(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0026269
(43) 공개일자 2019년03월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 13/16 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06F 13/1668 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0112782
(22) 출원일자 2017년09월04일
심사청구일자 2017년09월04일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
노삼혁
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
송현호
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
특허법인 무한

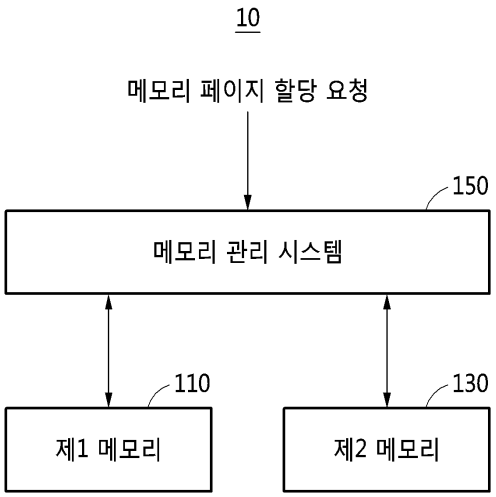
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **뉴메모리 기반 메모리 관리 방법 및 이를 수행하는 장치들**

(57) 요 약

뉴메모리 기반 메모리 관리 방법 및 이를 수행하는 장치들이 개시된다. 일 실시예에 따른 메모리 관리 방법은 뉴메모리의 저장 공간을 메인 메모리 용도와 스토리지 용도를 위한 공용 영역 및 스토리지 영역으로 정의하는 단계와, 메모리 페이지 할당 요청에 응답하여 상기 공용 영역의 유휴 페이지를 상기 스토리지 용도에 대응하는 상기 스토리지 영역 또는 상기 메인 메모리 용도에 대응하는 메인 메모리에 동적으로 할당하는 동작을 제어하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



명 세 서

청구범위

청구항 1

뉴메모리의 저장 공간을 메인 메모리 용도와 스토리지 용도를 위한 공용 영역 및 스토리지 영역으로 정의하는 단계; 및

메모리 페이지 할당 요청에 응답하여 상기 공용 영역의 유휴 페이지(free page)를 상기 스토리지 용도에 대응하는 상기 스토리지 영역 또는 상기 메인 메모리 용도에 대응하는 메인 메모리에 동적으로 할당하는 동작을 제어하는 단계

를 포함하는 메모리 관리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어하는 단계는,

상기 스토리지 영역 및 상기 메인 메모리 중에서 적어도 하나의 유휴 페이지가 부족한 경우, 상기 공용 영역의 유휴 페이지를 상기 적어도 하나에 동적으로 할당하는 단계

를 포함하는 메모리 관리 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제어하는 단계는,

상기 메모리 페이지 할당 요청이 휘발성 데이터를 위한 페이지 할당인 경우, 상기 메인 메모리를 이용하여 페이지 할당을 수행하는 단계; 및

상기 메모리 페이지 할당 요청이 비휘발성 데이터를 위한 페이지 할당인 경우, 상기 스토리지 영역을 이용하여 페이지 할당을 수행하는 단계

를 포함하는 메모리 관리 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 메인 메모리를 이용하여 페이지 할당을 수행하는 단계는,

상기 메인 메모리에 할당 가능한 유휴 페이지가 존재하는지 확인하는 단계; 및

상기 할당 가능한 유휴 페이지 부존재에 응답하여 상기 공용 영역의 유휴 페이지를 상기 메인 메모리에 동적으로 할당하는 단계

를 포함하는 메모리 관리 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 할당하는 단계는,

상기 공용 영역의 할당 가능한 유휴 페이지 부존재에 응답하여 프로그램을 종료하는 단계

를 포함하는 메모리 관리 방법.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 메인 메모리를 이용하여 페이지 할당을 수행하는 단계는,

상기 페이지 할당 시 일관성 보장 방법을 수행하지 않는 메모리 관리 방법.

청구항 7

제2항에 있어서,

상기 스토리지 영역을 이용하여 페이지 할당을 수행하는 단계는,

상기 스토리지 영역에 할당 가능한 유휴 페이지가 존재하는지 확인하는 단계; 및

상기 할당 가능한 유휴 페이지 부존재에 응답하여 상기 공용 영역의 유휴 페이지를 상기 스토리지 영역에 동적으로 할당하는 단계

를 포함하는 메모리 관리 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 스토리지 영역을 이용하여 페이지 할당을 수행하는 단계는,

상기 페이지 할당 시 일관성 보장 방법을 수행하는 단계

를 더 포함하는 메모리 관리 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 일관성 보장 방법은 로깅 방법, 쉐도우 페이징 방법, COW(Copy-On-Write) 방법 중에서 적어도 하나를 포함하는 메모리 관리 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 제어하는 단계는,

상기 메인 메모리, 상기 스토로지 영역, 및 상기 공용 영역의 잔여 유휴 페이지 크기를 확인하는 단계

를 포함하는 메모리 관리 방법.

청구항 11

저장 공간이 메인 메모리 용도와 스토리지 용도를 위한 공용 영역 및 스토리지 영역으로 정의된 뉴메모리; 및

메모리 페이지 할당 요청에 응답하여 상기 공용 영역의 유휴 페이지(free page)를 상기 스토리지 용도에 대응하는 상기 스토리지 영역 또는 상기 메인 메모리 용도에 대응하는 메인 메모리에 동적으로 할당하는 동작을 제어하는 메모리 관리 시스템

을 포함하는 메모리 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 메모리 관리 시스템은,

상기 스토리지 영역 및 상기 메인 메모리 중에서 적어도 하나의 유휴 페이지가 부족한 경우, 상기 공용 영역의 유휴 페이지를 상기 적어도 하나에 동적으로 할당하는

메모리 시스템.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 메모리 관리 시스템은,

상기 메모리 페이지 할당 요청이 휘발성 데이터를 위한 페이지 할당인 경우, 상기 메인 메모리를 이용하여 페이지 할당을 수행하는 메인 메모리 관리 모듈;

상기 메모리 페이지 할당 요청이 비휘발성 데이터를 위한 페이지 할당인 경우, 상기 스토리지 영역을 이용하여 페이지 할당을 수행하는 스토리지 영역 관리 모듈; 및

상기 공용 영역의 유휴 페이지를 제공하기 위한 공용 영역 관리 모듈

을 포함하는 메모리 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 메인 메모리 관리 모듈은,

상기 메인 메모리에 할당 가능한 유휴 페이지가 존재하는지 확인하고, 상기 할당 가능한 유휴 페이지 부존재에 응답하여 상기 공용 영역 관리 모듈로부터 상기 공용 영역의 유휴 페이지를 제공받아 상기 메인 메모리에 동적으로 할당하는

메모리 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 메인 메모리 관리 모듈은,

상기 공용 영역의 할당 가능한 유휴 페이지 부존재에 응답하여 프로그램을 종료하는

메모리 시스템.

