

투사정보를 이용한 구조적 텍스처의 분석 및 합성

(Analysis and Synthesis of Structural Textures Using Projection Information)

金 漢 濱*, 朴 來 弘**

(Han Bin Kim and Rae Hong Park)

要 約

본 논문에서는 구조적인 텍스처에서 텍스처 원소의 공간배열구조를 파악하는 새로운 알고리즘을 제안하였다.

제안된 알고리즘은 텍스처 영상에서 얻은 여러 방향으로의 투사정보를 통해 텍스처 배열구조를 결정짓는 두 방향을 추출하고 또한 각 텍스처 원소를 고립시키는 평행사변형 격자를 만들게 된다. 고립된 텍스처 원소는 분석되어 합성에 이용된다.

이 방법을 사용함으로써 구조적 텍스처 영상이 심한 잡음에 훼손되어 있을 경우에도 적절한 원소의 공간배열구조를 찾아냄을 실험을 통하여 보였다.

Abstract

In this paper we propose a new algorithm which extracts spatial arrangement information of texture elements in structural textures.

In the proposed algorithm, by the use of projection information in several directions obtained from the texture image we can get two directions which determine the texture structure and the parallelogram grid which isolates texture elements. The isolated texture elements are analyzed and used to synthesize texture images.

Computer simulation shows that the proposed method can extract proper spatial structure of the texture element even when the texture image is highly corrupted by additive noise.

I. 서 론

영상처리에서 텍스처(texture)란 성질 혹은 형태가 비슷한 것이 한 영역을 이루고 있는 것을 말한다. 일

반적으로 텍스처는 크게 두 종류로 나뉘어 있는데 통계적으로 유사한 특성을 가지는 것과 일정한 방향성을 가지는, 구조적으로 유사한 특성을 가지는 것이 있다. 전자는 바닷물결과 같은 것을 말하는데 통계적 모델로서 파라메타(parameter)를 사용하여 기술될 수 있는 것^{1,2)}이고 후자는 벽돌담과 같이 일정한 배열이 있어서 구조적으로 기술될 수 있는 것^{3) 4)}

*準會員, **正會員, 西江大學校 電子工學科
(Dept. of Elec. Eng., Sogang Univ.)
接受日字: 1989年 7月 12日

을 말한다. 이러한 텍스처의 분석에 의해 텍스처의 특성을 나타내는 매개변수나 혹은 반복되는 규칙을 추출함으로써 정보압축(data compression)에 응용할 수 있다. 또한 텍스처를 분석하여 얻은 정보 즉 텍스처 원소의 크기나 주기성 또는 통계적 특성을 이용하여 여러가지 다른 텍스처를 분류(classification)하거나 인식(recognition)^{10,11}할 수 있고 농경지 등에서 취득한 영상으로부터 갖가지 곡물들(crop field)의 경계를 찾아내는 등 분리(segmentation)¹²에도 쓰인다. 또한 나무들이 배열되어 있는 숲의 영상으로부터 건강한 나무와 병들거나 베어진 나무들의 위치를 찾아낼 수 있다.

텍스처가 구조적인 배열을 가질 때 분석 또는 합성과정에서 구조적인 방식을 사용함으로써 좋은 결과를 얻을 수 있다. 본 논문에서는 이러한 점을 고려하여 텍스처를 구조적으로 분석하여 유용한 정보를 얻어내고 다시 이를 이용하여 합성하는 과정을 다루었다. 즉 텍스처를 일정한 방향으로 투사해서 투사정보를 얻은 다음 그 투사정보에서 텍스처 원소의 공간구조를 파악한 다음 그 공간구조를 바탕으로 텍스처 원소를 추출한다. 그 뒤 각 텍스처 원소에 대한 특성이 파악되고 그 특성의 유사성에 따라 여러부류로 텍스처 원소를 나누고 대표부류 중에서 그 부류의 평균특성에 가장 가까운 텍스처 원소를 대표 원소로 삼아 위에서 구한 공간구조에 따라 이 대표 원소를 배열함으로써 합성을 하게 된다. 제안된 텍스처 합성 알고리즘이 실제로 구현될 수 있는 필수 전제조건으로는 먼저 일반적인 영상으로부터 텍스처 영상을 분리해낼 수 있어야 한다. 분리된 텍스처 영상에서 각 텍스처 원소는 평행사변형의 구조를 가지고 배열되어 있어야 한다. 또한 텍스처가 얼마나 규칙적으로 배열되어 있는가를 측정함으로써 알고리즘의 적용여부를 판단할 수 있어야겠다. II장에서는 여태까지 발표되었던 구조적 텍스처의 분석 및 합성 알고리즘을 살펴보고, III장에서는 투사정보를 통해 텍스처의 공간구조를 파악하는 제안된 알고리즘을 알아본다. IV장에서는 제안된 알고리즘을 컴퓨터 시뮬레이션(computer simulation)을 통해 실제 텍스처 영상에 적용한 후, 구한 공간구조를 이용하여 합성함으로써 제안한 알고리즘의 성능 분석을 하였으며 끝으로 V장에서는 결론을 보였다.

