



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년10월05일  
(11) 등록번호 10-2161742  
(24) 등록일자 2020년09월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06F 9/38 (2006.01) G06F 9/44 (2018.01)  
(21) 출원번호 10-2013-0121508  
(22) 출원일자 2013년10월11일  
심사청구일자 2018년10월11일  
(65) 공개번호 10-2015-0042627  
(43) 공개일자 2015년04월21일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2006331206 A\*  
US06392655 B1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
공주대학교 산학협력단  
충청남도 공주시 공주대학로 56 (신관동)  
(72) 발명자  
이원중  
서울 강남구 선릉로69길 20, 106동 1503호 (역삼동, 역삼e-편한세상)  
박현상  
충남 천안시 서북구 두정역서1길 22, 202동 1208호 (두정동, 우남아파트두정마을)  
(74) 대리인  
리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 10 항

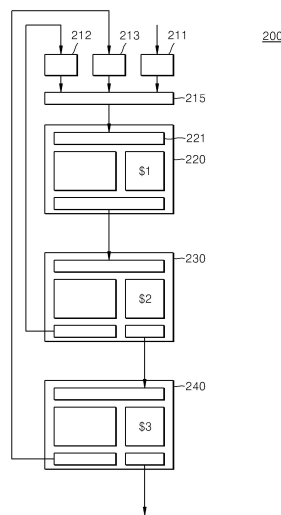
심사관 : 한현명

(54) 발명의 명칭 피드백 경로를 포함하는 파이프 라인 시스템 및 그 동작방법

(57) 요약

본 발명은 피드백 경로를 포함하는 파이프 라인 시스템 및 그 동작방법에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 피드백 경로를 포함하는 파이프 라인 시스템은, 복수의 입력 버퍼들, 상기 복수의 입력 버퍼들에 저장된 데이터의 인출을 제어하는 중개기 및 상기 복수의 입력 버퍼로부터 입력 받은 데이터에 기초하여, 순차적으로 서로 다른 처리를 수행하는 복수의 기능 블록들을 포함하고, 상기 복수의 입력 버퍼들 중 일부는 피드백 경로에 대응하는 피드백 입력 버퍼들이며, 상기 복수의 기능 블록들 중 적어도 하나는 처리 결과 데이터를 상기 피드백 입력 버퍼들 중 기 설정된 피드백 입력 버퍼로 피드백하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

**신용삼**

경기 화성시 영통로27번길 53, 211동 1505호 (반월  
동, 신영통현대2차아파트)

**이재돈**

경기 용인시 기흥구 흥덕2로118번길 26, 906동  
1401호 (영덕동, 흥덕마을9단지이던하우스아파트)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

적어도 2개의 피드백 입력 버퍼들을 포함하는 복수의 입력 버퍼들;

상기 복수의 입력 버퍼들에 저장된 데이터의 인출을 제어하는 중개기; 및

상기 복수의 입력 버퍼로부터 입력 받은 데이터에 기초하여, 순차적으로 서로 다른 처리를 수행하는 복수의 기능 블록들을 포함하고,

상기 복수의 기능 블록들 중 적어도 2개의 기능 블록들 각각은, 상기 적어도 2개의 피드백 입력 버퍼들 각각에 대응되어, 처리 결과 데이터를 상기 적어도 2개의 피드백 입력 버퍼들 중 대응되는 피드백 입력 버퍼로 피드백하는 것을 특징으로 하는 피드백 경로를 포함하는 파이프 라인 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기의 복수의 입력 버퍼들 중 어느 하나는 선입선출(FIFO; first in first out) 버퍼인 것을 특징으로 하는 피드백 경로를 포함하는 파이프 라인 시스템.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 피드백 경로의 개수와 상기 피드백 입력 버퍼들의 개수가 동일한 것을 특징으로 하는 피드백 경로를 포함하는 파이프 라인 시스템.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 피드백 입력 버퍼들의 용량은 상기 피드백 경로에 기초하여, 결정되는 것을 특징으로 하는 피드백 경로를 포함하는 파이프 라인 시스템.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 피드백 입력 버퍼들의 용량은 상기 복수의 기능 블록들 중 상기 피드백되는 데이터가 통과한 기능 블록들의 용량을 합한 용량인 것을 특징으로 하는 피드백 경로를 포함하는 파이프 라인 시스템.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 중개기는,

상기 복수의 입력 버퍼들의 상태신호에 기초하여, 상기 데이터의 인출을 제어하는 것을 특징으로 하는 피드백 경로를 포함하는 파이프 라인 시스템.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 입력 버퍼들의 상태신호는 HF(Half-full Flag)신호, EF(Empty Flag)신호 및 FF(Full Flag)신호 중 적어도 하나를 포함하고,

상기 중개기는,

상기 상태신호가 HF신호인 입력 버퍼의 데이터를 우선적으로 인출하는 것을 특징으로 하는 피드백 경로를 포함하는 파이프 라인 시스템.

**청구항 8**

제7항에 있어서,

상기 중개기는,

상기 입력 버퍼들의 상태신호가 동일한 경우, 상기 피드백 입력 버퍼들의 데이터를 우선적으로 인출하는 것을 특징으로 하는 피드백 경로를 포함하는 파이프 라인 시스템.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 복수의 입력 버퍼로부터 입력 받은 데이터는 광선 데이터이고,

상기 복수의 기능 블록들은 광선-노드 교차검사 및 광선-프리미티브 교차 검사 중 적어도 하나를 수행하는 것을 특징으로 하는 피드백 경로를 포함하는 파이프 라인 시스템.