청구항 16

제13항에 있어서,

상기 스토리지 영역 관리 모듈은,

상기 스토리지 영역에 할당 가능한 유휴 페이지가 존재하는지 확인하고, 상기 할당 가능한 유휴 페이지 부존재에 응답하여 상기 공용 영역의 유휴 페이지를 상기 스토리지 영역에 동적으로 할당하는

메모리 시스템.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 메모리 관리 시스템은,

상기 페이지 할당 시 일관성 보장 방법을 수행하기 위한 일관성 보장 모듈

을 더 포함하고,

상기 일관성 보장 모듈은 상기 메인 메모리를 이용하여 페이지 할당 시 상기 일관성 보장 방법을 수행하지 않고, 상기 스토리지 영역을 이용하여 페이지 할당 시 상기 일관성 보장 방법을 수행하는

메모리 시스템.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 일관성 보장 방법은 로깅 방법, 쉐도우 페이징 방법, COW(Copy-On-Write) 방법 중에서 적어도 하나를 포함하는 메모리 시스템.

청구항 19

제13항에 있어서,

상기 메모리 관리 시스템은,

상기 메인 메모리, 상기 스토로지 영역, 및 상기 공용 영역의 잔여 유휴 페이지 크기를 확인하는 용량 확인 모듈

을 더 포함하는 메모리 시스템.

청구항 20

제1항 내지 제10항 중에서 어느 하나의 항의 방법을 실행시키기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 아래 실시예들은 뉴메모리 기반 메모리 관리 방법 및 이를 수행하는 장치들에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 차세대 메모리인 뉴 메모리의 두 가지 대표적인 특성은 바이트 단위의 접근성과 비휘발성이다.

[0003] 현재 메인 메모리로 사용하는 DRAM은 메모리 매체로서 바이트 단위 접근을 통해서 메모리에 적재된 프로그램을 실행할 수 있지만, 기존 시스템에서 스토리지로 사용하는 HDD, SSD 매체는 바이트 단위의 접근이 불가능하므로 프로그램 실행이 불가능하다.

[0004] 뉴 메모리는 본질적으로 메모리 매체이기 때문에 바이트 단위의 접근이 가능하고, 비휘발성으로 인해 전원이 차단되어도 데이터가 그래도 유지되기 때문에 파일 저장소로도 사용이 가능하다.

[0005] 파일 저장소로 사용하는 종래 연구는 기존의 파일 시스템과 같은 형식을 유지하는 연구와 영속 저장소로 불리는 메모리 관리 기법과 유사한 형식으로 데이터를 보전하는 연구로 나뉜다.

[0006] 종래 기술들의 공통점은 뉴 메모리와 별개로 구현된 메인 메모리를 위한 유휴(free) 영역에 대한 관리와 스토리지로 사용하기 위한 유휴 영역에 대한 관리가 철저히 구분되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 실시예들은 뉴메모리 영역을 진정한 동적 방식으로 할당하고 관리하며, 뉴메모리의 비휘발성으로 인해 발생할 수 있는 일관성 문제를 해결하는 기술을 제공할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 일 실시예에 따른 메모리 관리 방법은 뉴메모리의 저장 공간을 메인 메모리 용도와 스토리지 용도를 위한 공용 영역 및 스토리지 영역으로 정의하는 단계와, 메모리 페이지 할당 요청에 응답하여 상기 공용 영역의 유휴 페이지(free page)를 상기 스토리지 용도에 대응하는 상기 스토리지 영역 또는 상기 메인 메모리 용도에 대응하는 메인 메모리에 동적으로 할당하는 동작을 제어하는 단계를 포함한다.

[0009] 상기 제어하는 단계는 상기 스토리지 영역 및 상기 메인 메모리 중에서 적어도 하나의 유휴 페이지가 부족한 경우, 상기 공용 영역의 유휴 페이지를 상기 적어도 하나에 동적으로 할당하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 제어하는 단계는 상기 메모리 페이지 할당 요청이 휘발성 데이터를 위한 페이지 할당인 경우, 상기 메인 메모리를 이용하여 페이지 할당을 수행하는 단계와, 상기 메모리 페이지 할당 요청이 비휘발성 데이터를 위한 페이지 할당인 경우, 상기 스토리지 영역을 이용하여 페이지 할당을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 메인 메모리를 이용하여 페이지 할당을 수행하는 단계는 상기 메인 메모리에 할당 가능한 유휴 페이지가 존재하는지 확인하는 단계와, 상기 할당 가능한 유휴 페이지 부존재에 응답하여 상기 공용 영역의 유휴 페이지를 상기 메인 메모리에 동적으로 할당하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 할당하는 단계는 상기 공용 영역의 할당 가능한 유휴 페이지 부존재에 응답하여 프로그램을 종료하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 메인 메모리를 이용하여 페이지 할당을 수행하는 단계는 상기 페이지 할당 시 일관성 보장 방법을 수행하지 않을 수 있다.