II. 기존의 구조적 텍스처 분석 방식

일반적으로 텍스처를 구조적으로 표현하기 위해서는 텍스처 원소의 추출이 있어야 하고 또한 텍스처 원소 자체에 대한 특성이 파악되어야 하고 각 텍스처

원소의 공간구조가 조사되어야 한다. 텍스처를 구조적으로 분석하는 방법은 여러가지로 나눌 수 있는데 어떠한 순서로 처리되느냐에 따라 bottom-up 분석방법¹³⁻¹⁷과 top-down 분석방법¹⁸⁻²¹이 있다. Bottom-up 방식은 텍스처 영상으로부터 텍스처 원소를 얻은 다음 이 원소를 분석하고 각 원소간의 배열관계 등을 조사하는 것이다. 텍스처 원소를 추출하기 위해서 region growing 혹은 thresholding을 하는데 이를 통해 균일한 밝기를 갖는 영역을 얻게 된다. 이 방법은 비교적 빠른 처리시간을 가지는데 원소를 추출하는 것이 쉬운 경우에는 잘 적용되지만 원소가 작거나 혹은 평균밝기가 영상의 위치에 따라 다를 때 문제가 생긴다.

Top-down 방식은 먼저 텍스처 영상으로부터 각 원소들의 배열상태를 결정하는 공간배열구조를 얻어낸다. 그 뒤 이로부터 원소를 추출한 뒤 원소를 분석하게 된다. 각 원소의 공간배열규칙은 위에서 얻은 정보를 이용하기도 하고 혹은 추출된 원소로부터 더욱 정확한 배열규칙을 얻어내기도 한다. 이 방법은 계산량이 많은 것이 단점이지만 원소를 추출하는 과정에서 여러 상태에 있을 수 있는 원소를 정확하게 얻어낼 수 있다. 원소를 추출하는 방식은 푸리에 변환(Fourier transform)을 이용²²하거나 cooccurrence matrix를 이용²³할 수 있다. 주기적인 원소의 배열구조를 갖는 텍스처 영상을 푸리에 변환했을 경우 그 spectrum에서 상응하는 주기를 발견할 수 있다. 이 주기 주파수와 그의 조화주파수 상에 존재하는 값만을 가지고 역 푸리에 변환을 할 경우 원영상의 주된 텍스처 원소의 모양과 배열 구조가 반영되어 나타나게 된다.

Cooccurrence matrix를 사용하는 기존의 방식은 원소의 주기적인 배열구조를 알 수는 있었지만 원소 각각의 정확한 위치는 알 수 없었다. Vilnrotter²⁴ 등은 이를 개선시켜 특정한 에지쌍의 출현횟수를 나타내는 어레이를 통하여 원소의 주기를 안다음 다시 원영상에서 이런 특정한 에지쌍을 확인함으로써 원소의 위치를 알아낼 수 있었다. 이 방법은 제안한 처리방식을 통하여 여러 종류의 텍스처 영상에 적용될 수 있었다. 하지만 에지를 통하여 얻은 정보를 유용한 정보로 이용하기 위해서 heuristics가 사용되었고 텍스처를 대표하는 원소를 얻기 위해서 각 원소들의 모양과 밝기를 평균내어 이진화함으로써 원영상과 합성영상에서 많은 차이를 느끼게 한다. 또한 푸리에 변환을 사용하는 방법²⁵은 텍스처를 합성하기 위해서 선택된 두 주기주파수와 그의 조화 주파수만을 이용하여 푸리에 역변환함으로써 텍스처 원소의 모양이

그 윤곽만이 나타날 뿐 세밀한 정보가 나타나질 않는다.

