



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년07월09일  
(11) 등록번호 10-1284252  
(24) 등록일자 2013년07월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06T 7/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0114460

(22) 출원일자 2011년11월04일

심사청구일자 2011년11월04일

(65) 공개번호 10-2013-0049436

(43) 공개일자 2013년05월14일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020050090840 A\*

KR1020080035163 A\*

KR100691855 B1

KR1020050007504 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국과학기술원

대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)

(72) 발명자

권인소

대전광역시 유성구 구성동 한국과학기술원 5-5223

김성호

경상북도 경산시 대학로 280, LED동 IT 융합산업  
화연구센터 및 전자공학과 (대동, 영남대학교)

(74) 대리인

유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 3 항

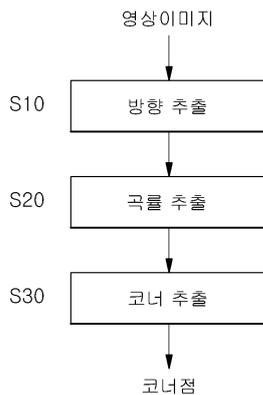
심사관 : 진민숙

(54) 발명의 명칭 영상 곡률 공간정보를 이용한 코너검출방법

(57) 요약

검출된 코너의 위치가 안정되며 의미있는 코너를 효과적으로 검출하는 것이 가능하도록, 밝기 영상에서 방향정보를 추출하는 방향추출과정과, 상기 방향정보에 따라 인접하는 두개의 영역을 선택하고 방향차를 이용하여 곡률을 추출하는 곡률추출과정과, 상기 곡률의 극대점을 이용하여 최종 코너점을 추출하는 코너추출과정을 포함하는 영상 곡률 공간정보를 이용한 코너검출방법을 제공한다.

대표도 - 도1



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

카메라에서 촬영된 영상이 2장 이상 입력되면 상기 영상들의 밝기를 비교하여 상기 영상 내의 방향정보를 추출하는 방향추출과정과,

상기 방향정보에 따라 인접하는 두개의 영역을 선택하고 방향차를 이용하여 곡률을 추출하는 곡률추출과정과,

상기 곡률의 극대점을 이용하여 최종 코너점을 추출하는 코너추출과정을 포함하며,

상기 방향추출과정에서는 영상에서 방향정보  $\theta(i,j)$  를 추출하기 위하여 아래의 수학적식을 이용하는 방향추출기를 사용하는 영상 곡률 공간정보를 이용한 코너검출방법.

$$\theta(i,j) = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left( \frac{\sum_{i=1}^{\Pi} \sum_{j=1}^{\Pi} 2G_x G_y}{\sum_{i=1}^{\Pi} \sum_{j=1}^{\Pi} (G_x^2 - G_y^2)} \right) + \frac{\pi}{2}$$

(여기에서,  $\Pi$ 는 블록영상의 크기를 의미하고,  $G_x$ 는 가로 미분 영상을 의미하며,  $G_y$ 는 세로 미분 영상을 의미한다.)

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

청구항 1에 있어서,

상기 곡률추출과정에서는 (i,j)가 곡률을 구하고자 하는 관심 영역일 때, 이 영역의 상기 방향추출과정(S10)에서 얻어진 방향정보에 따라 인접하는 두개의 영역(forward, backward)을 선택한 후, 수학적

$$k(i,j) = \frac{\theta_{fwd} - \theta_{bwd}}{2}$$

(여기에서,  $(\theta_{fwd} - \theta_{bwd})$ 는 두개의 영역 사이의 방향차를 의미한다)와 같이 방향차를 이용하여 곡률(k)을 계산하고,

최종 곡률공간영상(CF)은 수학적식  $CF(i,j) = (1 - \cos(k(i,j))) \cdot M_{fwd} \cdot M_{bwd}$  (여기에서,  $M_{fwd}$ 와  $M_{bwd}$ 는 영상미분 크기를 의미한다)를 이용하여 구하는 영상 곡률 공간정보를 이용한 코너검출방법.

**청구항 5**

청구항 1에 있어서,

상기 방향추출과정에서는 블록영상의 크기(W)를 제어변수로 사용하고,

상기 코너추출과정에서는 곡률 크기에 대한 문턱치를 제어변수로 사용하는 영상 곡률 공간정보를 이용한 코너검출방법.

**명세서**

## 기술분야

[0001] 본 발명은 영상 곡률 공간정보를 이용한 코너검출방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 영상 기반에서 방향정보를 추출하고 여기에서 곡률정보를 직접 추출하여 의미있는 코너점을 추출하는 영상 곡률 공간정보를 이용한 코너검출방법에 관한 것이다.

