



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0116609
(43) 공개일자 2011년10월26일

(51) Int. Cl.

G06T 1/00 (2006.01) G06K 9/46 (2006.01)

G06T 7/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0036122

(22) 출원일자 2010년04월19일

심사청구일자 2010년10월21일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자

김진결

인천광역시 남구 용현3동 인하대학교 하이테크관 616호

김기태

인천광역시 남구 용현3동 인하대학교 하이테크관 616호

(74) 대리인

특허법인무한

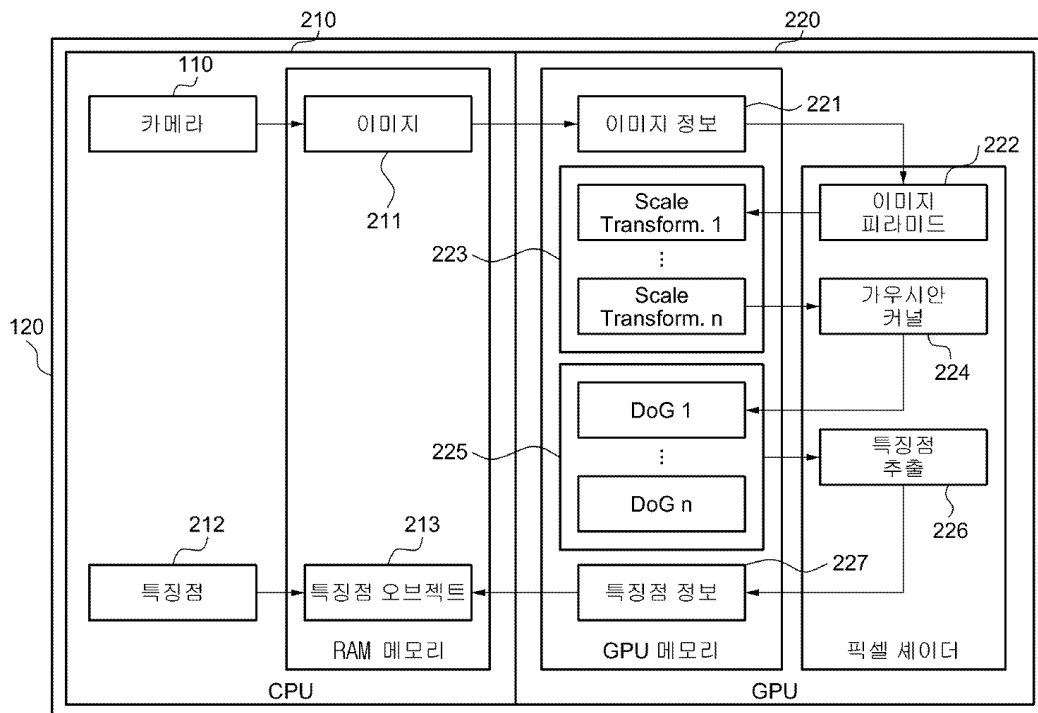
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 그래픽 가속기 기반 고속 SLAM 시스템 및 방법

(57) 요약

그래픽 가속기를 사용한 고속 SLAM 시스템 및 방법이 개시된다. 그래픽 가속기 기반 고속 SLAM 시스템은 그래픽 가속기(GPU: Graphics Processing Unit)를 포함하고, 상기 그래픽 가속기가 카메라에서 입력된 입력 영상의 스케일을 변환하여 복수의 피라미드 영상을 생성하며, 상기 그래픽 가속기가 상기 복수의 피라미드 영상 각각에 대하여 가우시안 커널을 적용하여 각각의 서브 이미지들의 차영상을 계산하고, 상기 그래픽 가속기가 상기 서브 이미지들의 차 영상에서 이미지 키를 추출하고, 상기 이미지 키의 안정성을 검증하여 특징점을 추출하며, 중앙 연산 처리 장치가 상기 특징점을 사용하여 특징점을 가진 오브젝트인 랜드마크를 식별하는 특징점 추출부; 및 상기 카메라가 장착된 로봇과 상기 랜드마크의 위치를 추정하여 상기 카메라가 장착된 로봇의 위치를 인식하고 지도를 작성하는 지도 작성부를 포함한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

