



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년01월15일
 (11) 등록번호 10-1482448
 (24) 등록일자 2015년01월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06T 7/40 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0131953

(22) 출원일자 2013년11월01일

심사청구일자 2013년11월01일

(56) 선행기술조사문헌

Z.-H. Chen, et al., "Resource-efficient FPGA architecture and implementation of hough transform," IEEE Tr. VLSI Systems, vol.20, no.8, pp.1419-1428, Aug. 2012.*

JP2013186655 A

KR1020110001427 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

기술이전 희망 : 기술양도

(73) 특허권자

경북대학교 산학협력단

대구광역시 북구 대학로 80 (산격동, 경북대학교)

(72) 발명자

문병인

대구광역시 서구 고성로 99-39, 305호 (원대동3가, 한양빌)

이정록

대구광역시 북구 동변로 55, 809동 1201호 (동변동, 주공그린빌아파트)

(74) 대리인

김종선, 이형석

전체 청구항 수 : 총 8 항

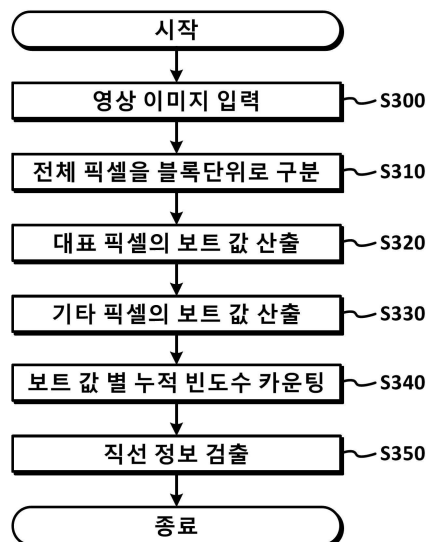
심사관 : 이주미

(54) 발명의 명칭 **허프 변환을 통한 직선 정보 검출 방법 및 장치**

(57) 요약

본 발명은 허프 변환을 통한 직선 정보 검출 방법 및 장치에 관한 것으로, 허프 변환에 따른 보팅 연산을 일부 픽셀에 대하여만 수행하고, 기타 픽셀에 대한 보트 값은 인접한 픽셀의 보트 값을 이용하여 산출함으로써 보팅 연산 과정의 오버헤드를 줄일 뿐 아니라 시간당 처리량을 높일 수 있는 직선 정보 검출 방법 및 장치에 관한 것이다.

대표도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415128852

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신산업진흥원

연구사업명 정보통신기술인력양성

연구과제명 스마트 자동차를 위한 AUTOSAR 기반 차량 내외부 통신 플랫폼 및 응용 기술

기여율 1/1

주관기관 경북대학교 산학협력단

연구기간 2013.01.01 ~ 2013.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

- (A) 외곽선이 추출된 영상 이미지를 입력하는 단계;
- (B) 상기 영상 이미지의 픽셀을 일정 개수의 픽셀을 포함하는 블록 단위로 구분하는 단계;
- (C) 상기 구분된 블록 별로 대표 픽셀의 보트 값을 산출하는 단계;
- (D) 각 블록별 대표 픽셀에 대한 보트 값을 이용하여 각 블록별 기타 픽셀에 대한 보트 값을 산출하는 단계;
- (E) 상기 (C) 및 (D) 단계를 통해 산출된 보트 값을 이용하여 보트 값 별 누적 빈도수를 카운팅하는 단계; 및
- (F) 상기 누적 빈도수 중 임계값 이상에 해당되는 정보를 직선 정보로 검출하는 단계;를 포함하고,

상기 (B) 단계는,

허프 변환 각도(θ) 값에 따라 가로 방향 또는 세로 방향의 N개의 픽셀을 하나의 블록 단위로 구분하고,

상기 (C) 단계에 있어,

각 블록별 대표 픽셀에 대한 보트 값은 인접한 블록별 대표 픽셀에 대한 보트 값에 일정 값을 가산하여 산출하고,

상기 허프 변환 각도(θ) 값이 $0 < \theta < \pi/4$, $3\pi/4 < \theta < \pi$ 인 경우, 상기 대표 픽셀로부터 가로 방향으로 인접한 대표 픽셀에 있어 상기 일정 값은 N, 세로 방향으로 인접한 대표 픽셀에 있어 상기 일정 값은 $\tan \theta$ 이고,

상기 허프 변환 각도(θ) 값이 $\pi/4 < \theta < 3\pi/4$ 인 경우, 상기 대표 픽셀로부터 가로 방향으로 인접한 대표 픽셀에 있어 상기 일정 값은 $\cot \theta$, 세로 방향으로 인접한 대표 픽셀의 경우 상기 일정 값은 N인 것을 특징으로 하는 직선 정보 검출 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 (B) 단계는,

상기 허프 변환 각도(θ) 값이 $0 < \theta < \pi/4$, $3\pi/4 < \theta < \pi$ 인 경우에는 가로 방향의 N개의 픽셀을 하나의 블록 단위로 구분하고,

상기 허프 변환 각도(θ) 값이 $\pi/4 < \theta < 3\pi/4$ 인 경우에는 세로 방향의 N 개의 픽셀을 하나의 블록 단위로 구분하는 것을 특징으로 하는 직선 정보 검출 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 (D) 단계에 있어,

각 블록별 기타 픽셀에 대한 보트 값은 각 블록별 대표 픽셀에 대한 보트 값에 일정 정수 값을 가산하여 산출하는 것을 특징으로 하는 직선 정보 검출 방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 대표 픽셀로부터 기타 픽셀까지의 거리가 M 픽셀 거리인 경우,

상기 일정 값은 M인 것을 특징으로 하는 직선 정보 검출 방법.