[0014] 상기 스토리지 영역을 이용하여 페이지 할당을 수행하는 단계는 상기 스토리지 영역에 할당 가능한 유휴 페이지가 존재하는지 확인하는 단계와, 상기 할당 가능한 유휴 페이지 부존재에 응답하여 상기 공용 영역의 유휴 페이지를 상기 스토리지 영역에 동적으로 할당하는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 스토리지 영역을 이용하여 페이지 할당을 수행하는 단계는 상기 페이지 할당 시 일관성 보장 방법을 수행하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0016] 상기 일관성 보장 방법은 로깅 방법, 쉐도우 페이징 방법, COW(Copy-On-Write) 방법 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0017] 상기 제어하는 단계는 상기 메인 메모리, 상기 스토로지 영역, 및 상기 공용 영역의 잔여 유휴 페이지 크기를 확인하는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 일 실시예에 따른 메모리 시스템은 저장 공간이 메인 메모리 용도와 스토리지 용도를 위한 공용 영역 및 스토리지 영역으로 정의된 뉴메모리와, 메모리 페이지 할당 요청에 응답하여 상기 공용 영역의 유휴 페이지(free page)를 상기 스토리지 용도에 대응하는 상기 스토리지 영역 또는 상기 메인 메모리 용도에 대응하는 메인 메모리에 동적으로 할당하는 동작을 제어하는 메모리 관리 시스템을 포함한다.

[0019] 상기 메모리 관리 시스템은 상기 스토리지 영역 및 상기 메인 메모리 중에서 적어도 하나의 유휴 페이지가 부족한 경우, 상기 공용 영역의 유휴 페이지를 상기 적어도 하나에 동적으로 할당할 수 있다.

[0020] 상기 메모리 관리 시스템은 상기 메모리 페이지 할당 요청이 휘발성 데이터를 위한 페이지 할당인 경우, 상기 메인 메모리를 이용하여 페이지 할당을 수행하는 메인 메모리 관리 모듈과, 상기 메모리 페이지 할당 요청이 비휘발성 데이터를 위한 페이지 할당인 경우, 상기 스토리지 영역을 이용하여 페이지 할당을 수행하는 스토리지 영역 관리 모듈과, 상기 공용 영역의 유휴 페이지를 제공하기 위한 공용 영역 관리 모듈을 포함할 수 있다.

[0021] 상기 메인 메모리 관리 모듈은 상기 메인 메모리에 할당 가능한 유휴 페이지가 존재하는지 확인하고, 상기 할당 가능한 유휴 페이지 부존재에 응답하여 상기 공용 영역 관리 모듈로부터 상기 공용 영역의 유휴 페이지를 제공받아 상기 메인 메모리에 동적으로 할당할 수 있다.

[0022] 상기 메인 메모리 관리 모듈은 상기 공용 영역의 할당 가능한 유휴 페이지 부존재에 응답하여 프로그램을 종료할 수 있다.

[0023] 상기 스토리지 영역 관리 모듈은 상기 스토리지 영역에 할당 가능한 유휴 페이지가 존재하는지 확인하고, 상기 할당 가능한 유휴 페이지 부존재에 응답하여 상기 공용 영역의 유휴 페이지를 상기 스토리지 영역에 동적으로 할당할 수 있다.

[0024] 상기 메모리 관리 시스템은 상기 페이지 할당 시 일관성 보장 방법을 수행하기 위한 일관성 보장 모듈을 더 포함하고, 상기 일관성 보장 모듈은 상기 메인 메모리를 이용하여 페이지 할당 시 상기 일관성 보장 방법을 수행하지 않고, 상기 스토리지 영역을 이용하여 페이지 할당 시 상기 일관성 보장 방법을 수행할 수 있다.

[0025] 상기 일관성 보장 방법은 로깅 방법, 쉐도우 페이징 방법, COW(Copy-On-Write) 방법 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0026] 상기 메모리 관리 시스템은 상기 메인 메모리, 상기 스토로지 영역, 및 상기 공용 영역의 잔여 유휴 페이지 크기를 확인하는 용량 확인 모듈을 더 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 일 실시예에 따른 메모리 시스템의 개략적인 블록도이다.

도 2는 도 1에 도시된 제2 메모리의 저장 공간을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 도 1에 도시된 메모리 관리 시스템의 개략적인 블록도이다.

도 4는 도 3에 도시된 메모리 관리 시스템의 동작을 설명하기 위한 순서도이다.

도 5는 일 실시예에 따른 뉴메모리 기반 메모리 할당 방법이 기존 다른 메모리 할당 시스템에 적용되는 경우를 설명하기 위한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 본 명세서에서 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에서 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.

[0029] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0030] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만,

예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0031] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 “연결되어” 있다거나 “접속되어” 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 “직접 연결되어” 있다거나 “직접 접속되어” 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 “~사이에”와 “바로~사이에” 또는 “~에 이웃하는”과 “~에 직접 이웃하는” 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0032] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, “포함하다” 또는 “가지다” 등의 용어를 설시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0033] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0035] 본 명세서에서의 모듈(module)은 본 명세서에서 설명되는 각 명칭에 따른 기능과 동작을 수행할 수 있는 하드웨어를 의할 수도 있고, 특정 기능과 동작을 수행할 수 있는 컴퓨터 프로그램 코드를 의미할 수도 있고, 또는 특정 기능과 동작을 수행시킬 수 있는 컴퓨터 프로그램 코드가 탑재된 전자적 기록 매체, 예를 들어 프로세서 또는 마이크로 프로세서를 의미할 수 있다.

[0036] 다시 말해, 모듈이란 본 발명의 기술적 사상을 수행하기 위한 하드웨어 및/또는 상기 하드웨어를 구동하기 위한 소프트웨어의 기능적 및/또는 구조적 결합을 의미할 수 있다.

[0038] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0040] 도 1은 일 실시예에 따른 메모리 시스템의 개략적인 블록도이고, 도 2는 도 1에 도시된 제2 메모리의 저장 공간을 설명하기 위한 도면이다.

[0041] 도 1 및 도 2를 참조하면, 메모리 시스템(memory system; 10)은 제1 메모리(first memory; 110), 제2 메모리(second memory; 130), 및 메모리 관리 시스템(memory management system; 150)을 포함한다. 메모리 시스템(10)은 모든 컴퓨팅 시스템에 구현될 수 있다. 예를 들어, 메모리 시스템(10)은 컴퓨팅 시스템의 시스템 소프트웨어(OS)에 탑재될 수 있다.

[0042] 제1 메모리(110)는 메인 메모리일 수 있다. 메인 메모리는 휘발성 메모리, 예를 들어 DRAM(dynamic RAM) 또는 SRAM(static RAM)으로 구현될 수 있다.

