

論文96-33B-8-11

구조적인 접근방법을 이용한 텍스춰 영상의 3차원 해석

(3-D Analysis of Textures Using Structural Approaches)

洪顯基*, 明潤燦*, 崔宗秀*

(Hyun-Ki Hong, Yun-Chan Myung, and Jong-Soo Choi)

요 약

본 논문에서는 텍스춰에 대한 구조적인 접근 방법을 이용하여 대상 텍스춰 표면의 3차원 정보를 구하는 새로운 방법이 제안된다. 제안된 방법을 통해 텍스춰 영상의 기술(description) 및 분할(segmentation)에 이용되는 구조적인 접근 방법이 대상 영상에 대한 3차원 해석에도 효과적으로 적용됨을 확인하였다. 먼저, 대상 영상의 Fourier power spectrum을 해석하여 텍스춰의 전체적인 방향 성분을 구하고, 얻어진 방향 성분에 대한 일차원 사영(projection) 정보를 이용하여 투시 왜곡된 무늬소들의 분포와 변화(variation)를 해석한다. 그리고 텍스춰 영상의 면방향과 무한원점(vanishing point)을 계산하며, 무한원점에 수렴하는 선분과 틸트 방향에 직교하는 선분으로 대상 표면을 재배열하였다. 제안된 방법을 이용하여 구조적인 텍스춰 영상에 대해 정확한 3차원 해석이 이루어짐을 실험 결과로부터 확인하였다.

Abstract

In this paper, we propose a new algorithm that obtains the surface orientation of the texture image using structural approaches. The proposed method showed that structural approaches can be effectively used in 3-D analysis of textures as well as description and segmentation without additional information. By examining Fourier power spectrum of the texture image, we determine the tilt of the textured surface. Then, 1-D projection information of the texture in the obtained tilt direction is used to compute the slant. Using the obtained information, we can compute the vanishing point, and rearrange the textured surface with lines converging to the vanishing point and lines perpendicular to the tilt direction. In the experimental results, we have ascertained the proposed algorithm can make a precise 3-D analysis of structural textures.

1. 서 론

단안시(monocular vision)로 얻어진 영상에서 3차원 정보를 구하는 문제는 컴퓨터 시각 분야에서 중요한 연구 과제이다. 특히 실제세계의 모든 면은 일정한 무늬소(texel)들이 분포하고 있는 텍스춰(texture)로 구성되어 있다고 볼 수 있다. 따라서 텍스춰 표면의 기술

어짐에 따른 무늬소의 변화분을 3차원적으로 해석하는 문제(shape from texture)는 현재까지 활발하게 연구되고 있으며, 로봇 공학(robotics)과 무인 자동 항해(autonomous navigation) 등의 분야에서 다양하게 응용되고 있다.

텍스춰 영상 내에서 규칙적 또는 불규칙적으로 배열되어 있는 무늬소들은 카메라의 시선 방향에 따라 기울어진 정도를 반영한다¹⁾. 그림 1은 관찰자가 비스듬하게 바라보면서 취득한 고층 빌딩(building) 영상이다. 그림 1을 볼 때, 인간은 텍스춰 영상을 구성하는 무늬소들의 크기와 형태(이심률:eccentricity) 변화, 그

* 正會員, 中央大學校 電子工學科

(Dept. of Elec. Eng. Chung Ang Univ.)

接受日字:1996年2月15日, 수정완료일:1996年7月8日

리고 무늬소간의 거리 변화분을 해석함으로써 대상 텍스취 표면에 대한 3차원 정보를 구할 수 있다^[2]. 본 연구의 목적은 컴퓨터 시각(computer vision)의 응용을 통해 실세계의 3차원 구조를 인식하는 인간의 이러한 인지 능력을 구현하는 데 있다.

제안된 기존의 방법들을 살펴보면, 무늬소의 정사영된 구배(gradient) 정보로부터 통계학적 모델을 이용하는 방법^[3], 무늬소의 수평, 수직 에지 성분을 군집 변환(aggregation transform)하여 해석하는 방법^[4], 수리형태학(Mathematical Morphology)을 이용하여 무늬소의 왜곡을 해석하는 방법^[5] 등이 있다. 이러한 기존의 방법들은 대상 텍스취에 대한 전체적인 구조(structure) 정보를 고려하지 않으며, 대상 영상에 대한 기술 혹은 분할 정보와는 별개의 추가적인 정보를 각각 필요로 하게 된다. 그러나 제안된 방법은 대상 영상의 면방향을 구할 때, 텍스취에 대한 기술, 분할 및 표현(representation) 방법에 이용되는 정보만을 이용한다. 따라서 기지(既知)의 구조적인 정보와 동일한 접근 방법으로부터 텍스취 영상을 3차원적으로 해석하는 일관된 처리가 가능하다는 장점을 가진다. 그림 1과 같은 영상을 볼 때, 인간은 그림 2와 같은 구조적인 배열을 연상하면서, 동시에 대상 영상의 3차원 정보를 추정한다. 마찬가지로 제안된 방법은 텍스취 영상의 구조적인 배열 정보와 3차원 정보를 동시에 해석한다. 따라서 대상 텍스취 영상을 관찰하고 인식하는 인간의 인지 능력에 보다 가까운 접근 방법이라고 할 수 있다.