청구항 8

입력되는 영상 이미지으로부터 외곽선 정보를 추출하는 외곽선 추출부;

상기 외곽선 추출부로부터 전달되는 영상 이미지의 픽셀을 일정 개수의 픽셀을 포함하는 블록 단위로 구분하는 픽셀 블록 구성부;

상기 픽셀 블록 구성부에 의해 구분된 블록별로 대표 픽셀의 보트 값을 산출하고, 각 블록별 대표 픽셀에 대한 보트 값을 이용하여 각 블록별 기타 픽셀에 대한 보트 값을 산출하는 보트값 산출부;

상기 보트값 산출부를 통해 산출된 보트 값을 이용하여 보트 값 별 누적 빈도수를 산출하고, 상기 누적 빈도수 중 임계값 이상에 해당되는 정보를 직선 정보로 검출하는 직선 정보 검출부; 및

상기 픽셀 블록 구성부에 의해 구분되는 블록을 허프 변환 각도(θ) 값에 따라 가로 방향 또는 세로 방향의 N개의 픽셀 블록으로 제어하는 제어부;

상기 보트값 산출부는,

각 블록별 대표 픽셀에 대한 보트 값을 인접한 블록별 대표 픽셀에 대한 보트 값에 일정 값을 가산하여 산출하고,

상기 허프 변환 각도(θ) 값이 $0 < \theta < \pi/4$, $3\pi/4 < \theta < \pi$ 인 경우, 상기 대표 픽셀로부터 가로 방향으로 인접한 대표 픽셀에 있어 상기 일정 값은 N, 세로 방향으로 인접한 대표 픽셀에 있어 상기 일정 값은 $\tan \theta$ 이고,

상기 허프 변환 각도(θ) 값이 $\pi/4 < \theta < 3\pi/4$ 인 경우, 상기 대표 픽셀로부터 가로 방향으로 인접한 대표 픽셀에 있어 상기 일정 값은 $\cot \theta$, 세로 방향으로 인접한 대표 픽셀의 경우 상기 일정 값은 N인 것을 특징으로 하는 직선 정보 검출 장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

제 8항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 허프 변환 각도(θ) 값이 $0 < \theta < \pi/4$, $3\pi/4 < \theta < \pi$ 인 경우에는 상기 픽셀 블록 구성부로 하여금 가로 방향의 N개의 픽셀을 하나의 블록 단위로 구분하게끔 하고,

상기 허프 변환 각도(θ) 값이 $\pi/4 < \theta < 3\pi/4$ 인 경우에는 상기 픽셀 블록 구성부로 하여금 세로 방향의 N

개의 픽셀을 하나의 블록 단위로 구분하게끔 하는 것을 특징으로 하는 직선 정보 검출 장치.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

제 8항에 있어서,

상기 보트값 산출부는,

각 블록별 기타 픽셀에 대한 보트 값을 각 블록별 대표 픽셀에 대한 보트 값에 일정 값을 가산하여 산출하는 것을 특징으로 하는 직선 정보 검출 장치.

청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 보트값 산출부는,

상기 대표 픽셀로부터 기타 픽셀까지의 거리가 M 픽셀 거리인 경우,

상기 일정 값으로 M을 적용하는 것을 특징으로 하는 직선 정보 검출 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 허프 변환을 통한 직선 정보 검출 방법 및 장치에 관한 것으로, 허프 변환에 따른 보팅 연산을 일부 픽셀에 대하여만 수행하고, 기타 픽셀에 대한 보트 값은 인접한 픽셀의 보트 값을 이용하여 산출함으로써 보팅 연산 과정의 오버헤드를 줄일 뿐 아니라 시간당 처리량을 높일 수 있는 직선 정보 검출 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 도 1은 종래 허프 변환 기법에 따라 영상의 (x,y) 좌표 공간에 존재하는 각 픽셀들을 (r, θ) 좌표 공간으로 사상하는 과정을 나타낸 도면이다.

[0003] 도 1에 도시된 바와 같이, 영상의 (x,y) 좌표 공간에 존재하는 각 픽셀들을 허프 공간이라 일컫는 (r, θ) 좌표 공간으로 사상(mapping)하고, 임계값 이상의 빈도수를 가지는 교차점의 (r, θ)들을 직선 정보로 검출한다.

[0004] 구체적으로, 도 1과 같이 영상의 (x,y) 좌표 공간에 존재하는 각 픽셀들은 (r, θ) 좌표 공간에 곡선으로 사상되며, (x,y) 좌표 공간에서 같은 직선상에 존재하는 픽셀들의 경우 (r, θ) 좌표 공간에서 교점을 가지게 된다. 따라서 도 1과 같은 허프 변환을 통해 특정 (r, θ) 좌표 공간에 누적된 빈도수를 같은 직선상에 존재하는 픽셀의 수로 볼 수 있으며, 임계값 이상의 빈도수를 가지는 교차점의 (r, θ) 값들을 직선 성분으로 정의할 수 있다. 이때, 아래의 수학적 식 1을 통해 연산되는 (r, θ) 값을 보트(vote)라 정의하고, 연산된 보트들의 빈도수를 (r, θ) 좌표 공간에서 2차원 배열에 누적시키는 과정을 보팅(voting)이라 정의한다.

수학식 1

$$x \cdot \cos\theta + y \cdot \sin\theta = r$$

[0005]

[0006]

보팅 과정은 2차원 배열의 θ 를 표본화하고 그에 따른 보트를 구하는 과정을 거친다. 이때, 보팅 과정은 θ 를 표본화한 해상도에 따라 $\Delta\theta$ 단위마다 해당 보트를 연산하여 총 $\theta/\Delta\theta = n$ 만큼 반복 수행하게 된다. 즉, 직선 성분 검출을 위한 입력 픽셀의 개수를 총 K 라고 할 때 허프 변환의 보팅 과정을 수행하기 위한 시간 복잡도는 $O(Kn)$ 로 표현된다. 이때, $O(Kn)$ 의 높은 시간 복잡도를 가지는 상기 수학식 1의 오버헤드는 시스템 성능 저하에 큰 영향을 미치게 되며, 허프 변환에서는 실시간 성능 만족을 위해서 수학식 1의 오버헤드를 줄이는 연구가 필요하였다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007]

(특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제 10-0975230호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008]

본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 보팅 연산 과정의 오버헤드를 줄이고 보트 연산 장치의 재사용성을 높임으로써 자원 사용량을 최적화하고, 픽셀들의 보트 값을 병렬적으로 연산하고 저장함으로써 시간당 처리량을 높일 수 있는 직선 정보 검출 장치 및 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0009]

본 발명의 일 측면에 따른 직선 정보 검출 방법은 (A) 외곽선이 추출된 영상 이미지를 입력하는 단계; (B) 상기 영상 이미지의 픽셀을 일정 개수의 픽셀을 포함하는 블록 단위로 구분하는 단계; (C) 상기 구분된 블록 별로 대표 픽셀의 보트 값을 산출하는 단계; (D) 각 블록별 대표 픽셀에 대한 보트 값을 이용하여 각 블록별 기타 픽셀에 대한 보트 값을 산출하는 단계; (E) 상기 (C) 및 (D) 단계를 통해 산출된 보트 값을 이용하여 보트 값 별 누적 빈도수를 카운팅하는 단계; 및 (F) 상기 누적 빈도수 중 임계값 이상에 해당되는 정보를 직선 정보로 검출하는 단계;를 포함한다.