## 배경기술

[0002] 대부분의 컴퓨터 비전(vision) 처리는 두 장 이상의 영상을 이용하여 정보를 추출하여 행한다. 예를 들면, 물체 인식은 물체 영상을 데이터베이스(DB)로 하고, 다른 환경에서 촬영한 물체 영상과 정합을 하여 판단한다. 스테레오 정합은 거리 정보를 추출하기 위해 두 장의 영상을 활용한다. 그리고, 파노라마 영상 정합의 경우에는 여러 장의 영상을 활용한다.

[0003] 또한 지능형 로봇 주행을 위한 SLAM(Simultaneous Localization and Map making) 기술에서는 여러 장의 영상 정합을 통하여 맵(map) 생성 및 위치추정을 행한다.

[0004] 상기와 같은 응용예에서, 모든 픽셀을 비교하여 정합을 행하는 것은 계산 시간이 많이 소요되며 매우 비효율적 이므로, 대부분 영상에서 특징점(Interesting Point)을 추출하여 정합하는 것에 의하여 보다 효율적으로 정합 문제를 해결하고 있다.

[0005] 일반적으로 비전 분야에서는 대칭성을 이용한 특징점 또는 코너 특징점 등과 같은 다양한 특징점이 제안되었다. 특히 코너 특징점은 두개 이상의 에지(edge)가 만나는 점으로써, 물체의 경계 또는 물체 내의 파트 경계를 정의한다.

[0006] 우수한 코너점 추출기는 실제로 의미있는 코너는 잘 검출하고, 가짜 코너는 검출하지 않아야 하며, 코너점의 위치 추정이 정확하고, 다양한 영상에서 반복성이 높아야 하고, 영상 잡음에도 강인해야 하며, 계산 속도가 빨라야 한다.

[0007] 종래 알려진 코너점을 찾는 방법으로는 크게 영상밝기에 기초한 방법과 에지에 기반한 방법이 있다.

[0008] 상기에서 영상밝기에 기초한 방법은 영상정보를 직접 이용하기 때문에 저레벨처리(Low Level Processing) 결과에 둔감한 반면, 의미있는 코너 추출에 약한 면을 보인다.

[0009] 그리고 에지에 기반한 방법은 에지의 추출 결과에 영향을 많이 받는다는 문제가 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상기와 같은 점에 조감하여 이루어진 것으로서, 영상밝기에 기초한 방법과 에지에 기반한 방법의 장점만을 이용하는 새로운 코너 추출방법을 제안하기 위한 것으로, 영상 기반에서 방향정보를 추출하고 여기에서 곡률정보를 직접 추출하여 의미있는 코너점을 추출하는 영상 곡률 공간정보를 이용한 코너검출방법을 제공하는데, 그 목적이 있다.

### 과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 실시예에 따른 영상 곡률 공간정보를 이용한 코너검출방법은 카메라에서 촬영된 영상이 2장 이상 입력되면 밝기 영상에서 방향정보를 추출하는 방향추출과정과, 상기 방향정보에 따라 인접하는 두개의 영역을 선택하고 방향차를 이용하여 곡률을 추출하는 곡률추출과정과, 상기 곡률의 극대점을 이용하여 최종 코너점을 추출하는 코너추출과정을 포함하여 이루어진다.

### 발명의 효과

[0012] 본 발명의 실시예에 따른 영상 곡률 공간정보를 이용한 코너검출방법에 의하면, 방향정보를 밝기 영상으로부터 직접 추출하고 이 영상에 대해 곡률을 획득하고 극대점을 이용하여 코너점을 검출하므로, 에지 추출 과정이 생략되기 때문에 에지 추출과정의 오류로 인한 곡률 추정의 어려움이 사라지는 이점이 있으며, 검출된 코너의 위치가 안정되고 의미있는 코너를 효과적으로 검출하는 것이 가능하다.