구조적인 접근법을 통해 텍스취 영상을 기술하고, 이들을 이용하여 텍스취에 대한 지식 기반(knowledge

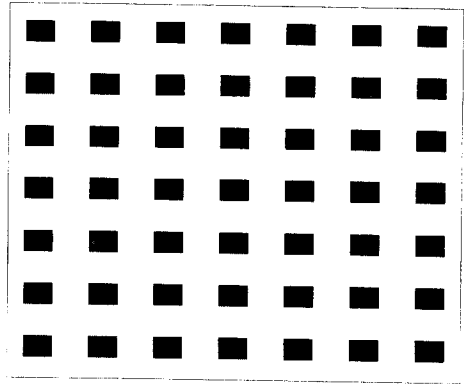


그림 2. 연상된 배열 구조

Fig. 2. The reminded arrangement structure of the object image.

base)을 구성할 수 있다. 텍스취에 대한 3차원 해석을 포함한 일련의 처리를 그림 3에 보였다. 본 논문에서는 무늬소들이 일정한 단위 방향 벡터로 구성되어 있는 구조적인 텍스취를 대상으로 하였으며, 텍스취 표면은 평면이라고 전제하였다.

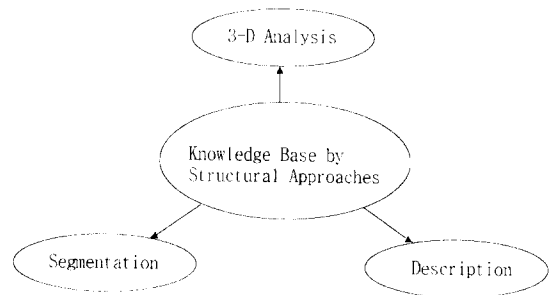


그림 3. knowledge base를 이용한 처리

Fig. 3. A process using the knowledge base.

II 장에서는 제안된 방법에 대해 설명하였고, III 장에서는 텍스취 영상을 대상으로 제안된 알고리즘을 적용한 실험 결과와 기존의 수리형태학을 이용한 방법과 군집 변환한 결과를 비교, 분석하였으며, IV 장에서 결론을 맺었다.

II. 본 론

본 논문에서는 대상 텍스취 영상의 전체적인 방향 성분을 분석하기 위해 텍스취의 Fourier power spectrum을 이용한다. 텍스취 영상의 power spec-

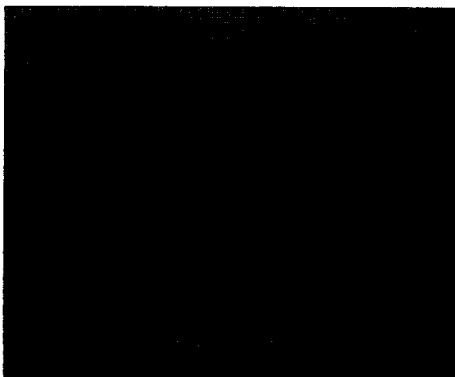


그림 1. 고층 빌딩 영상

Fig. 1. High building image.

trum 내에서 국부(local) 최대치 배열에는 규칙성이 있으며, 이 규칙성을 의미하는 두 개의 벡터를 구한다. 얻어진 두개의 벡터 가운데 최대의 power 분포를 가지는 방향 성분을 구함으로써 대상 텍스춰 표면에 존재하는 무늬소들의 전체적인 배열 방향을 알아낼 수 있다. 대상 텍스춰 영상을 얻어진 전체 배열 방향으로 일차원 사영(projection)하여 무늬소들의 배열 간격과 위치를 확인한다. 그리고 확인된 정보로부터 카메라와 텍스춰 표면과의 기하학적인 관계를 해석하여 대상 텍스춰에 대한 3차원 면방향과 무한원점을 구한다. 또한 계산된 무한원점을 중심으로 fan-beam 사영하여 사영 왜곡된 무늬소의 위치를 확인하였으며, 무한원점에 수렴하는 선분과 틸트 방향에 직교하는 선분으로 대상 영상을 재배열하였다. 그림 4는 제안된 방법의 블록도이다.

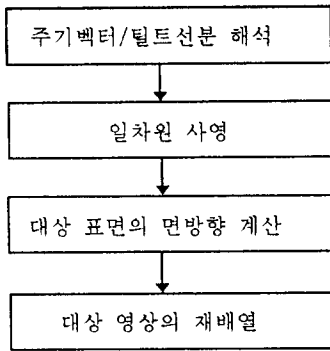


그림 4. 제안된 방법의 블록도
Fig. 4. The block diagram of the proposed method.