[0010]

이때, 상기 (B) 단계는, 허프 변환 각도(θ) 값에 따라 가로 방향 또는 세로 방향의 N 개의 픽셀을 하나의 블록 단위로 구분할 수 있다.

[0011]

바람직하게는, 상기 (B) 단계는, 상기 허프 변환 각도(θ) 값이 $0 < \theta < \pi/4$, $3\pi/4 < \theta < \pi$ 인 경우에는 가로 방향의 N 개의 픽셀을 하나의 블록 단위로 구분하고, 상기 허프 변환 각도(θ) 값이 $\pi/4 < \theta < 3\pi/4$ 인 경우에는 세로 방향의 N 개의 픽셀을 하나의 블록 단위로 구분할 수 있다.

[0012]

또한, 상기 (C) 단계에 있어, 각 블록별 대표 픽셀에 대한 보트 값은 인접한 블록별 대표 픽셀에 대한 보트 값에 일정 값을 가산하여 산출할 수 있다.

[0013]

이때, 상기 허프 변환 각도(θ) 값이 $0 < \theta < \pi/4$, $3\pi/4 < \theta < \pi$ 인 경우, 상기 대표 픽셀로부터 가로 방향으로 인접한 대표 픽셀에 있어 상기 일정 값은 N , 세로 방향으로 인접한 대표 픽셀에 있어 상기 일정 값은 $\tan \theta$ 이고, 상기 허프 변환 각도(θ) 값이 $\pi/4 < \theta < 3\pi/4$ 인 경우, 상기 대표 픽셀로부터 가로 방향으로 인접한 대표 픽셀에 있어 상기 일정 값은 $\cot \theta$, 세로 방향으로 인접한 대표 픽셀의 경우 상기 일정 값은 N 이 적용될 수 있다.

[0014]

또한, 상기 (D) 단계에 있어, 각 블록별 기타 픽셀에 대한 보트 값은 각 블록별 대표 픽셀에 대한 보트 값에 일

정 값을 가산하여 산출할 수 있다.

- [0015] 이때, 상기 대표 픽셀로부터 기타 픽셀까지의 거리가 M 픽셀 거리인 경우, 상기 일정 값은 M이 적용될 수 있다.
- [0016] 본 발명의 다른 측면에 따른 직선 정보 검출 장치는 입력되는 영상 이미지로부터 외곽선 정보를 추출하는 외곽선 추출부; 상기 외곽선 추출부로부터 전달되는 영상 이미지의 픽셀을 일정 개수의 픽셀을 포함하는 블록 단위로 구분하는 픽셀 블록 구성부; 상기 픽셀 블록 구성부에 의해 구분된 블록별로 대표 픽셀의 보트 값을 산출하고, 각 블록별 대표 픽셀에 대한 보트 값을 이용하여 각 블록별 기타 픽셀에 대한 보트 값을 산출하는 보트값 산출부; 및 상기 보트값 산출부를 통해 산출된 보트 값을 이용하여 보트 값 별 누적 빈도수를 산출하고, 상기 누적 빈도수 중 임계값 이상에 해당되는 정보를 직선 정보로 검출하는 직선 정보 검출부;를 포함한다.
- [0017] 이때, 상기 픽셀 블록 구성부에 의해 구분되는 블록을, 허프 변환 각도(θ) 값에 따라 가로 방향 또는 세로 방향의 N개의 픽셀 블록으로 제어하는 제어부;를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 바람직하게는, 상기 제어부는, 상기 허프 변환 각도(θ) 값이 $0 < \theta < \pi/4$, $3\pi/4 < \theta < \pi$ 인 경우에는 상기 픽셀 블록 구성부로 하여금 가로 방향의 N개의 픽셀을 하나의 블록 단위로 구분하게끔 하고, 상기 허프 변환 각도(θ) 값이 $\pi/4 < \theta < 3\pi/4$ 인 경우에는 상기 픽셀 블록 구성부로 하여금 세로 방향의 N 개의 픽셀을 하나의 블록 단위로 구분하게끔 할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 보트값 산출부는, 각 블록별 대표 픽셀에 대한 보트 값을 인접한 블록별 대표 픽셀에 대한 보트 값에 일정 값을 가산하여 산출할 수 있다.
- [0020] 바람직하게는, 상기 허프 변환 각도(θ) 값이 $0 < \theta < \pi/4$, $3\pi/4 < \theta < \pi$ 인 경우, 상기 대표 픽셀로부터 가로 방향으로 인접한 대표 픽셀에 있어 상기 일정 값은 N, 세로 방향으로 인접한 대표 픽셀에 있어 상기 일정 값은 $\tan \theta$ 이고, 상기 허프 변환 각도(θ) 값이 $\pi/4 < \theta < 3\pi/4$ 인 경우, 상기 대표 픽셀로부터 가로 방향으로 인접한 대표 픽셀에 있어 상기 일정 값은 $\cot \theta$, 세로 방향으로 인접한 대표 픽셀의 경우 상기 일정 값은 N이 적용될 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 보트값 산출부는, 각 블록별 기타 픽셀에 대한 보트 값을 각 블록별 대표 픽셀에 대한 보트 값에 일정 값을 가산하여 산출할 수 있다.
- [0022] 이때, 상기 보트값 산출부는, 상기 대표 픽셀로부터 기타 픽셀까지의 거리가 M 픽셀 거리인 경우, 상기 일정 값으로 M을 적용할 수 있다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 직선 정보 검출 장치 및 방법은 영상 이미지의 픽셀 정보를 복수 개의 픽셀을 포함하는 픽셀 블록 단위로 구분하고, 각 픽셀 블록 내 대표 픽셀의 보트 값을 산출하고, 상기 대표 픽셀의 보트 값에 일정 크기의 정수값을 가산하여 기타 픽셀의 보트 값을 산출함으로써 보트 값 연산에 소모되는 오버헤드가 작아지는 효과가 있다.
- [0024] 따라서, 종래에 활용된 소수부 가산 방식이 아닌 정수부 가산 방식을 적용함으로써 필요로 하는 레지스터의 수 또한 감소시킬 수 있다는 효과가 있다.
- [0025] 또한, 상기 대표 픽셀의 보트 값으로부터 정수 가산만을 통해 기타 픽셀들의 보트 값을 즉시 산출할 수 있으므로, 해당 연산을 병렬화 함에 있어 자원사용량을 최적화할 수 있다는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 종래 허프 변환 기법에 따라 영상의 (x,y) 좌표 공간에 존재하는 각 픽셀들을 (r, θ) 좌표 공간으로 사상하는 과정을 나타낸 도면,
 도 2는 인접한 두 픽셀들 및 상관 관계를 나타낸 도면,
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 직선 검출 방법을 나타낸 흐름도, 및