[0043] 제2 메모리(130)는 뉴 메모리일 수 있다. 뉴 메모리는 스토리지 용도일 수 있다. 뉴 메모리는 비휘발성 메모리(non-volatile memory)이다. 예를 들어, 뉴 메모리는 PRAM(Phase Change Random Access Memory), RRAM(Resistance Random Access Memory), NFGM(Nano Floating Gate Memory), PoRAM(Polymer Random Access Memory), MRAM(Magnetic Random Access Memory) 및/또는 FRAM(Ferroelectric Random Access Memory)로 구현될 수 있다.

[0044] 제2 메모리(130)가 스토리지로 사용되는 경우에도, 제2 메모리(130)는 뉴메모리로서 기능적으로 바이트 단위 접근이 가능하므로 제1 메모리(110)인 메인 메모리와 동일한 용도로 활용될 수 있다. 또한, 스토리지로 사용되는

뉴메모리는 SSD와 HDD처럼 집적도가 높으므로 메인 메모리 용도로의 일부 유휴 영역의 일시적인 사용은 용량적으로 충분히 가능할 수 있다.

[0045] 제2 메모리(130)의 저장 공간은 스토리지 영역 및 공용 영역으로 구분되어 정의될 수 있다. 스토리지 영역은 비휘발성 데이터를 저장하기 위한 스토리지 용도일 수 있다. 공용 영역은 휘발성 데이터를 저장하기 위한 메인 메모리 용도와 비휘발성 데이터를 저장하기 위한 스토리지 용도 모두를 위한 것일 수 있다.

[0046] 이를 통해서, 공용 영역의 유휴 페이지(또는 영역)에 대한 동적인 사용이 스토리지 용도 및/또는 메인 메모리 용도로 가능할 수 있다.

[0047] 메모리 관리 시스템(150)은 메모리 페이지 할당 요청에 응답하여 제1 메모리(110) 및 제2 메모리(130)에 페이지를 할당할 수 있다.

[0048] 또한, 메모리 관리 시스템(150)은 메모리 페이지 할당 요청에 응답하여 제2 메모리(130)의 공용 영역의 유휴 페이지(또는 영역) 관리를 동적으로 수행할 수 있다. 동적 유휴 페이지 관리는 기존 시스템 소프트웨어(OS)의 메인 메모리의 관리 기법을 기반으로 할 수 있다.

[0049] 예를 들어, 메모리 관리 시스템(150)은 메모리 페이지 할당 요청에 응답하여 공용 영역의 유휴 페이지(free page)를 스토리지 용도에 대응하는 스토리지 영역 또는 메인 메모리 용도에 제1 메모리(110)에 동적으로 할당하는 동작을 제어할 수 있다.

[0050] 스토리지 영역 및 제1 메모리(110) 중에서 적어도 하나의 유휴 페이지가 부족한 경우, 메모리 관리 시스템(150)은 공용 영역의 유휴 페이지를 적어도 하나에 동적으로 할당할 수 있다.

[0051] 즉, 제2 메모리(130)의 공용 영역은 제1 메모리(110)와 스토리지 영역의 유휴 페이지가 소진되었을 때 추가 유휴 페이지를 공급하는 역할을 할 수 있다.

[0052] 상술한 바와 같이, 메인 메모리 영역과 스토리지 영역 모두에 동시에 사용할 수 있는 공용 영역을 제2 메모리(130)인 뉴메모리에 정의(또는 설정)하고, 기존 제1 메모리(110)인 메인 메모리의 유휴 페이지 공간 및/또는 제2 메모리(130)의 스토리지 영역의 유휴 페이지 공간이 일정 이하로 떨어지게 되면, 필요한 유휴 페이지를 공용 영역의 유휴 페이지를 이용하여 할당할 수 있다.

[0053] 이에, 메인 메모리를 위한 유휴 페이지에 대한 관리와 스토리지 영역을 위한 유휴 페이지에 대한 관리를 구분하지 않고, 메인 메모리 및 스토리지 영역 모두에서의 동시 활용이 가능할 수 있다.

[0055] 도 3은 도 1에 도시된 메모리 관리 시스템의 개략적인 블록도이다.

[0056] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 메모리 관리 시스템(150)은 메인 메모리 관리 모듈(151), 스토리지 영역 관리 모듈(153), 공용 영역 관리 모듈(155), 용량 확인 모듈(157), 일관성 보장 모듈(158), 및 할당 정보 저장 모듈(159)를 포함한다.

[0057] 메모리 관리 시스템(150)은 메모리 페이지 할당 요청에 응답하여 상기 공용 영역의 유휴 페이지(free page)를 상기 스토리지 용도에 대응하는 상기 스토리지 영역 또는 상기 메인 메모리 용도에 대응하는 메인 메모리에 동적으로 할당하는 동작을 제어할 수 있다. 메모리 페이지 할당 요청은 유저가 할당받기 원하는 페이지 크기와 용도(예를 들어, 메인 메모리 용도 및 스토리지 용도)를 포함할 수 있다.

[0058] 메인 메모리 관리 모듈(151)은 제1 메모리(110)의 저장 공간을 관리할 수 있다. 예를 들어, 메인 메모리 관리 모듈(151)은 기존 시스템 소프트웨어(OS)에서 사용하는 메인 메모리 유휴 영역 관리 시스템일 수 있다.

[0059] 메모리 페이지 할당 요청이 휘발성 데이터를 위한 페이지 할당인 경우, 메인 메모리 관리 모듈(151)은 제1 메모리(110)를 이용하여 페이지 할당을 수행할 수 있다.

[0060] 메인 메모리 관리 모듈(151)은 제1 메모리(110)에 할당 가능한 유휴 페이지가 존재하는지 확인하고, 확인 결과에 따른 페이지 할당을 수행할 수 있다.

[0061] 일 예로, 메인 메모리 관리 모듈(151)은 할당 가능한 유휴 페이지 존재(예를 들어, 제1 메모리(110)에 할당 가능한 유휴 페이지가 존재하는 경우)에 응답하여 제1 메모리(110)의 유휴 페이지를 이용하여 할당할 수 있다.

[0062] 다른 예로, 메인 메모리 관리 모듈(151)은 할당 가능한 유휴 페이지 부존재(예를 들어, 제1 메모리(110)에 할당

가능한 유휴 페이지가 부족한 경우)에 응답하여 공용 영역 관리 모듈(155)로부터 공용 영역의 유휴 페이지를 제공받아 제1 메모리(151)에 동적으로 할당할 수 있다.

