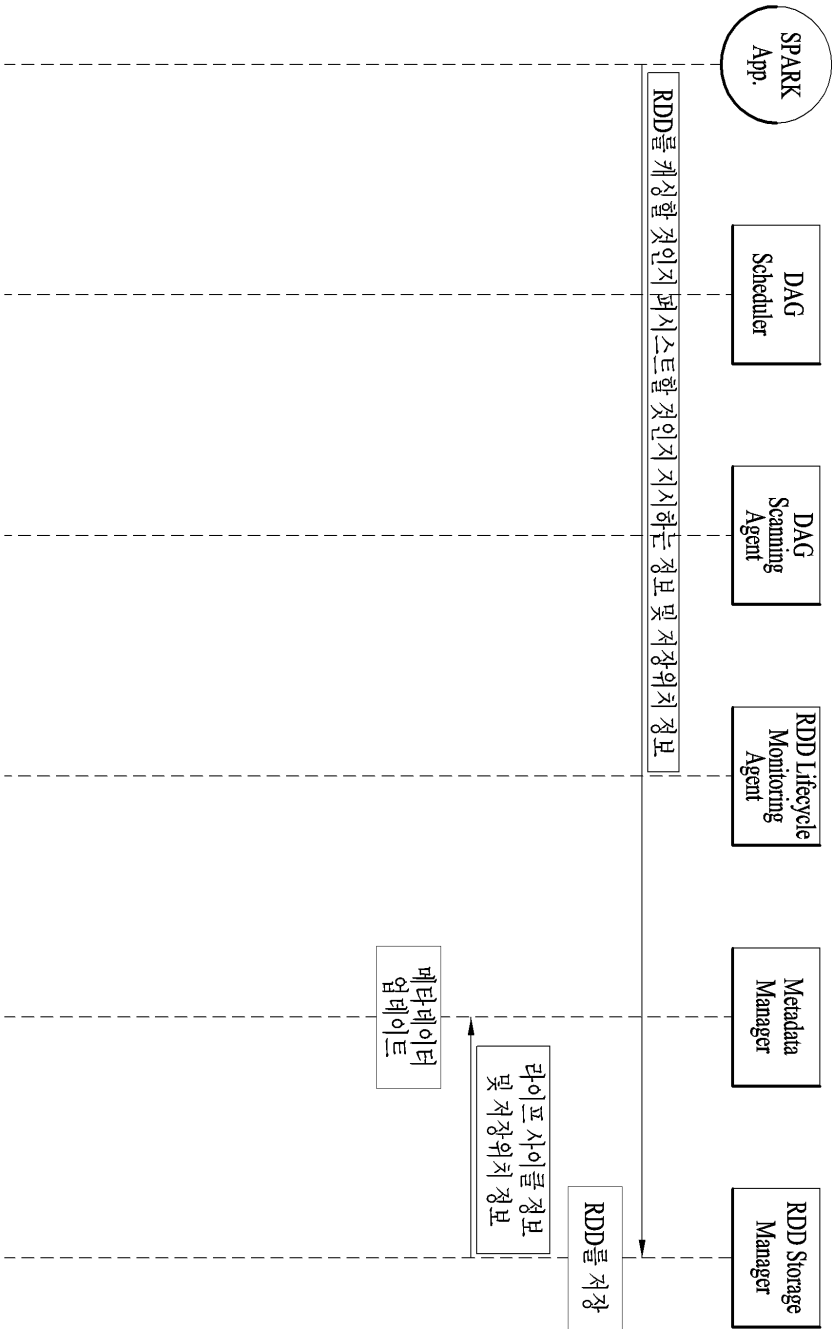
도면5



도면6

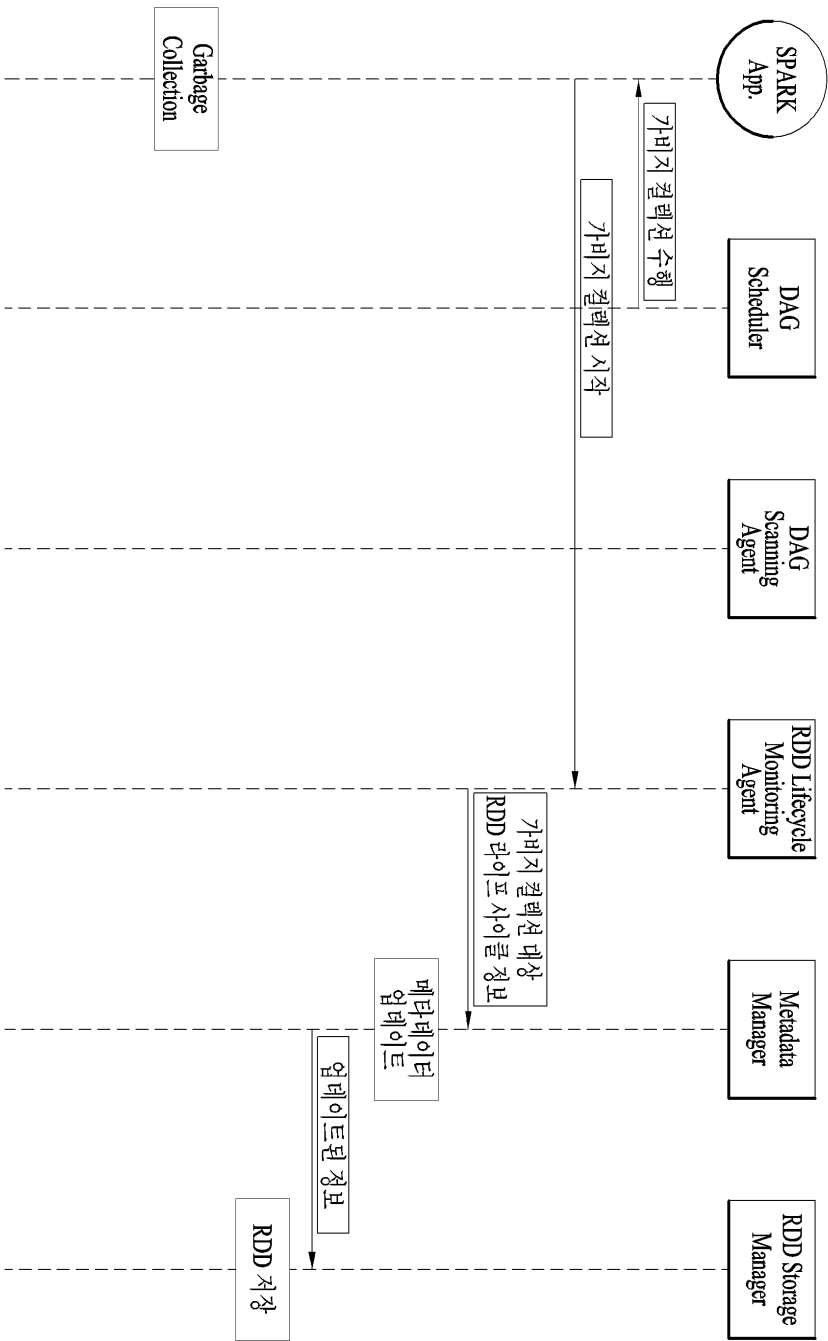


도면7





도면8



도면9