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 직선 정보 검출 장치를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0028] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0029] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0030] 공간적으로 상대적인 용어인 아래(below, beneath, lower), 위(above, upper) 등은 도면에 도시되어 있는 바와 같이 하나의 소자 또는 구성 요소들과 다른 소자 또는 구성 요소들과의 상관 관계를 용이하게 기술하기 위해 사용될 수 있다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시되어 있는 방향에 더하여 사용시 또는 동작시 소자의 서로 다른 방향을 포함하는 용어로 이해되어야 한다. 예를 들면, 도면에 도시되어 있는 소자를 뒤집을 경우, 다른 소자의 아래(below, beneath)로 기술된 소자는 다른 소자의 위(above, upper)에 놓여질 수 있다. 따라서, 예시적인 용어인 아래는 아래와 위의 방향을 모두 포함할 수 있다. 소자는 다른 방향으로도 배향될 수 있고, 이에 따라 공간적으로 상대적인 용어들은 배향에 따라 해석될 수 있다.

[0031] 도 2는 인접한 두 픽셀들 및 상관 관계를 나타낸 도면이다.

[0032] 도 2에 도시된 바와 같이, (x,y) 좌표 공간 상에서 픽셀 A의 좌표를 (x,y)라 할 때, 픽셀 B의 좌표는 (x+dx , y+dy)가 된다. 이때, 픽셀 A가 (r, θ) 좌표 공간으로 사상되는 보트들을 A(x,y)라고 할 때, 픽셀 B가 (r, θ) 좌표 공간으로 사상되는 보트인 B(x+dx, y+dy)는 상기 수학적 1에 의해 아래의 수학적 2와 같이 표현할 수 있다.

수학적 2

$$B(x + dx, y + dy) = A(x, y) + dx \cdot \cos\theta + dy \cdot \sin\theta$$

[0033]

[0034] 또한, 허프 변환을 위한 보팅 연산의 목적은 각 보트들의 단순 크기를 비교하여 빈도수를 측정하는 것이므로 상기 수학적 2의 양변을 cosθ로 나누어도 각 보트의 빈도는 동일하게 누적되므로 동일한 보팅 결과 값을 얻을 수 있다. 따라서 상기 수학적 2는 아래의 수학적 3과 같이 표현할 수 있다.

수학식 3

$$B'(x + dx, y + dy) = A'(x, y) + dx + dy \cdot \tan\theta$$

[0035]

[0036]

이때, dx, dy의 값이 예측 가능하면 인접 픽셀의 보트 값으로부터 B'(x+dx, y+dy)를 구하는 것은 단순 덧셈 연산만으로 가능하게 된다. 또한, 상기 수학식 2의 dx, dy 항의 계수가 모두 소수부를 가지는데 반해, 상기 수학식 3은 dx 항의 계수가 정수 1을 가지게 되므로 dy 항이 0이 되는 x 축 방향으로의 연속적인 픽셀 입력에 대한 보트 연산이 단순해진다.

[0037]

단, $\frac{\pi}{4} < \theta < \frac{3\pi}{4}$ 범위에 한하여 tanθ 값의 경우 sinθ 및 cosθ 값과는 달리 θ가 커짐에 따라 그 함수 값이 기하급수적으로 증가하는 문제가 있으며, 이로 인해 하드웨어 구현 시 하드웨어 자원 사용량이 크게 증가할 수 있다. 이에 tanθ 및 cotθ 값의 증감 폭이 대칭 관계를 가진다는 특성을 이용하여 tanθ의 오버헤드가

커지는 $\frac{\pi}{4} < \theta < \frac{3\pi}{4}$ 범위의 Δθ에 대한 보트 연산은 상기 수학식 2의 양변을 sinθ로 나눈 하기의 수학식 4를 이용하여 수행한다.

수학식 4

$$B''(x + dx, y + dy) = A''(x, y) + dx \cdot \cot\theta + dy$$

[0038]

[0039]

이때, 상기 수학식 4의 dx, dy항의 계수가 모두 소수부를 가지는데 반해 수학식 4는 dy 항의 계수가 정수 1을 가지게 되므로 dx 항이 0이 되는 y축 방향으로의 연속적인 픽셀 입력에 대한 보트 연산이 단순해진다.

[0040]

이에 본 발명은 상기 수학식 3 및 4를 이용하여 직선 검출의 정확성에 영향을 미치지 않으면서도 허프 변환의 보팅 연산의 연산량을 최소화할 수 있는 직선 검출 방법 및 장치를 제안한다. 이하 도 3 및 도 4를 바탕으로 본 발명에 따른 직선 검출 방법 및 장치에 대하여 상세히 설명한다.

[0041]

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 직선 검출 방법을 나타낸 흐름도이다.

[0042]

도 3에 도시된 바와 같이, 외곽선 정보가 검출된 영상 이미지를 입력받는다(S300). 이때, 원 영상 이미지에 외곽선(또는 윤곽선)을 검출하는 알고리즘을 적용하여 외곽선 정보를 검출하며, 이를 위한 외곽선 검출 알고리즘으로는 다양한 검출 알고리즘이 적용될 수 있다. 예를 들어, 미분 연산자에 의한 밝기 값의 변화를 이용하거나, 편미분 연산을 이용한 미분값을 이용하거나, Sobel, Prewitt 등의 마스크 연산을 활용하는 방법 등이 적용될 수 있다. 다만, 이는 일 실시예에 불과할 뿐, 다양한 알고리즘이 적용되어 외곽선 정보가 검출될 수 있다. 본 발명에 따른 직선 검출 방법은 외곽선으로 검출된 영상 이미지로부터 직선 정보를 검출하는 방법에 관한 것으로, 다양한 방법을 통하여 외곽선 정보가 검출된 영상 이미지가 적용될 수 있음은 물론이다.