[0063] 또 다른 예로, 메인 메모리 관리 모듈(151)은 할당 가능한 유휴 페이지 부존재 및 공용 영역의 할당 가능한 유휴 페이지 부존재(예를 들어, 공용 영역에 할당 가능한 유휴 페이지가 부족한 경우)에 응답하여 프로그램을 종료할 수 있다.

[0064] 메인 메모리 관리 모듈(151)은 제1 메모리(110)인 메인 메모리의 저장 공간 부족시 제2 메모리(130)인 뉴메모리의 공영 영역의 유휴 페이지(또는 영역)를 사용하여 메인 메모리 확장 효과를 낼 수 있다.

[0065] 스토리지 영역 관리 모듈(153)은 제2 메모리(130)의 스토리지 영역을 관리할 수 있다.

[0066] 메모리 페이지 할당 요청이 비휘발성 데이터를 위한 페이지 할당인 경우, 스토리지 영역 관리 모듈(153)은 스토리지 영역을 이용하여 페이지 할당을 수행할 수 있다.

[0067] 스토리지 영역 관리 모듈(153)은 스토리지 영역에 할당 가능한 유휴 페이지가 존재하는지 확인하고, 확인 결과에 따른 페이지 할당을 수행할 수 있다.

[0068] 일 예로, 스토리지 영역 관리 모듈(153)은 할당 가능한 유휴 페이지 존재(예를 들어, 스토리지 영역에 할당 가능한 유휴 페이지가 존재하는 경우)에 응답하여 스토리지 영역의 유휴 페이지를 이용하여 할당할 수 있다.

[0069] 다른 예로, 스토리지 영역 관리 모듈(153)은 할당 가능한 유휴 페이지 부존재(예를 들어, 스토리지 영역에 할당 가능한 유휴 페이지가 부족한 경우)에 응답하여 공용 영역의 유휴 페이지를 스토리지 영역에 동적으로 할당할 수 있다.

[0070] 공용 영역 관리 모듈(155)은 제2 메모리(130)의 공용 영역을 관리할 수 있다. 스토리지 영역 및/또는 제1 메모리(110)의 유휴 페이지가 부족한 경우, 공용 영역 관리 모듈(155)은 공용 영역의 유휴 페이지를 스토리지 영역 관리 모듈(153) 및/또는 메인 메모리 관리 모듈(151)에 제공할 수 있다.

[0071] 공용 영역 관리 모듈(155)은 공영 영역의 유휴 페이지를 메인 메모리 관리 모듈(151) 및/또는 스토리지 영역 관리 모듈(153)에 제공할 뿐이고, 실제 유휴 페이지 할당은 메인 메모리 관리 모듈(151) 및/또는 스토리지 영역 관리 모듈(153)에 의해서 수행될 수 있다.

[0072] 용량 확인 모듈(157)은 제1 메모리(110), 스토리지 영역, 및 공용 영역의 잔여 유휴 페이지 크기를 확인할 수 있다. 메인 메모리 관리 모듈(151) 및/또는 스토리지 영역 관리 모듈(153)은 용량 확인 모듈(157)에서 확인된 유휴 페이지 크기에 대한 정보를 이용하여 공용 영역의 유휴 페이지를 동적으로 할당할 수 있다.

[0073] 일관성 보장 모듈(158)은 페이지 할당 시 일관성 보장 방법을 수행할 수 있다. 예를 들어, 일관성 보장 방법은 로깅 방법, 쉐도우 페이징 방법, COW(Copy-On-Write) 방법 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 일관성 보장 방법은 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 기존 시스템 소프트웨어에서 사용하는 다양한 일관성 보장 방법을 포함할 수 있다.

[0074] 일관성 보장 모듈(158)은 제1 메모리(110)를 이용하여 페이지 할당 시 일관성 보장 방법을 수행하지 않고, 스토리지 영역을 이용하여 페이지 할당 시 일관성 보장 방법을 수행할 수 있다. 일관성 보장 모듈(158)은 메모리 누수를 방지하기 위하여 비휘발성 데이터를 위한 할당 요청의 경우만 일관성 보장을 위해 일관성 보장 방법을 수행할 수 있다.

[0075] 이는 일관성 보장을 위한 방법의 수행시간이 유휴 페이지 할당 시간을 증가시키게 되므로 필요한 경우에만 할당 시간에 손해를 보고 그렇지 않은 경우에는 빠르게 할당을 하기 위함일 수 있다.

[0076] 즉, 메모리 관리 시스템(150)은 일관성 보장 모듈(158)을 통해 기존 메모리 관리 시스템에 비휘발성 보장 메커니즘을 추가하여 필요한 경우에만 비휘발성 보장 메커니즘(예를 들어, 일관성 보장 방법)을 적용하여 성능 저하를 최소화할 수 있다.

[0077] 할당 정보 저장 모듈(159)은 제1 메모리(110)와 제2 메모리(130)의 할당 정보를 저장할 수 있다. 할당 정보 저장 모듈(159)은 시스템 재부팅 시에도 메모리 관리 시스템(150)의 할당 정보를 유지하기 위한 정보를 저장하는 공간일 수 있다.

[0079] 도 4는 도 3에 도시된 메모리 관리 시스템의 동작을 설명하기 위한 순서도이다.

[0080] 도 4를 참조하면, 메모리 페이지 할당 요청이 왔을 때, 메모리 관리 시스템(150)의 동작의 일 예는 다음과 같을 수 있다.

[0081] 메모리 페이지 할당 요청이 비휘발성 데이터를 위한 페이지 할당인 경우, 스토리지 영역 관리 모듈(153)은 페이지 할당을 수행할 수 있다.

[0082] 일관성 보장 모듈(158)은 일관성 보장 방법을 수행하고, 스토리지 영역 관리 모듈(153)은 스토리지 영역의 유휴 페이지 또는 공용 영역의 유휴 페이지를 이용하여 할당할 수 있다.

[0083] 메모리 페이지 할당 요청이 휘발성 데이터를 위한 페이지 할당인 경우, 메인 메모리 관리 모듈(151)은 페이지 할당을 수행할 수 있다.