다중 프로세서의 파이프 라인 구조를 가진 그래픽 가속기(GPU: Graphics Processing Unit)를 포함하고,
 상기 그래픽 가속기가 카메라에서 입력된 입력 영상의 스케일을 변환하여 복수의 피라미드 영상을 생성하며,
 상기 그래픽 가속기가 상기 복수의 피라미드 영상 각각에 대하여 가우시안 커널을 적용하여 각각의 서브 이미지들의 차영상을 계산하고,
 상기 그래픽 가속기가 상기 서브 이미지들의 차 영상에서 이미지 키를 추출하고, 상기 이미지 키의 안정성을 검증하여 특징점을 추출하며,
 중앙 연산 처리 장치가 상기 특징점을 사용하여 특징점을 가진 오브젝트인 랜드마크를 식별하는 특징점 추출부; 및
 상기 카메라가 장착된 로봇과 상기 랜드마크의 위치를 추정하여 상기 카메라가 장착된 로봇의 위치를 인식하고 지도를 작성하는 지도 작성부를 포함하는 그래픽 가속기 기반 고속 SLAM 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 특징점 추출부의 중앙 연산 처리 장치는,
 상기 카메라에서 입력된 입력 영상을 텍스처 메모리 형태로 변환한 다음에 상기 그래픽 가속기의 메모리에 저장하고,
 상기 그래픽 가속기는 상기 그래픽 가속기의 메모리에 저장된 입력 영상의 스케일을 변환하여 복수의 피라미드 영상을 생성하는 것을 특징으로 하는 그래픽 가속기 기반 고속 SLAM 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 지도 작성부는,
 상기 그래픽 가속기를 포함하고,
 상기 특징점 추출부가 식별한 랜드마크의 개수에 따라 표본 추출 포인트인 시그마 포인트들의 개수를 설정하며,
 상기 그래픽 가속기가 상기 시그마 포인트들의 개수에 따라 복수의 스레드를 생성하고,
 상기 복수의 스레드가 특징점 정보를 기초로 각기 다른 복수의 시그마 포인트를 생성하며,
 상기 복수의 스레드가 각각의 시그마 포인트에 비선형 방정식을 적용하며,
 상기 복수의 스레드가 각각의 시그마 포인트에 비선형 방정식을 적용한 값의 기대 값과 분산을 계산하여 상기 카메라가 장착된 로봇과 상기 랜드마크의 위치를 추정하는 것을 특징으로 하는 그래픽 가속기 기반 고속 SLAM 시스템.

청구항 4

다중 프로세서의 파이프 라인 구조를 가진 그래픽 가속기(Graphics Processing Unit)가 카메라에서 입력된 입력 영상의 스케일을 변환하여 복수의 피라미드 영상을 생성하는 단계;
 상기 그래픽 가속기가 상기 복수의 피라미드 영상 각각에 대하여 가우시안 커널을 적용하여 각각의 서브 이미지들의 차영상을 계산하는 단계;
 상기 그래픽 가속기가 상기 서브 이미지들의 차 영상에서 이미지 키를 추출하는 단계;

상기 그래픽 가속기가 상기 이미지 키의 안정성을 검증하여 특징점을 추출하는 단계; 및,
중앙 연산 처리 장치가 상기 특징점을 사용하여 특징점을 가진 오브젝트인 랜드마크를 식별하는 단계
를 포함하는 SIFT 알고리즘 실행 방법.

청구항 5

특징점 추출부가 식별한 랜드마크의 개수에 따라 표본 추출 포인트인 시그마 포인트들의 개수를 설정하는 단계;
다중 프로세서의 파이프 라인 구조를 가진 그래픽 가속기(GPU: Graphics Processing Unit)가 상기 시그마 포인트들의 개수에 따라 복수의 스레드를 생성하는 단계;
상기 복수의 스레드가 특징점 정보를 기초로 각기 다른 복수의 시그마 포인트를 생성하는 단계;
상기 복수의 스레드가 각각의 시그마 포인트에 비선형 방정식을 적용하는 단계;
상기 복수의 스레드가 각각의 시그마 포인트에 비선형 방정식을 적용한 값의 기대 값과 분산을 계산하여 카메라가 장착된 로봇과 랜드마크의 위치를 추정하는 단계
를 포함하는 그래픽 가속기 기반 고속 SLAM 알고리즘 실행 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명의 일실시예들은 그래픽 가속기를 사용하여 SIFT 알고리즘과 UKF SLAM 알고리즘의 처리 속도를 증가시킨 고속 SLAM 방법 및 시스템에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 하드웨어의 발전과 더불어 서비스 로봇에 대한 수요와 기대가 증가하고 있다.

[0003] 이러한 서비스 로봇들이 이동 중에 자신의 위치를 인식할 수 있는 방법으로는 초음파 센서, 레이저 스캐너, 관성 센서, 영상 센서를 사용하는 방법이 있다.

[0004] 이 중 영상 센서는 높은 반도체 집적도와 가격 경쟁력 측면에서 타 센서보다 우위에 있으며 정보 취득량이 가장 많은 센서이다.