- [0043] 이어, 상기 영상 이미지의 전체 픽셀을 블록 단위로 구분한다(S310). 이때, 블록 단위라 함은 복수 개의 픽셀을 포함하는 구성을 의미한다.
- [0044] 본 발명에 적용가능한 일 실시례에서 상기 블록 단위는 N개의 픽셀을 포함할 수 있다. 상기 블록 단위는 1*N 크기 또는 N*1 크기로 구성될 수 있다.
- [0045] 바람직한 실시례에서 상기 블록 단위는 허프 변환시 각도(θ) 값에 따라 다르게 적용될 수 있다. 구체적으로, 허프 변환 각도(θ) 값의 크기에 따라 가로 방향의 N개의 픽셀(즉, 1*N 크기의 픽셀) 또는 세로 방향의 N개의 픽셀(즉, N*1 크기의 픽셀)을 하나의 블록 단위로 구성할 수 있다.
- [0046] 일 예로, 허프 변환 각도(θ) 값이 $0 < \theta < \pi/4$, $3\pi/4 < \theta < \pi$ 인 경우에는 가로 방향의 N개의 픽셀을 하나의 블록 단위로 구성하고, 허프 변환 각도(θ) 값이 $\pi/4 < \theta < 3\pi/4$ 인 경우에는 세로 방향의 N 개의 픽셀을 하나의 블록 단위로 구성할 수 있다.
- [0047] θ 값의 크기에 따라 상기와 같이 블록 단위를 구성하는 이유에 대해서는 나중에 상세히 설명한다.
- [0048] 상기 S310 단계를 통해 구분된 블록별로 대표 픽셀의 보트 값을 산출한다(S320). 구체적으로, 상기 S310 단계를 통해 구분된 블록이 가로 방향 또는 세로 방향인지에 따라 수학적 3 또는 수학적 4의 $A'(x,y)$ 또는 $A''(x,y)$ 는 아래의 수학적 5 또는 수학적 6과 같이 나타낼 수 있다.

수학적 5

[0049]
$$A'(x,y) = \frac{r}{\cos\theta} = x + y \cdot \tan\theta$$

수학적 6

[0050]
$$A''(x,y) = \frac{r}{\sin\theta} = x \cdot \cot\theta + y$$

- [0051] 즉, 본 발명의 바람직한 실시례에서 상기 S320 단계에서는 허프 변환 각도(θ) 값이 $0 < \theta < \pi/4$, $3\pi/4 < \theta < \pi$ 인 경우에는 상기 수학적 5를 활용하여 대표 픽셀의 보트 값을 산출할 수 있으며, 상기 대표 픽셀에 인접한 대표 픽셀들의 보트 값은 상기 수학적 3을 활용하여 위치 관계에 따라 상기 블록 단위의 이격 거리 N과 기 연산된 $\tan \theta$ 의 단순 가산만으로 산출할 수 있다. 예를 들어, 인접한 대표 픽셀이 상기 대표 픽셀로부터 가로 방향으로 N만큼 이격되어 있거나 세로방향으로 1만큼 이격되어 있는 경우, (dx, dy) 값에 각각 (N,0) 또는 (0,1)을 대입하여 인접한 대표 픽셀에 대한 보트 값을 산출할 수 있다.
- [0052] 이와 유사하게, 허프 변환 각도(θ) 값이 $\pi/4 < \theta < 3\pi/4$ 인 경우에는 상기 수학적 6을 활용하여 대표 픽셀의 보트 값을 산출할 수 있고, 상기 대표 픽셀에 인접한 대표 픽셀의 보트 값은 상기 수학적 4를 활용하여 대표 픽셀과의 위치관계에 따라 기 연산된 상수 $\cot\theta$ 와 상기 블록 단위의 이격 거리 N의 단순 가산만으로 산출할 수 있다.
- [0053] 상기와 같은 대표 픽셀의 보트 값 산출 방법은 종래 허프 변환에서 인접한 픽셀의 보트 값 연산을 소수 값 누산으로 수행하는 상기 수학적 2의 방식과 달리 연산의 일부를 정수 값 누산으로 수행할 수 있다는 장점이 있다. 이에 따라 상기 방법을 하드웨어로 구현 시 누산 레지스터 크기를 줄일 수 있으므로 하드웨어 자원 사용량 측면에서 효율적이다. 상기 S320 단계에서 허프 변환 각도(θ) 값에 따라 대표 픽셀의 보트 값을 산출하는 방법을 상이하게 적용하는 이유에 대해서는 다음 단계를 통해 상세히 설명한다.

[0054] 상기 S320 단계를 통해 획득된 대표 픽셀의 보트 값을 이용하여 각 블록 내 기타 픽셀에 대한 보트 값을 산출한다(S330). 이때, 상기 S310 단계를 통해 구분된 블록이 가로 방향 또는 세로 방향인지에 따라 하기 수학적 7 또는 수학적 8을 활용하여 각 블록 내 기타 픽셀에 대한 보트 값을 산출한다.

수학적 7

[0055]
$$B'(x + dx, y) = A'(x, y) + dx$$

수학적 8

[0056]
$$B'(x, y + dy) = A''(x, y) + dy$$

[0057] 구체적으로, 본 발명의 바람직한 실시예에서 허프 변환 각도(θ) 값이 $0 < \theta < \pi/4$, $3\pi/4 < \theta < \pi$ 인 경우에는 가로 방향의 N개의 픽셀을 하나의 블록으로 지정하게 되고, 상기 S320 단계를 통해 획득된 대표 픽셀의 보트 값에 대해 상기 수학적 7을 활용하여 기타 픽셀에 대한 보트 값을 산출할 수 있다. 예를 들어, 대표 픽셀의 보트 값으로부터 가로 방향으로 3픽셀만큼 이격되어 있는 픽셀의 경우, (dx, dy) 값에 각각 (3, 0)을 대입하여 상기 픽셀에 대한 보트 값을 산출할 수 있다. 이와 유사하게, 허프 변환 각도(θ) 값이 $\pi/4 < \theta < 3\pi/4$ 인 경우에는 상기 수학적 8을 활용하여 기타 픽셀에 대한 보트 값을 산출할 수 있다.

[0058] 앞에서 상술한 바와 같이, 허프 변환을 통한 보팅 연산의 목적은 각 보트들의 단순 크기를 비교하여 빈도수를 측정하는 것으로, 상기 수학적 2를 변형한 상기 수학적 7 또는 수학적 8 또한 적용할 수 있다. 이때, 가로 방향의 픽셀 블록으로 구분할 경우에는 해당 블록 내 픽셀들은 대표 픽셀과 dx만큼 이격되어 있으므로 상기 수학적 7을 이용하여 보트 값을 산출할 수 있으며, 세로 방향의 픽셀 블록으로 구분할 경우에는 해당 블록 내 픽셀들은 대표 픽셀과 dy만큼 이격되어 있으므로 상기 수학적 8을 이용하여 보트 값을 산출할 수 있다.

[0059] 상기와 같은 보트 값 산출 방법은 픽셀 블록 내 각 픽셀들의 보트 값이 정수 1 차이의 연속된 값으로 단순하게 산출 가능하므로, 대표 픽셀의 보트 값만으로 픽셀 블록 내 모든 픽셀의 보트 값을 산출할 수 있다는 장점이 있다. 즉, 종래 대비 보트 값 산출에 소요되는 오버헤드가 낮아지게 된다.