[0084] 먼저, 메인 메모리 관리 모듈(151)은 제1 메모리(110)에 할당 가능한 유휴 페이지가 존재하는지 확인할 수 있다.

[0085] 이때, 제1 메모리(110)에 할당 가능한 유휴 페이지가 존재하는 경우, 메인 메모리 관리 모듈(151)은 제1 메모리(110)의 유휴 페이지를 이용하여 할당할 수 있다.

[0086] 제1 메모리(110)에 할당 가능한 유휴 페이지가 존재하지 않는 경우에는, 메인 메모리 관리 모듈(151)은 공용 영역에 할당 가능한 유휴 페이지가 존재하는지 다음으로 확인할 수 있다.

[0087] 공용 영역에 할당 가능한 유휴 페이지가 존재하는 경우, 메인 메모리 관리 모듈(151)은 공용 영역 관리 모듈(155)로부터 공용 영역의 유휴 페이지를 제공받아 제1 메모리(151)에 동적으로 할당할 수 있다.

[0088] 공용 영역에도 할당 가능한 유휴 페이지가 존재하지 않는 경우에는, 메인 메모리 관리 모듈(151)은 프로그램을 종료할 수 있다.

[0089] 종래 메모리 할당 시스템의 흐름에서는 할당 가능한 유휴 메모리가 존재하지 않으면 바로 프로그램을 종료하는 흐름으로 진행했지만, 메모리 시스템(10)은 뉴메모리에서 종래에 스토리지로만 활용 가능했던 영역의 일부를 공용 영역으로 설정하고 메인 메모리의 확장에 활용함으로써, 프로그램의 정상 구동을 보장할 수 있다.

[0091] 도 5는 일 실시예에 따른 뉴메모리 기반 메모리 관리 방법이 기존 다른 메모리 할당 시스템에 적용되는 경우를 설명하기 위한 순서도이다.

[0092] 도 5에서 음영으로 표시되지 않은 단계가 기존 메모리 할당 시스템의 동작을 의미하고, 음영으로 표시된 단계가 실시예에 따른 메모리 관리 방법을 의미한다.

[0093] 도 5의 기존 메모리 할당 시스템은 리눅스 시스템으로, 음영으로 표시되지 않은 단계는 버디 알고리즘 기반의 유휴 영역 관리 방법이다. 도 5에서는 실시예에 따른 뉴메모리 기반 메모리 관리 방법을 버디 알고리즘 기반의 유휴 영역 관리 방법을 사용하는 리눅스 시스템에 적용하여 설명하고 있지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 실시예에 따른 뉴메모리 기반 메모리 관리 방법은 다른 방법을 사용하는 시스템에서도 적용 가능할 수 있다.

[0094] 버디 알고리즘을 이용한 메인 메모리 유휴 페이지 할당 시스템인 리눅스의 버디 시스템은 메모리를 2N 개 단위로 관리를 한다. 이때의 N을 오더(order)라고 명명하고, 오더는 0에서 10까지로 제한되어 있다. 따라서, 연속된 유휴 페이지를 1개 단위에서부터 1024 단위까지 유지한다. 이렇게 오더 단위로 관리하는 이유는 사용자의 요청 크기에 맞추어 가장 적합한 오더의 연속된 페이지를 할당해주기 위함이다. 그리고, 페이지는 항상 가장 큰 오더의 페이지로 유지한다. 병합될 수 있는 페이지는 병합하여 상위 오더의 유휴 페이지 리스트에 보관한다. 만약 할당 시에 원하는 크기의 페이지가 없다면 상위 오더 유휴 페이지 리스트의 페이지를 반으로 쪼개는 방식으로 동작한다

[0095] 버디 시스템을 포함하여 기존의 메인 메모리 유휴 영역 관리 시스템은 할당 가능한 메인 메모리 영역이 그대로 실행이 되지만 성능 저하가 매우 많이 일어나고, 예측되지 않은 결함으로 시스템이 멈추는 경우도 빈번하다. 프로그램 종료시에는 작업 중인 내용이 모두 날아가게 된다.

[0096] 다만, 실시예에 따른 뉴메모리 기반 메모리 관리 방법이 적용된 부분을 고려하면, 메인 메모리 확장 시에 공용

영역에서 유휴 페이지를 제공할 때 최상위 오더의 (1024개의 연속된 묶음) 페이지를 제공하는 것을 볼 수 있다. 이는 한꺼번에 많은 페이지 묶음을 제공하여 자료 구조의 변화를 최소화 할 수 있다. 예를 들어 메인 메모리 유휴 페이지 리스트에 0오더의 페이지를 1024회 삽입하는 것과 10오더의 페이지를 1회 삽입하는 경우 확장된 메인 메모리의 양은 동일하지만 자료 구조의 변형은 약 1/1000로 확장시의 시스템의 성능저하를 감소 할 수 있다.

[0097] 실시예에 따른 뉴메모리 기반 메모리 관리 방법은 메인 메모리의 관리 기법을 기반으로 뉴메모리 전체를 통합 관리하면 각 유휴 영역에 대한 동적이 활용이 가능해진다는 것이다. 뉴메모리 기반 메모리 관리 방법은 뉴메모리 영역을 진정한 동적 방식으로 할당하고 관리하며, 뉴메모리의 비휘발성으로 인해 발생할 수 있는 일관성 문제에 대해서도 해결할 수 있다.

[0099] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0100] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

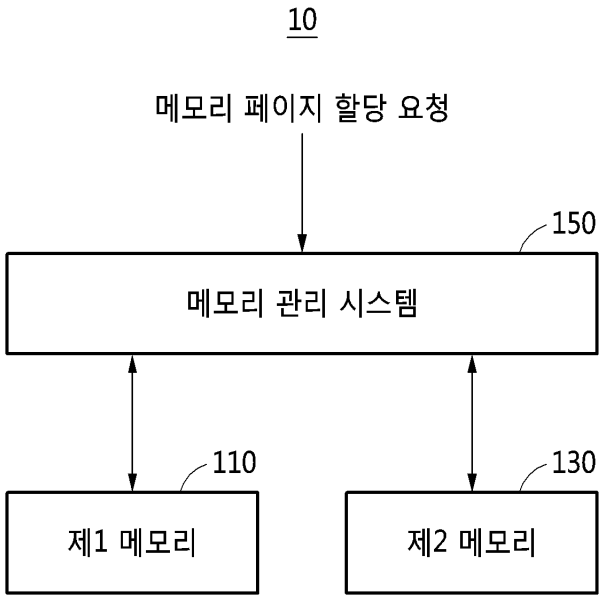
[0101] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic 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.

