

## 프락탈차원에 의한 색도안평가방법

김주혁, 장영국, 김은정

지역에 따르는 주위환경과 계절변화 등에 따르는 배경에 어울리는 도안의 색과 일정한 범위의 지역에 어울리는 무늬를 결정하는 문제에 대한 연구들[1, 4]에서는 그 지역에 대한 여러장의 각이한 수자식배경화상으로부터 해당한 무늬들을 추출하여 그것들을 배합하는 방법으로 일정한 범위의 지역에 어울리는 무늬를 얻어내었다.

그러나 도안을 작성한 다음 그것이 어느 정도의 효과성을 가지는가를 정량적으로 평가하는 문제는 아직 명백히 제기된것이 없다. 어떤 1개의 배경화상으로부터 얻어낸 색도안이 여러가지 배경에 어울리는 도안이라고 볼수는 없다. 그러므로 여러개의 수자식배경화상으로부터 얻어낸 개별적인 도안들이 여러가지 배경들에 어느 정도 어울리는가를 평가하고 가장 합리적인 도안을 선택하는 방법이 필요하다.

얻어낸 색도안이 배경에 잘 어울린다는것은 그 배경의 특성 즉 자연적인 특성을 잘 반영한다는것을 의미한다. 일반적으로 나무가지나 나무잎, 해안선, 구름의 모양이나 분포와 같은 우연적인 특징을 가지고있는 대상은 프락탈기하학에서 정의하고 리용하는 프락탈차원수를 통하여 분석하고있다.

논문에서는 색도안의 개별적인 색에 따르는 무늬의 프락탈차원을 결정하고 그것을 통하여 여러 배경에 어울리는 가장 합리적인 색도안을 결정하였다.

### 1. 우연프락탈모임에 대한 프락탈차원

차원의 개념은 프락탈기하학에서 중심적인 개념이다. 실천에서 가장 널리 쓰이는 프락탈차원은 합차원이다.[2, 3]

우연프락탈은 자연적인 대상들과 과정들의 성질을 나타내는데서 특별히 중요하게 쓰인다. 우연프락탈대상들의 합차원을 결정하기 위하여 닫힌 부분들로 되어있는 물체나 변의 길이가  $\delta$ 인 피복하는 요소 즉 통들을 가지고 대상을 피복한다.

합차원에 대한 정의는 다음과 같다.[3]

$$D_B = \frac{\log N}{\log(1/\delta)} \quad (1)$$

여기서  $N$ 은 대상을 피복하는데 필요한 립방체의 수이다.

식 (1)은 단위초체적을 가지는 대상에만 적용된다. 여기서 초체적( $V^*$ )은 1차원의 경우에는 길이, 2차원의 경우에는 면적, 3차원의 경우에는 체적을 의미한다.

초체적을 가지는 대상의 합차원에 대한 일반적인 식은 다음과 같다.

$$D_B = \frac{\log N - \log V^*}{\log(1/\delta)} \quad (2)$$

여기서  $N$ 은 대상을 피복하는데 필요한 변의 길이가  $\delta$ 인 초립방체의 수이다. 즉

$$N = V^* / \delta^{D_B}. \quad (3)$$

식 (2), (3)으로부터 다음의 식이 얻어진다.

$$\log N = D_B \log(1/\delta) + \log V^* \quad (4)$$

식 (4)는 직선의 방정식형태이며 직선의 경사도가 바로 대상의 합차원이다.

이러한 형식은 변의 길이  $\delta$ 를 가진 여러가지 피복요소들에서  $\log(1/\delta)$ 에 따르는  $\log N$ 의 그래프를 통하여 여러가지 프랙탈대상들의 합차원을 결정하는데 적합하다. 대상을 피복하는데 정방형그물이나 통 혹은 직경이  $\delta$ 인 원을 리용할수도 있지만 어떤 방법을 리용해도 관계없이  $\log(1/\delta)$ 에 따르는  $\log N$ 의 그래프의 경사도의 극한으로부터 합차원을 얻는다. 그 극한은 다음의 식으로 표시된다.

$$\lim_{\delta \rightarrow 0} \frac{d(\log N)}{d(\log(1/\delta))} \quad (5)$$

실천적으로 합차원은 다음과 같이 평가된다.

$$D_B = \frac{\log N_2 - \log N_1}{\log(1/\delta_2) - \log(1/\delta_1)} \quad (6)$$

## 2. 프랙탈차원에 의한 도안평가방법

본문에서 평가하려고 하는 색도안은 3~4개 정도의 색을 가진 도안들이다. 실제로 보통 나무숲배경으로부터 얻어낸 색도안에는 검은색, 진폴색, 연폴색과 그밖에 갈색 등이 들어 있다. 그러나 이 도안은 하나의 배경화상으로부터 얻어진 도안이기때문에 그것이 다른 배경화상에도 어울리는가 하는것은 평가하기 어렵다.

본문에서는 여러개의 배경화상으로부터 각각 도안을 얻어낸 다음 그 도안들의 프랙탈차원을 대비하여 평균값에 가장 가까이 접근하는 도안을 선택함으로써 그러한 배경들에 어울리는 가장 합리적인 도안을 얻어내었다.

