



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년01월23일
(11) 등록번호 10-2069857
(24) 등록일자 2020년01월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 3/60 (2006.01) G06T 1/00 (2006.01)
H04B 1/40 (2015.01)
(21) 출원번호 10-2013-0022159
(22) 출원일자 2013년02월28일
심사청구일자 2018년01월23일
(65) 공개번호 10-2014-0107931
(43) 공개일자 2014년09월05일
(56) 선행기술조사문헌
JP10208031 A*
Jean-Loup Baer et al., "An effective on-chip preloading scheme to reduce data access penalty", Supercomputing '91:Proceedings of the 1991 ACM/IEEE Conference on Supercomputing, 1991.11.18.*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
송민우
서울 관악구 관악로30길 27, 110동 1604호 (봉천동, 관악푸르지오1단지아파트)
김민수
경기 수원시 권선구 동수원로146번길 316-7, 201호 (곡반정동)
(74) 대리인
특허법인 고려

전체 청구항 수 : 총 20 항

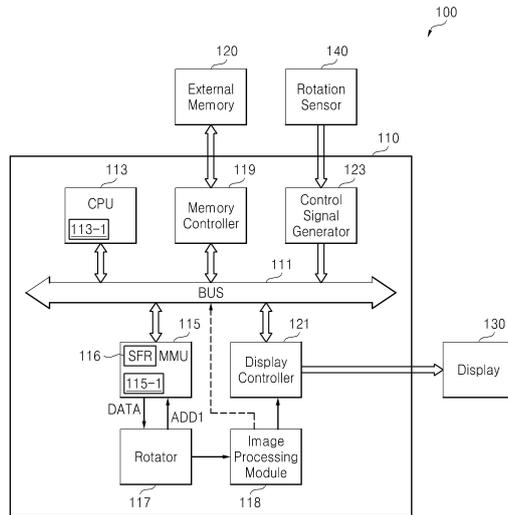
심사관 : 박상철

(54) 발명의 명칭 자체-학습을 통해 원래 이미지를 회전하는 방법과 상기 방법을 수행할 수 있는 장치들

(57) 요약

원래 이미지를 회전하는 방법은 적어도 하나의 페이지 미스에 관련된 어드레스들을 이용하여 자체-학습을 수행하는 단계와, 상기 자체-학습의 결과를 이용하여 어드레스 생성 규칙들을 생성하는 단계와, 상기 어드레스 생성 규칙들에 따라 원래 이미지를 메모리 장치로부터 프리패치하고 프리패치된 이미지를 이용하여 회전된 이미지를 생성하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

윤성철

경기 화성시 동탄반석로 232, 135동 1504호 (석우동, 예당마을신일유토빌아파트)

허재영

경기 화성시 동탄반석로 277, 121동 1301호 (석우동, 예당마을우미린제일풍경채)

홍성민

경기 화성시 동탄반석로 264, 107동 603호 (석우동, 예당마을대우푸르지오아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

이미지 버퍼에 프리패치된 페이지 데이터와 실제 이미지의 페이지 데이터가 불일치하는 적어도 하나의 페이지 미스(page miss)에 관련된 어드레스를 이용하여 자체-학습을 수행하는 단계;

상기 자체-학습의 결과를 이용하여 어드레스 생성 규칙들을 생성하는 단계; 및

상기 어드레스 생성 규칙들에 따라 원래 이미지를 메모리 장치로부터 프리패치하고, 프리패치된 이미지를 이용하여 회전된 이미지를 생성하는 단계를 포함하는 원래 이미지를 회전하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 어드레스 생성 규칙들을 생성하는 단계는,

SFR(special function register)에 설정된 제어 값만큼 상기 어드레스 생성 규칙들을 생성하는 단계를 포함하는 원래 이미지를 회전하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 회전된 이미지를 생성하는 단계는,

상기 어드레스 생성 규칙들에 따라 상기 원래 이미지를 상기 메모리 장치로부터 이미지 버퍼로 프리패치하는 단계; 및

상기 이미지 버퍼에 프리패치된 이미지를 이용하여 상기 회전된 이미지를 생성하는 단계를 포함하는 원래 이미지를 회전하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

생성될 상기 어드레스 생성 규칙들의 개수는 제조자 또는 사용자에 의해 프로그램가능한 원래 이미지를 회전하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

생성될 상기 어드레스 생성 규칙들의 개수는 상기 원래 이미지가 회전될 방향에 따라 결정되는 원래 이미지를 회전하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

생성될 상기 어드레스 생성 규칙들의 개수는 상기 회전된 이미지의 최초 프레임에서 발생하는 상기 페이지 미스의 개수에 따라 결정되는 원래 이미지를 회전하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 자체-학습은,

상기 페이지 미스의 위치와 상기 페이지 미스에 관련된 상기 어드레스들의 차이에 기초하여 수행되는 원래 이미지를 회전하는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 원래 이미지가 회전될 방향이 변경될 때마다, 상기 어드레스 생성 규칙들을 초기화하는 단계를 더 포함하는 원래 이미지를 회전하는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 어드레스는 카운터를 이용하여 계산된 상기 적어도 하나의 페이지 미스의 위치에 상응하는 원래 이미지를 회전하는 방법.

청구항 10

이미지 버퍼에 프리패치된 페이지 데이터와 실제 이미지의 페이지 데이터가 불일치하는 적어도 하나의 페이지 미스에 관련된 어드레스를 이용하여 자체-학습을 수행하고, 상기 자체-학습의 결과를 이용하여 어드레스 생성 규칙들을 생성하고, 상기 어드레스 생성 규칙들에 따라 원래 이미지를 메모리 장치로부터 이미지 버퍼로 프리패치하는 메모리 관리 유닛(memory management unit(MMU)); 및

상기 이미지 버퍼에 프리패치된 이미지를 이용하여 회전된 이미지를 생성하는 로테이터(rotator)를 포함하는 시스템 온 칩(system on chip(SoC)).

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 MMU는,

상기 원래 이미지가 회전될 방향에 따라, 생성될 상기 어드레스 생성 규칙들의 개수를 결정하는 SoC.

청구항 12

제10항에 있어서, 상기 MMU는,

상기 회전된 이미지의 최초 프레임에서 발생할 상기 페이지 미스의 개수에 따라, 생성될 상기 어드레스 생성 규칙들의 개수를 결정하는 SoC.

청구항 13

제10항에 있어서, 상기 MMU는,

제어 값을 저장하는 SFR(special function register);

상기 SFR에 저장된 상기 제어 값만큼 상기 어드레스 생성 규칙들을 생성하는 어드레스 생성규칙 생성회로; 및

상기 어드레스 생성 규칙들에 따라 상기 원래 이미지를 상기 이미지 버퍼로 프리패치하는 프리패치 회로를 포함하는 SoC.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 원래 이미지가 회전될 방향을 지시하는 제어 신호들에 응답하여, 상기 MMU에서 생성될 상기 어드레스 생성 규칙들의 개수를 제어하는 CPU(central processing unit)를 더 포함하는 SoC.

청구항 15

제10항에 기재된 SoC를 포함하는 애플리케이션 프로세서.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 MMU는,

상기 원래 이미지가 회전될 방향에 따라, 생성될 상기 어드레스 생성 규칙들의 개수를 결정하는 애플리케이션 프로세서.

청구항 17

제15항에 있어서, 상기 MMU는,

상기 회전된 이미지의 최초 프레임에서 발생할 상기 페이지 미스의 개수에 따라, 생성될 상기 어드레스 생성 규칙들의 개수를 결정하는 애플리케이션 프로세서.

청구항 18

제15항에 있어서, 상기 MMU는,

제어 값을 저장하는 SFR(special function register);

상기 SFR에 저장된 상기 제어 값만큼 상기 어드레스 생성 규칙들을 생성하는 어드레스 발생 규칙 생성 회로; 및
 상기 어드레스 생성 규칙들에 따라 상기 원래 이미지를 상기 이미지 버퍼로 프리패치하는 프리패치 회로를 포함하는 애플리케이션 프로세서.

청구항 19

제15항에 있어서,

상기 원래 이미지가 회전될 방향을 지시하는 제어 신호들에 응답하여, 상기 MMU에서 생성될 상기 어드레스 생성 규칙들의 개수를 제어하는 CPU(central processing unit)를 더 포함하는 애플리케이션 프로세서.

청구항 20

원래 이미지를 저장하는 메모리 장치;

이미지 버퍼에 프리패치된 페이지 데이터와 실제 이미지의 페이지 데이터가 불일치하는 적어도 하나의 페이지 미스에 관련된 어드레스를 이용하여 자체-학습을 수행하고, 상기 자체-학습의 결과를 이용하여 어드레스 생성 규칙들을 생성하고, 상기 어드레스 생성 규칙들에 따라 원래 이미지를 메모리 장치로부터 이미지 버퍼로 프리패치하는 메모리 관리 유닛(memory management unit(MMU));

상기 이미지 버퍼에 프리패치된 이미지를 이용하여 회전된 이미지를 생성하는 로테이터(rotator); 및

상기 로테이터에 의해 생성된 상기 회전된 이미지를 디스플레이로 전송하는 디스플레이 컨트롤러를 포함하는 모바일 기기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 개념에 따른 실시 예는 이미지 회전 기술에 관한 것으로, 특히 자체-학습을 통해 생성된 어드레스 생성 규칙들에 따라 원래 이미지를 회전하는 방법과 상기 방법을 수행할 수 있는 장치들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 고성능 모바일 기기가 등장함에 따라, 상기 고성능 모바일 기기의 디스플레이 장치의 해상도(resolution)와 크기가 증가하고 있다.

[0003] 사용자가 상기 디스플레이 장치를 특정 방향으로 회전시켜, 상기 디스플레이 장치에서 디스플레이되는 이미지를 가로 모양/가로 방향(landscape shape or landscape orientation) 또는 세로 모양/세로 방향(portrait shape or portrait orientation)으로 보는 사용자 작업이 많아지고 있다.

[0004] 로테이터(rotator)는 디스플레이 장치에서 디스플레이되는 이미지를 회전시켜 회전된 이미지를 생성하는 기능을 수행한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명이 이루고자 하는 기술적인 과제는 자체-학습을 통해 생성된 어드레스 생성 규칙들에 따라 원래 이미지를 회전하여 회전된 이미지를 생성하는 방법과 상기 방법을 수행할 수 있는 장치들을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 실시 예에 따른 원래 이미지를 회전하는 방법은 적어도 하나의 페이지 미스에 관련된 어드레스를 이용하여 자체-학습을 수행하는 단계와, 상기 자체-학습의 결과를 이용하여 어드레스 생성 규칙들을 생성하는 단계와, 상기 어드레스 생성 규칙들에 따라 원래 이미지를 메모리 장치로부터 프리패치하고 프리패치된 이미지를 이용하여 회전된 이미지를 생성하는 단계를 포함한다.

[0007] 상기 어드레스 생성 규칙들을 생성하는 단계는 SFR(special function register)에 설정된 제어 값만큼 상기 어드레스 생성 규칙들을 생성하는 단계를 포함한다.

[0008] 실시 예에 따라 생성될 상기 어드레스 생성 규칙들의 개수는 제조자 또는 사용자에 의해 프로그램가능하다.

[0009] 다른 실시 예에 따라 생성될 상기 어드레스 생성 규칙들의 개수는 상기 원래 이미지가 회전될 방향에 따라 결정된다.

[0010] 또 다른 실시 예에 따라 생성될 상기 어드레스 생성 규칙들의 개수는 상기 회전된 이미지의 최초 프레임에서 발생하는 상기 페이지 미스의 개수에 따라 결정된다.

[0011] 상기 자체-학습은 상기 페이지 미스의 위치와 상기 페이지 미스에 관련된 상기 어드레스들의 차이에 기초하여 수행된다.

[0012] 상기 방법은 상기 원래 이미지가 회전될 방향이 변경될 때마다 상기 어드레스 생성 규칙들을 초기화하는 단계를 더 포함한다.

[0013] 상기 어드레스는 카운터를 이용하여 계산된 상기 적어도 하나의 페이지 미스의 위치에 상응한다.

[0014] 본 발명의 실시 예에 따른 시스템 온 칩(system on chip(SoC))은 적어도 하나의 페이지 미스에 관련된 어드레스를 이용하여 자체-학습을 수행하고, 상기 자체-학습의 결과를 이용하여 어드레스 생성 규칙들을 생성하고, 상기 어드레스 생성 규칙들에 따라 원래 이미지를 메모리 장치로부터 이미지 버퍼로 프리패치하는 메모리 관리 유닛(memory management unit(MMU))과, 상기 이미지 버퍼에 프리패치된 이미지를 이용하여 회전된 이미지를 생성하는 로테이터를 포함한다.

[0015] 상기 MMU는, 상기 원래 이미지가 회전될 방향에 따라, 생성될 상기 어드레스 생성 규칙들의 개수를 결정한다.

[0016] 상기 MMU는, 상기 회전된 이미지의 최초 프레임에서 발생할 상기 페이지 미스의 개수에 따라, 생성될 상기 어드레스 생성 규칙들의 개수를 결정한다.

[0017] 상기 MMU는 제어 값을 저장하는 SFR(special function register)과, 상기 SFR에 저장된 상기 제어 값만큼 상기 어드레스 생성 규칙들을 생성하는 어드레스 생성 규칙 생성회로와, 상기 어드레스 생성 규칙들에 따라 상기 원래 이미지를 상기 이미지 버퍼로 프리패치하는 프리패치 회로를 포함한다.

[0018] 상기 SoC는, 상기 원래 이미지가 회전될 방향을 지시하는 제어 신호들에 응답하여, 상기 MMU에서 생성될 상기 어드레스 생성 규칙들의 개수를 제어하는 CPU를 더 포함한다.

[0019] 본 발명의 실시 예에 따른 애플리케이션 프로세서는 상기 SoC를 포함한다.

[0020] 본 발명의 실시 예에 따른 모바일 기기는 원래 이미지를 저장하는 메모리 장치와, 적어도 하나의 페이지 미스에 관련된 어드레스를 이용하여 자체-학습을 수행하고, 상기 자체-학습의 결과를 이용하여 어드레스 생성 규칙들을 생성하고, 상기 어드레스 생성 규칙들에 따라 원래 이미지를 메모리 장치로부터 이미지 버퍼로 프리패치하는 메모리 관리 유닛(memory management unit(MMU))과, 상기 이미지 버퍼에 프리패치된 이미지를 이용하여 회전된 이미지를 생성하는 로테이터와, 상기 로테이터에 의해 생성된 상기 회전된 이미지를 디스플레이로 전송하는 디스플레이 컨트롤러를 포함한다.

[0021] 상기 모바일 기기는 상기 원래 이미지가 회전될 방향을 지시하는 제어 신호들에 응답하여, 상기 MMU에서 생성될 상기 어드레스 생성 규칙들의 개수를 제어하는 CPU를 더 포함한다.

[0022] 상기 모바일 기기는 상기 회전될 방향을 검출하고 검출 결과에 따라 상기 제어 신호들을 생성하는 제어 신호 생

성기를 더 포함한다.

[0023] 상기 모바일 기기는 상기 회전될 방향을 검출하는 회전 센서와, 상기 회전 센서로부터 출력된 감지 신호에 응답하여 상기 제어 신호들을 생성하는 제어 신호 생성기를 더 포함한다.