1. 주기 벡터 해석

텍스춰를 구성하는 무늬소들이 주기적으로 배열되어 있다고 하면, Fourier power spectrum은 마찬가지로 주기적이며, 대상 영상의 전체적인 방향 정보를 반영한다. 무늬소가 가장 균일하게 분포하고 있는 방향에 수직 성분을 해석함으로써 텍스춰 표면의 틸트(tilt)를 계산할 수 있다^[2].

본 논문에서는 텍스춰의 power spectrum 상에서 무늬소들의 주기성(periodicity)을 의미하는 두 개의 주파수 성분을 구하고^[6], 구한 두 성분 중 power spectrum 내에서 최대 power 분포를 가지는 방향과 이에 수직인 선분을 결정한다.

Power spectrum의 주기성을 나타내는 공간 벡터 \bar{f}_1 과 \bar{f}_2 를 구하기 위해, 먼저 크기 $M \times M$ 의 대상 영상에 2차원 Fourier 변환을 취하여 $P(u, v)$ ($-M/2 \leq u, v \leq M/2-1$)를 얻는다. $P(u, v)$ 공간에서의 에너지는 텍스춰의 주기를 나타내는 주파수에 밀집되게 되므로 각 부분에서 power spectrum의 최대치가 \bar{f}_1 혹은 \bar{f}_2 의 후보가 된다. 여기서 최대치를 가지는 \bar{f} 중 고차 하모닉스(harmonics) 성분은 \bar{f} 의 정수배에 해당하기 때문에 제외한다.

텍스춰 영상의 외곽에서 존재하는 농도 레벨의 불연속을 없애기 위해 Hanning 창틀(window)을 적용하였다. 얻어진 벡터들로부터 무늬소 배열을 나타내는 한 쌍의 공간 주파수는 다음 식 (1)을 통해 구할 수 있다.

$$E(\bar{f}_i, \bar{f}_j) = P(\bar{f}_i) + P(\bar{f}_j) + \sum_{m,n} P_7(m\bar{f}_i + n\bar{f}_j) \quad (1)$$

여기에서,

$$P_7(u, v) = P(u, v) - \frac{1}{49} \sum_{k,l} P(u+k, v+l), \quad (-3 \leq k, l \leq 3)$$

k, l, m, n 은 정수이며 $m\bar{f}_i + n\bar{f}_j$ 는 \bar{f}_i 와 \bar{f}_j 에 의해 생성되는 $P_7(u, v)$ 공간 상의 격자(lattice) 위치를 나타낸다. 식 (1)에서 우변 두 개의 항은 \bar{f}_i 와 \bar{f}_j 의 power 레벨을 의미하며, 마지막 항은 벡터 쌍의 계산된 값을 의미한다. 각 공간 벡터(\bar{f}_i, \bar{f}_j)들의 조합으로부터 $E(\bar{f}_i, \bar{f}_j)$ 를 구했을 때 $E(\bar{f}_i, \bar{f}_j)$ 가 최대치 되는 벡터 쌍이 요소들의 주기를 나타내며 이를 \bar{f}_1, \bar{f}_2 라 한다. 그리고 식 (2)를 이용하여, 얻어진 \bar{f}_1, \bar{f}_2 로부터 실제 영상에서 무늬소 배열을 나타내는 벡터 \bar{v}_1 과 \bar{v}_2 를 구할 수 있다. 얻어진 주파수 성분과 공간 벡터와의 관계를 그림 5에 나타내었다.

$$|\bar{v}_1| = \frac{M}{|\bar{f}_1| \sin \theta}, \quad |\bar{v}_2| = \frac{M}{|\bar{f}_2| \sin \theta}$$

$$\angle \bar{v}_1 = \angle \bar{f}_2 + \frac{\pi}{2(\text{Mod } \pi)}, \quad \angle \bar{v}_2 = \angle \bar{f}_1 + \frac{\pi}{2(\text{Mod } \pi)}. \quad (2)$$

$\angle \bar{v}_1, \angle \bar{v}_2$ 방향 가운데 에너지가 큰 방향을 구한다. 얻어진 이 방향은 무늬소가 가장 균일하게 분포하는 방향에 수직이며, 틸트를 나타내는 선분의 기울기로 결정된다.

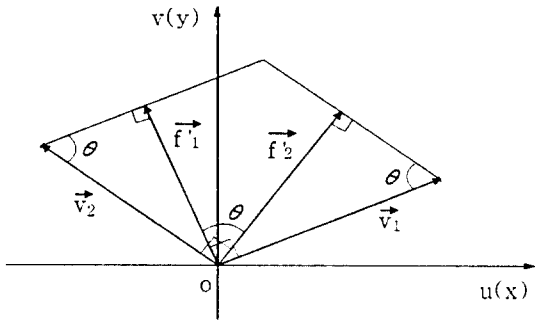


그림 5. 공간 주파수와 벡터와의 관계
Fig. 5. Relation between spatial frequencies and vectors.

2. 텍스처의 일차원 사영

본 논문에서는 텍스처 영상의 3차원 방향에 의해 영
향받은 무늬소 배열 및 위치를 확인하기 위해 이차원
의 텍스처 영상을 일차원으로 사영하는 방법을 이용한다.
이 방법은 사영 정보를 이용하여 텍스처의 공간 배
열을 추출(extraction)하고 해석하는 방법이다¹⁷⁾. 이
러한 사영 정보를 통해 구조적인 텍스처의 공간 배열
구조를 해석할 수 있다.