**도면의 간단한 설명**

- [0013] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 영상 곡률 공간정보를 이용한 코너검출방법을 나타내는 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 영상 곡률 공간정보를 이용한 코너검출방법으로 추출한 테스트 영상의 방향 공간영상과 곡률공간영상의 결과를 나타내는 이미지이다.
- 도 3은 이상적인 곡률 계산법을 나타내는 그래프이다.
- 도 4는 영상에서 근사화한 곡률 계산법을 나타내는 그래프이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 영상 곡률 공간정보를 이용한 코너검출방법으로 종합 테스트 영상의 곡률공간영상을 추출한 결과를 나타내는 이미지이다.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 영상 곡률 공간정보를 이용한 코너검출방법과 해리스 기법으로 각각 종합 테스트 영상의 코너점을 추출한 결과를 나타내는 이미지이다.
- 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 영상 곡률 공간정보를 이용한 코너검출방법과 해리스 기법으로 각각 블록 테스트 영상의 코너점을 추출한 결과를 나타내는 이미지이다.
- 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 영상 곡률 공간정보를 이용한 코너검출방법과 해리스 기법으로 각각 하우스 테스트 영상의 코너점을 추출한 결과를 나타내는 이미지이다.
- 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 영상 곡률 공간정보를 이용한 코너검출방법과 해리스 기법으로 각각 블록 테스트 영상에 대한 회전변환 반복성 실험을 행하여 코너점을 추출한 결과를 나타내는 이미지이다.
- 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 영상 곡률 공간정보를 이용한 코너검출방법과 해리스 기법으로 각각 블록 테스트 영상에 대한 크기변환 반복성 실험을 행하여 코너점을 추출한 결과를 나타내는 이미지이다.
- 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 영상 곡률 공간정보를 이용한 코너검출방법과 해리스 기법으로 각각 하우스 테스트 영상에 대한 회전변환 반복성 실험을 행하여 코너점을 추출한 결과를 나타내는 이미지이다.
- 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 영상 곡률 공간정보를 이용한 코너검출방법과 해리스 기법으로 각각 하우스 테스트 영상에 대한 크기변환 반복성 실험을 행하여 코너점을 추출한 결과를 나타내는 이미지이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0014] 다음으로 본 발명에 따른 영상 곡률 공간정보를 이용한 코너검출방법의 바람직한 실시예를 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0015] 본 발명은 여러가지 다양한 형태로 구현하는 것이 가능하며, 이하에서 설명하는 실시예들에 한정되지 않는다.
- [0016] 이하에서는 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 본 발명과 밀접한 관계가 없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 붙이고, 반복적인 설명은 생략한다.
- [0017] 먼저 본 발명의 일실시예에 따른 영상 곡률 공간정보를 이용한 코너검출방법은 도 1에 나타난 바와 같이, 방향 추출과정(S10)과, 곡률추출과정(S20)과, 코너추출과정(S30)을 포함하여 이루어진다.
- [0018] 상기 방향추출과정(S10)은 카메라에서 촬영된 영상이 2장 이상 입력되면 밝기 영상에서 방향정보를 추출하는 과정으로 이루어진다.
- [0019] 상기에서 방향정보의 추출은 미리 설정되어 입력된 기준 영상과 새로 촬영되어 입력된 영상을 대비하여 행하는 것도 가능하고, 앞서 촬영된 영상과 이후 촬영된 영상을 대비하여 행하는 것도 가능하다.
- [0020] 상기 방향추출과정(S10)에서는 영상에서 방향정보( $\theta(i, j)$ )를 추출하기 위하여 다음의 수학적 식 1에 나타난 바와 같은 지문인식에 사용하는 방향추출기를 사용하는 것도 가능하다.

수학식 1

$$\theta(i,j) = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left( \frac{\sum_{i=1}^W \sum_{j=1}^W 2 G_x G_y}{\sum_{i=1}^W \sum_{j=1}^W (G_x^2 - G_y^2)} \right) + \frac{\pi}{2}$$

[0021]

[0022] 상기 수학식 1에서, W는 블록영상의 크기를 의미하는 것으로써, 영상 구조의 크기에 따라 조정하는 것이 가능하다. 또 상기 수학식 1에서, G<sub>x</sub>는 가로 미분 영상을 의미하고, G<sub>y</sub>는 세로 미분 영상을 의미한다.

[0023] 상기와 같은 방향추출과정(S10)을 통하여 도 2의 상단에 나타낸 종합 테스트 영상의 중앙에 위치한 이미지에 대한 방향공간영상을 추출한 결과를 도 2의 하단 왼쪽에 나타낸다.

[0024] 상기 곡률추출과정(S20)은 상기 방향추출과정(S10)에서 얻어진 방향정보에 따라 인접하는 두개의 영역을 선택하고 방향차를 이용하여 곡률(curvature)을 추출하는 과정으로 이루어진다.

[0025] 일반적으로 곡률(curvature)은 도 3 및 다음의 수학식 2에 나타낸 바와 같이, 곡선상에서 단위 길이(ΔS)당 각도변화(Δθ)로 정의된다.

수학식 2

$$k = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\Delta \theta}{\Delta S}$$

[0026]

[0027] 그러나 도 3에 나타낸 바와 같은 실제 곡선의 추출은 어렵기 때문에, 도 4에 나타낸 바와 같이, 근사화된 곡률 계산법을 사용한다. 예를 들면, (i, j)가 곡률을 구하고자 하는 관심 영역일 때, 이 영역의 상기 방향추출과정(S10)에서 얻어진 방향정보에 따라 인접하는 두개의 영역(forward, backward)을 선택한 후, 다음의 수학식 3과 같이, 두개의 영역 사이의 방향차(θ<sub>fwd</sub>-θ<sub>bwd</sub>)를 이용하여 곡률(k)을 계산한다.

수학식 3

$$k(i,j) = \frac{\theta_{fwd} - \theta_{bwd}}{2}$$

[0028]

[0029] 그리고, 최종 곡률공간영상(CF)은 다음의 수학식 4와 같이, 코사인(cosine) 함수와 영상미분 크기(M<sub>fwd</sub>, M<sub>bwd</sub>)를 이용하여 구한다.