발명의 효과

[0024] 본 발명의 실시 예에 따른 방법과 상기 방법을 수행할 수 있는 장치는 회전 방향에 따라 발생하는 복수의 페이지 미스들에 관련된 어드레스들을 이용하여 자체-학습을 수행하고, 상기 자체-학습의 결과를 이용하여 어드레스 생성 규칙들을 생성하고, 상기 어드레스 생성 규칙들에 따라 원래 이미지를 메모리 장치로부터 프리페치하고, 프리페치된 이미지를 이용하여 회전된 이미지를 생성할 수 있는 효과가 있다.

[0025] 이에 따라 상기 방법과 상기 장치는 페이지 미스(page miss)의 발생 횟수를 감소시킬 수 있는 효과가 있다.

[0026] 따라서, 상기 방법과 상기 장치는 상기 페이지 미스의 발생에 따른 데이터 처리 시간의 지연을 감소시킬 수 있으므로, 상기 장치의 성능을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 본 발명의 상세한 설명에서 인용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여 각 도면의 상세한 설명이 제공된다.

도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 컴퓨팅 시스템의 개략적인 블록도를 나타낸다.

도 2는 외부 메모리의 메모리 맵을 개략적으로 나타낸다.

도 3은 원래 이미지를 디스플레이하기 위한 어드레스 액세스 순서와 디스플레이 이미지를 나타낸다.

도 4는 X-축 방향으로 회전된 이미지를 디스플레이하기 위한 어드레스 액세스 순서와 디스플레이 이미지를 나타낸다.

도 5는 X-축 방향으로 회전된 이미지를 생성하기 위한 어드레스 생성 규칙들을 설명하기 위한 개념도이다.

도 6은 Y-축 방향으로 회전된 이미지를 디스플레이하기 위한 어드레스 액세스 순서와 디스플레이 이미지를 나타낸다.

도 7은 Y-축 방향으로 회전된 이미지를 생성하기 위한 어드레스 생성 규칙들을 설명하기 위한 개념도이다.

도 8은 90° -회전된 이미지를 디스플레이하기 위한 어드레스 액세스 순서와 디스플레이 이미지를 나타낸다.

도 9는 90° -회전된 이미지를 생성하기 위한 어드레스 생성 규칙들을 설명하기 위한 개념도이다.

도 10은 180° -회전된 이미지를 디스플레이하기 위한 어드레스 액세스 순서와 디스플레이 이미지를 나타낸다.

도 11은 180° -회전된 이미지를 생성하기 위한 어드레스 생성 규칙들을 설명하기 위한 개념도이다.

도 12는 90° -회전된 후 X-축 방향으로 회전된 이미지를 디스플레이하기 위한 어드레스 액세스 순서와 디스플레이 이미지를 나타낸다.

도 13은 90° -회전된 후 X-축 방향으로 회전된 이미지를 생성하기 위한 어드레스 생성 규칙들을 설명하기 위한 개념도이다.

도 14는 90° -회전된 후 Y-축 방향으로 회전된 이미지를 디스플레이하기 위한 어드레스 액세스 순서와 디스플레이 이미지를 나타낸다.

도 15는 90° -회전된 후 Y-축 방향으로 회전된 이미지를 생성하기 위한 어드레스 생성 규칙들을 설명하기 위한 개념도이다.

도 16은 270° -회전된 이미지를 디스플레이하기 위한 어드레스 액세스 순서와 디스플레이 이미지를 나타낸다.

도 17은 270° -회전된 이미지를 생성하기 위한 어드레스 생성 규칙들을 설명하기 위한 개념도이다.

도 18은 회전 방향에 따라 결정된 어드레스 생성 규칙들의 개수를 포함하는 제어 값 테이블의 실시 예를 나타낸다.

도 19는 도 1에 도시된 메모리 관리 유닛의 블록도를 나타낸다.

도 20은 본 발명의 실시 예에 따른 원래 이미지를 회전하는 방법을 설명하기 위한 플로우차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시 예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시 예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시 예들에 한정되지 않는다.
- [0029] 본 발명의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시 예들을 도면에 예시하고 본 명세서에서 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시 예들을 특정한 개시 형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0030] 제1 또는 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만, 예컨대 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 벗어나지 않은 채, 제1구성 요소는 제2구성 요소로 명명될 수 있고 유사하게 제2구성 요소는 제1구성 요소로도 명명될 수 있다.
- [0031] 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는 중간에 다른 구성 요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성 요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0032] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 본 명세서에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 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 나타낸다. 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.
- [0034] 이하, 본 명세서에 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 상세히 설명한다.
- [0035] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 컴퓨팅 시스템의 개략적인 블록도를 나타낸다.
- [0036] 도 1을 참조하면, 컴퓨팅 시스템(100)은 컴퓨팅 장치(110), 외부 메모리 (120), 디스플레이(130), 및 회전 센서 (140)를 포함할 수 있다.
- [0037] 컴퓨팅 시스템(100)은 PC(personal computer), 휴대용 전자 장치(또는 모바일 기기), 또는 회전된 이미지를 디스플레이할 수 있는 디스플레이(130)를 포함하는 전자 장치로 구현될 수 있다.
- [0038] 상기 휴대용 전자 장치는 랩탑 컴퓨터(laptop computer), 이동 전화기, 스마트 폰(smart phone), 태블릿(tablet) PC, PDA(personal digital assistant), EDA (enterprise digital assistant), 디지털 스틸 카메라(digital still camera), 디지털 비디오 카메라(digital video camera), PMP(portable multimedia player), PND(personal navigation device 또는 portable navigation device), 휴대용 게임 콘솔(handheld game console), 또는 e-북(e-book)으로 구현될 수 있다.
- [0039] 컴퓨팅 장치(110)는 외부 메모리(120) 또는 그 내부에 구현된 내부 메모리(미 도시)로부터 출력된 원래 이미지를 처리(예컨대, 회전)하고, 처리된 이미지를 디스플레이(130)로 전송할 수 있다.
- [0040] 컴퓨팅 장치(110)는 적어도 하나의 페이지 미스(page miss)에 관련된 어드레스들(예컨대, 어드레스들의 차이)을

이용하여 자체-학습(self-learning)을 수행하고, 상기 자체-학습의 결과를 이용하여 어드레스 생성 규칙들을 생성하고, 상기 어드레스 생성 규칙들에 따라 원래 이미지를 메모리 장치, 예컨대 외부 메모리(120) 또는 내부 메모리로부터 프리페치하고(pre-fetch), 프리페치된 이미지를 이용하여 회전된 이미지를 생성하고, 상기 회전된 이미지를 디스플레이(130)로 전송할 수 있다.

- [0041] 컴퓨팅 장치(110)는 마더보드(motherboard)와 같은 인쇄 회로 기판(printed circuit board(PCB)), 집적 회로(integrated circuit(IC)), 또는 SoC(system on chip)로 구현될 수 있다.
- [0042] 컴퓨팅 장치(110)는 CPU(central processing unit; 113), 메모리 관리 유닛 (memory management unit(MMU); 115), 로테이터(rotator; 117), 이미지 처리 모듈 (118), 메모리 컨트롤러(119), 디스플레이 컨트롤러(121), 및 제어 신호 생성기 (123)를 포함한다.
- [0043] CPU(113)는 컴퓨팅 장치(110)의 전반적인 동작을 제어할 수 있다. 예컨대, CPU(113)는 버스(111)를 통하여 복수의 구성 요소들(115, 117, 118, 119, 121, 및 123) 중에서 적어도 하나의 동작을 제어할 수 있다.
- [0044] CPU(113)는, 외부 메모리(120) 또는 내부 메모리에 저장된 원래 이미지가 회전될 방향을 지시하는 제어 신호들에 응답하여, MMU(115)에서 생성될 어드레스 생성 규칙들의 개수를 제어 또는 설정할 수 있다.
- [0045] 도 18에 도시된 바와 같이, 회전 방향들 각각에 대한 제어 값들 각각을 포함하는 제어 값 테이블(113-1)은 CPU(113)에 포함된 메모리(미도시)에 저장되거나 컴퓨팅 시스템(100)이 부팅(booting)될 때 다른 메모리로부터 CPU(113)로 로딩될 수 있다. 상기 다른 메모리는 외부 메모리(120) 또는 별도의 메모리일 수 있다.
- [0046] 예컨대, 상기 제어 신호들에 응답하여, CPU(113)는 MMU(115)에서 생성될 어드레스 생성 규칙들의 개수를 제어할 수 있는 제어 값을 SFR(special function register; 116)에 설정 또는 프로그램할 수 있다. 이때, CPU(113)는 상기 제어 신호들에 기초하여 제어 값 테이블(113-1)을 참조할 수 있다.
- [0047] MMU(115)는 적어도 하나의 페이지 미스에 관련된 어드레스들의 차이를 이용하여 자체-학습을 수행하고, 상기 자체-학습의 결과를 이용하여 어드레스 생성 규칙들을 생성하고, 상기 어드레스 생성 규칙들에 따라 원래 이미지에 포함된 데이터를 외부 메모리(120)로부터 MMU(115)의 이미지 버퍼(115-1)로 프리페치할 수 있다.
- [0048] 외부 메모리(120)에 저장된 데이터가 MMU(115)에 의해 페이지(page) 단위로 프리페치될 때, 이미지 버퍼(115-1)는 페이지 버퍼(page buffer)의 기능을 수행할 수 있다.
- [0049] 설명의 편의를 위해 본 명세서에서는 외부 메모리(120)에 저장된 데이터가 MMU(115)에 의해 프리페치되는 실시 예를 도시하였으나, 실시 예에 따라 MMU(115)에 의해 프리페치될 데이터는 컴퓨팅 장치(110)의 내부 또는 외부에 구현될 수 있다.
- [0050] 로테이터(117)는 MMU(115), 예컨대 이미지 버퍼(115-1)에 프리페치된 이미지를 이용하여 회전된 이미지를 생성할 수 있다.
- [0051] 실시 예에 따라, 이미지 처리 모듈(118)은 로테이터(117)로부터 출력된 회전된 이미지를 처리하고, 처리된 이미지를 버스(111)를 통하여 디스플레이 컨트롤러(121)로 전송할 수 있다.
- [0052] 다른 실시 예에 따라, 이미지 처리 모듈(118)은 로테이터(117)로부터 출력된 회전된 이미지를 처리하고, 처리된 이미지를 디스플레이 컨트롤러(121)로 전송할 수 있다.
- [0053] 메모리 컨트롤러(119)는 MMU(115)의 제어에 따라, 예컨대 MMU(115)의 프리페치 동작에 응답하여 외부 메모리(120)에 저장된 원래 이미지의 데이터를 일정한 크기, 예컨대 페이지 단위로 MMU(115)로 전송할 수 있다. 또한, 메모리 컨트롤러 (119)는 CPU(113)의 제어에 따라 외부 메모리(120)에 저장된 이미지를 디스플레이 컨트롤러 (121)로 전송할 수 있다.
- [0054] 디스플레이 컨트롤러(121)는 이미지 처리 모듈(118)에 의해 처리된 회전된 이미지를 디스플레이(130)로 전송할 수 있다.
- [0055] 제어 신호 생성기(123)는 회전 센서(123)로부터 출력된 감지 신호에 응답하여 복수의 제어 신호들을 생성할 수 있다. 상기 복수의 제어 신호들은 CPU(113)에 의해 해석되고, 해석 결과에 따라 원래 이미지가 회전될 방향을 지시하는 복수의 지시 신호들로서 사용될 수 있다.
- [0056] 외부 메모리(120)는 원래 이미지, 예컨대 정지 영상 또는 동영상을 저장할 수 있다. 외부 메모리(120)는 HDD(hard disk drive) 또는 SSD(solid state drive)로 구현될 수 있다.

- [0057] 외부 메모리(120)는 휘발성 메모리 장치 또는 불휘발성 메모리 장치로 구현될 수 있다.
- [0058] 상기 휘발성 메모리 장치는 DRAM(dynamic random access memory), SRAM (static random access memory), T-RAM(thyristor RAM), Z-RAM(zero capacitor RAM), 또는 TTRAM(Twin Transistor RAM)으로 구현될 수 있다.
- [0059] 상기 불휘발성 메모리 장치는 EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), 플래시(flash) 메모리, MRAM(Magnetic RAM), 스핀전달토크 MRAM(Spin-Transfer Torque(STT)-MRAM), Conductive bridging RAM(CBRAM), FeRAM (Ferroelectric RAM), PRAM(Phase change RAM), 저항 메모리(Resistive RAM: RRAM), 나노 튜브 RRAM(Nanotube RRAM), 폴리머 RAM(Polymer RAM: PoRAM), 나노 부유 게이트 메모리(Nano Floating Gate Memory: NFGM), 홀로그래픽 메모리 (holographic memory), 분자 전자 메모리 소자(Molecular Electronics Memory Device), 또는 절연 저항 변화 메모리(Insulator Resistance Change Memory)로 구현될 수 있다.
- [0060] 상기 불휘발성 메모리 장치는 플래시-기반(flash-based) 메모리 장치, 예컨대 SD(secure digital) 카드, MMC(multimedia card), eMMC(embedded-MMC), USB (universal serial bus) 플래시 드라이브, 또는 UFS(universal flash storage)로 구현될 수 있다.
- [0061] 디스플레이 컨트롤러(121)의 제어에 따라, 디스플레이(130)는 회전되지 않은 원래 이미지 또는 회전된 이미지를 디스플레이할 수 있다.
- [0062] 디스플레이(130)는 평판 디스플레이(flat panel display)로 구현될 수 있다. 상기 평판 디스플레이는 TFT-LCD(thin film transistor-liquid crystal display), LED(light emitting diode) 디스플레이, OLED(organic LED) 디스플레이, AMOLED (active-matrix OLED) 디스플레이, 또는 플렉시블(flexible) 디스플레이로 구현될 수 있다.
- [0063] 회전 센서(140)는 컴퓨팅 시스템(100)의 회전(rotation) 또는 회전 방향 (rotation direction)을 검출하고 감지 신호를 생성하는 기능을 수행할 수 있는 센서를 의미한다. 예컨대, 회전 센서(140)는 가속도(accelerator) 센서, 자이로 (gyro) 센서, 또는 이들이 결합된 센서를 의미할 수 있다.
- [0064] 도 2는 외부 메모리의 메모리 맵을 개략적으로 나타낸다.
- [0065] 도 2에 도시된 메모리 맵(121)은 설명의 편의를 위해 예시적으로 도시된 것으로서, 메모리 맵(121)은 각 어드레스(D1~D48)에 대응되는 각 메모리 영역에 저장된 각 데이터(A~Z, 및 a~v)를 나타낸다. 예컨대, 각 데이터(A~Z, 및 a~v)는 페이지 데이터를 의미할 수 있다.
- [0066] 원래 이미지의 첫 번째 프레임은 데이터(A~P)를 포함하고, 상기 원래 이미지의 두 번째 프레임은 데이터(Q~f)를 포함하고, 상기 원래 이미지의 세 번째 프레임은 데이터(g~v)를 포함한다.
- [0067] 도 2, 도 3, 도 4, 도 6, 도 8, 도 10, 도 12, 도 14, 및 도 16을 참조하면, 각각의 작은 박스 내의 숫자 (1~32)는 회전 방향에 따른 어드레스 액세스 순서 (address access order) 또는 데이터 프리페치(data prefetch) 순서를 나타내고, 각각의 큰 박스 내의 영어 알파벳(A~Z와 a~f)은 원래 이미지에 포함된 데이터를 나타낸다.
- [0068] 또한, 원래 이미지의 첫 번째 프레임(OFF)은 데이터(A~P)를 포함하고, 원래 이미지의 두 번째 프레임(OSF)은 데이터(Q~Z와 a~f)를 포함한다.
- [0069] 이때, MMU(115)는 각 프레임(OFF와 OSF)에 포함된 각 데이터를 어드레스 액세스 순서(1~32)에 따라 외부 메모리 (120)로부터 이미지 버퍼(115-1)로 프리페치한다.
- [0070] 도 3은 원래 이미지를 디스플레이하기 위한 어드레스 액세스 순서와 디스플레이 이미지를 나타낸다.
- [0071] 도 3의 (a)는 어드레스 액세스 순서(1~32)에 따라 MMU(115)에 의해 액세스될 데이터를 포함하는 각 프레임(OFF와 OSF)을 나타낸다.
- [0072] 도 3의 (b)는 디스플레이 장치(130)에서 디스플레이되는 이미지를 나타낸다.
- [0073] 첫 번째 프레임(OFF)을 디스플레이하기 위해, MMU(115)는 로테이터(117)로부터 어드레스 액세스 순서(1~16)에 따라 순차적으로 출력되는 어드레스들 (ADD1=D1~D16)에 기초하여 외부 메모리(120)로부터 각 데이터(A~P)를 프리페치하고, 프리페치된 각 데이터(DATA=A~P)를 로테이터(117)로 전송한다.
- [0074] 예컨대, MMU(115)는 로테이터(117)로부터 순차적으로 출력되는 각각의 현재 어드레스(D1~D16)에 대응되는 각각

의 현재 데이터(A~P)를 메모리 컨트롤러(119)를 통해 외부 메모리(120)로부터 이미지 버퍼(115-1)로 프리패치한다.