[0060] 상기 S320 단계 및 S330 단계를 통해 산출된 각 픽셀별 보트 값을 이용하여 보트 값 별 누적 빈도수를 카운팅한다(S340). 구체적으로, 상기 S340 단계는 각 픽셀별 보트 값을 이용하여 (r, θ) 공간 좌표별 누적 빈도수를 카운팅한다. 앞에서 상술한 바 있듯이, 허프 변환을 통해 특정 (r, θ) 좌표 공간에 누적된 빈도수는 같은 직선상에 존재하는 픽셀의 수로 볼 수 있으므로, 상기 S340 단계를 통해 동일한 직선상에 존재하는 픽셀의 수를 카운팅할 수 있다.

[0061] 상기 S340 단계를 통해 카운팅된 누적 빈도수 중 임계값 이상에 해당되는 정보를 직선 정보로 검출한다(S350). 구체적으로, 상기 S350 단계는 각 직선 정보별 상기 직선상에 존재하는 픽셀의 수가 임계값 이상인지를 판단하고, 임계값 이상인 직선 정보를 선별하여 직선 정보로 검출한다.

[0062] 상기와 같은 직선 정보 검출 방법에서는 대표 픽셀의 보트 값을 이용하여 모든 보트의 빈도수를 갱신할 수 있다. 이에 따라, 종래 허프 변환 보팅 정책에 비해 오버헤드가 매우 낮으며, 하드웨어 구현 시에 병렬 픽셀 블록 내 각 픽셀들의 보트를 별도의 보트 연산기 없이 가산기 하나로 구현할 수 있어 병렬화 및 하드웨어 자원사용량 측면에서 매우 효율적이다.

- [0063] 이하, 본 발명에 따른 직선 정보 검출 장치에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0064] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 직선 정보 검출 장치를 나타낸 도면이다.
- [0065] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명에 적용가능한 실시예에 따른 직선 정보 검출 장치(1)는 외곽선 추출부(100), 픽셀 블록 구성부(200), 보트값 산출부(300), 직선 정보 검출부(400)로 구성된다.
- [0066] 외곽선 추출부(100)는 입력되는 영상 이미지로부터 외곽선 정보를 추출한다. 이때, 상기 외곽선 추출부(100)가 영상 이미지로부터 외곽선 정보를 추출하는 방법으로는 다양한 알고리즘이 적용될 수 있다. 본 발명에서 상기 외곽선 추출부(100)가 외곽선 정보를 추출하는 알고리즘과 관련하여 특별히 한정 또는 제한하지 않는다.
- [0067] 픽셀 블록 구성부(200)는 상기 외곽선 추출부(100)로부터 전달되는 영상 이미지의 픽셀을 일정 개수의 픽셀을 포함하는 블록 단위로 구분한다. 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서 상기 픽셀 블록 구성부(200)는 허프 변환 각도(θ) 값에 따라 영상 이미지를 가로 방향 또는 세로 방향의 N개의 픽셀 블록 단위로 구분할 수 있다. 상기와 같은 기술 구성은 별도의 제어부를 통해 제어될 수 있다.
- [0068] 본 발명에 적용가능한 실시예에서 각 $\Delta\theta$ 에 대한 보팅 연산은 독립적으로 수행될 수 있으며, 이 경우 픽셀 블록 구성부(200)는 각 $\Delta\theta$ 에 따라 영상 이미지의 픽셀을 가로 또는 세로 방향의 픽셀 블록 단위로 구분할 수 있다.
- [0069] 보트값 산출부(300)는 상기 픽셀 블록 구성부(200)에 의해 구분된 블록별로 대표 픽셀의 보트 값을 산출하고, 각 블록별 대표 픽셀에 대한 보트 값을 이용하여 각 블록별 기타 픽셀에 대한 보트 값을 산출한다.
- [0070] 구체적으로, 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 보트값 산출부(300)는 허프 변환 각도(θ)에 따라 상기 (수학식 3, 수학식 5) 또는 (수학식 4, 수학식 6)을 적용하여 대표 픽셀의 보트 값을 산출한다. 상기 방법에 대해서는 앞에서 상술한 바 이하 생략한다.
- [0071] 또한, 보트값 산출부(300)는 상기와 같은 방법을 통해 산출된 각 블록별 대표 픽셀에 대한 보트 값을 이용하여 각 블록별 기타 픽셀에 대한 보트 값을 산출한다. 이때, 상기 보트값 산출부(300)는 상기 픽셀 블록 구성부(200)에 의해 구분된 블록의 모양(또는, 허프 변환 각도(θ))에 따라 상이한 수식을 적용하여 기타 픽셀에 대한 보트 값을 산출할 수 있다. 즉, 본 발명의 바람직한 실시예에서 허프 변환 각도(θ) 값이 $0 < \theta < \pi/4$, $3\pi/4 < \theta < \pi$ 인 경우에는 가로 방향의 N개의 픽셀을 하나의 블록으로 지정되므로, 상기 보트값 산출부(300)는 대표 픽셀의 보트 값에 대해 상기 수학식 7를 활용하여 기타 픽셀에 대한 보트 값을 산출할 수 있다. 예를 들어, 대표 픽셀의 보트 값으로부터 가로 방향으로 3픽셀만큼 이격되어 있는 픽셀의 경우, (dx, dy) 값에 각각 (3, 0)을 대입하여 상기 픽셀에 대한 보트 값을 산출할 수 있다. 이와 유사하게, 허프 변환 각도(θ) 값이 $\pi/4 < \theta < 3\pi/4$ 인 경우에는 상기 수학식 8을 활용하여 기타 픽셀에 대한 보트 값을 산출할 수 있다.
- [0072] 상기 기술 구성에 대한 상세한 설명은 앞에서 상술한 바, 이하 생략한다.
- [0073] 직선 정보 검출부(400)는 상기 보트값 산출부(300)를 통해 산출된 보트 값을 이용하여 보트 값 별 누적 빈도수를 산출하고, 상기 누적 빈도수 중 임계값 이상에 해당되는 정보를 직선 정보로 검출한다.
- [0074] 먼저, 상기 직선 정보 검출부(400)는 각 픽셀별 보트 값을 이용하여 (r, θ) 공간 좌표별 누적 빈도수를 카운팅한다. 앞에서 상술한 바 있듯이, 허프 변환을 통해 특정 (r, θ) 좌표 공간에 누적된 빈도수는 같은 직선상에 존재하는 픽셀의 수로 볼 수 있으므로, 상기 직선 정보 검출부(400)는 동일한 직선상에 존재하는 픽셀의 수를 카운팅하게 된다.
- [0075] 이어, 상기 직선 정보 검출부(400)는 각 직선 정보별 상기 직선상에 존재하는 픽셀의 수가 임계값 이상인지를 판단하고, 임계값 이상인 직선 정보를 선별하여 직선 정보로 검출한다.