그러므로 본 연구에서는 기존의 구조적 텍스처 분석 알고리즘의 단점을 극복하기 위하여 새로운 알고리즘을 제안하였다. 여기에서는 원소를 잘 찾아내기 위하여 공간 구조를 먼저 알아내는 top-down 방식을 사용하고 원소를 합성하는 과정에서는 그레이 레벨의 밝기를 갖는 원소를 대표원소로 하여 사방에 퍼뜨리는 다음과 같은 방식을 제안하였다.

III. 제안한 구조적 텍스처 처리방식

텍스처가 처리되는 과정은 다음과 같다. 텍스처 영상은 배경과 물체로 이루어졌다고 가정한다. 그 뒤 텍스처 영상은 여러 방향으로 투사되어 각 방향으로 투사정보를 얻게 되는데 이 투사정보들 중에서 봉우리와 골짜기가 가장 뚜렷하게 나타나는 투사정보들을 선택한다. 물체가 배경에 비해서 밝을 경우 투사정보의 봉우리와 골짜기는 각각 물체와 배경이 투영되어 나타난 것이라고 볼 수 있다. 그러므로 선택된 투사정보의 각 골짜기가 반복되어 나타나는 위치에서 각 원소와 원소를 분리할 수 있는 정보를 얻을 수 있다. 원소의 공간배열구조가 평행사변형의 형태로 되어 있다면 하나의 텍스처 원소를 추출하기 위해서는 원소가 반복되어 나타나는 방향으로의 두 개의 투사정보가 필요하게 된다. 이 두개의 투사정보로부터 한 원소를 다른 원소로부터 분리시킬 수 있는 평행사변형격자를 만들게 된다.

이 격자를 원영상과 겹침으로써 각 원소들을 고립시키게 된다. 만약 배경이 밝은 부분으로 되어 있으면 격자를 투사정보의 골짜기로부터 만드는 것이 아니라 봉우리로부터 만듦으로써 원소가 적절하게 고립될 수 있도록 하여야 한다. 투사정보의 값을 적절하게 바꾸어 주어야 원소가 제대로 추출될 수 있도록 하여야 한다. 이어서 각 고립된 텍스처 원소의 특성을 분석한 뒤 대표부류를 찾고 다시 그 대표부류의 평균특징에 가장 가까운 텍스처 원소를 찾아낸 다음 공간구조에 의해서 배열하여 합성을 하게 된다.

1. 배경의 인식

투영정보를 이용하여 텍스처 원소를 얻으려고 할 때 봉우리와 골짜기 중 어느 것이 텍스처 원소 또는 배경을 나타내는지 구별해야 한다. 이를 위해서 영상을 이진화한 다음 region growing을 하여 여러 영역을 얻는다. 이 영역들 중 배경의 특성을 간직하고 있는 영역과 그 외의 영역을 비교해서 배경이 투영정보에서 봉우리 또는 골짜기 어느 부분을 이루게 되

는지 살펴본다. 배경의 특징으로는 평균면적이 크고, 면적의 평균대 분산의 비가 크고 대각선 방향의 연결성이 많은 점을 들 수 있다. 이런 특성을 이용하여 배경이 밝은지 혹은 어두운지를 판단하게 된다.

2. 투사정보 계산과 텍스처 영상의 분석 및 합성
 텍스처 영상이 텍스처 원소의 평행사변형 구조에 의해 분포되어 있을 때 텍스처 원소는 평행사변형을 이루는 두 방향으로의 방향성을 가지게 된다. 그러므로 만일 그러한 방향으로 투영을 하여 투사정보를 얻으면 봉우리 또는 골짜기가 뚜렷이 나타나게 된다. 이에 필요한 투영은 다음과 같다. 원영상 $f(x, y)$ 가 있을 때 이에 대한 선적분의 어레이가 계산되는데 각 선적분에서의 투영선은 거리 R 만큼 떨어져 있고 각도 θ 를 갖는다. 즉 각도 θ 에서의 투영정보 $g(R, \theta)$ 는 다음과 같이 주어진다.

$$g(R, \theta) = \iint f(x, y) \delta(x \cos \theta + y \sin \theta - R) dx dy \quad (1)$$