**청구항 10**

피드백 경로들에 대응하는 적어도 2개의 피드백 입력 버퍼들을 포함하는 복수의 입력 버퍼들 중 어느 하나의 입력 버퍼로부터 데이터를 인출하는 단계;

상기 데이터에 기초하여, 복수의 기능 블록들을 이용해, 순차적으로 서로 다른 데이터 처리를 수행하는 단계; 및

상기 복수의 기능 블록들 중 상기 적어도 2개의 피드백 입력 버퍼들에 대응되는 적어도 2개의 기능 블록들 각각으로부터, 상기 적어도 2개의 피드백 입력 버퍼들 중 대응되는 피드백 입력 버퍼로 처리 결과 데이터를 피드백하는 단계를 포함하는 피드백 경로를 포함하는 파이프 라인 시스템의 동작 방법.

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

삭제

**청구항 14**

삭제

**청구항 15**

삭제

**청구항 16**

삭제

**청구항 17**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 피드백 경로를 포함하는 파이프 라인 시스템 및 그 동작방법에 관한 것으로, 더욱 구체적으로는 교착상태를 방지할 수 있는 파이프 라인 시스템 및 그 동작 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 최근의 프로세서는 성능 향상을 위해 파이프라인(pipeline)구조를 많이 사용하고 있다. 파이프라인 구조는 데이터 처리 과정을 다수의 스테이지(stage)로 나누고, 한 사이클 동안 다수개의 데이터를 각각 다른 스테이지에서 병렬 처리함으로써, 사이클 당 데이터 처리를 극대화하는 구조이다.

[0003] 이러한, 파이프라인 구조의 각 스테이지는 기능 블록으로 구성되며, 각 기능 블록에서는 서로 다른 데이터 처리를 수행한다. 파이프라인 구조에서는 데이터들이 상기 기능 블록들을 순차적으로 지나가면서 데이터 처리가 진행되기 때문에, 특정 기능 블록에서의 데이터 처리시, 지연 시간(latency)이 길어지는 경우, 이전 스테이지의 기능 블록은 정지(stall)되어야 한다.

[0004] 즉, 다음 스테이지의 기능 블록에서 데이터를 입력 받을 준비가 되지 않은 경우, 현재 스테이지의 기능 블록은 정지(stall)되고, 현재 스테이지의 기능 블록이 정지(stall)됨에 따라, 이전 스테이지의 기능 블록도 정지(stall)될 수 있다. 이에 따라, 모든 기능 블록들이 정지(stall)되는 교착(dead lock) 상태가 될 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 피드백 경로에 따른 입력 버퍼들을 포함하여, 교착상태를 방지하고, 효율적으로 데이터를 처리할 수 있는 파이프 라인 시스템 및 그 동작방법을 제공하는 데 있다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 피드백 경로를 포함하는 파이프 라인 시스템은, 복수의 입력 버퍼들, 상기 복수의 입력 버퍼들에 저장된 데이터의 인출을 제어하는 중개기 및 상기 복수의 입력 버퍼로부터 입력 받은 데이터에 기초하여, 순차적으로 서로 다른 처리를 수행하는 복수의 기능 블록들을 포함하고, 상기 복수의 입력 버퍼들 중 일부는 피드백 경로에 대응하는 피드백 입력 버퍼들이며, 상기 복수의 기능 블록들 중 적어도 하나는 처리 결과 데이터를 상기 피드백 입력 버퍼들 중 기 설정된 피드백 입력 버퍼로 피드백하는 것을 특징으로 한다.

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따른 피드백 경로를 포함하는 파이프 라인 시스템은 상기의 복수의 입력 버퍼들 중 어느 하나는 선입선출(FIFO; first in first out) 버퍼인 것을 특징으로 한다.

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 피드백 경로를 포함하는 파이프 라인 시스템은 상기 피드백 경로의 개수와 상기 피드백 입력 버퍼들의 개수가 동일한 것을 특징으로 한다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 피드백 입력 버퍼들의 용량은 상기 피드백 경로에 기초하여, 결정되는 것을 특징으로 한다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 피드백 입력 버퍼들의 용량은 상기 복수의 기능 블록들 중 상기 피드백되는 데이터가 통과한 기능 블록들의 용량을 합한 용량인 것을 특징으로 한다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 중개기는, 상기 복수의 입력 버퍼들의 상태신호에 기초하여, 상기 데이터의 인출을 제어하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 입력 버퍼들의 상태신호는 HF(Half-full Flag)신호, EF(Empty Flag)신호 및 FF(Full Flag)신호 중 적어도 하나를 포함하고, 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 중개기는, 상기 상태신호가 HF신호인 입력 버퍼의 데이터를 우선적으로 인출하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 중개기는, 상기 입력 버퍼들의 상태신호가 동일한 경우, 상기 피드백 입력 버퍼들의 데이터를 우선적으로 인출하는 것을 특징으로 한다.

- [0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 복수의 입력 버퍼로부터 입력 받은 데이터는 광선 데이터이고, 상기 복수의 기능 블록들은 광선-노드 교차검사 및 광선-프리미티브 교차 검사 중 적어도 하나를 수행하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 피드백 경로를 포함하는 파이프 라인 시스템의 동작 방법은 피드백 경로에 대응하는 피드백 입력 버퍼들을 포함하는 복수의 입력 버퍼들 중 어느 하나의 입력 버퍼로부터 데이터를 인출하는 단계, 상기 데이터에 기초하여, 순차적으로 서로 다른 데이터 처리를 수행하는 단계 및 상기 처리 결과 데이터를 상기 피드백 입력 버퍼들 중 기 설정된 피드백 입력 버퍼로 피드백하는 단계를 포함한다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 데이터를 인출하는 단계는, 상기 복수의 입력 버퍼들의 상태신호에 기초하여, 데이터를 인출할 입력 버퍼를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 입력 버퍼들의 상태신호는 HF신호, EF신호, FF신호 중 적어도 하나를 포함하고, 상기 데이터를 인출하는 단계는, 상기 상태신호가 HF신호인 입력 버퍼의 데이터를 우선적으로 인출하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 데이터를 인출하는 단계는, 상기 입력 버퍼들의 상태신호가 동일한 경우, 상기 피드백 입력 버퍼들의 데이터를 우선적으로 인출하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 데이터는 광선 데이터이고, 상기 서로 다른 데이터 처리를 수행하는 단계는, 상기 광선 데이터에 대한 광선-노드 교차검사를 수행하는 단계 및 상기 광선 데이터에 대한 광선-프리미티브 교차 검사를 수행하는 단계 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