수학식 4

$$CF(i,j) = (1 - \cos(k(i,j))) \cdot M_{fwd} \cdot M_{bwd}$$

[0030]

[0031] 상기와 같은 곡률추출과정(S20)을 통하여 도 2의 하단 왼쪽에 나타낸 방향공간영상에 대하여 곡률공간영상을 추출한 결과를 도 2의 하단 오른쪽에 나타낸다.

- [0032] 상기 코너추출과정(S30)은 상기 곡률추출과정(S20)에서 얻어진 곡률(k)의 극대점(Local Max)을 이용하여 최종 코너점을 추출하는 과정으로 이루어진다.
- [0033] 상기 코너추출과정(S30)에서는 곡률 크기에 대한 문턱치(T)를 이용한다.
- [0034] 따라서, 곡률기반 코너 검출을 위하여, 방향 추정에 이용되는 블록영상의 크기(W)와 곡률 크기에 대한 문턱치(T)를 제어 변수를 사용한다.
- [0035] 예를 들면, 정교한 코너 검출이 필요할 경우에는 W=1로 설정하여 매 픽셀마다 방향을 찾도록 할 수 있으며, 일반 영상에서는 W=2로 설정하여 큰 구조에서 코너를 찾을 수 있도록 하는 것이 가능하다.
- [0036] 도 5에는 다양한 도형 형상의 이미지가 배열되어 있는 종합 테스트 영상(도 5의 왼쪽 이미지)에 대해 본 발명의 실시예를 적용하여 곡률공간영상을 추출한 결과(도 5의 오른쪽 이미지)를 나타낸다.
- [0037] 도 5로부터 확인되는 바와 같이, 본 발명의 실시예를 적용하는 경우 의미있는 코너에서 강한 반응 결과를 얻을 수 있음을 알 수 있다.
- [0038] 도 6에는 종합 테스트 영상에 대하여 본 발명의 실시예를 적용하여 추출한 코너점의 결과(도 6의 왼쪽 이미지)과, 현재 가장 많이 사용되는 해리스(Harris) 코너 검출기를 적용하여 추출한 코너점의 결과(도 6의 오른쪽 이미지)를 대비하여 나타낸다.
- [0039] 상기에서 W=1로 설정하고, 해리스 코너 검출기는 에지에서 코너점이 나오지 않도록 k=0.06으로 설정하였다. 참고로 k=0.04로 설정하는 경우에는 에지에서 매우 많은 코너점들이 검출되었다.
- [0040] 도 6으로부터 확인되는 바와 같이, 본 발명의 실시예를 적용한 경우에는 의미있는 코너를 성공적으로 검출하였지만, 해리스 코너 검출기의 경우에는 적색으로 표시한 영역에서 알 수 있듯이 코너점의 위치가 5 픽셀 정도 이동되어 검출된다.
- [0041] 따라서 코너점의 위치 정확도가 중요할 경우에는 본 발명의 실시예를 적용하는 경우가 해리스 코너 검출기에 비하여 상대적으로 더 안정적인 것을 알 수 있다.
- [0042] 도 7에는 블록(Blocks) 테스트 영상에 대한 코너점을 본 발명의 실시예와 해리스 코너 검출기를 각각 적용하여 추출한 결과를 나타낸다. 도 7에서 왼쪽 이미지는 본 발명의 실시예를 적용한 경우이고, 오른쪽 이미지는 해리스 코너 검출기를 적용한 경우이다.
- [0043] 본 발명의 실시예에서는 W=2로 설정하였으며, 바닥면에서 일부 코너가 검출된 것은 바닥면의 나무무늬 방향과 블록의 에지 방향과의 변화차 때문으로 추정된다.
- [0044] 한편 해리스 코너 검출기는 화살표로 표시한 바와 같이, 의미있는 코너가 다수 미검출된 것을 알 수 있다. 해리스 코너 검출기의 경우에 문턱치를 낮게 하는 경우에는 잘못된 코너만 더 많이 검출되었다. 해리스 코너 검출기의 경우 미검출된 코너는 대부분 90도 이상의 둔각 코너 부근임을 알 수 있다.
- [0045] 도 7로부터 확인되는 바와 같이, 해리스 코너 검출기에 비하여 본 발명의 실시예를 적용한 경우에 보다 정확하게 코너점을 검출할 수 있음을 알 수 있다.
- [0046] 도 8에는 하우스(House) 테스트 영상에 대한 코너점을 본 발명의 실시예와 해리스 코너 검출기를 각각 적용하여 추출한 결과를 나타낸다. 도 8에서 왼쪽 이미지는 본 발명의 실시예를 적용한 경우이고, 오른쪽 이미지는 해리스 코너 검출기를 적용한 경우이다.
- [0047] 본 발명의 실시예에서는 W=2로 설정하였으며, 의미있는 코너에 대해 적절하게 찾아내는 것을 알 수 있다. 반면에, 해리스 코너 검출기는 화살표로 나타낸 바와 같이 의미있는 코너를 미검출하는 것을 알 수 있다.
- [0048] 도 9 내지 도 12에는 블록 테스트 영상 및 하우스 테스트 영상에 대하여 영상의 변화에 대하여 동일한 코너점을 추출하는지의 여부를 실험한 결과를 나타낸다.
- [0049] 우수한 코너 검출기일수록 영상의 변화에 대해 동일한 코너점을 추출해야 한다.
- [0050] 반복성(Repeatability)은 기준 영상에서 검출된 코너점이 회전된 영상이나 크기가 변화된 영상에 대해 얼마만큼 같은 점을 검출하는지 확인하는 것이다.
- [0051] 본 실험에 있어서, 코너점의 정합여부 판단은 변환된 영상에서 추출한 코너점과 기준 영상의 코너점을 호모그래