적분은 $x \cos \theta + y \sin \theta = R$ 이 이루는 투영선을 통하여 계산된다. 델타함수 $\delta(x \cos \theta + y \sin \theta - R)$ 는 선적분에 필요한 적절한 투영선을 $f(x, y)$ 로부터 뽑아내도록 한다. 특정한 각도 θ' 에서 투영정보 $g(R, \theta')$ 은 X-좌표가 거리 R 을 나타내고 Y-좌표가 선적분값을 나타내는 X-Y 좌표계로 나타내어질 수 있다. 이 좌표계에서 봉우리와 골짜기는 다음과 같이 주어진다.

$$(x_i^p, y_i^p) \text{ is a peak } P_i \\ \text{iff } y_i^p \geq y(x, y) \mid x_i^p - \epsilon \leq x \leq x_i^p + \epsilon \quad (2a)$$

$$(x_i^v, y_i^v) \text{ is a valley } V_i \\ \text{iff } y_i^v \leq y(x, y) \mid x_i^v - \epsilon \leq x \leq x_i^v + \epsilon \quad (2b)$$

여기서 ϵ 는 작은 상수이다. 실험에서는 2를 사용하였다. 만일 텍스처가 평행사변형 격자구조를 가지고 있다면 텍스처 원소가 주기적으로 반복해서 나타나게 되는 각도 θ_1 과 θ_2 로의 투사정보에서 뚜렷한 봉우리가 나타난다. 이러한 각도 θ_1 과 θ_2 를 찾기 위해서 다음과 같은 목적함수를 정의한다.

$$S(\theta) = \sum_i \sum_{x_i^v(\theta)}^{x_{i+1}^v(\theta)} [|y(\theta) - (y_i(\theta) + y_{i+1}(\theta)) / 2|] \quad (3)$$

$S(\theta)$ 는 $y(\theta)$ 가 봉우리를 많이 포함한 경우 큰 값을 가지게 된다. 그러므로 $S(\theta)$ 의 값이 가장 크게 나오는 각도 둘을 선택한다. 이 각도들에 의해서 투사정보 $g(R, \theta_1)$ 과 $g(R, \theta_2)$ 를 선택하여 각 골짜기로부터 각 투사정보의 투영각에 맞추어 연장선을 만들

으로써 평행사변형의 격자를 만들어 텍스처 원소를 고립시키도록 한다. 각 격자를 단위로 이진화 과정을 거치고 격자별로 특징이 추출된다. 이 때 이진화는 Otsu의 방법¹¹⁾을 사용함으로써 파라메타(parameter)가 필요없도록 하였다. 사용되는 특징은 크기, 퍼진 정도, 방향 등이 고려가 되는데 이런 특징들을 가지고 각 원소들의 부류가 정해진다.

텍스처 원소의 분석이 끝난 뒤에는 합성을 하게 되는데 이 때에는 텍스처 원소를 대표할 수 있는 대표 원소와 이를 사방에 퍼뜨릴 주기벡터 두 개가 필요하게 된다. 우선 각 부류 중 속해있는 원소가 가장 많은 부류를 대표부류로 선택하고 대표 부류를 이루는 원소들의 특징을 평균내 다음 이 평균에 가장 가까운 원소를 대표원소로 선택하게 된다. 또한 원래 텍스처의 공간배열 구조를 대표하게 될 주기벡터 두 개는 대표원소를 고립시키는 평행사변형으로부터 얻어낸다. 즉 평행하지 않은 두 변을 텍스처 원소의 공간구조를 지배하는 주기벡터로 간주하게 된다. 좀더 정확한 주기벡터는 카이제곱 시험을 텍스처의 Cooccurrence matrix에 적용함으로써 얻어질 수 있다.¹²⁾

IV. 실험결과 및 논의

실험영상은 Brodatz 앨범¹⁶⁾에 있는 D03, D48, D77 영상을 사용하였는데 각각은 256×256 크기에 256 그레이 레벨(gray level)을 갖는다. D03 텍스처 영상은 파충류의 잔등을 나타내고 D48은 형겅을 나타내고 D77은 면으로 된 캔버스(canvas)를 나타낸다. 각각은 두 방향으로의 규칙적 배열구조를 가지고 있으며 영상에 따라 원소의 크기가 다르다. 그림 1은 이러한 텍스처 영상을 나타낸다.