[0102] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0103] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

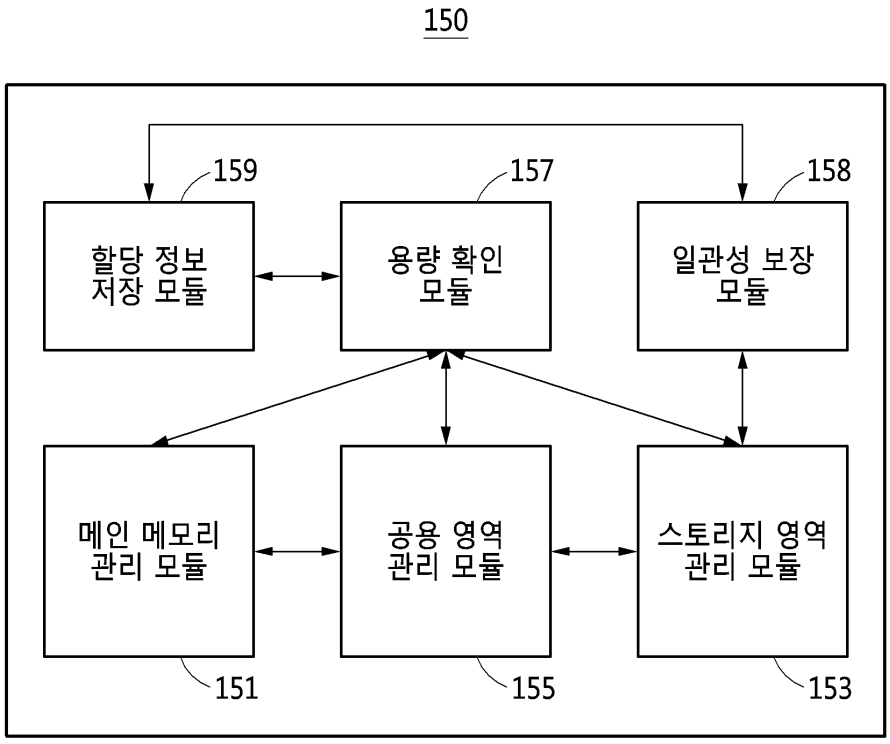
도면1


10
메모리 페이지 할당 요청
150
메모리 관리 시스템
110
130
제1 메모리
제2 메모리

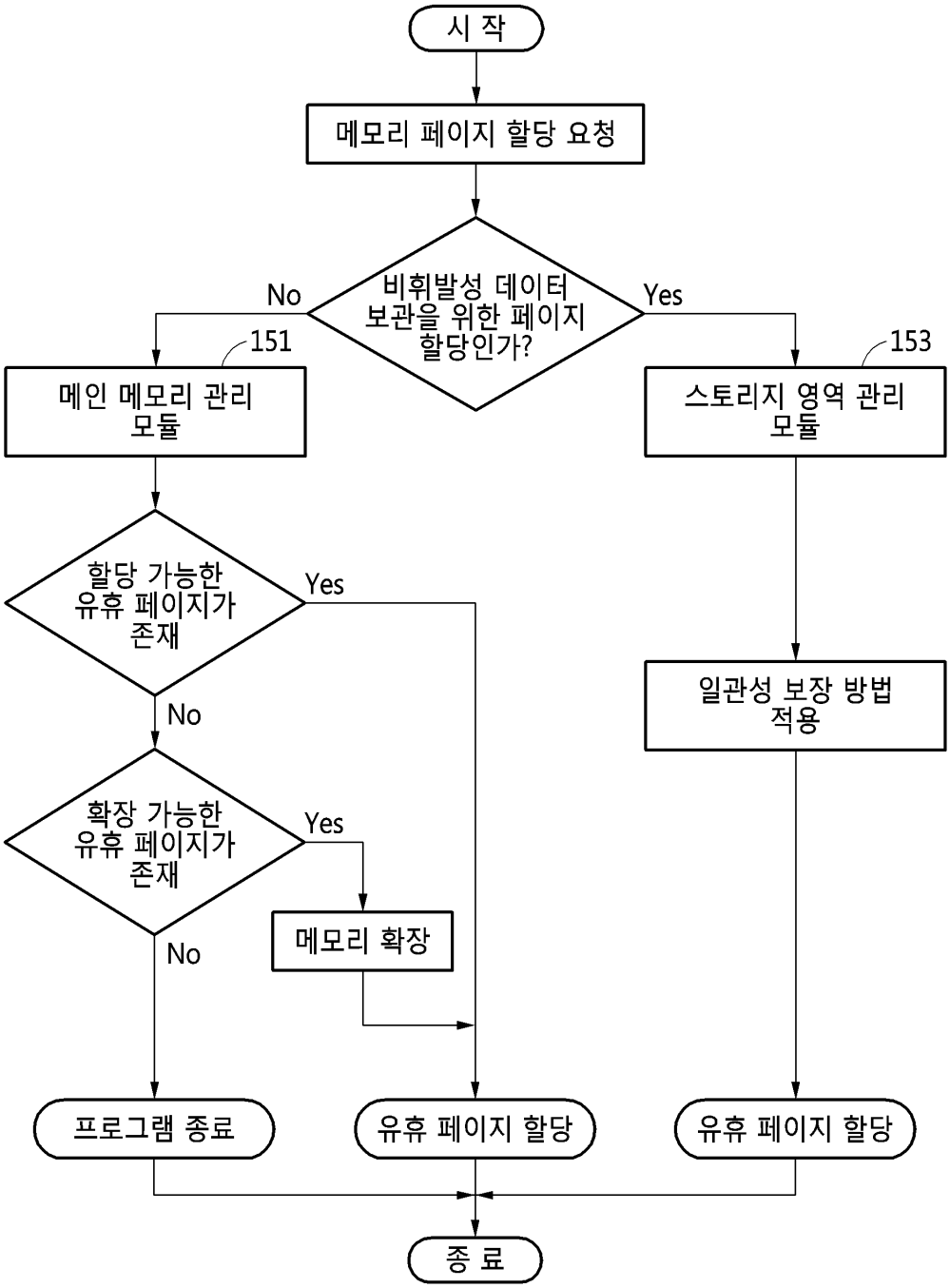
도면2


130
공용 영역
스토리지 영역

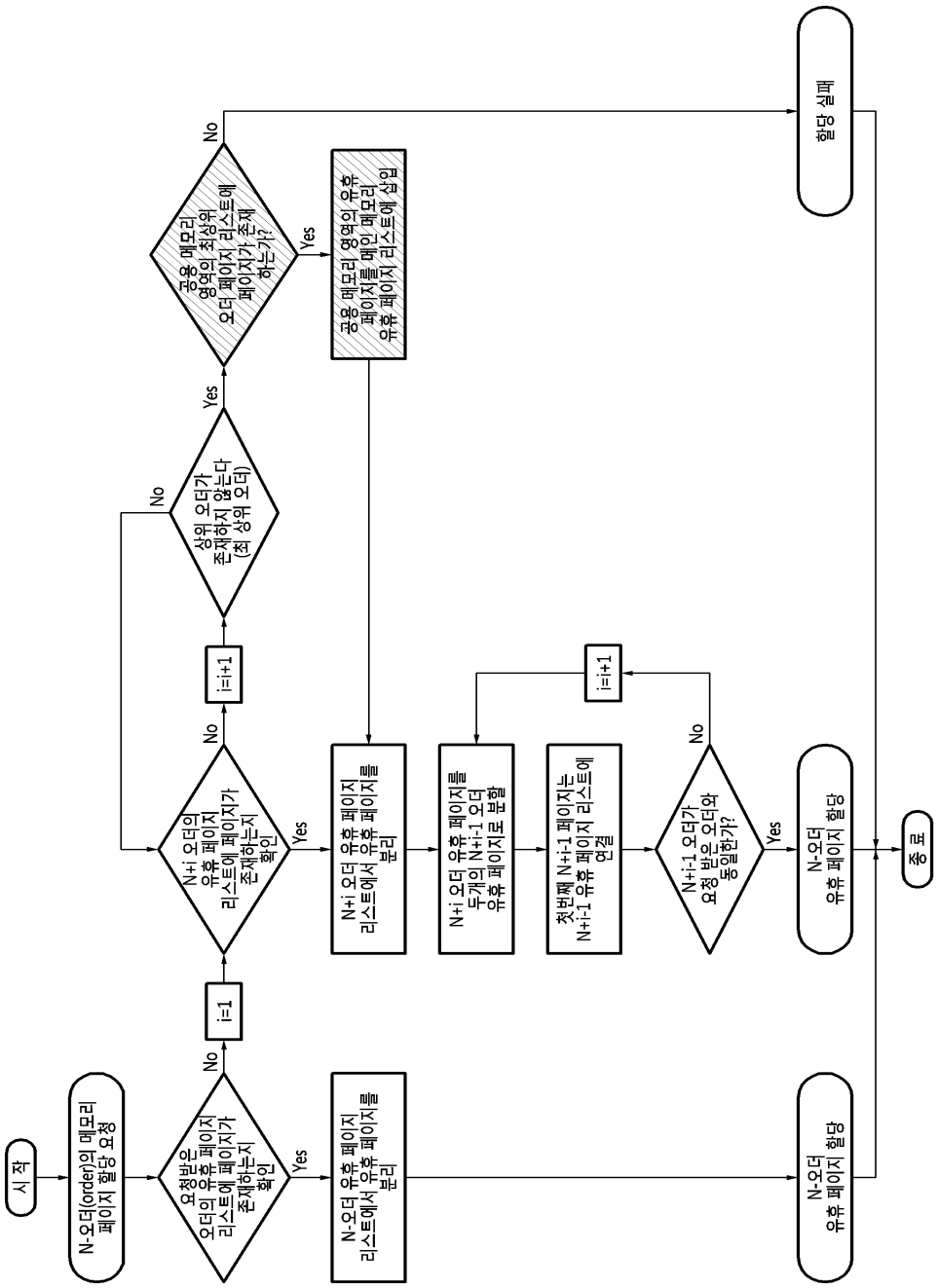
도면3


150
159
157
158
할당 정보
저장 모듈
용량 확인
모듈
일관성 보장
모듈
메인 메모리
관리 모듈
공용 영역
관리 모듈
스토리지 영역
관리 모듈
151
155
153

도면4


시 작
메모리 페이지 할당 요청
비휘발성 데이터 보관을 위한 페이지 할당인가?
No
Yes
151
153
메인 메모리 관리 모듈
스토리지 영역 관리 모듈
할당 가능한 유휴 페이지가 존재