피(Homography)로 변환한 코너점과의 거리가 3 픽셀 이내인 것으로 정의한다.

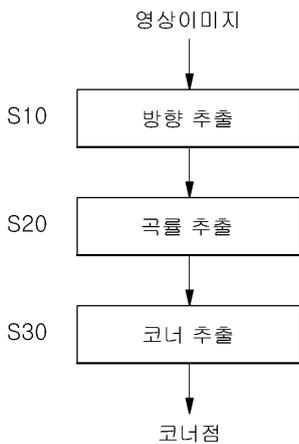
- [0052] 도 9의 상단에는 블록 테스트 영상에 대하여 회전변환(0~90도, 5도 간격)에 따른 반복성 실험을 행한 결과의 그래프를 나타낸다.
- [0053] 도 9 내지 도 12의 상단에 나타낸 그래프에 있어서, 적색선은 본 발명의 실시예를 적용한 경우를 나타내고, 청색선은 헤리스 코너 검출기를 적용한 경우를 나타낸다.
- [0054] 도 9의 상단 그래프로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 실시예를 적용한 경우의 평균 반복성이 96.6%로 헤리스 코너 검출기를 적용한 경우의 평균 반복성에 비하여 4.9% 정도 우수한 것을 확인할 수 있다.
- [0055] 도 9의 하단에는 45도 회전변환 영상에 대해 적용한 코너점 검출결과를 나타내며, 왼쪽에는 본 발명의 실시예를 적용한 경우를 나타내고, 오른쪽에는 헤리스 코너 검출기를 적용한 경우를 나타낸다.
- [0056] 도 9 내지 도 12의 하단에 나타낸 영상 이미지에 있어서, 녹색 사각형은 검출된 코너, 청색 사각형은 정합된 코너, 적색 사각형은 미정합된 코너를 각각 의미한다.
- [0057] 도 10의 상단에는 블록 테스트 영상에 대하여 크기변환(1~2배, 0.01배 간격)에 따른 반복성 실험을 행한 결과의 그래프를 나타낸다.
- [0058] 도 10의 상단 그래프로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 실시예를 적용한 경우에 헤리스 코너 검출기를 적용한 경우에 비하여 보다 안정적으로 코너를 검출하는 것을 확인할 수 있다.
- [0059] 도 10의 하단에는 2배 확대한 영상에 대해 적용한 코너점 검출결과를 나타내며, 왼쪽에는 본 발명의 실시예를 적용한 경우를 나타내고, 오른쪽에는 헤리스 코너 검출기를 적용한 경우를 나타낸다.
- [0060] 도 11은 하우스 테스트 영상에 대하여 회전변환한 경우를 나타내는 도 9에 대응하는 도면이고, 도 12는 하우스 테스트 영상에 대하여 크기변환한 경우를 나타내는 도 10에 대응하는 도면이다.
- [0061] 도 11 및 도 12로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 실시예를 적용한 경우가 헤리스 코너 검출기를 적용한 경우에 비하여 반복성 측면에서 우위에 있는 것임을 확인할 수 있다.
- [0062] 상기에서는 본 발명에 따른 영상 곡률 공간정보를 이용한 코너검출방법의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고 특허청구범위와 명세서 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고, 이 또한 본 발명의 범위에 속한다.