투사정보는 0도부터 170도 까지 10도 간격으로 총 18개를 각 영상에 대해서 계산하였고, 각 투사선의

표 1. 각 영상에 대한 S(θ)의 값

Table 1. S(θ) for each image.

영 상	D03	D 48	D77
θ (도)	S(θ)		
0	2.3	21.9	1.2
10	4.2	6.3	0.8
20	4.0	3.3	1.8
30	4.4	2.7	8.6
40	2.4	0.9	2.5
50	3.6	6.1	3.3
60	3.6	6.0	2.7
70	2.6	5.5	1.3
80	3.7	20.2	2.0
90	6.6	33.3	15.9
100	3.6	4.0	3.3
110	3.0	4.7	3.0
120	3.4	3.6	2.6
130	3.9	5.4	3.6
140	2.6	4.4	1.0
150	4.6	6.1	4.9
160	5.4	5.9	1.3
170	1.9	16.4	0.7

간격은 1화소단위로 하였다. 그런데 투사정보를 계산할 때 영상의 각 화소를 지나가는 투사선의 길이가 서로 다른 비율로 각 화소를 지나게 된다. 그러므로 각 화소를 지나치는 투사선의 길이를 가중치로 하여 투사정보값을 계산하였다. 만일 계산시간을 줄이고자 하는 경우에는 가중치를 고려하지 않거나 혹은 투사선의 경로를 계산하기 쉽도록 고치는 방법이 있을 수 있다.

각 영상에 대한 S(θ)는 표 1에 나타내었다. 각 영상에 대해서 S(θ)가 가장 크게 나오는 둘을 선택하는데 D03에서는 90도와 160도 방향으로의 투사정보가 선택되어진다. D48과 D77에서는 각각 0도와 90도, 30도와 90도로의 투사정보가 선택되어 이 투사정보의 골짜기들로부터 격자를 만들 수가 있는데 그림 2는 D03, D48과 D77 영상에 대한 격자구조를 나타낸다. 각 격자는 전체적으로 원소크기에 알맞는 격자를 얻을 수 있었다. 그림 3의 (a), (b), (c)는 제안한 방식으로 텍스처를 처리하여 얻은 대표원소와 두개의 주기벡터로부터 합성된 영상을 나타낸다. D03의 경

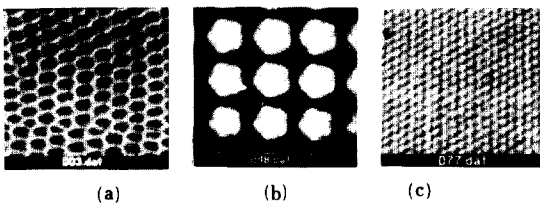


그림 1. 텍스처 영상

(a) D03

(b) D48

(c) D77

Fig. 1. Texture images.

(a) D03.

(b) D48

(c) D77.

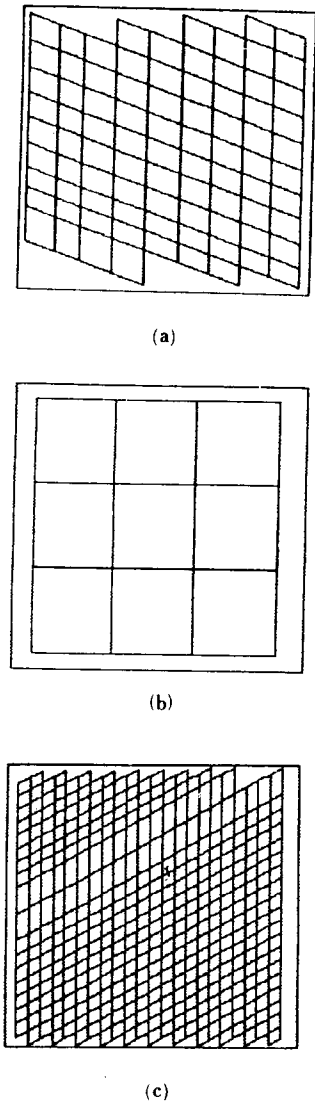


그림 2. 투영정보로부터 얻어진 격자구조
 (a) D03
 (b) D48
 (c) D77

Fig. 2. Grid structure constructed from projection information.
 (a) D03
 (b) D48
 (c) D77.