[0005] 그러나 영상센서를 이용하여 특징을 추출하고, 추출된 정보를 바탕으로 위치인식 알고리즘을 수행하는 과정은 연산량에 대한 부담이 매우 크기 때문에 실시간성이 보장되지 않는 실정이다.

[0006] 또한, 로봇이 자신의 위치를 확인하기 위하여 생성하는 지도를 구역별로 분할하여 생성함으로써 지도 생성에 필요한 정보의 계산량을 감소시켜 속도를 향상하는 방법이 있으나, 이 경우에는 분할된 지도간의 연속성을 보장하기 어렵다는 문제점이 있었다.

[0007] 따라서, 영상 센서에서 수집되는 이미지로부터 특징을 추출하는 알고리즘과, 추출된 정보를 바탕으로 위치인식 알고리즘을 빠르게 수행할 수 있는 방법이나 시스템이 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 일실시예들은 그래픽 가속기를 사용하여 SIFT 알고리즘에서 영상 피라미드 생성과정과 서브 이미지의 차영상을 생성하는 과정을 각 스케일의 피라미드 영상 별로 병렬 실행함으로써 SIFT 알고리즘의 처리 속도를 향상시킬 수 있는 그래픽 가속기 기반 고속 SLAM 시스템 및 방법을 제공한다.

[0009] 또한, 본 발명의 일실시예들은 그래픽 가속기를 사용하여 UKF SLAM 알고리즘에서 시그마 포인트 개수에 따른 복수의 스레드를 생성하고, 복수의 스레드가 각기 하나씩의 시그마 포인트를 생성하고, 비선형 방정식을 적용하며, 기대 값과 분산을 계산함으로써 UKF SLAM 알고리즘의 처리 속도를 향상시킬 수 있는 그래픽 가속기 기반 고속 SLAM 시스템 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일실시예에 따른 그래픽 가속기 기반 고속 SLAM 시스템은 다중 프로세서의 파이프 라인 구조를 가진 그래픽 가속기(GPU: Graphics Processing Unit)를 포함하고, 상기 그래픽 가속기가 카메라에서 입력된 입력 영상의 스케일을 변환하여 복수의 피라미드 영상을 생성하며, 상기 그래픽 가속기가 상기 복수의 피라미드 영상 각각에 대하여 가우시안 커널을 적용하여 각각의 서브 이미지들의 차영상을 계산하고, 상기 그래픽 가속기가 상기 서브 이미지들의 차 영상에서 이미지 키를 추출하고, 상기 이미지 키의 안정성을 검증하여 특징점을 추출하며, 중앙 연산 처리 장치가 상기 특징점을 사용하여 특징점을 가진 오브젝트인 랜드마크를 식별하는 특징점 추출부; 및 상기 카메라가 장착된 로봇과 상기 랜드마크의 위치를 추정하여 상기 카메라가 장착된 로봇의 위치를 인식하고 지도를 작성하는 지도 작성부를 포함한다.

[0011] 본 발명의 일실시예에 따른 지도 작성부는, 상기 그래픽 가속기를 포함하고, 상기 특징점 추출부가 식별한 랜드마크의 개수에 따라 표본 추출 포인트인 시그마 포인트들의 개수를 설정하며, 상기 그래픽 가속기가 상기 시그마 포인트들의 개수에 따라 복수의 스톱드를 생성하고, 상기 복수의 스톱드가 특징점 정보를 기초로 각기 다른 복수의 시그마 포인트를 생성하며, 상기 복수의 스톱드가 각각의 시그마 포인트에 비선형 방정식을 적용하며, 상기 복수의 스톱드가 각각의 시그마 포인트에 비선형 방정식을 적용한 값의 기대 값과 분산을 계산하여 상기 카메라가 장착된 로봇과 상기 랜드마크의 위치를 추정할 수 있다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 일실시예들은 그래픽 가속기를 사용하여 SIFT 알고리즘에서 영상 피라미드 생성과정과 서브 이미지의 차영상을 생성하는 과정을 각 스케일의 피라미드 영상 별로 병렬 실행함으로써 SIFT 알고리즘의 처리 속도를 향상시킬 수 있다.

[0013] 또한, 본 발명의 일실시예들은 그래픽 가속기를 사용하여 UKF SLAM 알고리즘에서 시그마 포인트 개수에 따른 복수의 스톱드를 생성하고, 복수의 스톱드가 각기 하나씩의 시그마 포인트를 생성하고, 비선형 방정식을 적용하며, 기대 값과 분산을 계산함으로써 UKF SLAM 알고리즘의 처리 속도를 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 그래픽 가속기 기반 고속 SLAM 시스템의 개괄적인 모습을 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 특징점 추출부의 상세 구성도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 지도 작성부의 상세 구성도이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 SIFT 알고리즘에 대한 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 SLAM 알고리즘에 대한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하 첨부 도면들 및 첨부 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.