- [0075] 각각의 현재 데이터(A~P)가 로테이터(117)로 순차적으로 전송되는 동안, MMU (115)는 각각의 다음 어드레스(D2~D17)를 예측하고 예측 결과에 따라 각각의 다음 데이터(B~Q)를 외부 메모리(120)로부터 이미지 버퍼(115-1)로 프리패치하므로, 각각의 다음 어드레스(D2~D17)가 입력되더라도 MMU(115)에서는 페이지 미스가 발생하지 않는다. 따라서 원래 이미지의 첫 번째 프레임(OFF)은 정상적으로 디스플레이 (130)에서 디스플레이된다.
- [0076] 즉, 어드레스 액세스 순서(1~16)는 로테이터(117)로부터 순차적으로 출력되는 어드레스(ADD1=D1~D16)의 순서와 동일하므로, MMU(115)에서는 페이지 미스가 발생하지 않는다.
- [0077] 로테이터(117)는 MMU(115)로부터 출력된 각각의 데이터(DATA=A~P)를 이미지 처리 모듈(118)로 전송하고, 이미지 처리 모듈(118)은 각각의 데이터(DATA=A~P)를 처리하고, 처리된 각각의 데이터를 직접 또는 버스(111)를 통하여 디스플레이 컨트롤러(121)로 전송할 수 있다.
- [0078] 따라서, 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이 정상 상태(MORMAL)에서 디스플레이 컨트롤러(121)는 로테이터(117)로부터 전송된 각각의 데이터(A~P)를 포함하는 첫 번째 프레임(FF)을 디스플레이(130)를 통해 디스플레이할 수 있다.
- [0079] 두 번째 프레임(SF)을 디스플레이하기 위해, MMU(115)는 로테이터(117)로부터 어드레스 액세스 순서(17~32)에 따라 순차적으로 출력되는 어드레스들 (ADD1=D17~D32)에 기초하여 외부 메모리(120)로부터 각 데이터(Q~f)를 프리패치하고, 프리패치된 각 데이터(DATA=Q~f)를 로테이터(117)로 전송한다.
- [0080] 이때, 어드레스 액세스 순서(17~32)는 로테이터(117)로부터 순차적으로 출력되는 어드레스(ADD1=D17~D32)의 순서와 동일하므로, MMU(115)에서는 페이지 미스가 발생하지 않는다.
- [0081] 로테이터(117)는 MMU(115)로부터 출력된 각각의 데이터(DATA=Q~f)를 이미지 처리 모듈(118)로 전송하고, 이미지 처리 모듈(118)은 각각의 데이터(DATA=Q~f)를 처리하고, 처리된 각각의 데이터를 직접 또는 버스(111)를 통하여 디스플레이 컨트롤러(121)로 전송할 수 있다.
- [0082] 따라서, 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이 정상 상태(MORMAL)에서 디스플레이 컨트롤러(121)는 로테이터(117)로부터 전송된 각각의 데이터(Q~f)를 포함하는 두 번째 프레임(SF)을 디스플레이(130)를 통해 디스플레이할 수 있다.
- [0083] 즉, 정상 상태(NORMAL)에서 원래 이미지의 첫 번째 프레임(OFF)은 그대로 디스플레이되고, 원래 이미지의 두 번째 프레임(OSF)은 그대로 디스플레이된다.
- [0084] 도 4는 X-축 방향으로 회전된 이미지를 디스플레이하기 위한 어드레스 액세스 순서와 디스플레이 이미지를 나타내고, 도 5는 X-축 방향으로 회전된 이미지를 생성하기 위한 어드레스 생성 규칙들을 설명하기 위한 개념도이다.
- [0085] 도 1, 도 2, 도 3, 도 4, 및 도 5를 참조하면, 사용자가 컴퓨팅 시스템 (100)을 X-축 방향으로 회전시키면, 회전 센서(140)는 상기 회전을 감지하고, 감지 결과에 따라 생성된 감지 신호를 제어 신호 생성기(123)로 출력한다. 제어 신호 생성기(123)는 상기 감지 신호에 응답하여 제어 신호들을 CPU(113)로 출력한다.
- [0086] CPU(113)는, 상기 제어 신호들에 응답하여, 도 18에 도시된 제어 값 테이블 (113-1)에 저장된 제어 값, 예컨대 2를 리드하고, 리드된 제어 값을 MMU(115)에 포함된 SFR(116)에 설정 또는 프로그램한다.
- [0087] 상기 제어 값은 컴퓨팅 시스템(100)이 X-축 방향으로 회전된 후 원래 이미지의 첫 번째 프레임(OFF)에 포함된 데이터를 프리패치할 때 발생할 페이지 미스의 개수, 즉 MMU(115)에서 생성될 어드레스 생성 규칙들의 개수를 나타낸다.
- [0088] 따라서, MMU(115)는 2개의 페이지 미스들에 관련된 어드레스들의 차이들을 이용하여 자체-학습을 수행하고, 상기 자체-학습의 결과를 이용하여 2개의 어드레스 생성 규칙들을 생성하고, 상기 2개의 어드레스 생성 규칙들에 따라 각 데이터를 외부 메모리(120)로부터 프리패치할 수 있다.
- [0089] 즉, 자체-학습은 페이지 미스의 위치들과 상기 페이지 미스들에 관련된 어드레스들의 차이들을 이용하여 어드레스 생성 규칙들을 생성하는 과정을 의미한다.
- [0090] 도 4의 빗금을 포함하는 박스는 페이지 미스 위치를 나타낸다고 가정한다. 따라서, 각 어드레스 액세스 순서(4

와 16)에서 페이지 미스가 발생한다.

- [0091] 원래 이미지의 첫 번째 프레임(OFF)은 데이터(A~P)를 포함하고, 원래 이미지의 두 번째 프레임(OSF)은 데이터(Q~f)를 포함하고, 각 데이터(A~P와 Q~f)는 어드레스 액세스 순서(1~32)에 따라 MMU(115)에 의해 액세스 또는 프리패치된다.
- [0092] 우선, 로테이터(117)는 데이터(M)에 대한 어드레스(ADD1=D13)를 MMU(115)로 전송한다. MMU(115)는 어드레스(ADD1=D13)를 메모리 컨트롤러(119)로 전송하고, 메모리 컨트롤러(119)는 어드레스(ADD1=D13)에 상응하는 데이터(M)를 외부 메모리 (120)의 메모리 영역으로부터 리드하고 리드된 데이터(M)를 MMU(115)로 전송한다.
- [0093] MMU(115)가 데이터(DATA=M)를 로테이터(117)로 전송하는 동안, MMU(115)는 현재 어드레스(D13)의 다음 어드레스(D14)를 예측하고, 예측된 어드레스(D14)에 상응하는 데이터(N)를 외부 메모리(120)의 메모리 영역으로부터 메모리 컨트롤러 (119)를 이용하여 이미지 버퍼(115-1)로 프리패치한다.
- [0094] 어드레스 생성 규칙이 MMU(115)에 적용되지 전에, MMU(115)는 순차적인 방법 (sequential manner)을 통해 어드레스를 예측한다고 가정한다.
- [0095] 로테이터(117)는 데이터(N)에 대한 어드레스(ADD1=D14)를 MMU(115)로 전송한다. 데이터(N)는 MMU(115)의 이미지 버퍼(115-1)에 프리패치되어 있으므로, MMU (115)는 데이터(DATA=N)를 로테이터(117)로 전송한다
- [0096] 데이터(DATA=N)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 현재 어드레스(D14)의 다음 어드레스(D15)를 예측하고, 예측된 어드레스(D15)에 해당하는 외부 메모리(120)의 메모리 영역에 저장된 데이터(O)를 메모리 컨트롤러(119)를 이용하여 이미지 버퍼(115-1)로 프리패치한다.
- [0097] 로테이터(117)는 데이터(O)에 대한 어드레스(ADD1=D15)를 MMU(115)로 전송한다. 데이터(O)는 MMU(115)의 이미지 버퍼(115-1)에 프리패치되어 있으므로, MMU (115)는 데이터(DATA=O)를 로테이터(117)로 전송한다.
- [0098] 데이터(DATA=O)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 현재 어드레스(D15)의 다음 어드레스(D16)를 예측하고, 예측된 어드레스(D16)에 해당하는 외부 메모리(120)의 메모리 영역에 저장된 데이터(P)를 메모리 컨트롤러(119)를 이용하여 이미지 버퍼(115-1)로 프리패치한다.
- [0099] 로테이터(117)는 데이터(P)에 대한 어드레스(ADD1=D16)를 MMU(115)로 전송한다. 데이터(P)는 MMU(115)의 이미지 버퍼(115-1)에 프리패치되어 있으므로, MMU (115)는 데이터(DATA=P)를 로테이터(117)로 전송한다.
- [0100] 데이터(DATA=P)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 현재 어드레스(D16)의 다음 어드레스(D17)를 예측하고, 예측된 어드레스(D17)에 해당하는 외부 메모리(120)의 메모리 영역에 저장된 데이터(Q)를 메모리 컨트롤러(119)를 이용하여 이미지 버퍼(115-1)로 프리패치한다.
- [0101] 그러나 로테이터(117)는 데이터(I)에 대한 어드레스(ADD1=D9)를 MMU(115)로 전송한다. 이때 데이터(I)는 MMU(115)의 이미지 버퍼(115-1)에 존재하지 않으므로, 첫 번째 페이지 미스(first page miss)가 발생한다.
- [0102] MMU(115)는 어드레스(ADD1=D9)에 상응하는 데이터(I)를 외부 메모리(120)로부터 이미지 버퍼(115-1)로 메모리 컨트롤러(119)를 이용하여 프리패치한다.
- [0103] 이때, MMU(115)는 데이터(P)에 대한 어드레스(D16)와 데이터(I)에 대한 어드레스(D9)의 차이, 즉 제1깊이 값, 예컨대 "-7"을 내부 메모리(예컨대, 도 19의 203-1)에 저장한다. 또한, MMU(115)는 첫 번째 페이지 미스가 발생한 위치(이하, "첫 번째 페이지 미스 위치"라 한다), 예컨대 "4"를 상기 내부 메모리에 저장한다.
- [0104] 즉, MMU(115)는 상기 제1깊이 값과 첫 번째 페이지 미스 위치를 이용하여 첫 번째 자체-학습을 수행하고, 상기 첫 번째 자체-학습의 결과를 이용하여 첫 번째 어드레스 생성 규칙을 생성한다.
- [0105] MMU(115)는 상기 첫 번째 페이지 미스 위치를 이용하여 원래 이미지의 각 프레임(OFF와 OSF)의 어떤 위치에서 페이지 미스가 발생할지를 예측할 수 있다.
- [0106] 따라서, MMU(115)는, 페이지 미스가 발생할 각 위치(예컨대, 8, 12, 및 16)에서, 상기 첫 번째 어드레스 생성 규칙을 이용하여 각 어드레스를 예측하고 예측된 각 어드레스에 상응하는 각 데이터를 프리패치할 수 있다.
- [0107] 데이터(DATA=I)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 현재 어드레스(D9)의 다음 어드레스(D10)를 예측하고, 예측된 어드레스(D10)에 상응하는 데이터(J)를 외부 메모리(120)로부터 이미지 버퍼(115-1)로 메모리 컨트롤러(119)를 이용하여 프리패치한다.