우 원영상의 한쪽 부분이 찌그러져 있지만 합성영상의 경우는 그렇지 않다. 이것은 원래의 텍스처 영상이 완전히 규칙적이지 아니해서 생긴 결과이다. D48

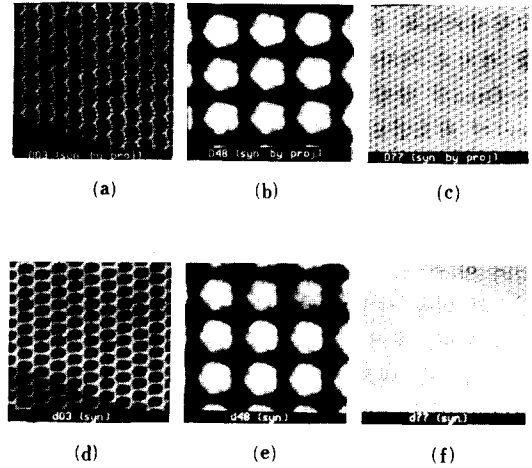


그림 3. 합성된 영상들
 (a) 제안한 방법, D03
 (b) 제안한 방법, D48
 (c) 제안한 방법, D77
 (d) Leu 등의 방법, D03
 (e) Leu 등의 방법, D48
 (f) Leu 등의 방법, D77

Fig. 3. Synthesized images.
 (a) proposed method, D03.
 (b) proposed method, D48.
 (c) proposed method, D77.
 (d) method by Leu et al., D03.
 (e) method by Leu et al., D48.
 (f) method by Leu et al., D77.

과 D77의 경우는 D03에 비해 보다 규칙적인 배열을 가지고 있는데 이에 따라 합성영상의 원소의 배열도 원래의 것과 더욱 비슷하게 표현될 수 있다. D48 영상은 가운데 부분에 몇개의 하얀 점들이 있는데 이런 특이한 것들은 합성영상에서는 반영되어 나타나지 않는다. D77 영상은 각 텍스처 원소의 크기가 작아서 구별하기가 힘들고 공간배열 구조가 상당히 규칙적으로 배열되어 있어서 원영상과 합성영상이 거의 유사하게 된다.

그림 3의 (d), (e), (f)는 bottom-up 방식 중 대표적인 Leu^[8] 등의 방법으로 텍스처 영상을 처리하여 합성된 영상들이다. 즉 원래의 텍스처 영상을 공간배열 구조의 파악없이 이진화를 한 다음 이진영상을 EX-OR하여 물체와 배경의 경계만을 추출하여 이 정보로부터 각 텍스처 원소를 얻어내게 된다. 그리고 각 원소의 중심좌표들만을 고려하여 주기벡터를 얻어낸

다. 또한 원소들의 대표부류 중에서 대표원소를 선정하여 합성에 이용하게 된다. Bottom-up 방식을 이용함으로써 빠른 처리시간을 가질 수 있다.

일반적으로 원영상과 합성된 영상의 유사도측정을 위한 객관적인 평가는 PSNR (peak signal to noise ratio)이 사용된다. 하지만 구조적인 텍스처 영상의 경우 원영상과 합성영상이 얼마나 유사한 공간배열 구조를 가지고 있는가가 성능평가의 기준이 된다. 그러므로 원영상과 합성영상의 PSNR로서 알고리즘의 성능평가를 한다는 것은 무의미하고 주관적인 성능평가에 의존할 수 밖에 없었다. 주관적인 측면에서 결과를 살펴보면 제안한 방식이나 Leu 등이 사용한 방식¹¹⁾이 약간의 차이는 있었지만 전체적으로 원영상의 공간배열구조와 일치되는 구조를 갖는 합성영상을 얻을 수 있었다.