- [0020] 피드백 경로를 포함하는 파이프 라인 시스템에서의 오버 플로우, 언더 플로우 및 교착상태를 방지할 수 있다.
- [0021] 이에 따라, 파이프 라인 시스템의 데이터 처리 능력 및 처리속도가 향상될 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0022] 도 1은 일반적인 파이프 라인 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 파이프 라인 시스템을 나타내는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 파이프 라인 시스템의 동작방법을 나타내는 흐름도이다.
- 도 4 및 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 파이프 라인 시스템의 복수의 입력 버퍼들로부터 데이터를 인출하는 방법을 나타내는 흐름도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 파이프 라인 시스템이 적용된 레이 트레이싱 처리 시스템을 나타내는 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0023] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 상세히 설명한다.
- [0024] 도 1은 파이프라인 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [0025] 도 1을 참조하면, 파이프라인 시스템(100)은, 입력 버퍼(110), 서로 다른 데이터 처리를 수행하는 복수의 기능 블록들(120, 130, 140)을 포함할 수 있다.
- [0026] 예를 들어, 파이프 라인 시스템(100)은, 도 1에 도시된 바와 같이, 3개의 기능 블록(120, 130, 140)을 포함할 수 있으며, 복수의 기능 블록들(120, 130, 140)은 제1 기능 블록(120), 제2 기능 블록(130) 및 제3 기능 블록(140)을 포함할 수 있다. 또한, 제1 기능 블록(120)은 제1 데이터 처리를, 제2 기능 블록(130)은 제2 데이터 처리를, 제3 기능 블록(140)은 제3 데이터 처리를 수행할 수 있다.
- [0027] 다만, 이는 설명의 편의를 위한 일 예로써, 이에 한정되는 것은 아니며, 파이프 라인 시스템은 다양한 개수의 기능 블록들을 포함할 수 있다.
- [0028] 도 1을 참조하면, 제1 기능 블록(120)은 입력 버퍼(110)로부터 데이터를 입력 받고, 입력 받은 데이터에

대하여, 제1 데이터 처리를 수행할 수 있다.

- [0029] 이때, 제1 기능 블록(120)은 제1 캐시 메모리(\$1)를 포함하여, 제1 데이터 처리시 필요한 데이터 일부가 제1 캐시 메모리(\$1)에 저장될 수 있다. 제1 캐시 메모리(\$1)에 저장되는 데이터는 외부 메모리(50)에 저장되어 있는 데이터 중 일부와 동일할 수 있다.
- [0030] 제1 데이터 처리시 필요한 데이터가 제1 캐시 메모리(\$1)에 저장되어 있지 않은 경우, 제1 기능 블록(120)은 외부 메모리(50)에 액세스하여, 필요한 데이터를 읽어올 수 있다.
- [0031] 한편, 상기와 같이, 외부 메모리(50)를 액세스하여 데이터를 읽어오는 경우, 제1 캐시 메모리(\$1)에 저장된 데이터를 읽어오는 경우보다 데이터 처리 시간이 지연될 수 있다.
- [0032] 제1 데이터 처리가 완료된 데이터는 제2 기능 블록(130)으로 전송될 수 있다.
- [0033] 제2 기능 블록(130)은 제1 기능 블록(120)으로부터 제1 데이터 처리가 완료된 데이터를 입력 받을 수 있다.
- [0034] 제2 기능 블록(130)은 앞에서 설명한 제1 기능 블록(120)과 마찬가지로 입력 받은 데이터에 대하여, 제2 데이터 처리를 수행할 수 있다. 또한, 제2 기능 블록(130)도 제2 캐시 메모리(\$2)를 포함할 수 있으며, 제2 캐시 메모리(\$2)에는 제2 데이터 처리시 필요한 데이터가 저장될 수 있다.
- [0035] 제2 데이터 처리가 완료된 데이터는 제3 기능 블록(140)으로 전송될 수 있다.
- [0036] 제3 기능 블록(140)은 앞에서 설명한 제1, 2 기능 블록들(120, 130)과 마찬가지로 입력 받은 데이터에 대하여, 제3 데이터 처리를 수행할 수 있다.
- [0037] 또한, 제3 기능 블록(140)은 제3 캐시 메모리(\$3)를 포함할 수 있으며, 제3 캐시 메모리(\$3)에는 제3 데이터 처리시 필요한 데이터가 저장될 수 있다.
- [0038] 이와 같이, 도 1에 도시된 파이프 라인 시스템(100)은 입력 버퍼(110)로 입력된 데이터에 대하여 제1 데이터 처리, 제2 데이터 처리 및 제3 데이터 처리를 순차적으로 수행할 수 있다.
- [0039] 이러한, 파이프 라인 시스템은 각 기능 블록에서 데이터 처리를 동시에 병렬 처리할 수 있어, 데이터 처리 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0040] 한편, 파이프 라인 시스템은 피드백 경로를 가질 수 있다.
- [0041] 도 1을 참조하면, 제2 기능 블록(130) 및 제3 기능 블록(140)은 각각 제1 기능 블록(120)으로 피드백되는 입력 경로를 가질 수 있다.
- [0042] 예를 들어, 입력된 데이터가 제1 기능 블록(120) 및 제2 기능 블록(130)에서, 제1 데이터 처리 및 제2 데이터 처리를 수행한 후에 다시 제1 기능 블록(120)으로 피드백될 수 있다. 또한, 입력된 데이터가 제1 기능 블록(120), 제2 기능 블록(130) 및 제3 기능 블록(140)에서, 제1 데이터 처리, 제2 데이터 처리 및 제3 데이터 처리 후에, 다시 제1 기능 블록(120)으로 피드백 될 수 있다.
- [0043] 피드백 경로를 포함하는 파이프 라인 시스템의 경우, 외부의 새로운 데이터가 입력되지 않더라도, 피드백되는 데이터가 연속적으로 전달되는 경우, 입력 버퍼(110)가 full 상태가 되고, 오동작이 발생할 수 있다. 또는 모든 기능 블록들이 정지(stall)상태가 되는 교착상태(deadlock)가 발생할 수 있다.
- [0044] 한편, 본 발명의 일 실시예는 피드백 경로를 포함하는 파이프 라인 시스템에서, 입력 버퍼의 오버 플로우나 파이프 라인 시스템의 교착상태를 방지할 수 있는 구조와 방법을 제공할 수 있다. 이하, 도면을 참조하여, 자세히 설명하기로 한다.
- [0045] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 피드백 경로를 포함하는 파이프 라인 시스템을 나타내는 도면이다.
- [0046] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 피드백 경로를 포함하는 파이프 라인 시스템(200)은 복수의 입력 버퍼(211, 212, 213), 중개기(215), 복수의 기능 블록(220, 230, 240)을 포함할 수 있다.
- [0047] 도 2를 참조하면, 파이프 라인 시스템(200)은 파이프 라인 시스템(200)에서 처리하기 위한 데이터를 입력 받는 복수의 입력 버퍼(211, 212, 213)를 포함할 수 있다.
- [0048] 이때, 복수의 입력 버퍼의 개수는 N개일 수 있으며, 이 중 N-1개의 입력 버퍼는 복수의 기능 블록 중 적어도 하나에 의해 피드백 되는 데이터를 입력 받는 피드백 입력 버퍼일 수 있으며, 하나의 입력 버퍼는 외부로부터 수