텍스처 영상의 2차원 분포 $F(x, y)$ 가 원점으로부터
거리 R 만큼 떨어져 있을 때, 위에서 계산된 틸트 성
분 θ 로 사영되는 관계를 그림 2와 식 (3)에 보인다.
여기서 $F(R)$ 는 θ 방향으로 사영된 정보를 의미한다.

$$F(R) = \iint F(x, y) \delta(x \cos \theta + y \sin \theta - R) dx dy. \quad (3)$$

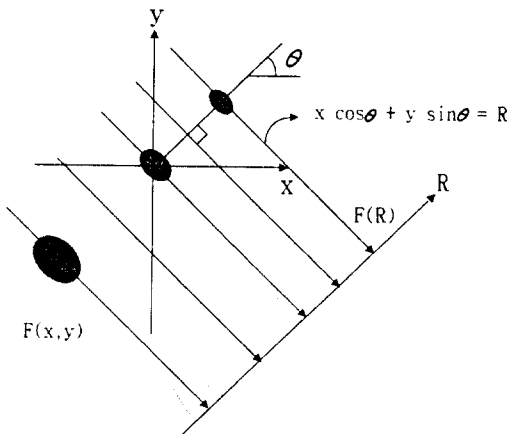


그림 6. 텍스처 영상의 일차원사영 관계
Fig. 6. 1-D projection relation of the textures.

계산된 틸트 방향으로 일차원 사영된 정보를 해석함
으로써 3차원 방향에 의해 영향받은 무늬소의 공간 배
열 및 위치를 확인할 수 있다.

3. 텍스처 표면의 면방향 계산

대상 텍스처 표면의 면방향을 계산하기 위해 위의
과정에서 얻어진 틸트 성분과 무늬소간의 공간 배열
거리 정보를 이용한다. 실제계의 3차원 좌표계가 투시
(perspective) 사영 모델링에 의해 영상면(image
plane)에 대응되는 관계를 그림 7에 보였다.

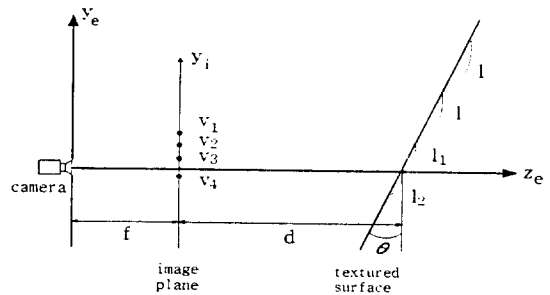


그림 7. 투시 사영의 모델링
Fig. 7. Modelling of the perspective projection.

식 (4)의 V_n 은 위의 사영 정보를 통해 얻어진 영상
면 내의 위치이며, 틸트 성분을 의미하는 선분 상에 점
(point)으로 표현된다.

$$V_1 = f \frac{-l_2 \cos \theta}{f + d - l_2 \sin \theta}, \quad (4-a)$$

$$V_2 = f \frac{l_1 \cos \theta}{f + d + l_1 \sin \theta}, \quad (4-b)$$

$$V_3 = f \frac{(l + l_1) \cos \theta}{f + d + (l + l_1) \sin \theta}, \quad (4-c)$$

$$V_4 = f \frac{(2l + l_1) \cos \theta}{f + d + (2l + l_1) \sin \theta}, \quad (4-d)$$

여기서 f 는 초점 거리, d 는 영상면에서 텍스처 표
면까지의 실제 거리, l 은 실제 텍스처 표면 상의 무늬
소간 거리로 $l = l_1 + l_2$ 이다. 그리고 θ 는 텍스처의
슬랜트 정보에 해당한다. 위의 네 개 식을 θ 에 대해
연립하여 풀면, 식 (5)를 유도할 수 있다.

$$\tan \theta = f \frac{3V_3 - 2V_4 - V_1}{V_3V_4 + 2V_1V_3 - 3V_1V_4}. \quad (5)$$

따라서 영상면의 중점을 2차원 좌표계의 원점으로

정하고 y_i 축의 양과 음 방향으로 위치하는 네 개의 점을 구하면, 텍스춰 표면의 슬랜트 및 3차원 거리 정보와 무늬소간의 실제 거리 정보를 계산할 수 있다. 만약 $l_1 = l_2$ 이라면, 중점을 기준으로 두 개의 점(V_1, V_2)만을 고려하고 식 (6)을 통해 슬랜트를 계산할 수 있다.

$$\theta = \tan^{-1} \left[\frac{f}{2} \left(\frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2} \right) \right]. \quad (6)$$