[0016] 본 발명의 일실시예에 따른 그래픽 가속기 기반 고속 SLAM 시스템은 다중 프로세서의 파이프 라인 구조를 가진 그래픽 가속기(GPU: Graphics Processing Unit)를 사용하여 SIFT 알고리즘과 UKF SLAM 알고리즘을 병렬로 실행함으로써, SIFT 알고리즘과 UKF SLAM 알고리즘의 처리 속도를 향상시킬 수 있다.

[0017] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 그래픽 가속기 기반 고속 SLAM 시스템의 개괄적인 모습을 도시한 도면이다.

[0018] 본 발명의 일실시예에 따른 그래픽 가속기 기반 고속 SLAM 시스템은 도 1에 도시된 바와 같이 특징점 추출부(120)와 지도 작성부(130)로 구성될 수 있다.

[0019] 특징점 추출부(110)는 CPU(210)와 GPU(220)를 포함하며, SIFT(Scale Invariant Feature Transform) 알고리즘을 실행하여 카메라(110)에서 입력된 영상에서 특징점을 추출한다. 이때, 특징점은 영상의 국소적인 명암 정보를 사용하여 돌출되어 보이거나 두드러지게 보이는 지점들을 추출한 점들이다. 이때, 특징점은 조명, 크기, 시점

의 변화나 평행이동한 경우에도 변하지 않는 특성을 가지고 있으며 노이즈에도 민감하지 않은 지점일 수 있다.

- [0020] 구체적으로 먼저, 특징점 추출부(110)의 CPU(210)는 도 2에 도시된 바와 같이 카메라(110)에서 입력된 영상을 RAM 메모리에 임시로 저장하고, 상기 영상의 해상도와 동일한 크기를 갖는 프레임 버퍼를 생성한다. 이때, CPU(210)는 각각의 화소가 픽셀 셰이더에서 처리될 수 있도록 화면 전체 크기의 사각형을 생성할 수 있다.
- [0021] 다음으로 CPU(210)는 RAM 메모리 상에 저장된 영상을 텍스처 메모리 형태(221)로 변환하여 GPU 메모리에 저장할 수 있다.
- [0022] 그 다음으로 GPU(220)의 픽셀 셰이더는 SIFT 알고리즘을 실행하여 특징점을 추출할 수 있다. 이때, SIFT 알고리즘은 NVIDIA에서 개발된 셰이딩 언어인 cg(C for Graphics)를 통해서 구현될 수 있다.
- [0023] 이때, GPU(220)의 픽셀 셰이더는 추출한 특징점(226)의 정보인 특징점 정보(227)를 GPU 메모리에 저장할 수 있다.
- [0024] 마지막으로 CPU(210)는 기 저장된 특징점(212)과 GPU 메모리에 저장된 특징점의 정보(227)를 비교하여 특징점을 가진 오브젝트(213)인 랜드마크를 식별할 수 있다.
- [0025] 이하에서 GPU(220)의 픽셀 셰이더의 특징점 추출 과정을 상세히 설명한다.
- [0026] 먼저, GPU(220)의 픽셀 셰이더는 GPU 메모리에 저장된 텍스처 메모리 형태의 입력 영상(221)의 스케일을 변환하여 복수의 피라미드 영상(Image Pyramids) (222)을 생성할 수 있다.
- [0027] 이때, GPU(220)의 픽셀 셰이더는 생성한 피라미드 영상(222)을 GPU 메모리에 저장하며, GPU 메모리에 저장된 이미지 피라미드 영상(223)들은 도 2에 도시된 바와 같이 각기 다른 n 종류의 스케일로 변환된 영상일 수 있다.