한편 이러한 구조적 텍스처의 분석 및 합성방법을 영상코딩에 응용할 수 있다. 구조적 텍스처 영상을 전송하기 위해서는 먼저 대표원소의 영상에서의 위치와 두개의 주기벡터와 대표원소 자체를 표시하기 위한 정보가 필요하다. 이에 따라 계산된 D03, D48, D77

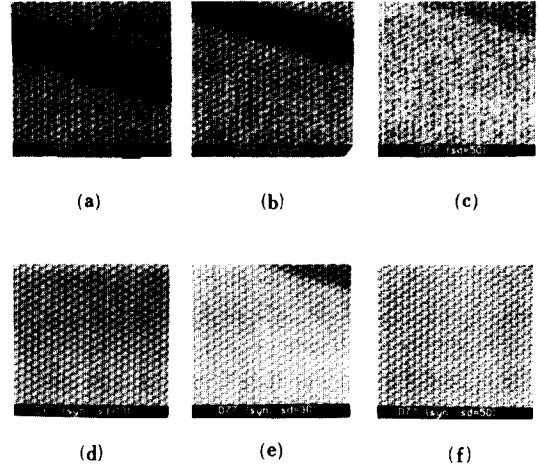


그림 4. D77 텍스처 영상에 잡음을 첨가한 경우
 (a) 잡음영상, $\sigma=10$
 (b) 잡음영상, $\sigma=30$
 (c) 잡음영상, $\sigma=50$
 (d) 합성영상, $\sigma=10$
 (e) 합성영상, $\sigma=30$
 (f) 합성영상, $\sigma=50$

Fig. 4. D77 texture image with additive noise.
 (a) noisy image, $\sigma=10$.
 (b) noisy image, $\sigma=30$.
 (c) noisy image, $\sigma=50$.
 (d) synthetic image, $\sigma=10$.
 (e) synthetic image, $\sigma=30$.
 (f) synthetic image, $\sigma=50$.

표 2. 각 영상에 대한 압축율 (bpp)

Table 2. Compression ratio for each image.

영상	소요 비트 수			bpp (bit per pixel)
	시작점	주기벡터	대표원소	
D03	X, Y-좌표	X, Y-좌표	463×8	0.05
D48	(8 bits)	(8 bits)	4839×8	0.5
D77	x 2=32	x 2=32	92×8	0.012

의 합성영상에 대한 bpp(bit per pixel)는 실험결과 각각 0.05, 0.5, 0.012이다. 각각의 경우에 대한 자세한 결과는 표 2에 표시하였다. D48 영상과 같이 텍스처 원소 자체가 큰 경우는 일반적인 정보압축방식을 사용해도 얻을 수 있는 결과지만 나머지 경우는 그에 비해 높은 압축율이라고 할 수 있다.

실험에 사용된 알고리즘이 잡음에 덜 민감하다는 것을 확인하기 위해서 원래의 텍스처 영상에 잡음을 첨가하여 똑같은 실험을 해보았다. 그림 4의 (a), (b), (c)는 D77의 원영상에 표준편차가 10, 30, 50, 인 가우시안 불규칙 잡음을 첨가하여 얻은 잡음영상들을 나타낸다. 원영상과 잡음영상에 대한 신호대 잡음비 즉 SNR (dB)은 각각 20.92, 11.39, 7.21과 같다. 잡

음영상에 대해서 제안한 알고리즘을 적용한 결과 합성영상을 그림 4의 (d), (e), (f)에 나타내었다. 각각은 원영상의 배열구조를 그대로 간직하고 있음을 알 수 있다. 같은 영상을 가지고 Leu¹¹⁾ 등의 방식으로 실험해 본 결과 잡음이 심하게 섞인 경우 텍스처 원소가 적절히 추출이 되지 않았지만 제안한 top-down 방식의 알고리즘은 잡음에 상관없이 제대로 텍스처 원소의 배열구조를 찾고 따라서 올바른 원소를 추출할 수 있었다. 즉 bottom-up 방식의 경우 잡음이 심하게 섞인 텍스처 영상을 처리할 경우 원소들이 잘게 쪼개지고 이에 따라 적합한 원소와 배열규칙을 찾기가 어려워진다. 하지만 투사정보를 이용할 경우 투사하는 과정에서 잡음들이 서로 상쇄되기 때문에¹¹⁾ 투사정보의 전체적인 모양을 크게 변화시키지 못하므로 특별한 전처리과정이 없이도 잡음에 별로 영향을 받지않고 처리가 가능했다.