4. 텍스춰 영상의 재배열

앞에서 구한 슬랜트와 틸트는 면방향을 알기 쉽게 각도로 표현한 대상 영상 표면의 구배 정보이다¹⁸⁾. 따라서 식 (7)을 이용하여 얻어진 면방향 정보로부터 구배(p, q)를 계산할 수 있다. 여기서 슬랜트는 σ , 틸트는 τ 이며, 두 값의 범위에 따라 p 와 q 는 일의적(unique)으로 결정된다. 단, τ 가 90° 인 경우 p 는 0이다. 영상면(image plane) 내에서 무한원점이 존재하는 무한선분은 식 (8)과 같이 구배와 초점거리 f 로 표현된다. 여기서 (u_{∞}, v_{∞})는 영상면 내의 무한원점의 좌표이다.

$$p = \pm \sqrt{\frac{\tan^2 \sigma}{1 + \tan^2 \tau}}, \quad (7)$$

$$q = \pm (\tan \tau) \sqrt{\frac{\tan^2 \sigma}{1 + \tan^2 \tau}}, \quad (7)$$

$$p u_{\infty} + q v_{\infty} = -f. \quad (8)$$

제안된 방법은 대상 텍스춰 영상의 재배열을 위해 무한원점을 이용하며, 이 무한원점은 앞에서 구한 틸트 선분과 무한 선분과의 교차점을 계산하여 얻을 수 있다. 계산된 무한원점에 수렴하는 직선 성분을 구하기 위해 fan-beam 사영 방법을 이용한다. 이 방법은 점광원(point source)을 회전시키면서 각 방향으로 투시 사영되는 정보를 구하는 방법이다¹⁸⁾. 제안된 방법에서 점광원은 계산된 무한원점 상에 위치하며, 일차원 사영과 마찬가지로 사영 정보의 극부 최대치의 위치를 확인하였다. 확인된 극부 최대치의 위치와 무한원점을 연결한 선분을 무한원점에 수렴하는 직선 성분으로 결정한다. 그리고 무한원점에 수렴하는 선분과 틸트 방향에 직교하는 수직 성분으로 대상 텍스춰 영상을 재배열한다. 따라서 두 직선 성분의 교차점에 무늬소가 분포하고 있으며, 이로부터 사영 왜곡된 무늬소의 분포를 확인할 수 있다.

III. 실험 및 검토

실험에 이용된 대상 텍스춰 영상은 Brodatz¹⁹⁾의 D102 Cane, D20 French canvas를 3차원적으로 투시 변환한 영상(그림 8, 9의 (a)), 그리고 그림 1의 고층 빌딩 외벽처럼 보이도록 투시 변환된 합성 영상(그림 10의 (a))이다. 제안된 알고리즘을 적용한 결과를 그림 8, 9, 10에 각각 보였다. 투시 변환된 실재의 면방향 정보와 기존의 수리 형태학을 이용한 방법, 군집 변환을 이용하는 방법, 그리고 제안된 방법으로 계산된 결과를 표 1에 보였으며, 그 정확도를 확인하였다.

그림 8의 (b)는 대상 영상에 대한 power spectrum이고 (c)는 계산된 텍스춰의 전체 방향 성분이며 영상의 중심을 지나는 선분으로 표시하였다. (d)는 영상 내부의 어두운 부분을 계산된 전체 방향으로 일차원 사영한 히스토그램이고 여기서 극부 peak는 투시 변환에 영향받은 무늬소들의 배열 위치를 나타낸다. 그리고 확인된 무늬소 배열 위치와 위에서 계산된 틸트 선분을 그림 (e)에 나타내었다. 무늬소 자체의 위치와 그 간격 모두 3차원 정보를 반영하고 있다는 것을 확인할 수 있다. 작은 원은 얻어진 일차원 투영에 따른 배열의 위치를 의미한다. 또한 (f)는 계산된 무한원점과 구배 정보에 의한 fan beam 사영 정보를 이용하여 대상 텍스춰 표면을 무한원점에 수렴하는 선분과 틸트 방향에 직교하는 선분으로 재배열한 영상이다. 그림 9, 10의 (b)는 전체 방향 성분과 일차원 사영 정보를 이용한 무늬소들의 위치와 틸트 선분이며, (c)는 얻어진 정보를 이용하여 재배열된 텍스춰 표면이다.

기존의 방법 중에서 형태학적 방법은 연속적인 erosion 연산으로 무늬소의 중심점이 얻어지는 순서를 이용하여 전체 영역을 분할한다. 그리고 각 분할된 영역의 중심축과 이에 수직인 선분을 구하며, 무한원점을 계산하여 대상 텍스춰 영상의 면방향을 구하는 방법이다. 수리 형태학을 이용한 방법의 실험 결과를 그림 11에 보였다. 여기서 연속적인 erosion 연산에 의해 찾아진 무늬소들의 중심점을 +, □, ×, ○, △의 순서대로 (b)에 나타내었으며, 무늬소 분포의 평균 기울기의 직선을 분할된 영역 내부에 보였다(그림 (c)). 대상 영상이 상대적인 3차원 거리에 따라 먼 곳에서 가까운 곳의 순서대로 효과적으로 분할됨을 그림 (b)를 통해 확인할 수 있다. 그림 (d)에는 중심축에 직교하는 직선과 중심축과의 교차점을 나타내었으며, (e)는 계산된 무한