- [0028] 그 다음에, GPU(220)의 픽셀 셰이더는 GPU 메모리에 저장된 각각의 피라미드 영상(223)에 대하여 가우시안 커널(224)을 적용하여 각각의 서브 이미지들의 차영상(DoG(Differential of Gaussian))(225)을 생성할 수 있다.
- [0029] 이때, GPU(220)의 픽셀 셰이더는 다중 프로세서의 파이프 라인 구조를 사용하여 GPU 메모리에 저장된 n개의 피라미드 영상(223)에 가우시안 커널(224)을 동시 적용함으로써 1회의 연산으로 n개의 DoG(225)를 생성하여 GPU 메모리에 저장할 수 있다.
- [0030] 마지막으로, GPU(220)의 픽셀 셰이더는 GPU 메모리에 저장된 서브 이미지들의 차영상(225)에서 이미지 키를 추출하고, 추출한 이미지 키의 안정성을 검증하여 특징점(226)을 추출할 수 있다.
- [0031] 지도 작성부(130)는 GPU를 포함하며, UKF(Unscented Kalman Filter) SLAM(Simultaneous Localization and Mapping) 알고리즘을 실행하여 카메라(110)가 장착된 로봇의 현재 위치를 인식하고 로봇 주변의 지도를 작성한다.
- [0032] 이때, 지도 작성부(130)는 특징점 추출부(120)가 식별한 랜드마크에서 카메라(110)가 장착된 로봇과 랜드마크의 위치 정보가 포함된 상태 벡터를 추정하여 카메라(110)가 장착된 로봇의 위치를 인식하고 지도를 작성할 수 있다. 이때, 지도 작성부(130)가 추정하는 상태 벡터의 개수는 특징점 추출부(110)가 식별한 랜드마크의 개수가 증가함에 따라 함께 증가하는 개수다.
- [0033] 구체적으로 먼저, 지도 작성부(130)는 특징점 추출부(120)가 식별한 랜드마크의 개수에 따라 표본 추출 포인트인 시그마 포인트들의 개수를 설정하고, 지도 작성부(130)의 GPU가 도 3에 도시된 바와 같이 시그마 포인트들의 개수에 따라 복수의 스레드(310,320,330)를 생성할 수 있다.
- [0034] 이때, 특징점 추출부(110)가 식별한 랜드마크의 개수에 따른 상태벡터의 개수가 n개인 경우에 지도 작성부(130)가 설정하는 시그마 포인트들의 개수는 2n개일 수 있다. 이때, 지도 작성부(130)의 GPU는 시그마 포인트를 생성하기 위한 2n개의 스레드(310)와, 비선형 방정식을 적용하기 위한 2n개의 스레드(320), 및 기대 값과 분산을 계산하기 위한 2n개의 스레드(330)를 생성할 수 있다.
- [0035] 다음으로 복수의 스레드(310)는 특징점 정보를 기초로 각기 다른 복수의 시그마 포인트를 생성하여 GPU에 포함된 메모리인 글로벌(Global) 메모리(340)에 저장할 수 있다. 이때, 각각의 스레드(310)은 1개씩의 시그마 포인트를 생성할 수 있다.
- [0036] 그 다음으로 복수의 스레드(320)는 글로벌 메모리(340)에 저장된 각각의 시그마 포인트에 비선형 방정식을 적용하고, 각각의 시그마 포인트에 비선형 방정식을 적용한 값을 글로벌(Global) 메모리(340)에 저장할 수 있다.