먼저 배경들로부터 여러개의 색도안을 얻어낸다. 이때 얻어낸 색도안들에 들어가는 색은 일반적으로 서로 다를수 있다. 여기서는 개개의 색들에 대한 도안에 대해서만 분석한다. 매 도안들에 대하여 개별적인 색들에 해당하는 프랙탈차원을 결정하고 세기값이 커지는(혹은 작아지는) 순서대로 그 색에 번호를 매긴다.

다음 매 색에 대하여 다른 도안의 대응되는 색들과의 프랙탈차원을 대비하여 평균값을 얻어낸다. 얻어낸 평균값과 가장 가까운 프랙탈차원수를 가지는 도안을 선택한다. 이때 선택된 도안은 여러개의 배경화상들에 전반적으로 부합되는 도안이라고 평가한다.

본문에서는 이러한 방법으로 4개의 배경화상들에 대한 색도안을 평가하였다.

4개의 서로 다른 배경화상들은 그림 1과 같다.

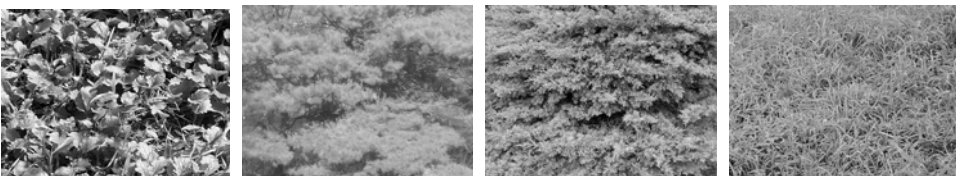


그림 1. 4개의 서로 다른 배경화상

4개의 배경 화상들로부터 얻어진 4개의 색도안들은 그림 2와 같다.

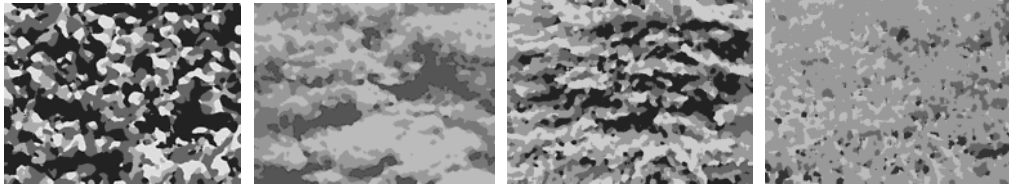


그림 2. 4개의 배경 화상들로부터 얻어진 4개의 색도안

그림 2에서 보는바와 같이 얻어진 4개의 색도안들중에서 4가지 배경에 다 잘 어울리는 도안은 세번째 도안이라고 정성적으로 평가할수 있다.

프락탈차원에 의한 평가방법으로 그 원인을 밝혔다.

색도안들의 프락탈차원과 그 평균값과의 차는 표 1, 2와 같다.

표 1. 색도안들의 프락탈차원( $D_B$ )

도안번호	색번호			
	1	2	3	4
1	1.70	1.61	1.59	1.56
2	1.59	1.60	1.64	1.64
3	1.53	1.64	1.67	1.63
4	1.10	1.64	1.84	1.72
평균	1.48	1.62	1.69	1.64

표 2. 색도안들의 프락탈차원과 평균값과의 차

도안번호	색번호				합
	1	2	3	4	
1	0.22	0.01	0.09	0.08	0.40
2	0.11	0.02	0.05	0.00	0.18
3	0.05	0.02	0.02	0.01	0.10
4	0.38	0.02	0.16	0.08	0.64

표 1, 2에서 보는바와 같이 평균값과의 차들의 총합은 세번째 도안에서 제일 작다. 이로부터 우리는 4가지 배경에 다 어울릴수 있는 가장 합리적인 도안은 세번째 도안이라고 볼수 있다. 이것은 실지 4개의 도안을 각각 4개의 배경들에 적용시켰을 때 정성적으로 평가되는 결론과 일치한다.

이와 같이 프락탈차원을 통하여 도안이 배경들에 얼마나 잘 어울리는가를 정량적으로 평가할수 있다.

## 맺는 말

프락탈차원을 평가하는 방법으로 결정한 색도안은 정성적으로 평가되는 결론과 일치하며 이 방법은 주어진 도안이 배경에 얼마나 잘 어울리는 도안인가를 평가하는 좋은 한 가지 방법이다.

## 참고 문헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 61, 11, 62, 주체104(2015).
- [2] 윤철희; 프락탈기하학, 김일성종합대학출판사, 10~50, 주체102(2013).
- [3] P. S. Addison; Fractals and Chaos, Institute of Physics Publishing, 8~45, 1997.
- [4] N. Friskovec et al.; Fibres & Textiles in Eastern Europe, 18, 4, 68, 2010.

## **An Evaluation Method of Color Patterns by Fractal Dimension**

*Kim Ju Hyok, Jang Yong Guk and Kim Un Jong*

We determined fractal dimensions of various color patterns which reflected random patterns in background images and provided a method to select the most consistent pattern for several background images.

Key words: fractal, color pattern, background image