원점으로부터 중심축간의 거리를 보정한 결과이다. 또한 (f)는 분할 정보와 구성소(structuring element)를 이용해 무한원점을 구하고 수직하는 중심축과 무한원점에 수렴하는 직선 성분들을 재배열한 영상이다. 형태학적인 방법은 대상 텍스춰 표면 내에 일정한 크기의 무늬소가 불균일하게 분포하는 경우도 해석할 수 있는 장점을 지니는 반면, 그림 9와 같이 대상 영상 내에 존재하는 무늬소들의 크기가 균일하지 않은 경우 전체 영역을 상대적 거리 정보에 따라 분할하기 어렵다는 것을 알 수 있다. 또한 그림 8, 10과 같이 무늬소가 규칙적으로 배열하는 영상의 경우에서도 오차가 어느정도 존재함을 확인하였다. 이러한 오차는 무늬소의 형태와 크기에 따라 중심점을 정확하게 구하기 어려우며, 대상 영상의 경계 부분에서 발생하는 오차 성분 때문에 전체 영역을 정확하게 분할할 수 없기 때문이다.

군집 변환은 얻어진 에지 중에서 무한원점에 수렴하는 직선 성분과 틸트 방향에 수직인 직선 성분을 이용한다. 그러나 그림 12에서 확인할 수 있는 것처럼 대상 영상에 따라 에지 성분은 다양한 방향으로 존재하고 있다. 따라서 에지의 두 가지 성분만을 정확하게 구분하기는 매우 어려우며, 군집 변환을 이용한 실험 결과는 대상 영상의 에지 성분에 따라 많은 오차가 있음을 확인하였다.

제안된 방법은 텍스춰 영상의 기술 방법을 이용하여 3차원 문제를 해결함으로써 텍스춰에 대한 일관된 처리가 가능함을 보였으며, 기존 방법의 실험 결과를 각각 비교함으로써 제안된 방법의 정확도를 확인하였다. 무늬소가 비교적 규칙적으로 분포하여 구조적인 방법으로 기술될 수 있는 텍스춰 영상, 즉 건물의 외벽, 고층빌딩 등의 실제의 인공 구조물 영상에 제안된 알고

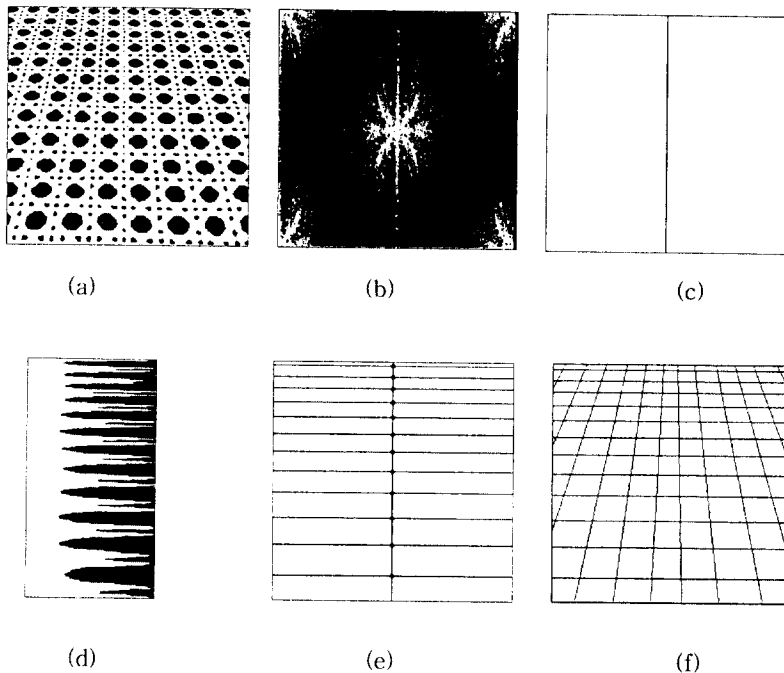


그림 8. 제안된 방법을 이용한 D102 (Cane)의 실험 결과.

(a) 대상 영상 (D102 Cane), (b) 얻어진 power spectrum, (c) 최대 에너지 방향의 수직 선분, (d) 얻어진 일차원 사영 정보, (e) 틸트 선분과 사영 정보로부터 구한 무늬소 배열, (f) 재배열된 대상 텍스춰 영상의 표면

Fig. 8. Experimental results of D102 Cane. (a) D102 Cane; (b) the obtained power spectrum; (c) the line perpendicular to the vector having the maximum power; (d) the 1-D projection information; (e) the texel arrangement obtained by the tilt line and the projection information; and (f) the textured surface rearranged with the perpendicular and the converging lines.