이때, 각각의 스레드(320)은 각기 다른 시그마 포인트에 비선형 방정식을 적용할 수 있다.

- [0037] 그 다음에 복수의 스레드(330)가 각각의 시그마 포인트에 비선형 방정식을 적용한 값의 기대 값과 분산을 계산하여 글로벌 메모리(340)에 저장할 수 있다.
- [0038] 마지막으로, 지도 작성부(130)는 기대 값과 분산을 사용하여 카메라(110)가 장착된 로봇과 랜드마크의 위치를 추정할 수 있다.
- [0039] 지도 작성부(130)는 시그마 포인트의 개수와 동일한 개수의 스레드를 사용하여 동시에 복수의 시그마 포인트를 생성하고, 각각의 시그마 포인트에 비선형 방정식을 적용하며, 비선형 방정식을 적용한 값의 기대 값과 분산을 계산함으로써, 상태 벡터의 개수 증가에 따라 기대 값과 분산을 계산하는데 걸리는 시간이 증가하는 것을 방지할 수 있다.
- [0040] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 SIFT 알고리즘에 대한 흐름도이다.
- [0041] 단계(S410)에서 CPU(210)는 카메라(110)에서 입력된 영상을 RAM 메모리에 임시로 저장하고, 상기 영상의 해상도와 동일한 크기를 갖는 프레임 버퍼를 생성한다. 이때, CPU(210)는 RAM 메모리 상에 저장된 영상을 텍스처 메모리 형태(221)로 변환하여 GPU 메모리에 저장할 수 있다.
- [0042] 단계(S420)에서 GPU(220)의 픽셀 셰이더는 단계(S410)에서 GPU 메모리에 저장된 텍스처 메모리 형태의 입력 영상(221)의 스케일을 변환하여 복수의 피라미드 영상(222)을 생성할 수 있다. 이때, GPU(220)의 픽셀 셰이더는 생성한 피라미드 영상(222)을 GPU 메모리에 저장할 수 있다.
- [0043] 단계(S430)에서 GPU(220)의 픽셀 셰이더는 단계(S420)에서 GPU 메모리에 저장된 각각의 피라미드 영상(223)에 대하여 가우시안 커널(224)을 적용하여 각각의 서브 이미지들의 차영상(DoG(Differential of Gaussian))(225)을 생성할 수 있다.
- [0044] 이때, GPU(220)의 픽셀 셰이더는 GPU 메모리에 저장된 n개의 피라미드 영상(223)에 가우시안 커널(224)을 동시 적용하여 1회의 연산으로 n개의 DoG(225)를 생성하고, GPU 메모리에 저장할 수 있다.
- [0045] 단계(S440)에서 GPU(220)의 픽셀 셰이더는 단계(S430)에서 GPU 메모리에 저장된 서브 이미지들의 차영상(225)에서 이미지 키를 추출하고, 추출한 이미지 키의 안정성을 검증하여 특징점(226)을 추출할 수 있다. 이때, GPU(220)의 픽셀 셰이더는 추출한 특징점(226)의 정보인 특징점 정보(227)를 GPU 메모리에 저장할 수 있다.
- [0046] 단계(S450)에서 CPU(210)는 기 저장된 특징점(212)과 단계(S440)에서 GPU 메모리에 저장된 특징점의 정보(227)를 비교하여 특징점을 가진 오브젝트(213)인 랜드마크를 식별할 수 있다.
- [0047] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 SLAM 알고리즘에 대한 흐름도이다.
- [0048] 단계(S510)에서 지도 작성부(130)의 복수의 스레드(310)는 특징점 정보를 기초로 각기 다른 복수의 시그마 포인트를 생성하여 글로벌(Global) 메모리(340)에 저장할 수 있다. 이때, 각각의 스레드(310)은 1개씩의 시그마 포인트를 생성할 수 있다. 또한, 상기 복수의 스레드(310)는 지도 작성부(130)가 시그마 포인트들의 개수에 따라 생성한 스레드일 수 있다.
- [0049] 단계(S520)에서 지도 작성부(130)의 복수의 스레드(320)는 단계(S510)에서 저장된 각각의 시그마 포인트에 비선형 방정식을 적용하고, 각각의 시그마 포인트에 비선형 방정식을 적용한 값을 글로벌(Global) 메모리(340)에 저장할 수 있다. 이때, 각각의 스레드(320)은 각기 다른 시그마 포인트에 비선형 방정식을 적용할 수 있다.
- [0050] 단계(S530)에서 지도 작성부(130)의 복수의 스레드(330)는 단계(S520)에서 저장된 값의 기대 값과 분산을 계산하여 글로벌 메모리(340)에 저장할 수 있다.
- [0051] 단계(S540)에서 지도 작성부(130)는 단계(S530)에서 저장된 기대 값과 분산을 사용하여 카메라(110)가 장착된 로봇과 랜드마크의 위치를 추정할 수 있다.
- [0052] 단계(S550)에서 지도 작성부(130)는 단계(S540)에서 추정한 로봇과 랜드마크의 위치를 사용하여 로봇의 현재 위치를 인식하고, 로봇 주변의 지도를 작성할 수 있다.
- [0053] 이와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 그래픽 가속기 기반 고속 SLAM 방법은 그래픽 가속기를 사용하여 SIFT 알고리즘에서 영상 피라미드 생성과정과 서브 이미지의 차영상을 생성하는 과정을 각 스케일의 피라미드 영상 별로 병렬 실행함으로써 SIFT 알고리즘의 처리 속도를 향상시킬 수 있다.

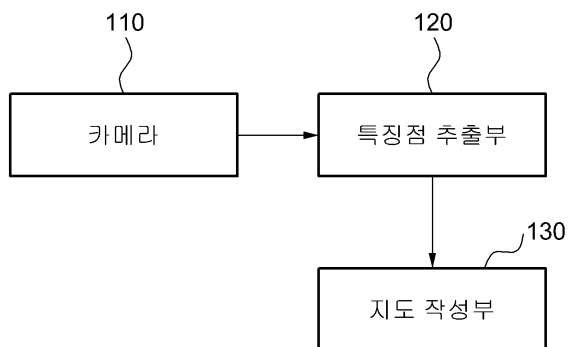
- [0054] 또한, 그래픽 가속기를 사용하여 UKF SLAM 알고리즘에서 시그마 포인트 개수에 따른 복수의 스레드를 생성하고, 복수의 스레드가 각기 하나씩의 시그마 포인트를 생성하고, 비선형 방정식을 적용하며, 기대 값과 분산을 계산함으로써 UKF SLAM 알고리즘의 처리 속도를 향상시킬 수 있다.
- [0055] 그리고, UKF SLAM 알고리즘의 처리 속도를 향상시킴으로써 지도를 구역별로 분할하지 않고 전체 지도를 작성하여도 종래의 CPU만을 사용하여 구역별로 분할한 경우와 비슷한 시간이 소요되므로 전체 지도를 작성하여 사용할 수 있다.
- [0056] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0057] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