신한 초기 입력 데이터를 입력 받는 입력 버퍼일 수 있다.

- [0049] 또한, 복수의 입력 버퍼 중 적어도 하나는 선입선출(FIFO; First In First Out) 버퍼일 수 있으며, FIFO 버퍼는 데이터가 입력된 순서대로 데이터를 출력할 수 있다.
- [0050] 다만, 도 2에서는, 설명의 편의를 위하여, 3개의 입력 버퍼를 포함하는 것으로 도시한다. 예를 들어, 복수의 입력 버퍼는 제1 입력 버퍼(211), 제2 입력 버퍼(212) 및 제3 입력 버퍼(213)를 포함할 수 있다.
- [0051] 또한, 파이프 라인 시스템(200)은 M개의 기능 블록을 포함할 수 있다, 다만, 도 2에서는, 설명의 편의를 위하여, 파이프 라인 시스템(200)이 제1 기능 블록(220), 제2 기능 블록(230) 및 제3 기능 블록(240)을 포함하는 것으로 도시한다.
- [0052] 이때, 제1 기능 블록(220), 제2 기능 블록(230) 및 제3 기능 블록(240)은 각각 제1 데이터 처리, 제2 데이터 처리 및 제3 데이터 처리를 수행할 수 있다.
- [0053] 한편, 제1 입력 버퍼(211)는 외부로부터 수신한 초기 데이터를 입력 받는 버퍼일 수 있다.
- [0054] 또한, 복수의 기능 블록들 중 적어도 하나에서 처리된 데이터는 피드백 입력 버퍼들 중 기 설정된 피드백 입력 버퍼로 피드백 될 수 있다.
- [0055] 예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같이, 제2 기능 블록(230)에서 처리된 데이터는 제2 입력 버퍼(212)로 피드백 될 수 있다. 또한, 제3 기능 블록(240)에서 처리된 데이터는 제3 입력 버퍼(213)로 피드백 될 수 있다.
- [0056] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 파이프 라인 시스템은 초기 데이터를 입력 받는 입력 버퍼와 피드백 되는 데이터를 입력 받는 입력 버퍼를 별도로 포함할 수 있으며, 피드백되는 경로에 따라 피드백 데이터를 입력 받는 피드백 입력 버퍼를 각각 포함할 수 있다.
- [0057] 또한, 입력 버퍼의 개수는 파이프 라인 시스템에서의 데이터 입력 경로의 수와 동일할 수 있으며, 피드백 입력 버퍼의 개수는 피드백 경로의 수와 동일할 수 있다.
- [0058] 예를 들어, 도 2의 파이프 라인 시스템은 외부로부터 초기 데이터가 입력되는 경로(제1 입력 경로), 제1 기능 블록(220) → 제2 기능 블록(230)을 지나가면서 처리된 데이터가 피드백되어 입력되는 경로(제2 입력 경로), 제1 기능 블록(220) → 제2 기능 블록(230) → 제3 기능 블록(240)을 지나가면서 처리된 데이터가 피드백되어 입력되는 경로(제3 입력 경로)를 포함할 수 있다. 이에 따라, 입력 버퍼의 개수는 3개일 수 있다.
- [0059] 이때, 제1 입력 버퍼(211)는 제1 입력 경로를 통해 수신하는 데이터 즉, 외부로부터 입력되는 초기 데이터를 적재할 수 있다. 제2 입력 버퍼(212)는 제2 입력 경로를 통해 제2 기능 블록(230)으로부터 피드백되는 데이터를 적재할 수 있다. 제3 입력 버퍼(213)는 제3 입력 경로를 통해 제3 기능 블록(240)으로부터 피드백되는 데이터를 적재할 수 있다.
- [0060] 한편, 제1 기능 블록(220), 제2 기능 블록(230) 및 제3 기능 블록(240) 각각의 용량은 N1, N2 및 N3일 수 있다. 이때, 기능 블록의 용량은 기능 블록에 포함된 입력 버퍼의 용량, 출력 버퍼의 용량, 기능 블록 내에서 데이터 처리를 하는 연산부의 데이터 처리 용량에 기초하여, 결정된 용량일 수 있다.
- [0061] 예를 들어, 제1 기능 블록(220)에 포함되는 입력 버퍼에 최대로 적재할 수 있는 데이터의 수가 n1개이고, 제1 기능 블록에서 동시에 처리 가능한 데이터의 수가 n2개이고, 제1 기능 블록의 출력 버퍼에 최대로 적재할 수 있는 데이터의 수가 n3인 경우, 제1 기능 블록(220)의 용량 N1은 n1+n2+n3일 수 있다.
- [0062] 마찬가지로, 제2 기능 블록(230)의 용량 N2는 n4(제2 기능 블록의 입력 버퍼에 최대로 적재할 수 있는 데이터의 수)+n5(제2 기능 블록에서 동시에 처리 가능한 데이터의 수)+n6(제2 기능 블록의 출력 버퍼에 최대로 적재할 수 있는 데이터의 수)의 합으로 표현할 수 있다.
- [0063] 또한, 제3 기능 블록(240)의 용량 N3도 상술한 방법과 동일하게 기능 블록에 포함되는 입력 버퍼의 최대로 적재할 수 있는 데이터의 수, 기능 블록에서 동시에 처리 가능한 데이터의 수, 기능 블록에 포함된 출력 버퍼의 최대로 적재할 수 있는 데이터의 수의 합으로 표현할 수 있다.
- [0064] 한편, 피드백되는 데이터를 입력 받아 적재하는 피드백 입력 버퍼의 용량은 데이터 입력경로에 기초하여 정해될 수 있다.
- [0065] 예를 들어, 제2 입력 버퍼(212)의 경우, 제1 기능 블록(220) → 제2 기능 블록(230)을 지나가면서 처리된 데이터가 피드백되어 입력되므로, 제2 입력 버퍼(212)의 용량은 제1 기능 블록의 용량 및 제2 기능 블록의 용량을