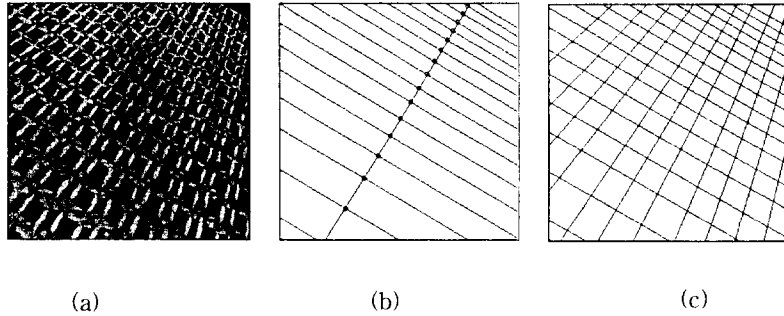


그림 9. 제안된 방법을 이용한 D20 (French canvas)의 실험 결과
 (a) 대상 영상 (D20 French canvas), (b) 틸트 선분과 사영 정보로부터 구한 무늬소 배열, (c) 재배열된 대상 텍스춰 표면

Fig. 9. Experimental results of D20 French canvas. (a) D20 French canvas; (b) the texel arrangement obtained by the tilt line and the projection information; and (f) the textured surface rearranged with the perpendicular and the converging lines.

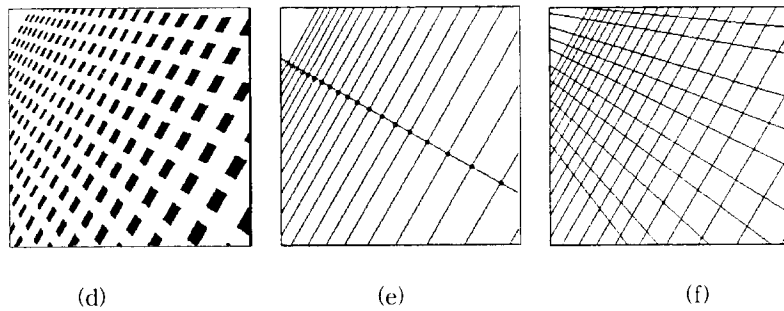


그림 10. 제안된 방법을 이용한 합성 영상의 실험 결과. (a) 대상 합성 영상, (b) 틸트 선분과 사영 정보로부터 구한 무늬소 배열, (c) 재배열된 대상 텍스춰 표면

Fig. 10. Experimental results of the artificial image. (a) The artificial image; (b) the texel arrangement obtained by the tilt line and the projection information; and (f) the textured surface rearranged with the perpendicular and the converging lines.

표 1. 제안된 방법과 기존의 방법들을 이용한 실험 결과

Table 1. Experimental results of the proposed algorithm and previous algorithms.

(단위 : 度 (degree))

		실재치	군집변환 (A)	형태학적 방법 (B)	제안된 방법 (C)	오 차		
						A	B	C
D102 Cane	slant	40.00	14.30	43.68	39.00	25.70	3.68	1.00
	tilt	90.00	51.48	92.80	90.02	38.52	2.80	0.02
D20 French canvas	slant	40.00	49.52	51.74	42.04	9.52	11.74	2.04
	tilt	60.00	44.84	81.43	59.01	15.16	21.43	0.99
합성 영상	slant	50.00	51.14	48.67	49.30	1.14	1.33	0.70
	tilt	150.00	150.95	146.72	150.32	0.95	3.28	0.32

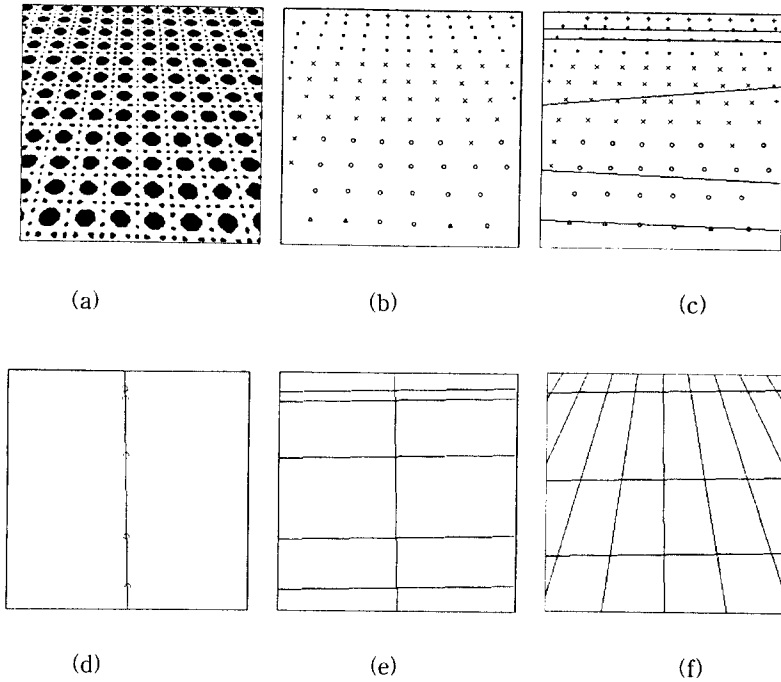


그림 11. 형태학적 방법을 이용한 D102 (Cane)의 결과.(a) 대상 영상 (D102 Cane), (b) 찾아진 무늬소들의 중심점, (c) 분할된 영역의 중심축, (d) 중심축과 그 수직선의 교차점, (e) 평균 기울기의 중심축, (f) 재배열된 직선 성분

Fig. 11. Experimental results of D102 Cane by morphological method. (a) D102 Cane; (b) determined centroids; (c) major axes of sub-regions; (d) perpendicular line and intersections; (e) major axes corrected with a mean slope; and (f) rearranged lines.