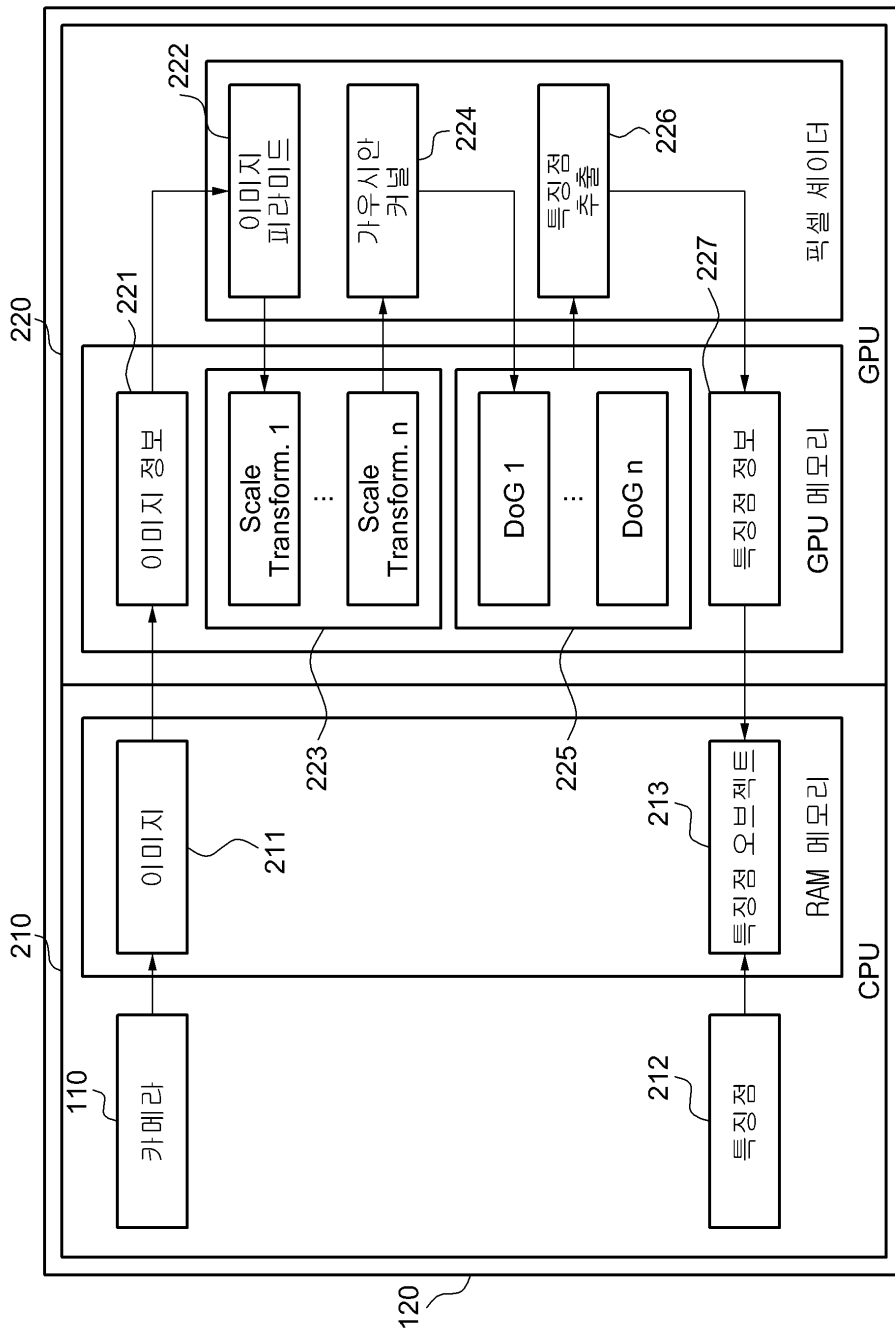
- [0058] 110: 카메라
120: 특징점 추출부
130: 지도 작성부