- [0108] 각 데이터(J, K, 및 L)가 처리되는 과정은 각 데이터(N, O, 및 P)가 처리되는 과정과 실질적으로 동일하다. 따라서, 각 어드레스(ADD1=D10, D11, 및 D12)에 상응하는 각 데이터(J, K, 및 L)가 MMU(115)에 의해 프리패치되고 프리패치된 각 데이터(J, K, 및 L)는 로테이터(117)로 전송된다.
- [0109] 데이터(DATA=L)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 현재 어드레스(D12)의 다음 어드레스(D13)에 해당하는 데이터(M)를 프리패치하는 대신에 첫 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 예측된 어드레스(D5)에 상응하는 데이터(E)를 이미지 버퍼(115-1)로 프리패치한다.
- [0110] 따라서, 어드레스(ADD1=D5)가 로테이터(117)로부터 입력되더라도 MMU(115)에서는 페이지 미스가 발생하지 않는다.
- [0111] 각 데이터(F, G, 및 H)가 처리되는 과정은 각 데이터(J, K, 및 L)가 처리되는 과정과 실질적으로 동일하다. 따라서, 각 어드레스(ADD1=D6, D7, 및 D8)에 상응하는 각 데이터(F, G, 및 H)가 MMU(115)에 의해 프리패치되고 프리패치된 각 데이터(F, G, 및 H)는 로테이터(117)로 전송된다.
- [0112] 데이터(DATA=H)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 현재 어드레스(D8)의 다음 어드레스(D9)에 해당하는 데이터(I)를 프리패치하는 대신에 첫 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 예측된 어드레스(D1)에 상응하는 데이터(A)를 이미지 버퍼(115-1)로 프리패치한다.
- [0113] 따라서, 어드레스(ADD1=D1)가 로테이터(117)로부터 입력되더라도 MMU(115)에서는 페이지 미스가 발생하지 않는다.
- [0114] 각 데이터(B, C, 및 D)가 처리되는 과정은 각 데이터(F, G, 및 H)가 처리되는 과정과 실질적으로 동일하다. 따라서, 각 어드레스(ADD1=D2, D3, 및 D4)에 상응하는 각 데이터(B, C, 및 D)가 MMU(115)에 의해 프리패치되고 프리패치된 각 데이터(B, C, 및 D)는 로테이터(117)로 전송된다.
- [0115] 그러나, 원래 이미지의 첫 번째 프레임(OFF)의 마지막 데이터(DATA=D)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 첫 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 예측된 원래 이미지의 이전 프레임의 어드레스에 상응하는 메모리 영역에 저장된 데이터를 이미지 버퍼(115-1)로 프리패치한다.
- [0116] 17번째 어드레스 액세스 순서(17)에 따라 로테이터(117)는 원래 이미지의 두 번째 프레임(OSF)에 포함된 데이터(c1)에 대한 어드레스(ADD1=D29)를 MMU(115)로 전송한다. 이때 로테이터(117)가 요청한 데이터(c1)는 MMU(115)의 이미지 버퍼(115-1)에 존재하지 않으므로, 두 번째 페이지 미스가 발생한다.
- [0117] MMU(115)는 어드레스(ADD1=D29)에 상응하는 외부 메모리(120)의 메모리 영역에 저장된 데이터(c1)를 메모리 컨트롤러(119)를 이용하여 이미지 버퍼(115-1)로 프리패치한다.
- [0118] MMU(115)는 데이터(D)의 어드레스(D4)와 데이터(c1)의 어드레스(D29)의 차이, 즉 제2깊이 값, 예컨대 +25를 내부 메모리(예컨대, 도 19의 203-1)에 저장한다. 또한, MMU(115)는 두 번째 페이지 미스가 발생한 위치(이하, "두 번째 페이지 미스 위치"라 한다), 예컨대 "16"을 상기 내부 메모리에 저장한다.
- [0119] 즉, MMU(115)는 두 번째 페이지 미스에 관련된 어드레스들(D4과 D29)과 두 번째 페이지 미스 위치, 예컨대, 16을 이용하여 두 번째 자체-학습을 수행하고, 상기 두 번째 자체-학습의 결과를 이용하여 두 번째 어드레스 생성 규칙을 생성한다.
- [0120] MMU(115)는 상기 첫 번째 페이지 미스 위치, 예컨대, 4와 두 번째 페이지 미스 위치, 예컨대, 16을 이용하여 어떤 위치에서 페이지 미스가 발생할지를 예측할 수 있다.
- [0121] 따라서, MMU(115)는 페이지 미스가 발생할 각 위치(20, 24, 28, 및 32)에서 첫 번째 어드레스 생성 규칙과 두 번째 어드레스 생성 규칙을 이용하여 각 어드레스를 예측하고 예측된 각 어드레스를 이용하여 각 데이터를 프리패치할 수 있다.
- [0122] 원래 이미지의 첫 번째 프레임, 즉 회전된 이미지의 최초 프레임(OFF)에서는 2개의 페이지 미스들이 발생한다.
- [0123] 따라서, 도 4의 (a)에 도시된 바와 같이 원래 이미지의 두 번째 프레임(OSF)에 저장된 데이터를 프리패치할 때 MMU(115)에서는 페이지 미스가 발생하지 않는다.
- [0124] 도 4의 (b)에 도시된 바와 같이, 첫 번째 프레임(FF)에서, 로테이터(117)는 MMU(117)로부터 출력된 각 데이터를 이미지 처리 모듈(118)과 디스플레이 컨트롤러(121)를 통해 디스플레이(130)로 전송한다.

- [0125] 따라서, 어드레스 액세스 순서(1~16)에 따라 처리된 이미지, 즉 X-축 회전된 이미지(FF)가 디스플레이(130)에서 디스플레이된다.
- [0126] 이미지 버퍼(115-1)에 프리패치된 데이터(DATA=c1)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 첫 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 예측된 다음 어드레스 (D30)에 해당하는 데이터(d)를 이미지 버퍼(115-1)로 프리패치한다.
- [0127] 각 데이터(f, b, 및 X)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 첫 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 각 데이터(Y, U, 및 Q)를 이미지 버퍼(115-1)로 프리패치하므로, 각 어드레스(ADD1=D25, D21, 및 D17)가 로테이터(117)로부터 입력되더라도 MMU(115)에서는 페이지 미스가 발생하지 않는다.
- [0128] 데이터(DATA=T)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 두 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 예측된 어드레스(D45)에 해당하는 데이터(s)를 이미지 버퍼 (115-1)로 프리패치하므로, 어드레스(D45)가 로테이터(117)로부터 입력되더라도 MMU(115)에서는 페이지 미스가 발생하지 않는다.
- [0129] 도 4의 (b)에 도시된 바와 같이, 두 번째 프레임(SF)에서, 로테이터(117)는 MMU(117)로부터 출력된 각 데이터를 이미지 처리 모듈(118)과 디스플레이 컨트롤러(121)를 통해 디스플레이(130)로 전송한다.
- [0130] 따라서, 어드레스 액세스 순서(1~16)에 따라 처리된 이미지, 즉 X-축 회전된 이미지(SF)가 디스플레이(130)에서 디스플레이된다.
- [0131] 상술한 바와 같이, MMU(115)는 SFR(116)에 저장된 제어 값만큼 페이지 미스가 발생할 때마다 페이지 미스 위치와 상기 페이지 미스에 관련된 어드레스들의 차이를 이용하여 자체-학습을 수행하고, 상기 자체-학습의 결과를 이용하여 어드레스 생성 규칙들을 생성하고, 상기 어드레스 생성 규칙들을 이용하여 원래 이미지에 포함된 데이터를 이미지 버퍼(115-1)로 프리패치할 수 있다.
- [0132] 컴퓨팅 시스템(100)이 회전된 후, 원래 이미지의 첫 번째 프레임(OFF)에 포함된 데이터를 프리패치하는 과정에서 페이지 미스들이 발생할 수 있으나, 원래 이미지의 두 번째 프레임(OSF) 이후부터는 자체-학습을 통해 생성된 어드레스 생성 규칙들에 따라 데이터가 프리패치되므로 페이지 미스가 발생하지 않는다.
- [0133] 본 발명의 실시 예에 따른 MMU(115)는 이미지 회전에 따라 발생할 수 있는 페이지 미스의 회수를 줄일 수 있으므로, 데이터 프리패치 시간을 감소시킬 수 있고 컴퓨팅 장치(110)의 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0134] 컴퓨팅 시스템(100)이 회전될 때마다, SFR(116)은 새로운 제어 값으로 설정되고, 페이지 미스 위치들과 어드레스 생성 규칙들은 초기화된다.
- [0135] 도 6은 Y-축 방향으로 회전된 이미지를 디스플레이하기 위한 어드레스 액세스 순서와 디스플레이 이미지를 나타내고, 도 7은 Y-축 방향으로 회전된 이미지를 생성하기 위한 어드레스 생성 규칙들을 설명하기 위한 개념도이다.
- [0136] 도 1, 도 2, 도 3, 도 6, 및 도 7을 참조하면, 사용자가 컴퓨팅 시스템 (100)을 Y-축 방향으로 회전시키면, 회전 센서(140)는 상기 회전을 감지하고, 감지 결과에 따라 생성된 감지 신호를 제어 신호 생성기(123)로 출력한다. 제어 신호 생성기(123)는 상기 감지 신호에 응답하여 제어 신호들을 CPU(113)로 출력한다.
- [0137] CPU(113)는, 상기 제어 신호들에 응답하여, 도 18에 도시된 제어 값 테이블 (113-1)에 저장된 제어 값, 예컨대 2를 리드하고, 리드된 제어 값을 MMU(115)에 포함된 SFR(116)에 설정 또는 프로그램한다.
- [0138] 상기 제어 값은 컴퓨팅 시스템(100)이 Y-축 방향으로 회전된 후 원래 이미지의 첫 번째 프레임(OFF)에 포함된 데이터를 프리패치할 때 발생할 페이지 미스의 개수, 즉 MMU(115)에서 생성될 어드레스 생성 규칙들의 개수를 나타낸다.
- [0139] 상술한 바와 같이, MMU(115)는 2개의 페이지 미스 위치들과 2개의 페이지 미스들 각각에 관련된 어드레스들의 차이들을 이용하여 자체-학습을 수행하고, 상기 자체-학습의 결과를 이용하여 2개의 어드레스 생성 규칙들을 생성하고, 상기 2개의 어드레스 생성 규칙들에 따라 원래 이미지의 각 프레임(OFF와 OSF)에 포함된 각 데이터를 외부 메모리(120)로부터 프리패치한다.
- [0140] 로테이터(117)는 데이터(D)에 대한 어드레스(ADD1=D4)를 MMU(115)로 전송한다. MMU(115)는 어드레스(ADD1=D4)에 상응하는 데이터(D)를 메모리 컨트롤러(119)를 이용하여 외부 메모리(120)로부터 이미지 버퍼(115-1)로 프리패치한다.

- [0141] 데이터(DATA=D)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 다음 어드레스(D5)를 예측하고, 예측된 어드레스(D5)에 해당하는 데이터(E)를 메모리 컨트롤러 (119)를 이용하여 외부 메모리(120)로부터 이미지 버퍼(115-1)로 프리패치한다.
- [0142] 그 후, 로테이터(117)는 데이터(C)에 대한 어드레스(ADD1=D3)를 MMU(115)로 전송한다. 이때 데이터(C)는 MMU(115)의 이미지 버퍼(115-1)에 존재하지 않으므로, 첫 번째 페이지 미스가 발생한다.
- [0143] MMU(115)는 어드레스(ADD1=D3)에 해당하는 데이터(C)를 메모리 컨트롤러 (119)를 이용하여 외부 메모리(120)로부터 이미지 버퍼(115-1)로 프리패치한다.
- [0144] 이때, MMU(115)는 데이터(D)에 대한 어드레스(D4)와 데이터(C)에 대한 어드레스(D3)의 차이, 즉 제1깊이 값, 예컨대 "-1"을 내부 메모리(도 19의 203-1)에 저장할 수 있다. 또한, MMU(115)는 첫 번째 페이지 미스 위치, 예컨대 "1"를 상기 내부 메모리에 저장할 수 있다.
- [0145] MMU(115)는 첫 번째 페이지 미스에 관련된 어드레스들(D4과 D3)과 첫 번째 페이지 미스 위치를 이용하여 첫 번째 자체-학습을 수행하고, 상기 첫 번째 자체-학습의 결과를 이용하여 첫 번째 어드레스 생성 규칙을 생성한다.
- [0146] MMU(115)는 상기 첫 번째 페이지 미스 위치를 이용하여 원래 이미지의 첫 번째 프레임(OFF)의 어떤 위치에서 페이지 미스가 발생할지를 예측할 수 있다.
- [0147] 따라서, MMU(115)는 페이지 미스가 발생할 각 위치(예컨대, 5, 9, 및 13)에서 상기 첫 번째 어드레스 생성 규칙을 이용하여 각 어드레스를 예측하고, 예측된 어드레스를 이용하여 각 데이터를 프리패치할 수 있다.
- [0148] 데이터(DATA=C)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 다음 어드레스(D2)를 예측하고, 예측된 어드레스(D2)에 상응하는 데이터(B)를 이미지 버퍼 (115-1)로 프리패치하고, 데이터(DATA=B)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU (115)는 다음 어드레스(D1)를 예측하고, 예측된 어드레스(D1)에 상응하는 데이터 (A)를 이미지 버퍼 (115-1)로 프리패치하고, 데이터(DATA=A)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 이전 프레임의 어드레스를 예측하고, 예측된 어드레스에 상응하는 데이터를 이미지 버퍼(115-1)로 프리패치한다.
- [0149] 로테이터(117)는 데이터(H)에 대한 어드레스(ADD1=D8)를 MMU(115)로 전송한다. 이때 데이터(H)는 MMU(115)의 이미지 버퍼(115-1)에 존재하지 않으므로, 두 번째 페이지 미스가 발생한다.
- [0150] MMU(115)는 어드레스(ADD1=D8)에 상응하는 데이터(H)를 메모리 컨트롤러 (119)를 이용하여 외부 메모리(120)로부터 이미지 버퍼(115-1)로 프리패치한다.
- [0151] 이때, MMU(115)는 데이터(A)에 대한 어드레스(D1)와 데이터(H)에 대한 어드레스(D8)의 차이, 즉 제2깊이 값, 예컨대 "+7"을 내부 메모리(도 19의 203-1)에 저장할 수 있다. 또한, MMU(115)는 두 번째 페이지 미스 위치, 예컨대 "4"를 상기 내부 메모리에 저장할 수 있다.
- [0152] MMU(115)는 상기 첫 번째 페이지 미스 위치(예컨대, 1)와 상기 두 번째 페이지 미스 위치(예컨대, 4)를 이용하여 원래 이미지의 첫 번째 프레임(OFF)의 어떤 위치(예컨대, 5, 8, 9, 12, 13, 및 16)에서 페이지 미스가 발생할지를 예측할 수 있다.
- [0153] MMU(115)는 제2깊이 값과 상기 두 번째 페이지 미스 위치를 이용하여 두 번째 자체-학습을 수행하고, 상기 두 번째 자체-학습의 결과를 이용하여 두 번째 어드레스 생성 규칙을 생성한다.
- [0154] 따라서, MMU(115)는 페이지 미스가 발생할 각 위치(예컨대, 5, 8, 9, 12, 13, 및 16)에서 첫 번째 어드레스 생성 규칙과 두 번째 어드레스 생성 규칙을 이용하여 각 어드레스를 예측할 수 있고 예측된 각 어드레스에 상응하는 각 데이터를 프리패치할 수 있다.
- [0155] 도 6의 (b)에 도시된 바와 같이, 첫 번째 프레임(FF)에서, MMU(115)는 어드레스 액세스 순서(1~16)에 따라 외부 메모리(120)로부터 이미지 버퍼(115-1)로 프리패치된 각 데이터를 로테이터(117)로 전송한다. 따라서, MMU(117)로부터 출력된 각 데이터는 이미지 처리 모듈(118)과 디스플레이 컨트롤러(121)를 통해 디스플레이(130)로 전송된다.
- [0156] 따라서, 어드레스 액세스 순서(1~16)에 따라 처리된 이미지, 즉 Y-축 회전된 이미지(FF)가 디스플레이(130)에서 디스플레이된다.
- [0157] 프리패치된 데이터(DATA=M)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 두 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 다음 어드레스(D20)에 해당하는 데이터(T)를 이미지 버퍼(115-1)로 프리패치한다. 따라서, 어드레스(D20)가 입

력되더라도 MMU (117)에서는 페이지 미스가 발생하지 않는다.