합한 용량일 수 있다. 즉, 제2 입력 버퍼(212)의 용량은  $N1+N2$ 일 수 있다.

- [0066] 또한, 제3 입력 버퍼(213)의 경우, 제1 기능 블록(220) -> 제2 기능 블록(230) -> 제3 기능 블록(240)을 지나 가면서 처리된 데이터가 피드백되어 입력되므로, 제3 입력 버퍼(213)의 용량은 제1 기능 블록의 용량, 제2 기능 블록의 용량 및 제3 기능 블록의 용량을 합한 용량일 수 있다. 즉 제3 입력 버퍼(213)의 용량은  $N1+N2+N3$ 일 수 있다.
- [0067] 상술한 바와 같이, 입력 버퍼의 용량을 결정하는 경우, 파이프 라인 시스템 내에서의 교착상태 및 피드백되는 데이터를 입력 받아 적재하는 입력 버퍼의 오버 플로우(overflow)를 방지할 수 있다.
- [0068] 예를 들어, 제3 입력 경로를 통하여 피드백되어 입력되는 데이터의 최대 개수는 데이터 처리시 외부 메모리 액세스로 인한 지연시간에 상관없이, 제1 기능 블록의 용량 + 제2 기능 블록의 용량 + 제3 기능 블록의 용량과 같다.
- [0069] 이에 따라, 제3 입력 버퍼(213)의 용량을 제1 기능 블록의 용량 + 제2 기능 블록의 용량 + 제3 기능 블록의 용량으로 결정하면, 오버 플로우가 발생하지 않는다.
- [0070] 또한, 외부로부터 입력되는 초기 데이터는 제1 기능 블록에 포함되는 입력 버퍼(221)에서 언더 플로우(under flow)가 발생하지 않도록 입력 버퍼(221)의 상태를 모니터링하여, 적절하게 입력될 수 있다.
- [0071] 한편, 중개기(215)는 복수개의 입력 버퍼에 적재되어 있는 데이터 중 제1 기능 블록(220)으로 인출할 데이터를 결정할 수 있다.
- [0072] 중개기(215)는 각 입력 버퍼들(211, 212, 213)의 상태신호를 수신하고, 수신한 상태신호에 기초하여, 데이터를 인출할 입력 버퍼를 결정할 수 있다. 이에 따라, 결정된 입력 버퍼에 적재되어 있는 데이터를 제1 기능 블록(220)으로 인출할 수 있다. 이에 대해서는 이하에서 도 4 및 도 5를 참조하여, 자세히 설명하기로 한다.
- [0073] 도 3은 도 2의 파이프 라인 시스템의 동작방법을 나타내는 흐름도이다.
- [0074] 파이프 라인 시스템(200)은 복수의 입력 버퍼들로부터 데이터를 인출할 수 있다(S310).
- [0075] 파이프 라인 시스템(200)은 인출된 데이터에 대하여, 복수의 기능 블록들 각각에서 순차적으로 서로 다른 데이터 처리를 수행할 수 있다(S320).
- [0076] 예를 들어, 도 2에서 설명한 바와 같이, 복수의 기능 블록이 제1 기능 블록(220), 제2 기능 블록(230) 및 제3 기능 블록(240)을 포함하는 경우, 파이프 라인 시스템(200)은 입력된 데이터에 기초하여, 제1 데이터 처리, 제2 데이터 처리 및 제3 데이터 처리를 순차적으로 수행할 수 있다.
- [0077] 파이프 라인 시스템(200)은 처리된 데이터를 복수의 피드백 입력 버퍼들 중 기 설정된 피드백 입력 버퍼로 피드백할 수 있다(S330).
- [0078] 예를 들어, 도 2에서 설명한 바와 같이, 제2 입력 버퍼(212)는 제2 입력 경로를 통해 제2 기능 블록(230)으로부터 피드백되는 데이터를 적재할 수 있다. 제3 입력 버퍼(213)는 제3 입력 경로를 통해 제3 기능 블록(240)으로부터 피드백되는 데이터를 적재할 수 있다.
- [0079] 도 4 및 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 파이프 라인 시스템의 동작방법을 나타내는 흐름도이다.
- [0080] 도 4 및 도 5를 참조하면, 중개기(215)는 입력 버퍼들의 상태신호를 수신할 수 있다(S410, S510)
- [0081] 이때, 각 입력 버퍼의 상태신호는 HF(Half-full Flag) 신호, EF(Empty Flag) 신호, FF(Full Flag) 신호 중 하나일 수 있다.
- [0082] 중개기(215)는 수신한 상태신호 중 HF 신호가 존재하는지 여부를 판단하여(S420), 복수의 입력 버퍼들 중 HF 신호를 출력한 입력 버퍼에 적재되어 있는 데이터를 우선적으로 인출할 수 있다(S430).
- [0083] 각 입력 버퍼의 초기 상태는 empty 상태일 수 있다. 각 입력 버퍼에 데이터가 적재되기 시작하면, 입력 버퍼는 HF 신호를 발생시킬 수 있다. 또한, 계속해서 데이터가 적재되면, FF 신호를 발생시킬 수 있다.
- [0084] 입력 버퍼는 Half-full 상태 이후에, Full상태로 되기 때문에, HF 신호에 우선순위를 두어, 입력 버퍼가 Full 상태가 되는 것을 방지할 수 있다.
- [0085] 반면에, 각 입력 버퍼의 상태신호가 FF 신호와 EF 신호만 포함하는 경우, 중개기(215)는 입력 버퍼 중 FF 신호