**부호의 설명**

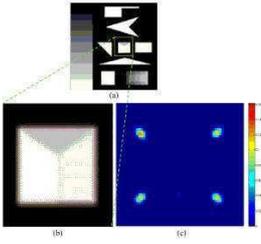
- [0063] S10 - 방향추출과정, S20 - 곡률추출과정, S30 - 코너추출과정

**도면**

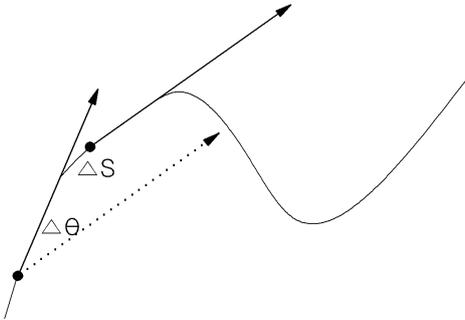
**도면1**



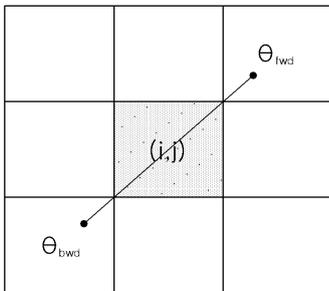
도면2



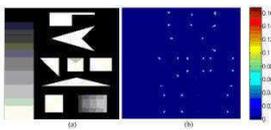
도면3



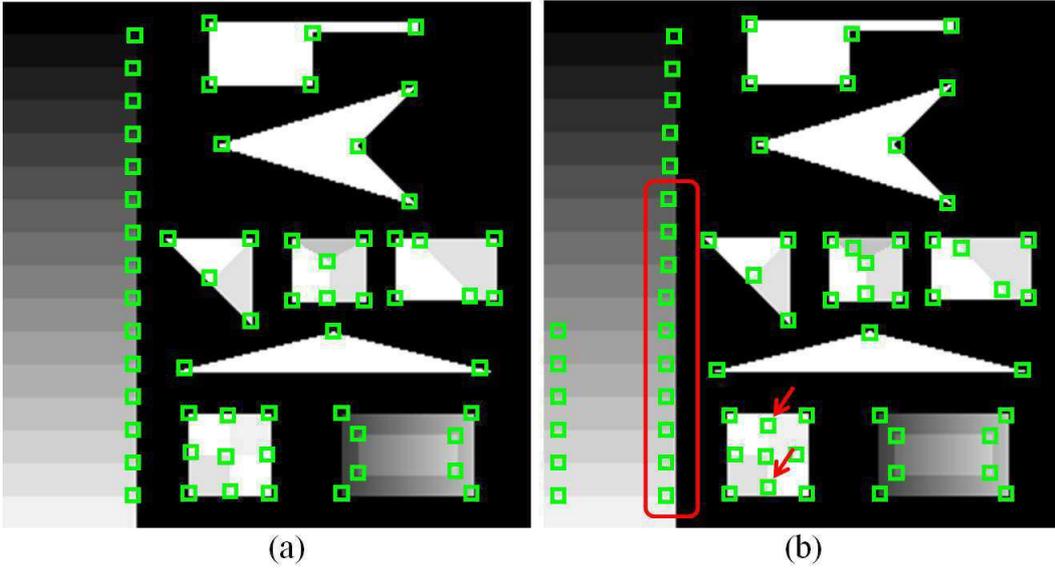