- [0158] MMU(117)는 첫 번째 어드레스 생성 규칙과 두 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 원래 이미지의 두 번째 프레임(OSF)에 포함된 데이터를 프리패치하므로, 원래 이미지의 두 번째 프레임(OSF)부터는 MMU(115)에서는 페이지 미스가 발생하지 않는다.
- [0159] 도 8은 90° -회전된 이미지를 디스플레이하기 위한 어드레스 액세스 순서와 디스플레이 이미지를 나타내고, 도 9는 90° -회전된 이미지를 생성하기 위한 어드레스 생성 규칙들을 설명하기 위한 개념도이다.
- [0160] 도 1, 도 2, 도 3, 도 8, 및 도 9를 참조하면, 사용자가 컴퓨팅 시스템 (100)을 90° 회전시키면, 회전 센서(140)는 상기 회전을 감지하고, 감지 결과에 따라 생성된 감지 신호를 제어 신호 생성기(123)로 출력한다. 제어 신호 생성기 (123)는 상기 감지 신호에 응답하여 제어 신호들을 CPU(113)로 출력한다.
- [0161] CPU(113)는, 상기 제어 신호들에 응답하여, 도 18에 도시된 제어 값 테이블 (113-1)에 저장된 제어 값, 예컨대 3을 리드하고, 리드된 제어 값을 MMU(115)에 포함된 SFR(116)에 설정 또는 프로그램한다.
- [0162] 상기 제어 값, 예컨대 3은 컴퓨팅 시스템(100)이 90° 회전된 후 원래 이미지의 첫 번째 프레임(OFF)에 포함된 데이터를 프리패치할 때 발생할 페이지 미스의 개수, 즉 MMU(115)에서 생성될 어드레스 생성 규칙들의 개수를 나타낸다.
- [0163] MMU(115)는 3개의 페이지 미스 위치들과 3개의 페이지 미스들에 관련된 어드레스들의 차이들을 이용하여 자체-학습을 수행하고, 상기 자체-학습의 결과를 이용하여 3개의 어드레스 생성 규칙들을 생성하고, 상기 3개의 어드레스 생성 규칙들에 따라 데이터를 외부 메모리(120)로부터 프리패치한다.
- [0164] 데이터(M)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 어드레스(D13)의 다음 어드레스(D14)에 상응하는 데이터(N)를 외부 메모리(120)로부터 이미지 버퍼 (113-1)로 프리패치한다. 데이터(I)에 상응하는 어드레스(ADD1=D9)가 입력되면, MMU (117)에서 첫 번째 페이지 미스가 발생한다.
- [0165] 이때, MMU(115)는 어드레스들(D13과 D9)의 차이, 즉 제1깊이 값, 예컨대 "-4"를 계산하고, 상기 제1깊이 값과 첫 번째 페이지 미스 위치, 예컨대 1을 내부 메모리(도 19의 203-1)에 저장한다. MMU(115)는 상기 제1깊이 값과 상기 첫 번째 페이지 미스 위치를 이용하여 첫 번째 어드레스 생성 규칙을 생성한다.
- [0166] MMU(115)는 첫 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 각 어드레스(D9, D5, 및 D1)에 상응하는 각 데이터(I, E, 및 A)를 프리패치하고, 프리패치된 각 데이터(I, E, 및 A)를 로테이터(117)로 전송한다.
- [0167] 데이터(A)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 첫 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 예측된 이전 프레임의 어드레스에 상응하는 데이터를 프리패치한다. 데이터(N)에 상응하는 어드레스(ADD1=D14)가 입력되면, MMU(115)에서는 두 번째 페이지 미스가 발생한다.
- [0168] 이때, MMU(115)는 어드레스들(D1과 D14)의 차이, 즉 제2깊이 값, 예컨대 "+13"을 계산하고, 상기 제2깊이 값과 두 번째 페이지 미스 위치, 예컨대 "4"를 내부 메모리에 저장한다. MMU(115)는 상기 제2깊이 값과 상기 두 번째 페이지 미스 위치를 이용하여 두 번째 어드레스 생성 규칙을 생성한다.
- [0169] MMU(115)는 첫 번째 페이지 미스 위치와 두 번째 페이지 미스 위치를 이용하여 원래 이미지의 첫 번째 프레임(OFF)의 어떤 위치에서 페이지 미스가 발생할지를 예측할 수 있다.
- [0170] 따라서, MMU(115)는 페이지 미스가 발생할 각 위치(5, 8, 9, 12, 13, 및 16)에서 첫 번째 페이지 미스 위치와 두 번째 페이지 미스 위치를 이용하여 각 어드레스를 예측할 수 있다.
- [0171] 첫 번째 어드레스 생성 규칙, 두 번째 어드레스 생성 규칙, 및 어드레스 액세스 순서(5~16)에 따라, MMU(115)는 각 데이터(N, J, F, B, O, K, G, C, P, L, H, 및 D)를 프리패치하고 프리패치된 각 데이터(N, J, F, B, O, K, G, C, P, L, H, 및 D)를 로테이터(117)로 전송한다.
- [0172] 데이터(D)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 어드레스(D4)의 다음 어드레스(D17)에 상응하는 데이터(Q)를 외부 메모리(120)로부터 이미지 버퍼 (113-1)로 프리패치한다. 데이터(c1)에 상응하는 어드레스(ADD1=D29)가 입력되면, MMU(115)에서는 세 번째 페이지 미스가 발생한다.
- [0173] 이때, MMU(115)는 어드레스들(D4과 D29)의 차이(이를 "제3깊이 값"이라 한다), 예컨대 "+25"를 계산하고, 상기 제3깊이 값과 세 번째 페이지 미스 위치, 예컨대 16을 내부 메모리에 저장한다. MMU(115)는 상기 제3깊이 값과 상기 세 번째 페이지 미스 위치를 이용하여 세 번째 어드레스 생성 규칙을 생성한다.

- [0174] MMU(115)는 첫 번째 어드레스 생성 규칙부터 세 번째 어드레스 생성 규칙을 이용하여 원래 이미지의 두 번째 프레임(OSF)의 어떤 위치에서 페이지 미스가 발생할지를 예측할 수 있다. 따라서, MMU(115)는 예측된 각 어드레스에 상응하는 각 데이터를 외부 메모리(120)로부터 이미지 버퍼(115-1)로 프리패치하므로, 원래 이미지의 두 번째 프레임(OSF) 이후의 프레임에서는 페이지 미스가 발생하지 않는다.
- [0175] 도 8의 (b)에 도시된 바와 같이, 첫 번째 프레임(FF)은 첫 번째 어드레스 생성 규칙과 두 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 프리패치된 각 데이터를 포함한다.
- [0176] 두 번째 프레임(SF)과 그 후의 프레임은 첫 번째 어드레스 생성 규칙부터 세 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 프리패치된 각 데이터를 포함하므로, 페이지 미스가 발생하지 않는다.
- [0177] 도 10은 180°-회전된 이미지를 디스플레이하기 위한 어드레스 액세스 순서와 디스플레이 이미지를 나타내고, 도 11은 180°-회전된 이미지를 생성하기 위한 어드레스 생성 규칙들을 설명하기 위한 개념도이다.
- [0178] 도 1, 도 2, 도 3, 도 10, 및 도 11을 참조하면, 사용자가 컴퓨팅 시스템 (100)을 180° 회전시키면, 회전 센서 (140)는 상기 회전을 감지하고, 감지 결과에 따라 생성된 감지 신호를 제어 신호 생성기(123)로 출력한다. 제어 신호 생성기 (123)는 상기 감지 신호에 응답하여 제어 신호들을 CPU(113)로 출력한다.
- [0179] CPU(113)는, 상기 제어 신호들에 응답하여, 도 18에 도시된 제어 값 테이블 (113-1)에 저장된 제어 값, 예컨대 2를 리드하고, 리드된 제어 값을 MMU(115)에 포함된 SFR(116)에 설정 또는 프로그램한다.
- [0180] 상기 제어 값, 예컨대 2는 컴퓨팅 시스템(100)이 180° 회전된 후 원래 이미지의 첫 번째 프레임(OFF)에 포함된 데이터를 프리패치할 때 발생할 페이지 미스의 개수, 즉 MMU(115)에서 생성될 어드레스 생성 규칙들의 개수를 나타낸다.
- [0181] MMU(115)는 2개의 페이지 미스 위치들과 2개의 페이지 미스들에 관련된 어드레스들의 차이들을 이용하여 자체-학습을 수행하고, 상기 자체-학습의 결과를 이용하여 2개의 어드레스 생성 규칙들을 생성하고, 상기 2개의 어드레스 생성 규칙들에 따라 데이터를 외부 메모리(120)로부터 프리패치한다.
- [0182] 데이터(P)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 어드레스(D16)의 다음 어드레스(D17)에 상응하는 데이터(Q)를 외부 메모리(120)로부터 이미지 버퍼 (113-1)로 프리패치한다. 데이터(O)에 상응하는 어드레스(ADD1=D15)가 입력되면, MMU(115)에서 첫 번째 페이지 미스가 발생한다.
- [0183] 이때, MMU(115)는 어드레스들(D16과 D15)의 제1차이, 즉 제1깊이 값, 예컨대 "-1"을 계산하고, 상기 제1깊이 값과 첫 번째 페이지 미스 위치, 예컨대 1을 내부 메모리(도 19의 203-1)에 저장한다. MMU(115)는 상기 제1깊이 값과 상기 첫 번째 페이지 미스 위치를 이용하여 첫 번째 어드레스 생성 규칙을 생성한다.
- [0184] MMU(115)는 첫 번째 페이지 미스 위치를 이용하여 원래 프레임의 첫 번째 프레임(OFF)의 어떤 위치에서 페이지 미스가 발생할지를 예측할 수 있다.
- [0185] MMU(115)는 첫 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 각 데이터(O, N, 및 M)를 프리패치하고, 프리패치된 각 데이터 (O, N, 및 M)를 로테이터(117)로 전송한다.
- [0186] 데이터(M)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 첫 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 데이터(L)를 프리패치한다.
- [0187] MMU(115)는 첫 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 각 데이터(L, K, J, I, H, G, F, E, D, C, B, 및 A)를 프리패치하고, 프리패치된 각 데이터(L, K, J, I, H, G, F, E, D, C, B, 및 A)를 로테이터(117)로 전송한다.
- [0188] 마지막 데이터(A)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 이전 프레임의 어드레스에 상응하는 데이터를 프리패치한다. 데이터(f)에 상응하는 어드레스 (ADD1=D32)가 입력되면, MMU(115)에서는 두 번째 페이지 미스가 발생한다.
- [0189] 이때, MMU(115)는 어드레스들(D1과 D32)의 제2차이, 즉 제2깊이 값, 예컨대 "+31"을 계산하고, 상기 제2깊이 값과 두 번째 페이지 미스 위치, 예컨대 16을 내부 메모리(도 19의 203-1)에 저장한다. MMU(115)는 상기 제2깊이 값과 상기 두 번째 페이지 미스 위치를 이용하여 두 번째 어드레스 생성 규칙을 생성한다.
- [0190] 첫 번째 어드레스 생성 규칙과 어드레스 액세스 순서(17~32)에 따라 MMU (115)는 각 데이터를 프리패치하고, 프리패치된 각 데이터를 로테이터(117)로 전송한다.

- [0191] 데이터(Q)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 두 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 예측된 다음 프레임의 어드레스에 상응하는 데이터를 프리패치한다. 상기 다음 프레임의 상기 어드레스가 입력되더라도 MMU(115)에서는 페이지 미스가 발생하지 않는다.
- [0192] 도 10의 (b)에 도시된 바와 같이, 첫 번째 프레임(FF)은 첫 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 프리패치된 각 데이터를 포함한다.
- [0193] 두 번째 프레임(SF)과 그 후의 프레임은 첫 번째 어드레스 생성 규칙과 두 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 프리패치된 각 데이터를 포함하므로, 페이지 미스가 발생하지 않는다.
- [0194] 도 12는 90° -회전된 후 X-축 방향으로 회전된 이미지를 디스플레이하기 위한 어드레스 액세스 순서와 디스플레이 이 이미지를 나타내고, 도 13은 90° -회전된 후 X-축 방향으로 회전된 이미지를 생성하기 위한 어드레스 생성 규칙들을 설명하기 위한 개념도이다.
- [0195] 도 1, 도 2, 도 3, 도 12, 및 도 13을 참조하면, 사용자가 컴퓨팅 시스템 (100)을 90° -회전시킨 후 다시 X-축 방향으로 회전시키면, 회전 센서(140)는 상기 회전을 감지하고, 감지 결과에 따라 생성된 감지 신호를 제어 신호 생성기(123)로 출력한다. 제어 신호 생성기(123)는 상기 감지 신호에 응답하여 제어 신호들을 CPU (113)로 출력한다.
- [0196] CPU(113)는, 상기 제어 신호들에 응답하여, 도 18에 도시된 제어 값 테이블 (113-1)에 저장된 제어 값, 예컨대 3을 리드하고, 리드된 제어 값을 MMU(115)에 포함된 SFR(116)에 설정 또는 프로그램한다.
- [0197] 상기 제어 값, 예컨대 3은 컴퓨팅 시스템(100)이 90° -회전된 후 다시 X-축 방향으로 회전된 후 원래 이미지의 첫 번째 프레임(OFF)에 포함된 데이터를 프리패치할 때 발생할 페이지 미스의 개수, 즉 MMU(115)에서 생성될 어드레스 생성 규칙들의 개수를 나타낸다.
- [0198] MMU(115)는 3개의 페이지 미스 위치들과 3개의 페이지 미스들에 관련된 어드레스들의 차이들을 이용하여 자체-학습을 수행하고, 상기 자체-학습의 결과를 이용하여 3개의 어드레스 생성 규칙들을 생성하고, 상기 3개의 어드레스 생성 규칙들에 따라 각 데이터를 외부 메모리(120)로부터 프리패치한다.
- [0199] 데이터(P)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 어드레스(D16)의 다음 어드레스(D17)에 상응하는 데이터(Q)를 이미지 버퍼(113-1)로 프리패치한다. 따라서 데이터(L)에 상응하는 어드레스(ADD1=D12)가 입력되면, MMU(115)에서 첫 번째 페이지 미스가 발생한다.
- [0200] 이때, MMU(115)는 어드레스들(D16과 D12)의 차이, 즉 제1깊이 값, 예컨대 "-4"를 계산하고, 상기 제1깊이 값과 첫 번째 페이지 미스 위치, 예컨대 1을 내부 메모리에 저장한다. MMU(115)는 상기 제1깊이 값과 상기 첫 번째 페이지 미스 위치를 이용하여 첫 번째 어드레스 생성 규칙을 생성한다.
- [0201] 따라서, MMU(115)는 어드레스 액세스 순서와 첫 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 각 데이터(L, H, 및 D)를 프리패치하고, 프리패치된 각 데이터(L, H, 및 D)를 로테이터(117)로 전송한다.
- [0202] 데이터(D)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 어드레스(D4)의 다음 어드레스를 예측하고, 예측 결과에 따라 원래 프레임의 이전 프레임의 데이터를 프리패치한다. 따라서 데이터(O)에 상응하는 어드레스(ADD1=D15)가 입력되면, MMU (115)에서는 두 번째 페이지 미스가 발생한다.
- [0203] MMU(115)는 어드레스들(D15과 D4)의 차이, 즉 제2깊이 값, 예컨대 "+11"을 계산하고, 상기 제2깊이 값과 두 번째 페이지 미스 위치, 예컨대 4를 내부 메모리에 저장한다. MMU(115)는 상기 제2깊이 값과 상기 두 번째 페이지 미스 위치를 이용하여 두 번째 어드레스 생성 규칙을 생성한다.
- [0204] MMU(115)는 첫 번째 어드레스 생성 규칙, 두 번째 어드레스 생성 규칙, 및 어드레스 액세스 순서에 따라 각 데이터(O, K, G, C, N, J, F, B, M, I, E, 및 A)를 프리패치하고, 프리패치된 각 데이터(O, K, G, C, N, J, F, B, M, I, E, 및 A)를 로테이터(117)로 전송한다.
- [0205] 마지막 데이터(A)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 두 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 현재 어드레스(D1)의 다음 어드레스(D12)를 예측하고, 예측 결과에 따라 데이터(L)를 프리패치한다. 어드레스(ADD1=D32)가 입력되면, MMU(115)에서는 세 번째 페이지 미스가 발생한다.
- [0206] 이때, MMU(115)는 어드레스들(D1과 D32)의 차이, 즉 제3깊이 값, 예컨대 +31을 계산하고, 상기 제3깊이 값과 세 번째 페이지 미스 위치, 예컨대 16을 내부 메모리에 저장한다. MMU(115)는 상기 제3깊이 값과 상기 세 번째 페

이지 미스 위치를 이용하여 세 번째 어드레스 생성 규칙을 생성한다.