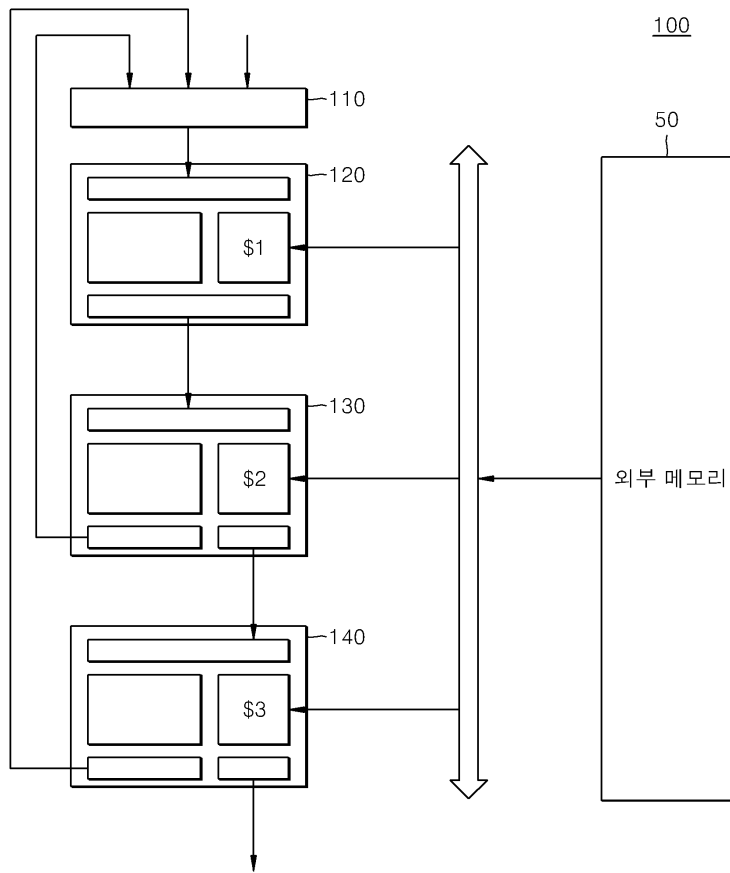
에 우선순위를 두어, FF신호를 출력한 입력 버퍼에 적재되어 있는 데이터를 우선적으로 인출할 수 있다.