도면4



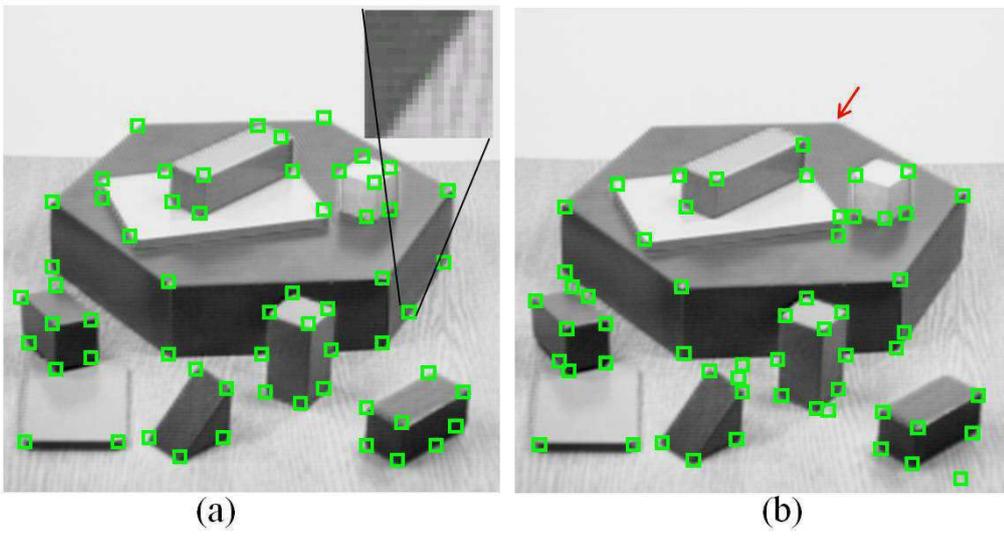
도면5



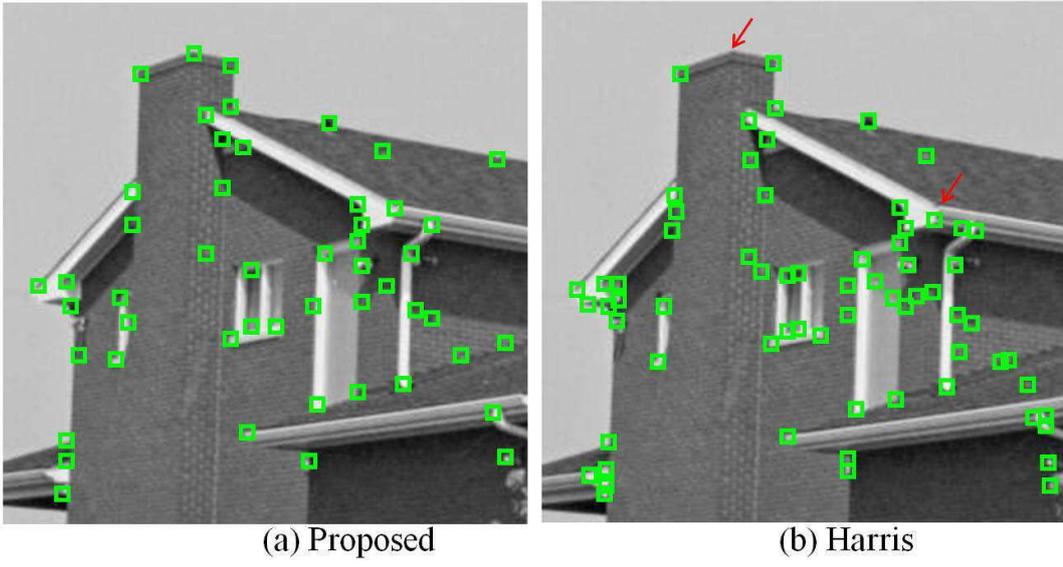
도면6



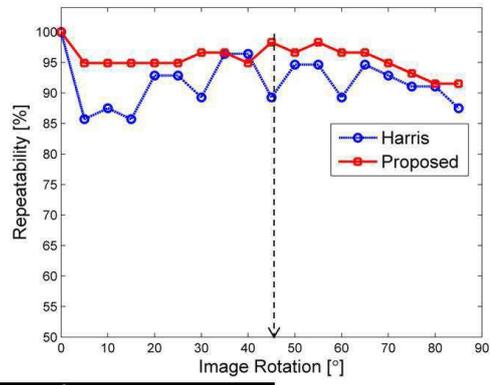
도면7



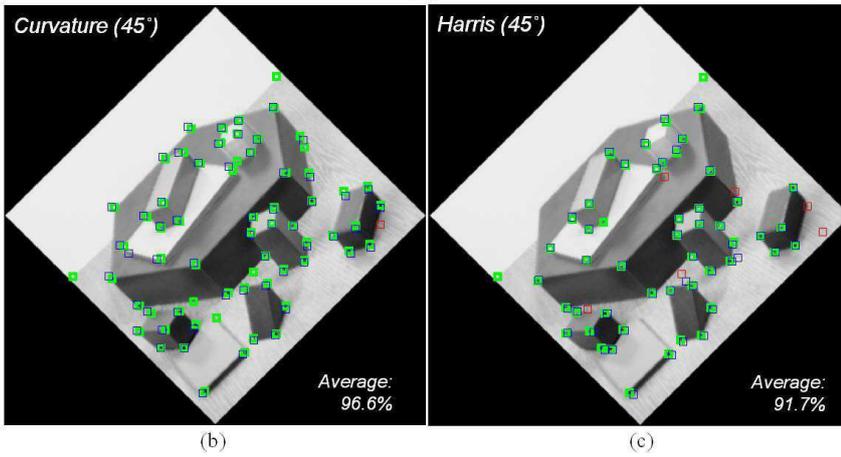
도면8



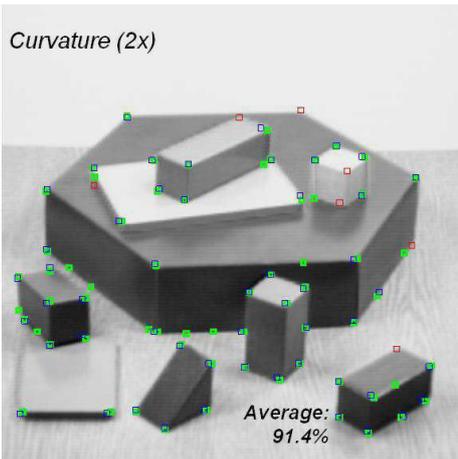
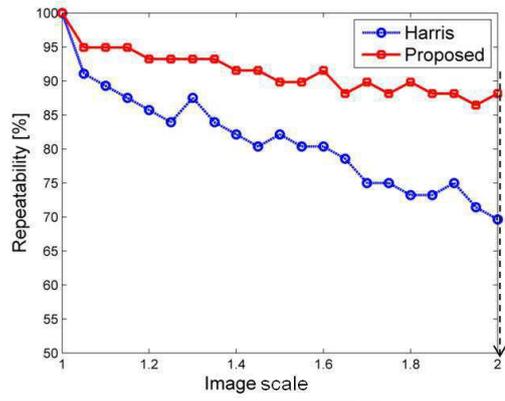
도면9