- [0207] 도 12의 (b)에 도시된 바와 같이, 첫 번째 프레임(FF)은 첫 번째 어드레스 생성 규칙과 두 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 프리패치된 각 데이터를 포함한다.
- [0208] 두 번째 프레임(SF)과 그 후의 프레임은 첫 번째 어드레스 생성 규칙부터 세 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 프리패치된 각 데이터를 포함하므로, 페이지 미스가 발생하지 않는다.
- [0209] 도 14는 90° -회전된 후 Y-축 방향으로 회전된 이미지를 디스플레이하기 위한 어드레스 액세스 순서와 디스플레이 이미지를 나타내고, 도 15는 90° -회전된 후 Y-축 방향으로 회전된 이미지를 생성하기 위한 어드레스 생성 규칙들을 설명하기 위한 개념도이다.
- [0210] 도 1, 도 2, 도 3, 도 14, 및 도 15를 참조하면, 사용자가 컴퓨팅 시스템 (100)을 90° -회전시킨 후 다시 Y-축 방향으로 회전시키면, 회전 센서(140)는 상기 회전을 감지하고, 감지 결과에 따라 생성된 감지 신호를 제어 신호 생성기(123)로 출력한다. 제어 신호 생성기(123)는 상기 감지 신호에 응답하여 제어 신호들을 CPU (113)로 출력한다.
- [0211] CPU(113)는, 상기 제어 신호들에 응답하여, 도 18에 도시된 제어 값 테이블 (113-1)에 저장된 제어 값, 예컨대 3을 리드하고, 리드된 제어 값을 MMU(115)에 포함된 SFR(116)에 설정 또는 프로그램한다.
- [0212] 상기 제어 값, 예컨대 3은 컴퓨팅 시스템(100)이 90° -회전된 후 다시 Y-축 방향으로 회전된 후 원래 이미지의 첫 번째 프레임(OFF)에 포함된 데이터를 프리패치할 때 발생할 페이지 미스의 개수, 즉 MMU(115)에서 생성될 어드레스 생성 규칙들의 개수를 나타낸다.
- [0213] MMU(115)는 3개의 페이지 미스 위치들과 3개의 페이지 미스들에 관련된 어드레스들의 차이들을 이용하여 자체-학습을 수행하고, 상기 자체-학습의 결과를 이용하여 3개의 어드레스 생성 규칙들을 생성하고, 상기 3개의 어드레스 생성 규칙들에 따라 각 데이터를 외부 메모리(120)로부터 프리패치한다.
- [0214] 데이터(A)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 현재 어드레스(D1)의 다음 어드레스(D2)를 예측하고 예측 결과에 따라 데이터(B)를 이미지 버퍼(113-1)로 프리패치한다. 어드레스(ADD1=D5)가 입력되면, MMU(115)에서는 첫 번째 페이지 미스가 발생한다.
- [0215] 이때, MMU(115)는 어드레스들(D1과 D5)의 차이, 즉 제1깊이 값, 예컨대 "+4"를 계산하고, 상기 제1깊이 값과 첫 번째 페이지 미스 위치, 예컨대 1을 내부 메모리에 저장한다. MMU(115)는 상기 제1깊이 값과 상기 첫 번째 페이지 미스 위치를 이용하여 첫 번째 어드레스 생성 규칙을 생성한다.
- [0216] 따라서, MMU(115)는 어드레스 액세스 순서와 첫 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 각 데이터(E, I, 및 M)를 프리패치하고, 프리패치된 각 데이터(E, I, 및 M)를 로테이터(117)로 전송한다.
- [0217] 데이터(M)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 첫 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 어드레스(D13)의 다음 어드레스(D17)를 예측하고 예측 결과에 따라 데이터(Q)를 프리패치한다. 어드레스(ADD1=D2)가 입력되면, MMU(115)에서는 두 번째 페이지 미스가 발생한다.
- [0218] MMU(115)는 어드레스들(D13과 D2)의 차이, 즉 제2깊이 값, 예컨대 "-11"을 계산하고, 상기 제2깊이 값과 두 번째 페이지 미스 위치를 내부 메모리에 저장한다. MMU(115)는 상기 제2깊이 값과 상기 두 번째 페이지 미스 위치를 이용하여 두 번째 어드레스 생성 규칙을 생성한다.
- [0219] MMU(115)는 첫 번째 어드레스 생성 규칙, 두 번째 어드레스 생성 규칙, 및 어드레스 액세스 순서에 따라 각 데이터(B, F, J, N, C, G, K, O, D, H, L, 및 P)를 프리패치하고, 프리패치된 각 데이터(B, F, J, N, C, G, K, O, D, H, L, 및 P)를 로테이터(117)로 전송한다.
- [0220] 마지막 데이터(P)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 두 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 현재 어드레스(D16)의 다음 어드레스(D5)를 예측하고 예측 결과에 따라 데이터(E)를 프리패치한다. 어드레스(ADD1=D17)가 입력되면, MMU (115)에서는 세 번째 페이지 미스가 발생한다.
- [0221] 이때, MMU(115)는 어드레스들(D16과 D17)의 차이, 즉 제3깊이 값, 예컨대 "+1"을 계산하고, 상기 제3깊이 값과 상기 세 번째 페이지 미스 위치, 예컨대 16을 내부 메모리에 저장한다. MMU(115)는 상기 제3깊이 값과 상기 세 번째 페이지 미스 위치를 이용하여 세 번째 어드레스 생성 규칙을 생성한다.
- [0222] 도 12의 (b)에 도시된 바와 같이, 첫 번째 프레임(FF)은 첫 번째 어드레스 생성 규칙과 두 번째 어드레스 생성

규칙에 따라 프리패치된 각 데이터를 포함한다.

- [0223] 두 번째 프레임(SF)과 그 후의 프레임은 첫 번째 어드레스 생성 규칙부터 세 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 프리패치된 각 데이터를 포함하므로, MMU(115)에서는 페이지 미스가 발생하지 않는다.
- [0224] 도 16은 270° -회전된 이미지를 디스플레이하기 위한 어드레스 액세스 순서와 디스플레이 이미지를 나타내고, 도 17은 270° -회전된 이미지를 생성하기 위한 어드레스 생성 규칙들을 설명하기 위한 개념도이다.
- [0225] 도 1, 도 2, 도 3, 도 16, 및 도 17을 참조하면, 사용자가 컴퓨팅 시스템 (100)을 270° 회전시키면, 회전 센서 (140)는 상기 회전을 감지하고, 감지 결과에 따라 생성된 감지 신호를 제어 신호 생성기(123)로 출력한다. 제어 신호 생성기 (123)는 상기 감지 신호에 응답하여 제어 신호들을 CPU (113)로 출력한다.
- [0226] CPU(113)는, 상기 제어 신호들에 응답하여, 도 18에 도시된 제어 값 테이블 (113-1)에 저장된 제어 값, 예컨대 3을 리드하고, 리드된 제어 값을 MMU(115)에 포함된 SFR(116)에 설정 또는 프로그램한다.
- [0227] 상기 제어 값, 예컨대 3은 컴퓨팅 시스템(100)이 207° 회전된 후 첫 번째 프레임에 해당하는 데이터를 프리패치할 때 발생할 페이지 미스의 개수, 즉 MMU(115)에서 생성될 어드레스 생성 규칙들의 개수를 나타낸다.
- [0228] MMU(115)는 3개의 페이지 미스 위치들과 3개의 페이지 미스들에 관련된 어드레스들의 차이를 이용하여 자체-학습을 수행하고, 상기 자체-학습의 결과를 이용하여 3개의 어드레스 생성 규칙들을 생성하고, 상기 3개의 어드레스 생성 규칙들에 따라 각 데이터를 외부 메모리(120)로부터 프리패치한다.
- [0229] 데이터(D)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 현재 어드레스(D4)의 다음 어드레스(D5)를 예측하고 예측 결과에 따라 데이터(E)를 이미지 버퍼(113-1)로 프리패치한다. 따라서 어드레스(ADD1=D8)가 입력되면, MMU(115)에서는 첫 번째 페이지 미스가 발생한다.
- [0230] 이때, MMU(115)는 어드레스들(D4과 D8)의 차이, 즉 제1깊이 값, 예컨대 "+4"를 계산하고, 상기 제1깊이 값과 상기 첫 번째 페이지 미스 위치를 내부 메모리에 저장한다. MMU(115)는 상기 제1깊이 값과 상기 첫 번째 페이지 미스 위치를 이용하여 첫 번째 어드레스 생성 규칙을 생성한다.
- [0231] 따라서, MMU(115)는 어드레스 액세스 순서와 첫 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 각 데이터(H, L, 및 P)를 프리패치하고, 프리패치된 각 데이터(H, L, 및 P)를 로테이터(117)로 전송한다.
- [0232] 데이터(P)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 첫 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 현재 어드레스 (D16)의 다음 어드레스(D20)를 예측하고 예측 결과에 따라 데이터(T)를 프리패치한다. 어드레스(ADD1=D3)가 입력되면, MMU(115)에서는 두 번째 페이지 미스가 발생한다.
- [0233] MMU(115)는 어드레스들(D16과 D3)의 차이, 즉 제2깊이 값, 예컨대 "-13"을 계산하고, 상기 제2깊이 값과 상기 두 번째 페이지 미스 위치, 예컨대 4를 내부 메모리에 저장한다. MMU(115)는 상기 제2깊이 값과 상기 두 번째 페이지 미스 위치를 이용하여 두 번째 어드레스 생성 규칙을 생성한다.
- [0234] MMU(115)는 첫 번째 어드레스 생성 규칙, 두 번째 어드레스 생성 규칙, 및 어드레스 액세스 순서에 따라 각 데이터(C, G, K, O, B, F, J, N, A, E, I, 및 M)를 프리패치하고, 프리패치된 각 데이터(C, G, K, O, B, F, J, N, A, E, I, 및 M)를 로테이터(117)로 전송한다.
- [0235] 마지막 데이터(M)가 로테이터(117)로 전송되는 동안, MMU(115)는 두 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 현재 어드레스(D13)의 다음 어드레스, 즉 이전 프레임의 어드레스를 예측하고 예측 결과에 따라 상기 이전 프레임의 데이터를 프리패치한다. 어드레스(ADD1=D20)가 입력되면, MMU(115)에서는 세 번째 페이지 미스가 발생한다. MMU(115)는 데이터(T)를 프리패치한다.
- [0236] 이때, MMU(115)는 어드레스들(D16과 D17)의 차이, 즉 제3깊이 값, 예컨대 "+7"을 계산하고, 상기 제3깊이 값과 상기 세 번째 페이지 미스 위치, 예컨대 16을 내부 메모리(203-1)에 저장한다. MMU(115)는 상기 제3깊이 값과 상기 세 번째 페이지 미스 위치를 이용하여 세 번째 어드레스 생성 규칙을 생성한다.
- [0237] 도 16의 (b)에 도시된 바와 같이, 첫 번째 프레임(FF)은 첫 번째 어드레스 생성 규칙과 두 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 프리패치된 각 데이터를 포함한다.
- [0238] 두 번째 프레임(SF)과 그 후의 프레임은 첫 번째 어드레스 생성 규칙부터 세 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 프리패치된 각 데이터를 포함하므로, 페이지 미스가 발생하지 않는다.
- [0239] 도 18은 회전 방향에 따라 결정된 어드레스 생성 규칙들의 개수를 포함하는 제어 값 테이블의 실시 예를 나타낸

다.

- [0240] 제어값 테이블(113-1)은 각 회전 방향에 대한 각 제어 값을 포함한다. 상기 각 제어 값은 깊이 값(depth value)을 의미할 수 있다. 상기 각각의 깊이 값은 제조자 또는 사용자에 의해 설정될 수 있다.
- [0241] 도 18에 도시된 제어값 테이블(113-1)에 포함된 제어 값들은 본 발명의 설명을 위한 예시적인 값들이다.
- [0242] 실시 예들에 따라, 제어값 테이블(113-1)은 CPU(113)의 내부 메모리에 임베디드될 수 있고, CPU(113)가 액세스할 수 있는 메모리에 저장된 후 CPU(113)로 로딩될 수 있고, 별도의 메모리에 저장된 후 CPU(113)에 의해 참조될 수 있다.
- [0243] 도 19는 도 1에 도시된 메모리 관리 유닛의 블록도를 나타낸다.
- [0244] 도 1부터 도 19를 참조하면, 메모리 관리 유닛(115)은 어드레스 변환 회로(201), 페이지 미스 검출 회로(203), 페이지 테이블(205), 어드레스 생성 규칙 생성 회로(207), 프리페치 회로(209), 이미지 버퍼(115-1), 및 SFR(116)을 포함한다.
- [0245] 어드레스 변환 회로(201)는 로테이터(117)로부터 출력된 어드레스(ADD1)를 변환하는 기능을 수행한다. 예컨대, 어드레스 변환 회로(201)는 TLB(translation lookaside buffer)로 구현될 수 있다.
- [0246] 일반적인 TLB와 동일한 방법으로 TLB(201)는 TLB 히트(TLB_HIT) 또는 TLB 미스(TLB_MISS)를 발생한다. 예컨대, TLB 미스(TLB_MISS)일 때, 변환될 어드레스는 테이블 테이블(205)로부터 획득되고, 획득된 어드레스는 TLB(201)에 캐시(cache) 또는 TLB 라이트(TLB_WR) 된다.
- [0247] 페이지 미스 검출 회로(203)는 로테이터(117)로부터 출력된 어드레스(ADD1)의 요청 회수를 카운터 기능을 이용하여 카운트하고, 상기 카운트 결과와 페이지 미스(PAGE_MISS)에 기초하여 페이지 미스 위치를 계산하고, 계산 결과를 내부 메모리(203-1)에 저장하고, 저장된 계산 결과를 어드레스 생성 규칙 생성 회로(207)로 전송할 수 있다.
- [0248] 어드레스 생성 규칙 생성 회로(207)는 SFR(116)에 저장된 제어 값(DEPIN), 페이지 미스 검출 회로(203)로부터 출력된 적어도 하나의 페이지 미스 위치, 및 변환된 어드레스(예컨대, TLB 히트(TLB_HIT)에 따라 생성된 어드레스, TLB 미스(TLB_MISS)에 따라 생성된 어드레스, 또는 페이지 미스(PAGE_MISS)에 따라 생성된 어드레스)에 기초하여 프리페치될 데이터가 저장된 외부 메모리(120)의 메모리 영역의 어드레스를 예측하고 예측된 어드레스(ADD2)를 생성한다.
- [0249] 예컨대, 어드레스(ADD1)는 제1어드레스와 오프셋(offset)을 포함할 수 있고, 예측된 어드레스(ADD2)는 제2어드레스와 상기 오프셋을 포함할 수 있다. 예컨대, 상기 제1어드레스는 가상(virtual) 어드레스일 수 있고 상기 제2어드레스는 상기 가상 어드레스에 대응되는 물리(physical) 어드레스일 수 있다.
- [0250] TLB 히트(TLB_HIT)일 때, 어드레스 생성 규칙 생성 회로(207)는 오프셋과 TBL(201)로부터 출력된 어드레스를 이용하여 예측된 어드레스(ADD2)를 생성한다.
- [0251] TLB 미스(TLB_MISS)일 때, 어드레스 생성 규칙 생성 회로(207)는 오프셋과 페이지 테이블(205)로부터 획득된 어드레스를 이용하여 예측된 어드레스(ADD2)를 생성한다.
- [0252] 페이지 미스(PAGE_MISS)가 발생하면, 프리페치 회로(209)는 TLB 미스(TLB_MISS)에 따라 생성된 어드레스(ADD2)를 이용하여 데이터(DATA_pre)를 이미지 버퍼(115-1)에 프리페치하고 프리페치된 데이터에 대한 어드레스(ADD2)는 페이지 테이블(205)에 캐시 또는 테이블 라이트(TABLE_WR)된다.
- [0253] 프리페치 회로(209)는 예측된 어드레스(ADD2)를 수신하고 이를 메모리 컨트롤러(119)로 전송한다. 메모리 컨트롤러(119)는 프리페치 회로(209)로부터 출력된 어드레스(ADD2)에 기초하여 외부 메모리(120)로부터 데이터를 리드하고 리드된 데이터(DATA_pre), 즉 프리페치된 데이터를 프리페치 회로(209)로 전송한다.
- [0254] 프리페치 회로(209)는 프리페치된 데이터(DATA_pre)를 이미지 버퍼(115-1)로 전송한다. 이미지 버퍼(115-1)는 프리페치된 데이터(DATA_pre)를 데이터(DATA)로서 로테이터(117)로 전송한다.
- [0255] SFR(116)은 CPU(113)로부터 전송된 제어 값(DEPIN)을 저장한다.
- [0256] 어드레스 생성 규칙 생성 회로(207)는 제어 값(DEPIN)에 따라 어드레스 생성 규칙의 개수를 조절한다.
- [0257] 도 4와 도 19를 참조하여 MMU(115)의 동작이 예시적으로 설명된다.