- [0076] 본 발명에 적용가능한 실시례에 따른 직선 정보 검출 장치(1)는 제어부(500)를 더 포함할 수 있다. 상기 제어부(500)는 상기 직선 정보 검출 장치(1) 내 모듈들의 동작을 제어한다.
- [0077] 일 예로, 상기 제어부(500)는 상기 픽셀 블록 구성부(200)의 동작을 제어할 수 있다. 구체적으로, 상기 제어부(500)는 상기 픽셀 블록 구성부(200)에 의해 구분되는 블록을, 허프 변환 각도(θ) 값에 따라 가로 방향 또는 세로 방향의 N개의 픽셀 블록으로 제어할 수 있다.
- [0078] 바람직하게는, 상기 제어부(500)는 상기 허프 변환 각도(θ) 값이 $0 < \theta < \pi/4$, $3\pi/4 < \theta < \pi$ 인 경우에는 상기 픽셀 블록 구성부(200)로 하여금 가로 방향의 N개의 픽셀을 하나의 블록 단위로 구분하게끔 하고, 상기 허프 변환 각도(θ) 값이 $\pi/4 < \theta < 3\pi/4$ 인 경우에는 상기 픽셀 블록 구성부(200)로 하여금 세로 방향의 N개의 픽셀을 하나의 블록 단위로 구분하게끔 제어할 수 있다.
- [0079] 또한, 상기 제어부(500)는 사용자로부터 제공되는 입력 정보 등에 따라 허프 변환시 적용되는 $\Delta\theta$ 값 등을 변경 설정하거나, 외곽선 추출부(100) 등에 적용되는 알고리즘을 변경하도록 제어할 수 있다.
- [0080] 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상기 제어부(500)가 직선 정보 검출 장치(1)의 각 모듈을 제어하는 기술 구성은 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [0081] 본 발명에 적용가능한 실시례에서 상기 픽셀 블록 구성부(200) 및 보트값 산출부(300)는 복수 개로 구성될 수 있으며, 보팅 연산에 적용되는 $\Delta\theta$ 에 따라 독립적으로 구성될 수 있다. 즉, 상기 픽셀 블록 구성부(200) 및 보트값 산출부(300)는 $\Delta\theta$ 에 따라 병렬적으로 구비될 수 있을 뿐만 아니라, 상기 보트값 산출부(300)는 각 픽셀 블록 구성부(200)에 의해 구분되는 픽셀 블록의 수와 동일한 개수만큼 구비될 수 있다.
- [0082] 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상기 기술 구성이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [0083] 이하, 본 발명에 따른 직선 정보 검출 방법에 따른 성능을 종래 기술과 비교 분석한 결과에 대해 상술한다.
- [0084] 본 발명에 따른 직선 정보 검출 방법이 적용된 하드웨어 구조의 검출 성능을 비교 분석하기 위해 실제 구현된 논문 중 검출 성능이 우수하고, 시간당 처리량과 연산속도가 가장 높은 Z. H. Chen 저자의 종래 기술 (ResourceEfficient FPGA architecture and implementation of hough transform, Z. H. Chen 외 2명, IEEE)와 검출 성능을 비교한다. 종래 기술에서는 제안하는 구조의 검출성능을 비교분석하기 위해 HDL 기반으로 하드웨어 구조를 모델링 하였고, Quartus II Version 9.1 with SP2, EP2S180F1508C3 환경에서 고정 소수점 자리 비트수(fractional bit)를 가변하며 보트 연산 값의 오차율(maximum error of vote)을 측정하였다. 표 1은 종래 기술과 본 발명에 따른 직선 정보 검출 방법이 적용된 하드웨어 구조의 고정 소수점 자리 비트수를 가변함에 따른 보트 연산 값의 오차율을 나타낸다.

표 1

Number of Fractional Bits	Maximum Error of Vote ([15])	Maximum Error of Vote (Proposed)
10	0.375	0.375
11	0.188	0.188
12	0.094	0.094
13	0.047	0.047

[0085]

[0086]

상기 표 1과 같이, 본 발명에 따른 직선 정보 검출 방법이 적용된 하드웨어 구조는 기존 연구에 비해 검출 성능 측면에서 차이가 거의 없음을 확인하였다. 이는 새로운 정책을 제시하는 과정에서 기존 알고리즘을 근사화, 간략화 하는 것이 아니라 형태만 변형시켰기 때문이며, 이로 인한 연산 값의 손실이 없어 검출 성능이 떨어지지 않음을 확인하였다.

표 2

N	ALUTs	ALUTs/N	Maximum Frequency
2	57	28.50	449
4	79	19.75	449
8	122	15.25	449
16	208	13.00	425

[0087]

[0088]

또한, 상기 표 2는 병렬 픽셀 블록의 크기 N을 증가시켜가며 보트 값 산출을 위한 모듈의 하드웨어 자원 사용량을 비교한 결과를 보여준다. 대표 픽셀의 보트를 연산하는 오버헤드에 비해 병렬 픽셀 블록 내 인접한 픽셀들의 보트를 생성하는 오버헤드가 작으므로 N의 크기가 늘어날수록 보트 하나를 연산하는데 드는 자원사용량 (ALUTs/N)이 줄어들어 효율적으로 병렬화가 이루어짐을 확인할 수 있다. 이는 종래 기술에서 병렬화를 위해 가산기, AND 게이트, 디코더가 요구되는 데에 반해 본 발명에 따른 직선 정보 검출 방법이 적용된 하드웨어 구조에서는 병렬화를 위해 가산기만이 요구되고 그 수가 훨씬 적기 때문이다.

[0089]

다음으로, 제안하는 하드웨어 구조가 시간당 처리량과 하드웨어 자원사용량 측면에서 우수함을 증명하기 위해 기존의 다른 연구들과 비교분석 하였다.