도면

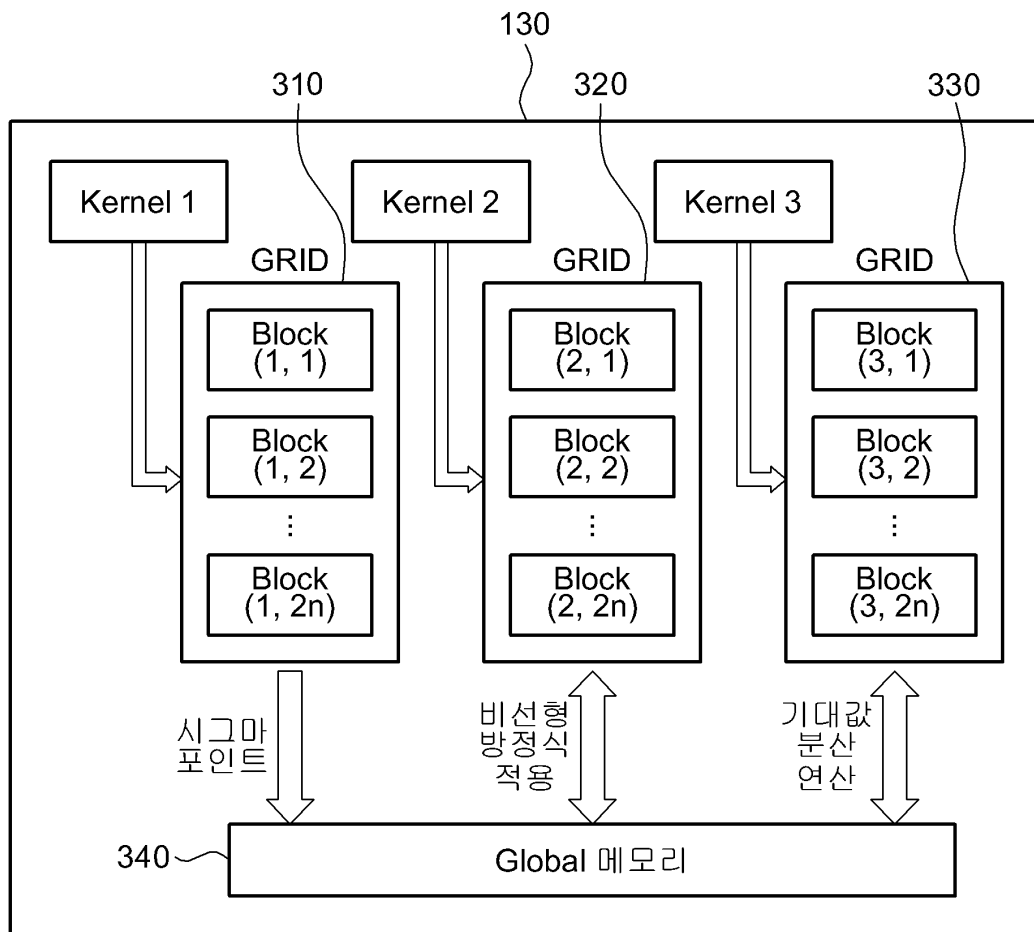
도면1



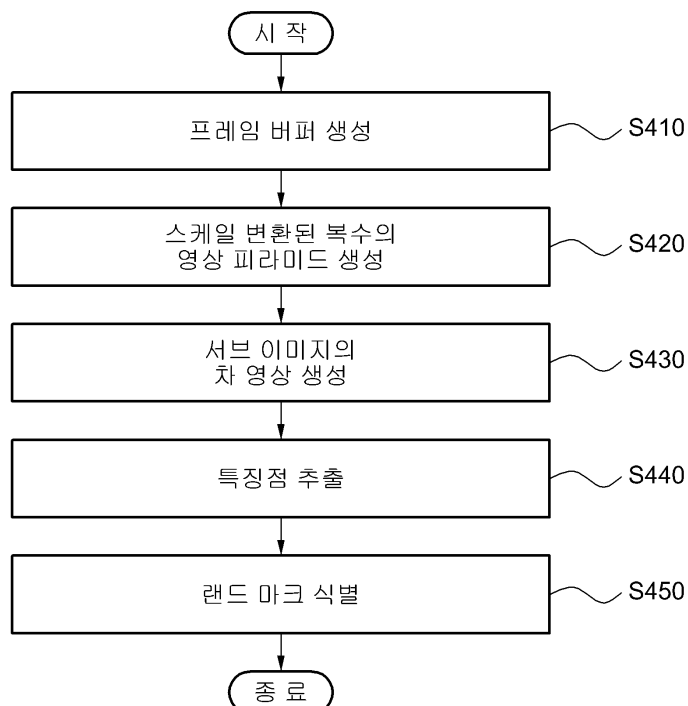
도면2



도면3



도면4



도면5