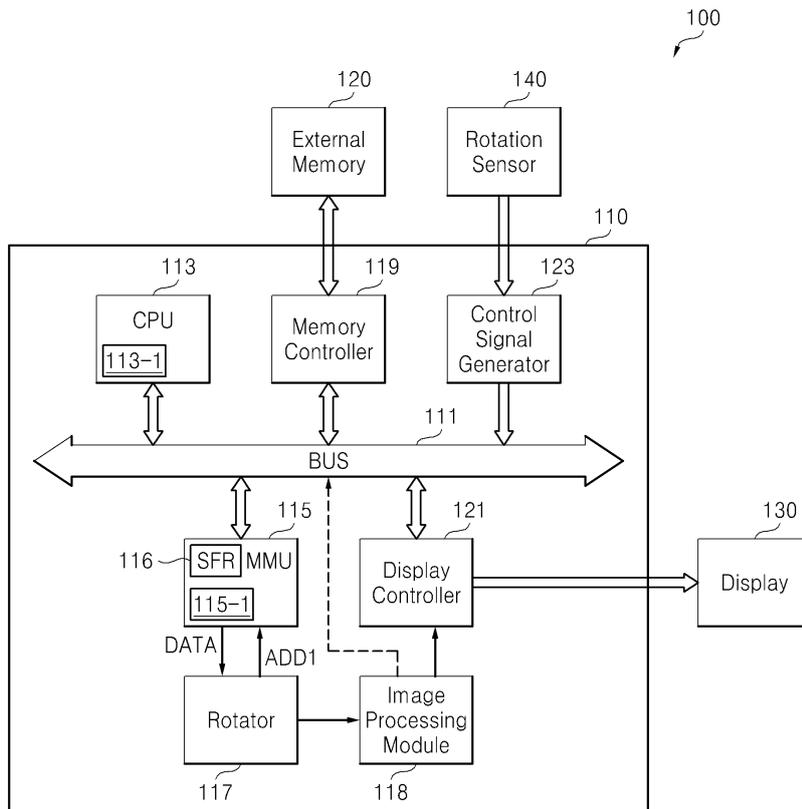
- [0258] 도 4에서는 설명의 편의를 위해, 어드레스 액세스 순서와 페이지 미스 위치는 동일한 것으로 가정한다.
- [0259] 각 데이터(M, N, O, 및 P)에 대한 어드레스(D13, D14, D15, 및 D16)가 요청될 때마다 페이지 미스 검출 회로(203)는 카운트 값을 증가시킨다. 도 4에서는 상기 카운트 값은 어드레스 액세스 순서와 동일한 것으로 가정한다. 예컨대, 페이지 미스 검출 회로(203)는 상기 카운트 값을 이용하여 페이지 미스가 발생한 위치를 검출할 수 있는 카운터의 기능을 수행할 수 있다.
- [0260] 첫 번째 페이지 미스가 발생하면, 페이지 미스 검출 회로(203)는 상기 카운트 값에 기초하여 첫 번째 페이지 미스 위치를 계산한다. 이때, 첫 번째 페이지 미스 위치는 "4"이고, "4"는 내부 메모리(203-1)에 저장된 후 어드레스 생성 규칙 생성 회로(207)로 전송된다.
- [0261] 어드레스 생성 규칙 생성 회로(207)는 제1값이 값(예컨대, -7)을 계산하고, 상기 제1값이 값과 첫 번째 페이지 미스 위치에 기초하여 첫 번째 어드레스 생성 규칙을 생성한다.
- [0262] 예컨대, 어드레스 생성 규칙 생성 회로(207)는 첫 번째 페이지 미스 위치에 상응하는 위치(예컨대, 8, 12, 및 16)에서 상기 제1값이 값(예컨대, -7)을 이용하여 다음 어드레스를 예측하고 예측된 어드레스(ADD2)를 생성할 수 있다.
- [0263] 페이지 미스 검출 회로(203)는 데이터(D)에 대한 어드레스(D4)가 입력될 때까지 카운트 값을 증가시킨다.
- [0264] 두 번째 페이지 미스가 발생하면, 페이지 미스 검출 회로(203)는 상기 카운트 값에 기초하여 두 번째 페이지 미스 위치를 계산한다. 이때, 두 번째 페이지 미스 위치는 "16"이고, "16"는 내부 메모리(203-1)에 저장된 후 어드레스 생성 규칙 생성 회로(207)로 전송된다.
- [0265] 어드레스 생성 규칙 생성 회로(207)는 제2값이 값(예컨대, +25)을 계산하고, 상기 제2값이 값과 두 번째 페이지 미스 위치에 기초하여 두 번째 어드레스 생성 규칙을 생성한다.
- [0266] 도 4의 (a)에 도시된 바와 같이, 어드레스 생성 규칙 생성 회로(207)는 첫 번째 어드레스 생성 규칙과 두 번째 어드레스 생성 규칙에 따라 예측된 어드레스 (ADD2)를 생성하므로, 원래 이미지의 두 번째 프레임(OSF)에 포함된 데이터를 프리패치할 때 페이지 미스가 발생하지 않는다.
- [0267] 각각의 회전 방향에 따른 MMU(115)의 동작 방법은 도 4와 도 19를 참조하여 설명한 MMU(115)의 동작 방법과 유사하므로 이들에 대한 상세한 설명을 생략한다.
- [0268] 도 20은 본 발명의 실시 예에 따른 원래 이미지를 회전하는 방법을 설명하기 위한 플로우차트이다.
- [0269] 원래 이미지를 회전하는 방법은 도 1부터 도 20을 참조하여 설명된다.
- [0270] 컴퓨팅 장치(110)는 컴퓨팅 장치(110)의 회전 또는 회전 방향을 인식하고, 인식의 결과에 상응하는 제어 신호들을 CPU(113)로 출력한다. CPU(113)는 상기 제어 신호들에 기초하여 제어 값 테이블(113-1)에 저장된 제어 값을 MMU(115)의 SFR(116)에 프로그램한다(S110).
- [0271] MMU(116)는 적어도 하나의 페이지 미스에 관련된 어드레스들을 이용하여 자체-학습을 수행한다(S120). MMU(116)는 자체-학습의 결과를 이용하여 어드레스 생성 규칙들을 생성하고, 상기 어드레스 생성 규칙들에 따라 원래 이미지, 즉 데이터를 외부 메모리(120)로부터 프리패치하고 프리패치된 데이터를 로테이터(117)로 전송한다(S140).
- [0272] 즉, 컴퓨팅 장치(110)는 상기 어드레스 생성 규칙들에 따라 원래 이미지에 포함된 데이터를 외부 메모리(120)로부터 프리패치하고 프리패치된 데이터를 이용하여 회전된 이미지를 생성한다(S140).
- [0273] 컴퓨팅 장치(110)는 회전된 이미지를 디스플레이(130)를 통해 디스플레이한다(S150).
- [0274] 컴퓨팅 장치(110)가 특정 방향으로 회전될 때마다, 즉 원래 이미지가 회전될 방향이 변경될 때마다, MMU(116)는 이전에 생성된 어드레스 생성 규칙들을 초기화한다.
- [0275] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

- [0276] 100; 컴퓨팅 시스템
- 110; 컴퓨팅 장치
- 111; 버스
- 113; CPU
- 113-1; 제어값 테이블
- 115; 메모리 관리 유닛
- 115-1; 이미지 버퍼
- 116; SFR
- 117; 로테이터
- 119; 메모리 컨트롤러
- 121; 디스플레이 컨트롤러
- 123; 제어 신호 생성기
- 130; 디스플레이

도면

도면1

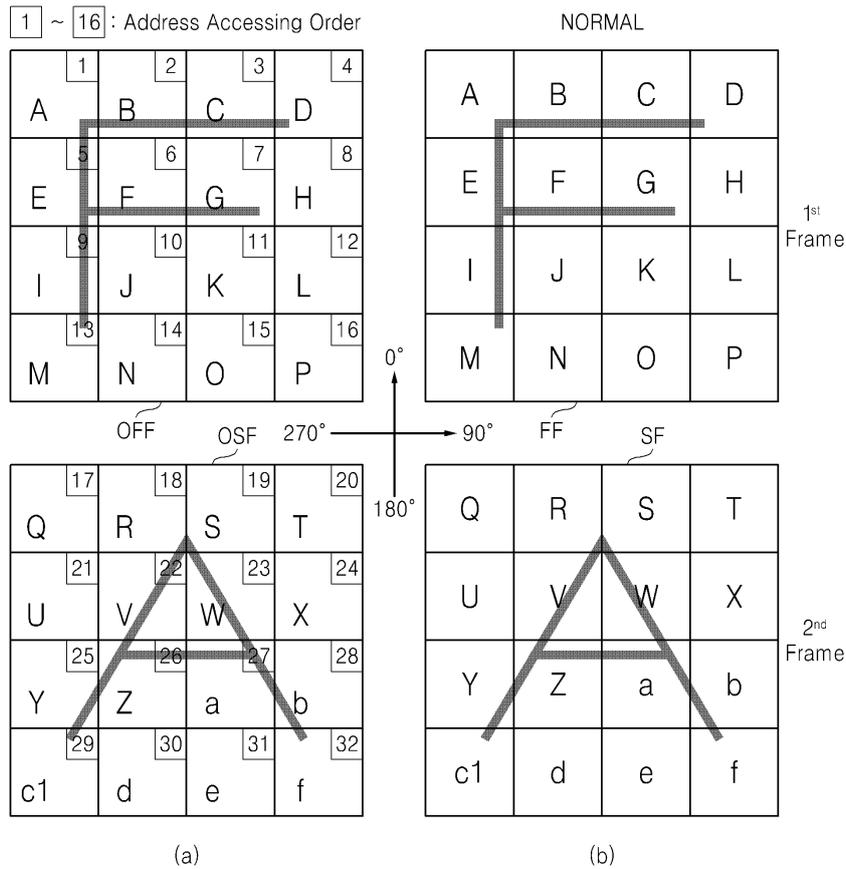


도면2

121 ↙

D16	P	D32	f	D48	v
D15	O	D31	e	D47	u
D14	N	D30	d	D46	t
D13	M	D29	c1	D45	s
D12	L	D28	b	D44	r
D11	K	D27	a	D43	q
D10	J	D26	Z	D42	p
D9	I	D25	Y	D41	o
D8	H	D24	X	D40	n
D7	G	D23	W	D39	m
D6	F	D22	V	D38	l
D5	E	D21	U	D37	k
D4	D	D20	T	D36	j
D3	C	D19	S	D35	i
D2	B	D18	R	D34	h
D1	A	D17	Q	D33	g

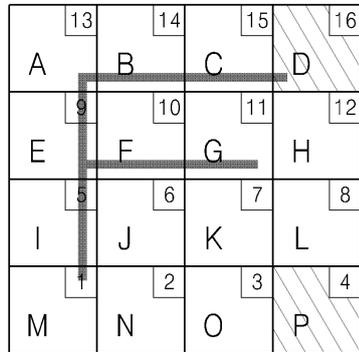
도면3



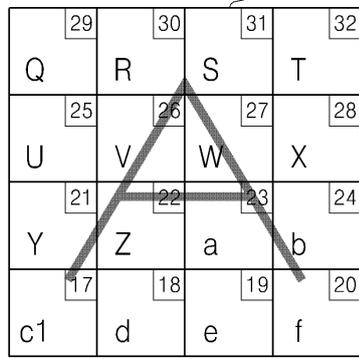
도면4

▨ : Page Miss Position

1 ~ 16 : Address Accessing Order

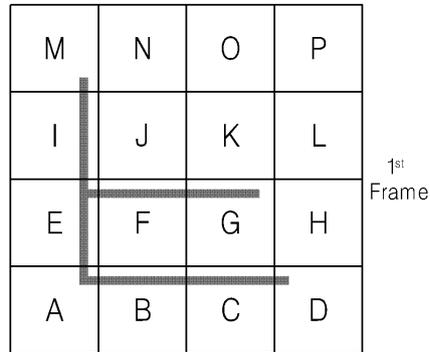


OFF OSF



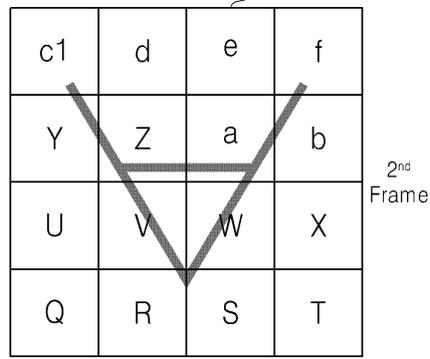
(a)

X-axis Rotation



FF SF

1st Frame



2nd Frame

(b)

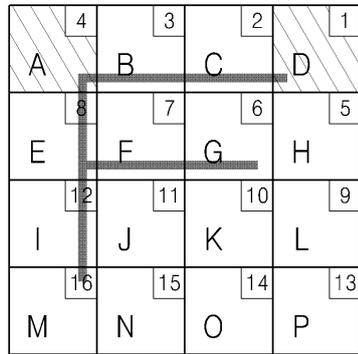
도면5

DEPTH	Page Miss Position	Address Difference
1	4	-7(=D16⇒D9)
2	16	+25(=D4⇒D29)
3	-	-