- [0086] 도 5를 참조하면, 중개기(215)는 수신한 입력 버퍼들의 상태 신호가 EF 신호가 아닌 HF 신호 또는 FF 신호로 동일한지 여부를 판단할 수 있다(S520).
- [0087] 판단결과, 수신한 입력 버퍼들의 상태 신호가 동일한 경우, 중개기(215)는 피드백 데이터가 입력되는 입력 버퍼와 초기 데이터가 입력되는 입력 버퍼 중 피드백 데이터가 입력되는 입력버퍼에 우선순위를 두어, 피드백 입력 버퍼들에 적재되어 있는 데이터를 우선적으로 인출할 수 있다(S530).
- [0088] 또한, 중개기(215)는 피드백 데이터가 입력되는 피드백 입력 버퍼들에는 동일한 우선순위를 둘 수 있다. 예를 들어, 제2 입력 버퍼(212) 및 제3 입력 버퍼(213)가 피드백 데이터가 입력되는 피드백 입력 버퍼이고, 제2 입력 버퍼(212) 및 제3 입력 버퍼(213)의 상태가 모두 Half-full 상태인 경우, 중개기(215)는 제2 입력 버퍼에 적재되어 있는 데이터 및 제3 입력 버퍼에 적재되어 있는 데이터를 교대로 인출할 수 있다.
- [0089] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 파이프 라인 시스템이 적용된 레이 트레이싱 처리 시스템을 나타내는 도면이다.
- [0090] 도 6의 레이 트레이싱 처리 시스템(600)은 TRV 유닛 및 IST 유닛을 포함할 수 있으며, TRV 유닛은 제1 기능 블록(620), 제2 기능 블록(630) 및 제3 기능 블록(640)으로 구성될 수 있으며, IST 유닛은 제4 기능 블록(650)으로 구성될 수 있다.
- [0091] 이에 따라, 제1 내지 제3 기능 블록(620, 630, 640)은 가속 구조 탐색을 위한 각각의 데이터 처리를 수행할 수 있으며, 제4 기능 블록(650)은 광선의 교차 검사를 위한 데이터 처리를 수행할 수 있다.
- [0092] 또한, 도 6을 참조하면, TRV 유닛으로 데이터를 입력하는 입력 버퍼는 복수로 구성될 수 있으며, TRV 유닛으로의 데이터 입력을 제어하는 중개기(615)를 포함할 수 있다.
- [0093] 제1 입력 버퍼(611)는 광선 생성 유닛(미도시)으로부터 생성된 광선 데이터를 수신하여 적재할 수 있다. 생성된 광선 데이터는 1차 광선 데이터 및 1차 광선에 의해 파생된 광선 데이터를 포함할 수 있다.
- [0094] 제1 기능 블록 내지 제3 기능 블록(620, 630, 640)은 입력 받은 광선 데이터에 기초하여, 가속 구조 탐색을 위한 데이터 처리를 수행할 수 있다.
- [0095] 예를 들어, 제1 기능 블록 내지 제3 기능 블록(620, 630, 640)은 각각 캐시 메모리(\$1, \$2, \$3) 또는 외부 메모리로부터 가속 구조에 대한 정보를 읽어올 수 있으며, 읽어온 가속 구조 정보를 기초로, 광선이 교차하는 리프 노드(leaf node)를 검출하기 위한 데이터 처리를 수행할 수 있다.
- [0096] 이때, 제1 기능 블록 내지 제3 기능 블록(620, 630, 640)은 입력된 광선 데이터에 대하여, 광선-노드 교차 검사를 수행하는 기능 블록들일 수 있으며, 도 6에 도시된 바와 같이, 광선이 교차하는 리프 노드(leaf node)를 검출하기 위해, 필요에 따라, 제1 기능 블록(620)으로 피드백될 수 있다.
- [0097] 예를 들어, 가속 구조에 포함되는 하나의 경로에 대하여, 광선-노드 교차 검사를 수행한 결과, 리프 노드가 검출되지 않은 경우, 다른 경로에 대한 탐색을 수행하기 위해, 다시 제1 기능 블록(620)으로 광선 데이터를 피드백할 수 있다.
- [0098] 이러한 제3 기능 블록(640)으로부터 피드백되는 데이터(TRV 유닛으로부터 다시 TRV 유닛으로 피드백되는 광선 데이터)는 제2 입력 버퍼(612)로 입력될 수 있다.
- [0099] 이에 따라, 제2 입력 버퍼(612)의 용량은 제2 입력 버퍼(612)로 입력되는 데이터의 경로에 기초하여 정해지므로, 제1 기능 블록(620)의 용량, 제2 기능 블록(630)의 용량, 제3 기능 블록(640)의 용량을 합한 용량일 수 있다.
- [0100] 한편, 리프 노드가 검출된 경우, 광선 데이터는 제4 기능 블록(650)으로 전송될 수 있다.
- [0101] 제4 기능 블록(650)은 광선-프리미티브 교차 검사를 수행할 수 있다.
- [0102] 예를 들어, 제4 기능 블록(650)은 캐시 메모리(\$4) 또는 외부 메모리로부터 읽어온 프리미티브 정보를 기초로, 리프 노드에 포함된 복수의 프리미티브 중에서 어느 프리미티브에 광선이 교차되었는지를 검사할 수 있다.
- [0103] 이에 따라, 광선이 교차되는 프리미티브들을 검출하고, 검출된 프리미티브와 광선이 교차된 지점(hit point)을 계산할 수 있다.