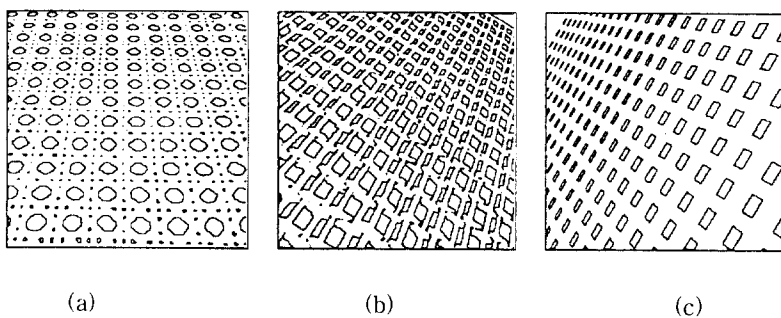


그림 12. 얻어진 대상 영상의 edge. (a) D102 Cane의 edge, (b) D20 French canvas의 edge, (c) 합성 영상의 edge

Fig. 12. The obtained edges of object images. The obtained edges of (a) D102 Cane, (b) D20 French canvas, and (c) The artificial image.

리듬이 효과적으로 적용될 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 구조적인 접근 방법을 이용하여 대상

텍스춰 영상을 3차원적으로 해석하는 새로운 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 대상 텍스춰 영상의 Fourier power spectrum 상에서 전체 방향 성분을 구하고 일차원 사영 정보를 통해 무늬소의 배열과 공간 분포 변화를 해석한다. 또한 무한원점과 fan-beam 사영

정보를 이용하여 사영 왜곡된 텍스춰 표면을 재배열하였다. 제안된 방법은 텍스춰 영상을 기술, 분할 및 표현에 사용되는 방법만으로 3차원 해석을 함으로써 텍스춰에 대한 일관된 처리가 가능하다는 장점을 가진다. 대상 텍스춰 표면이 곡면이거나 여러 평면으로 이루어져 있는 경우, 그리고 여러 무늬소로 구성된 경우에 대해 제안된 방법을 적용하는 문제가 앞으로 해결해야 할 연구 과제이다.

참 고 문 헌

- [1] J. J. Gibson, *The Perception of the Visual World*, Houghton Mifflin : Boston, Mass., 1950.
- [2] D. Marr, *Vision*, W. H. Freeman and Company : San Francisco, Cal., pp. 233-239, 1980.
- [3] 정성철, 최연성, 최종수, "단안의 무늬 그래디언트로부터 통계학적 모델을 이용한 면방향 추정," 전자공학회논문지, 제26권 제7호, pp. 157-165, 1989
- [4] J. R. Kender, "Shape from Texture : An Aggregation Transform that Maps a Class of Textures into Surface Orientation," *Proc. 6th IJCAI*, pp. 475-480, Tokyo, 1979.
- [5] J. S. Kwon, H. K. Hong, and J. S. Choi, "Obtaining a 3-D Orientation of Projective Textures Using a Morphological Method," *Pattern Recognition*, vol. 29, no. 5, pp. 725-732, 1996.
- [6] T. Matsuyama, S. Miura, and M. Nagao, "Structural Analysis of Textures by Fourier Transformation," *Comput. Graphics and Image Processing*, vol. 24, pp. 347-362, 1983.
- [7] H. B. Kim and R. H. Park, "Extracting Spatial Arrangement of Structural Textures using Projection Information," *Pattern Recognition*, vol. 25, no. 3, pp. 237-245, 1992.
- [8] T. Y. Young, *Handbook of Pattern Recognition and Image Processing: Computer Vision*, Academic Press : San Diego, Cal., 1994.
- [9] P. Brodatz, *Textures : A Photographic Album for Artists and Designers*, Dover : Mineola, N.Y., 1966.

저 자 소 개



洪顯基(正會員)

1968년 8월 2일생. 1993년 2월 중앙대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1995년 2월 중앙대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1995년 3월 ~ 현재 중앙대학교 대학원 전자공학과 박사과정 재학중.

주관심 분야는 컴퓨터 시각, 적외선 공학, 영상 처리 등임.



明潤燦(正會員)

1973년 1월 23일생. 1996년 2월 중앙대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1996년 3월 ~ 현재 중앙대학교 대학원 전자공학과 석사과정 재학 중. 주관심 분야는 컴퓨터 시각, 적외선 공학 등임.

崔宗秀(正會員) 第33卷 B編 第5號 參照

현재 중앙대학교 전자공학과 교수