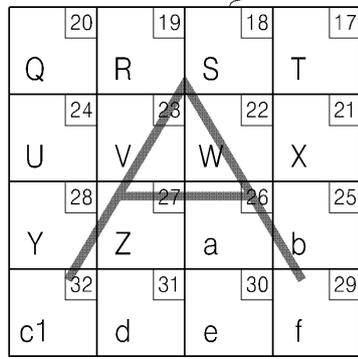
도면6

▨ : Page Miss Position

1 ~ 16 : Address Accessing Order

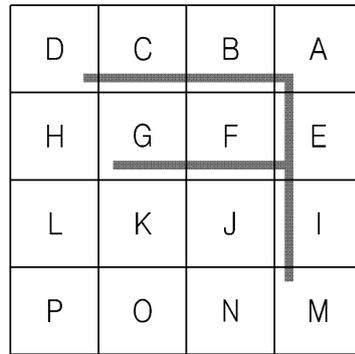


OFF OSF



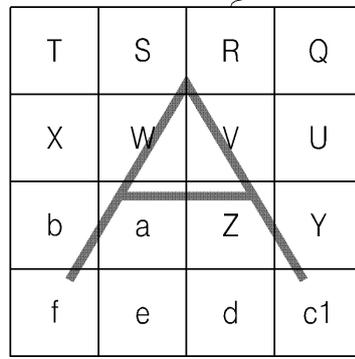
(a)

Y-axis Rotation



1st
Frame

FF SF



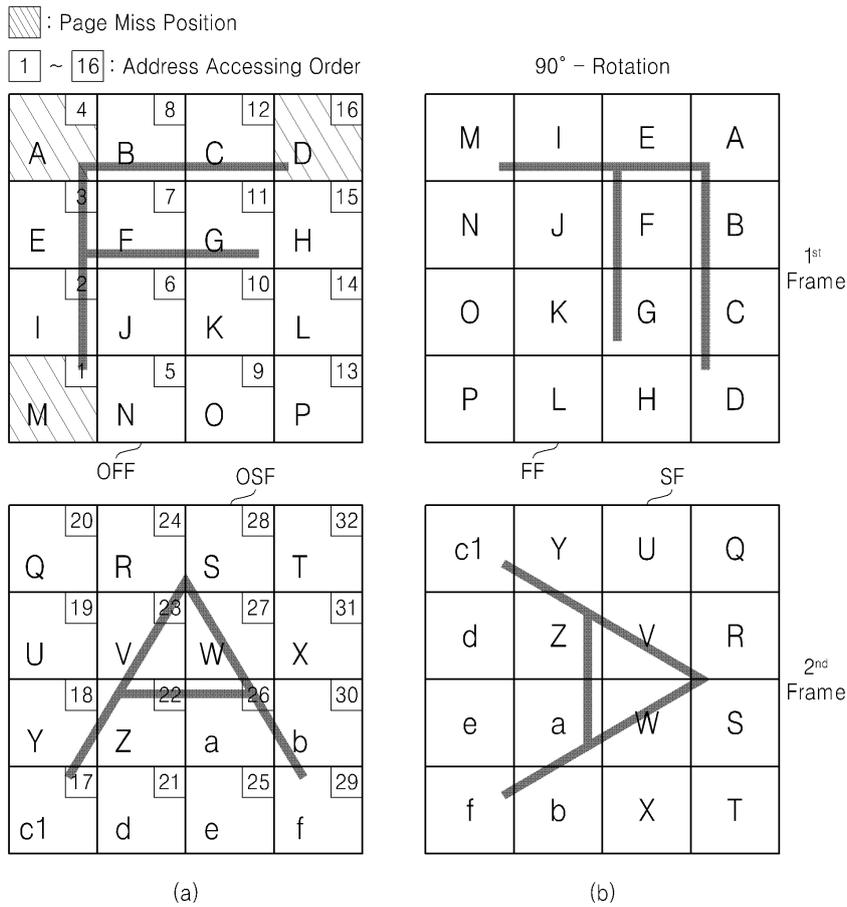
2nd
Frame

(b)

도면7

DEPTH	Page Miss Position	Address Difference
1	1	-1(=D4 ⇒ D3)
2	4	+7(=D1 ⇒ D8)
3	-	-

도면8



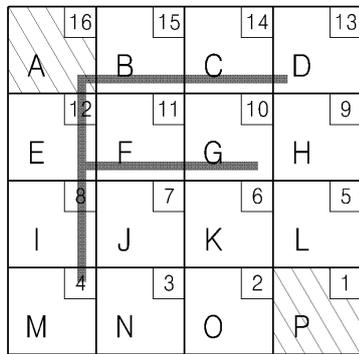
도면9

DEPTH	Page Miss Position	Address Difference
1	1	-4(=D13⇒D9)
2	4	+13(=D1⇒D14)
3	16	+25(=D4⇒D29)

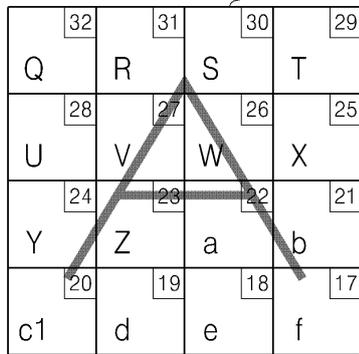
도면10

▨ : Page Miss Position

1 ~ 16 : Address Accessing Order

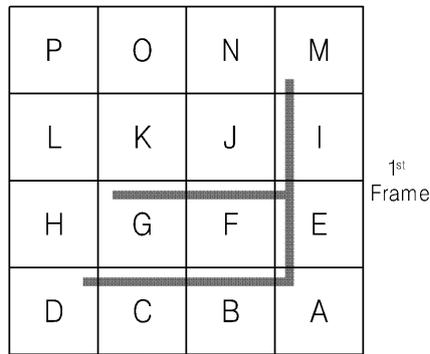


OFF OSF



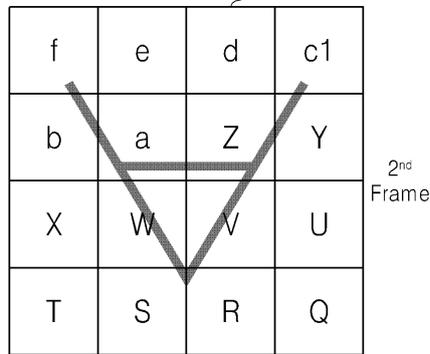
(a)

180° - Rotation



1st
Frame

FF SF



2nd
Frame

(b)

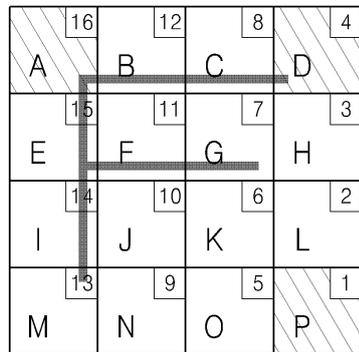
도면11

DEPTH	Page Miss Position	Address Difference
1	1	-1(=D16⇒D15)
2	16	+31(=D1⇒D32)

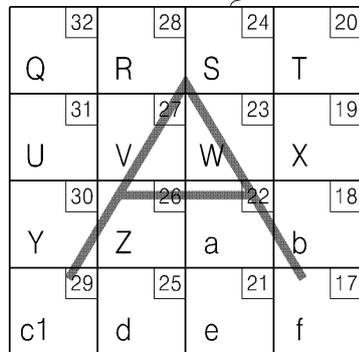
도면12

▨ : Page Miss Position

1 ~ 16 : Address Accessing Order

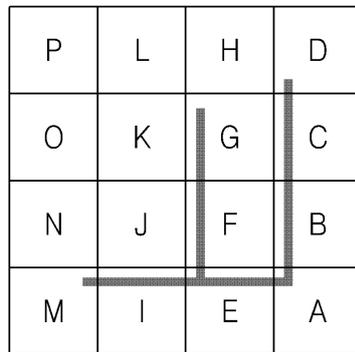


OFF OSF



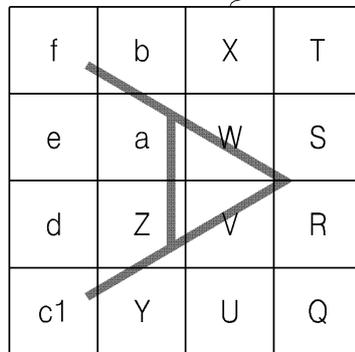
(a)

90° + X-axis Rotation



1st Frame

FF SF



2nd Frame

(b)

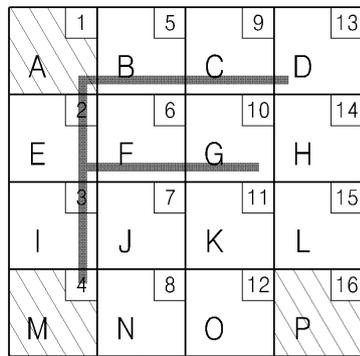
도면13

DEPTH	Page Miss Position	Address Difference
1	1	-4(=D16⇒D12)
2	4	+11(=D4⇒D15)
3	16	+31(=D1⇒D32)

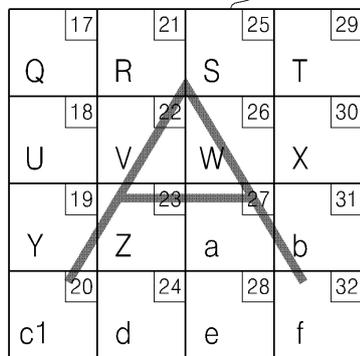
도면14

▨ : Page Miss Position

1 ~ 16 : Address Accessing Order

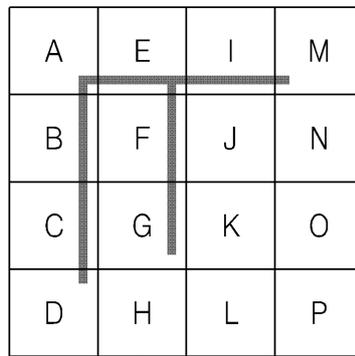


OFF OSF

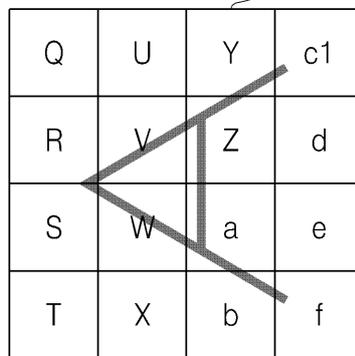


(a)

90° + Y-axis Rotation



FF SF



(b)

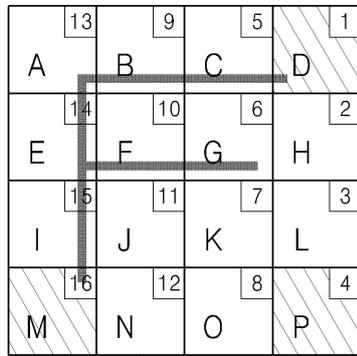
도면15

DEPTH	Page Miss Position	Address Difference
1	1	+4(=D1 ⇒ D5)
2	4	-11(=D13 ⇒ D2)
3	16	+1(=D16 ⇒ D17)

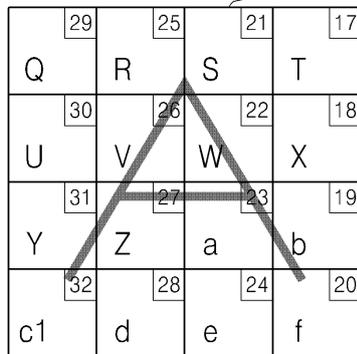
도면16

▨ : Page Miss Position

1 ~ 16 : Address Accessing Order

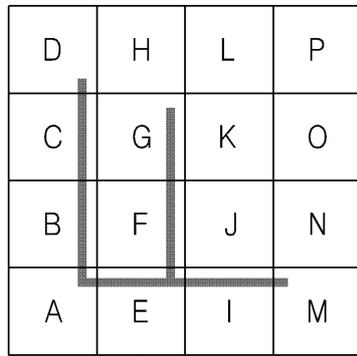


OFF OSF

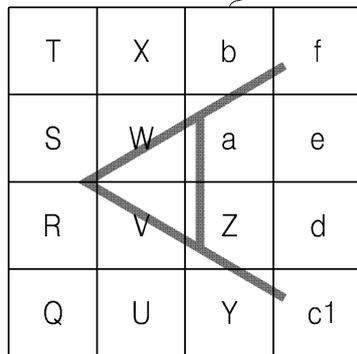


(a)

270° - Rotation



FF SF



(b)

도면17

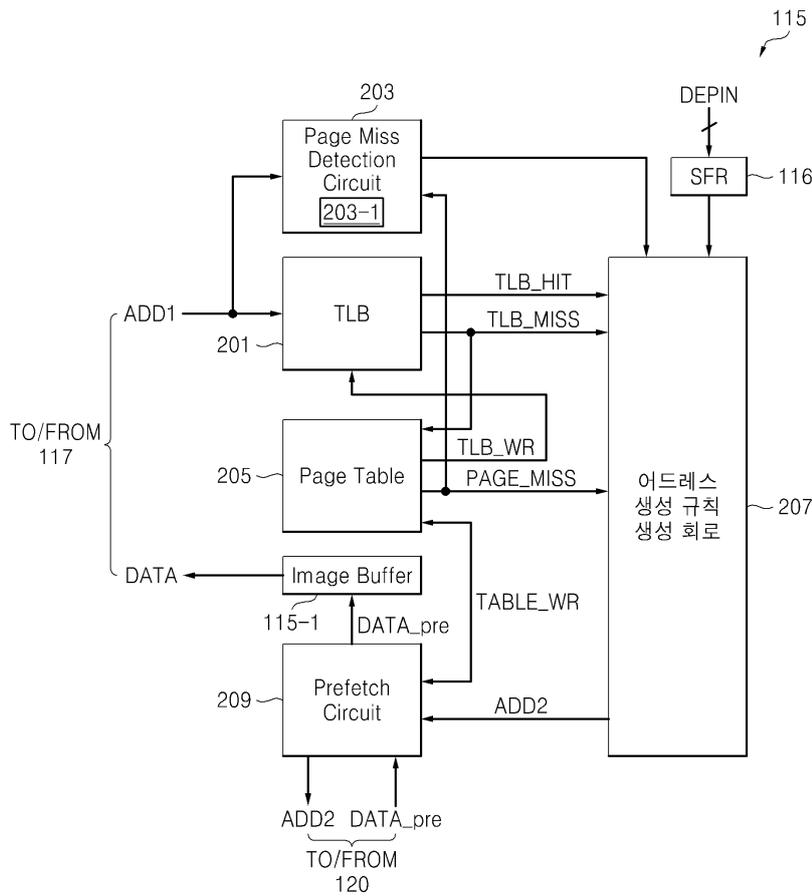
DEPTH	Page Miss Position	Address Difference
1	1	+4(=D4⇒D8)
2	4	-13(=D16⇒D3)
3	12	+7(=D13⇒D20)

도면18

113-1

Rotation Direction	Depth Value
X-axis	2
Y-axis	2
90°	3
180°	2
90° + X-axis	3
90° + Y-axis	3
270°	3

도면19



도면20