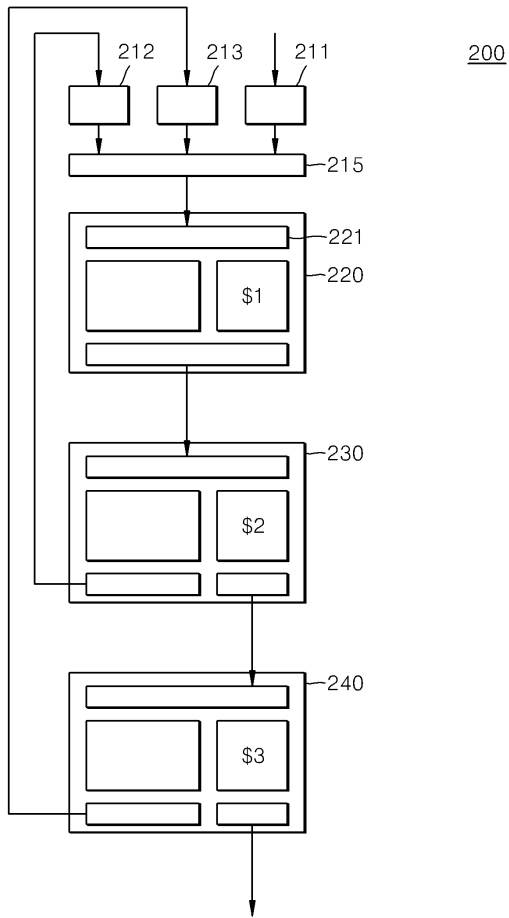
- [0104] 한편, 도 6에 도시된 바와 같이, 제4 기능 블록(650)에서 광선-프리미티브 교차 검사 수행 후에, 필요에 따라, 제1 기능 블록(620)으로 피드백될 수 있다.
- [0105] 예를 들어, 하나의 경로에 대하여, 광선-노드 교차 검사 및 광선-프리미티브 검사를 수행하여, 광선이 교차되는 지점(hit point)에 대한 계산을 완료한 경우, 다른 경로에 대한 광선-노드 교차 검사 및 광선-프리미티브 검사를 수행하기 위해, 다시 제1 기능 블록(620)으로 광선 데이터를 피드백할 수 있다.
- [0106] 이러한 제4 기능 블록(650)으로부터 피드백되는 데이터(IST 유닛으로부터 다시 TRV 유닛으로 피드백되는 광선 데이터)는 제3 입력 버퍼(613)로 입력될 수 있다.
- [0107] 이에 따라, 제3 입력 버퍼(613)의 용량은 제3 입력 버퍼(613)로 입력되는 데이터의 경로에 기초하여 정해지므로, 제1 기능 블록(620)의 용량, 제2 기능 블록(630)의 용량, 제4 기능 블록(650)의 용량을 합한 용량일 수 있다.
- [0108] 한편, 중개기(615)는 제1 입력 버퍼(611), 제2 입력 버퍼(612) 및 제3 입력 버퍼(613)에 적재되어 있는 데이터 중 제1 기능 블록(620)으로 인출할 데이터를 결정할 수 있다.
- [0109] 이때, 중개기(615)는 각 입력 버퍼의 상태신호를 수신하고, 수신한 상태신호에 기초하여, 데이터를 인출할 입력 버퍼를 결정할 수 있다. 이에 따라, 결정된 입력 버퍼에 적재되어 있는 데이터를 제1 기능 블록(620)으로 인출할 수 있다.
- [0110] 입력 버퍼의 상태신호는 HF 신호, EF 신호 및 FF 신호를 포함할 수 있다.
- [0111] 중개기(615)는 3개의 입력 버퍼(611, 612, 613) 중 HF 신호를 출력한 입력 버퍼에 적재되어 있는 데이터를 우선적으로 인출할 수 있다. 이에 따라 입력 버퍼의 상태가 full이 되는 것을 방지할 수 있다.
- [0112] 또한, 중개기(615)는 광선 생성 유닛으로부터 입력되는 데이터를 적재한 제1 입력 버퍼(611)보다 TRV 유닛으로부터 피드백되는 데이터를 적재한 제2 입력 버퍼(612) 및 IST 유닛으로부터 피드백되는 데이터를 적재한 제3 입력 버퍼(613)에 우선순위를 둘 수 있다.
- [0113] 즉, 레이 트레이싱 처리 시스템(600)은 피드백 되는 광선 데이터를 우선적으로 처리하고, 광선 생성 유닛으로부터 입력되는 광선 데이터에 대해서는, 처리 상태에 따라 적절하게 입력 받을 수 있다. 이에 따라, 레이 트레이싱 처리 시스템의 교착(deadlock)상태 및 언더 플로우(under flow)를 방지할 수 있다.
- [0114] 도 6에서는, 레이 트레이싱 처리 시스템을 일 실시예로 하여, 도시하고, 설명하였지만 이에 한정되는 것은 아니며, 도 6에서 설명하는 구성 및 방법은 다른 파이프 라인 시스템에도 동일하게 적용될 수 있음은 물론이다.
- [0115] 한편, 본 발명의 캐시 메모리 시스템 및 그 동작방법은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 인터넷을 통한 전송 등과 같은 캐리어 웨이브의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 프로세서가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.
- [0116] 또한, 이상에서는 본 발명의 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.

도면

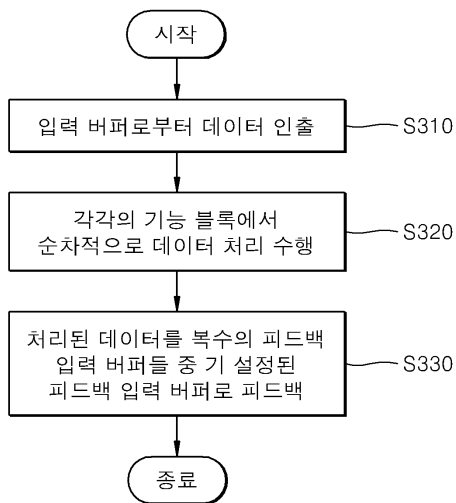
도면1



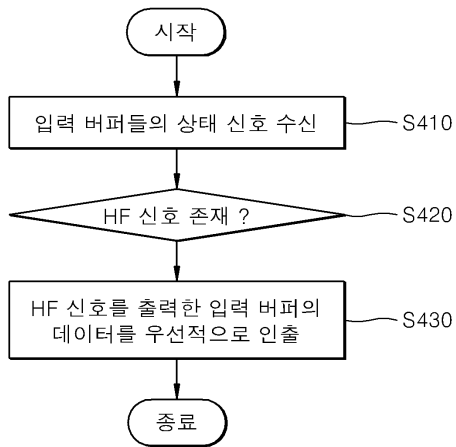
도면2



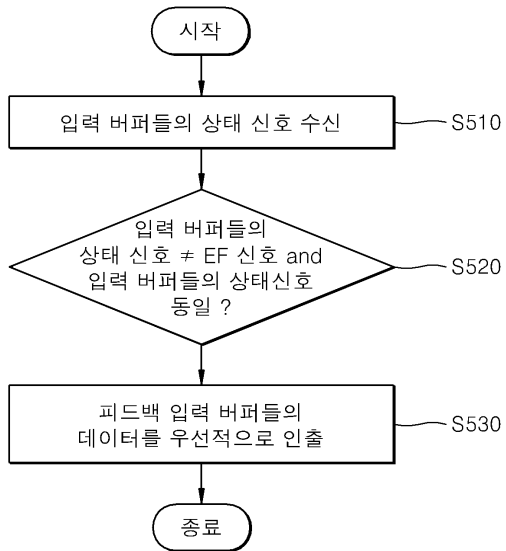
도면3



도면4



도면5



도면6