V. 결 론

본 논문에서는 구조적 텍스처를 분석, 합성하기 위해서 투사정보를 이용한 top-down 방식을 제안하였다. 제안한 top-down 방식은 텍스처 영상의 공간구조를 미리 파악한 후 텍스처 원소를 추출하기 때문에 원영상이 심한 잡음으로 훼손된 경우에도 적절한 원소를 추출하여 확고한 결과를 보장할 수 있었다. 제안된 알고리즘은 텍스처의 공간구조 추출을 위해서 투사정보를 이용하였다. 이를 통해 각 텍스처 원소의 위치를 추정할 수 있었고 또한 잡음에도 강한 특성을 확인할 수 있었다.

향후 과제로는 합성된 텍스처 영상과 원영상의 유사도를 측정할 수 있는 효과적인 알고리즘을 개발함으로써 텍스처 처리 알고리즘에 대한 객관적인 평가 기준을 마련해야 하겠다.

參 考 文 獻

- [1] R. Chellappa et al., "Texture synthesis and compression using gaussian-markov random field models," *IEEE Trans. Syst. Man. Cybern.*, vol. SMC-15, pp. 298-303, 1985.
- [2] A. Galalowicz et al., "Sequential synthesis of natural textures," *Comput. Vision, Graphics, Image Process.*, vol. 30, pp. 289-315, 1985.
- [3] F.M. Vilnrotter, R. Nevatia, and K.E. Price, "Structural analysis of natural textures," *IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell.*, vol. PAMI-8, no. 1, pp. 79-89, Jan. 1986.
- [4] L.S. Davis, "Computing the spatial structure of cellular textures," *Comput. Graphics, Image Process.*, vol. 11, pp. 111-122, 1979.
- [5] M. Nagao et al., "Structural analysis of natural textures by fourier transformation," *Comput. Vision, Graphics, Image Process.*, vol. 24, pp. 347-362, 1983.
- [6] T. Matsuyama, K. Saburi, and M. Nagao, "A structural analyzer for regularly arranged

textures," *Comput. Graphics, Image Process.* vol. 18, pp. 259-278, 1982.

- [7] F. Tomita, Y. Shirai, and S. Tsuji, "Description of textures by a structural analysis," *IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell.*, vol. PAMI-4, no. 2, pp. 183-191, Mar. 1982.
- [8] J.G. Leu and W.G. Wee, "Detecting the spatial structure of natural textures based on shape analysis," *Comput. Vision, Graphics, Image Process.*, vol. 31, pp. 67-88, 1985.
- [9] 신재섭, 박래홍, "구조적 특성을 갖는 Texture 영상의 해석," 전자공학회논문지, 제 24권 제 4호, pp. 128-136, 1987년 7월.
- [10] M. Unser, "Sum and difference histogram for texture classification," *IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell.*, vol. PAMI-8, no. 4, pp. 118-125, 1986.
- [11] L.S. Siew et al., "Texture measures for carpet wear assessment," *IEEE Pattern Anal. Machine Intell.*, vol. PAMI-10, no. 10, pp. 92-105, 1988.
- [12] M. Clark et al., "Texture segmentation using Gabor modulation/demodulation," *Pattern Recognition Letters*, vol. 6, pp. 261-267, 1987.
- [13] S.W. Zucker et al., "Finding structure in co-occurrence matrices for texture analysis," *Comput. Graphics, Image Process.*, vol. 12, pp. 286-308, 1980.
- [14] N. Otsu, "A threshold selection method from gray-level histograms," *IEEE Trans. Syst. Man. Cybern.*, vol. SMC-9, pp. 62-66, 1979.
- [15] 김한빈, 박래홍, "투사단면을 이용한 구조적 텍스처의 주기추출," 영상처리 및 영상통신 학술대회 논문집, pp. 101-105, 1989.
- [16] P. Brodatz, *Textures: A Photographic Album*, Dover, New York, 1966.
- [17] Z.-Q. Wu and A. Rosenfeld, "Filtered projections as an aid in corner detection" *Pattern recognition*, vol. 16, no. 1, pp. 31-38, 1983.

著 者 紹 介



金 漢 濱 (準會員)

1965年 7月 20日生. 1988年 2月
서강대학교 전자공학과 졸업. 현
재 서강대학교 대학원 전자공학과
석사과정 재학중. 주관심분야는 영
상통신 및 컴퓨터비전임.

朴 來 弘 (正會員) 第 25卷 第 12號 參照

현재 서강대학교 전자공학과
부교수.