표 3

Performance Index	Pipelined CORDIC [12]	DA [13]	Chern's Method [14]	Zhong-Ho's Method [15]	Proposed
Error	0.177	0.125	0.125	0.094	0.094
ALUTs	520	13	55	416	208
Throughput per Cycle	2	1/9	1	16	16
Maximum Frequency (MHz)	384	500	387	333	425
Throughput (K pixels * angles)	768	56	387	5328	6800
Throughput/ALUTs	1.477	4.274	7.036	12.808	32.692

[0090]

[0091]

상기 표 3은 본 발명에 따른 직선 정보 검출 방법이 적용된 하드웨어 구조와 종래 기술에서 분석한 기존 연구들의 보트 연산을 수행하는 하드웨어 부분에 대한 검출 오차율(Error), 하드웨어 자원사용량(ALUTs), 클럭당 처리량(Throughput per Cycle), 최대 동작 주파수(Maximum Frequency), 시간당 처리량(Throughput), 하드웨어 자원 사용량 대비 처리량(Throughput/ALUTs)을 나타낸다. 표 3의 기존 연구들 중 검출 오차율과 하드웨어 자원 사용량 대비 시간당 처리량이 가장 우수한 종래 기술과의 객관적인 성능 비교를 위하여, 제안한 하드웨어 구조의 클럭당 처리량을 종래 기술과 동일한 16으로 설계하여 성능을 비교 분석한다. 제안한 하드웨어 구조는 종래 기술과 픽셀 간 상관관계를 이용한 누산기의 구조가 동일하여 동일한 검출 오차율을 가진다. 하드웨어 비용 측면에서, 종래 기술의 하드웨어 구조는 누산에 필요한 두 개의 레지스터가 모두 소수부를 포함해야 하는데 반해, 제안한 구조에서는 하나의 레지스터를 정수부만 가지는 레지스터로 대체할 수 있다. 추가로 표 2에서와 같이 처리량을 높임에 따른 오버헤드가 매우 적어, 종래 기술과 동일한 클럭당 처리량을 가질 때 요구되는 하드웨어 자원사용량이 절반에 그친다. 또한 종래 기술에서는 병렬 픽셀 블록 내 픽셀의 보트를 연산하기 위해서 소수부를 포함한 가산을 수행한 후 이의 정수부만을 취하기 위해 추가적인 가산기 및 디코더를 순차적으로 거쳐야하지만, 제안하는 하드웨어 구조에서는 병렬 픽셀 블록 내 픽셀의 보트를 연산하기 위해서 한 번의 정수부 가산만이 요구되어 종래 기술에 비해 임계 경로가 개선되었기 때문에 우수한 최대 동작 주파수를 가진다.

[0092]

따라서 본 발명에 따른 직선 정보 검출 방법이 적용된 하드웨어 구조는 높은 동작 주파수를 만족하며 적은 하드웨어 자원으로 높은 처리량을 가지므로, 하드웨어 자원사용량 대비 시간당 처리량이 기존의 다른 연구들과 비교하여 가장 높은것을 확인할 수 있다.

[0093]

이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에

있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

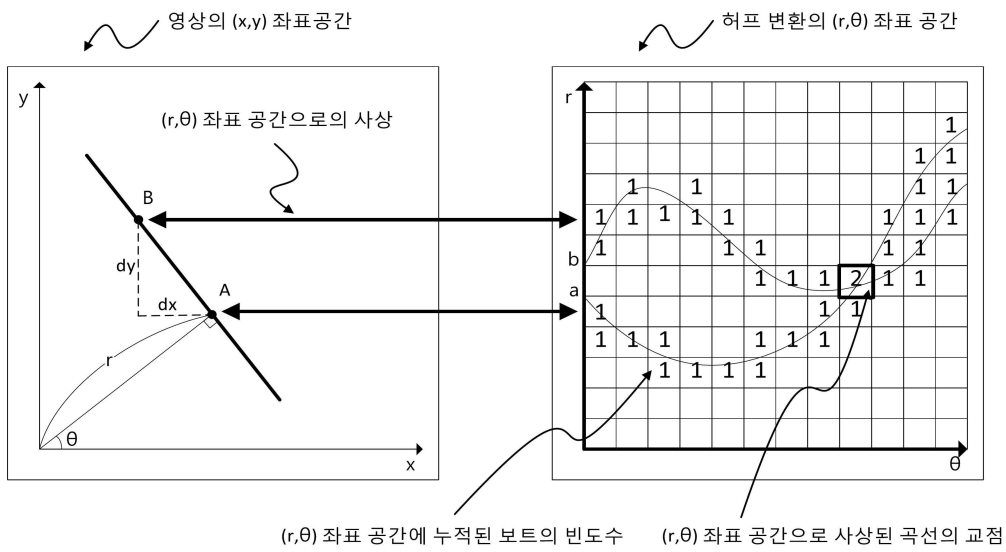
부호의 설명

[0094]

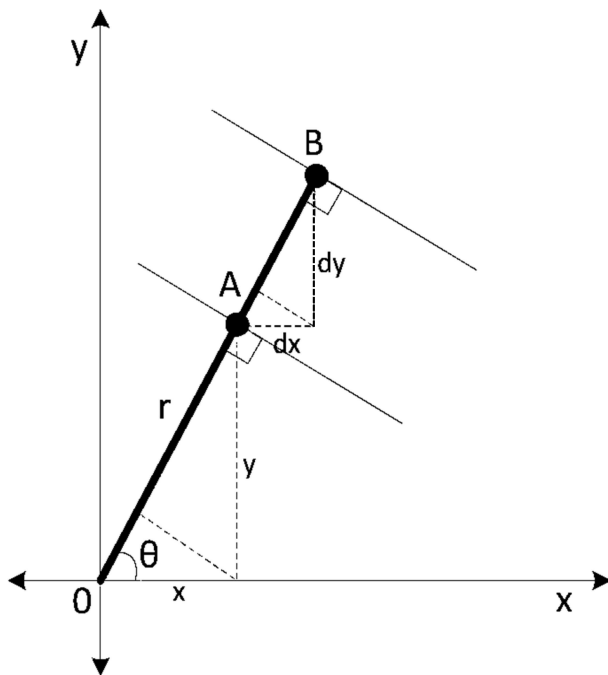
- 1: 직선 정보 검출 장치
- 100: 외곽선 추출부
- 200: 픽셀 블록 구성부
- 300: 보트값 산출부
- 400: 직선 정보 검출부
- 500: 제어부

도면

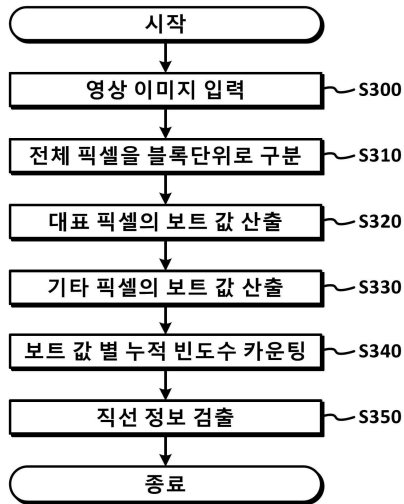
도면1



도면2



도면3



도면4