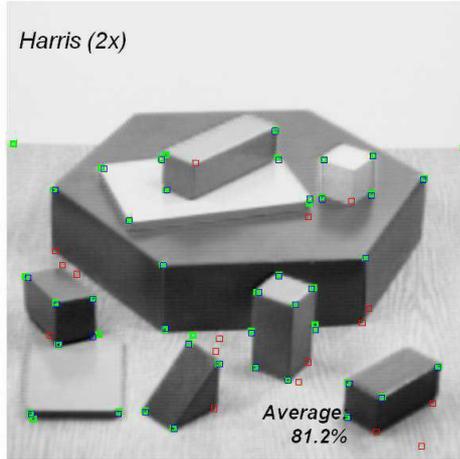
(a)



도면10

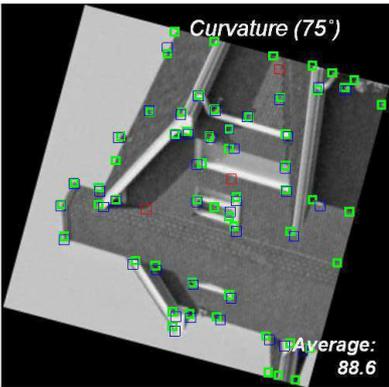
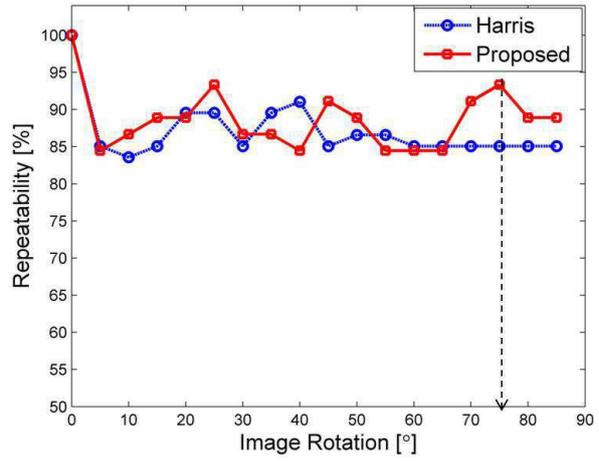


(b)

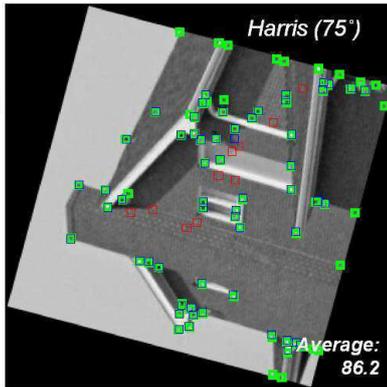


(c)

도면11

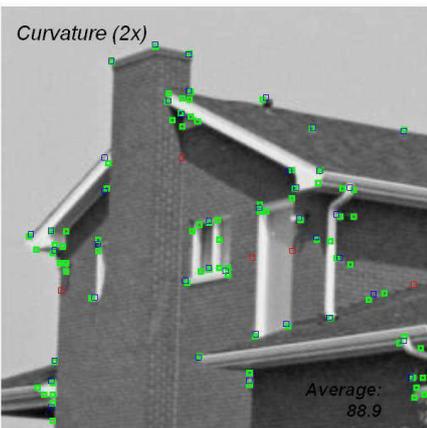
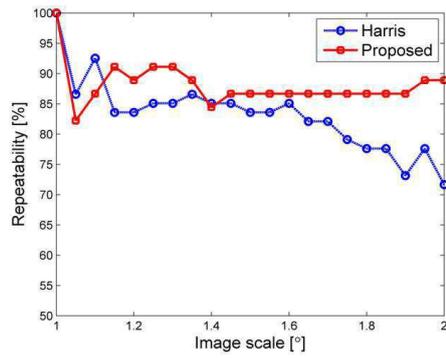


(b)

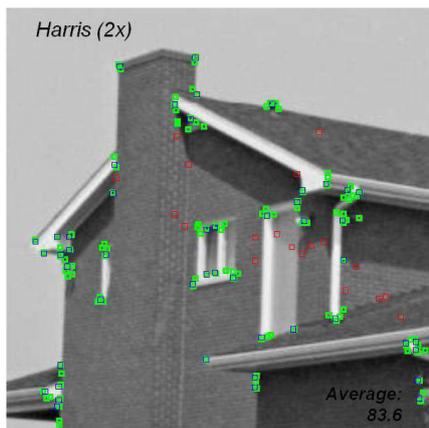


(c)

도면12



(b)



(c)