Yes
No
일관성 보장 방법 적용
확장 가능한 유휴 페이지가 존재
Yes
No
메모리 확장
프로그램 종료
유휴 페이지 할당
유휴 페이지 할당
종 료

도면5


시 작
N-오더(order)의 메모리 페이지 할당 요청
요청받은 페이지 오더의 리스트에 페이지가 존재하는지 확인
No
Yes
N-오더 유휴 페이지 리스트를 불러
N-오더 유휴 페이지 할당
i=1
N+i 오더의 유휴 페이지 리스트에 페이지가 존재하는지 확인
No
Yes
N+i 오더 유휴 페이지 리스트를 불러
i=i+1
상위 오더가 존재하지 않는다 (최 상위 오더)
No
Yes
공용 메모리 영역의 최상위 오더 페이지 리스트에 페이지가 존재하는가?
No
Yes
공용 메모리 영역의 유휴 페이지를 메인 메모리 유휴 페이지 리스트에 삽입
할당 실패
N+i 오더 유휴 페이지를 두개의 N+i-1 오더 유휴 페이지로 분할
첫번째 N+i-1 페이지는 N+i-1 유휴 페이지 리스트에 연결
i=i+1
N+i-1 오더가 요청 받은 오더와 동일한가?
No
Yes
N-오더 유휴 페이지 할당
종 료