

## グレースケールフラクタル次元によるテクスチャ解析

小川 真生<sup>†</sup> 横田 宗樹<sup>†</sup> 坂東 敏博<sup>†</sup><sup>†</sup> 同志社大学大学院工学研究科 知識工学専攻

## 1 はじめに

近年、環境デザインのひとつとして、大きな空間全体に装飾を施し、商業展示のスペースとして用いる空間表現手法が注目されている。この手法を用いる場合、見る対象とそれを見る人との距離をよく考慮してデザインを設計することが重要となる。建築デザインにおいても、建築物の形状をフラクタル次元解析し、建築物の見えと見る距離との関係について明らかにしようという研究もでてきている[1]。

本研究では、対象物の見え方はテクスチャの見え方によるところが大きいと考え、テクスチャの見えの距離依存性に注目し解析を行う。具体的には、見る対象物のテクスチャとしての特徴を反映する指標としてグレースケールフラクタル次元を用い、広いスケール範囲での対象物のフラクタル次元を算出する。そこで得たスケール毎でのグレースケールフラクタル次元分布と人間の視力と見る距離の関係から、距離の変化に伴う対象物のテクスチャとして見えの変化について考察し、視覚環境設計におけるグレースケールフラクタル次元分布の利用の可能性について考える。

## 2 テクスチャ解析

## 2.1 画像のグレースケール化

色彩情報は色相・彩度・明度の3要素からなるが、グレースケールフラクタル次元を算出する対象が明度であるため、デジタルカメラで撮影したフルカラー画像を白黒濃淡画像に変換する。

## 2.2 ボックスカウンティング法

グレースケールフラクタル次元の算出には、ボックスカウンティング法を用いた。画素間隔が

$r \times r$  画素の領域を単位領域とし、画像濃度曲面を被覆する一辺の画素間隔が  $r$  の立方体の個数  $n(r)$  を求め、画像内全ての単位領域での平均  $N(r)$  を求める[2]。

## 2.3 フラクタル次元の算出

ボックスカウンティング法により求められた  $r$ 、 $N(r)$  より、 $\log r$  と  $\log N(r)$  をプロットする。各ボックスサイズ  $r$  についてこの作業を行い、プロットした点の回帰直線の傾きを求め、その傾きの絶対値をグレースケールフラクタル次元（以下「次元」と呼ぶ）とする。グレースケールフラクタル次元は 2~3 の実数値となり、濃度変化が激しい画像の次元は高くなる。

## 2.4 幅広いスケールの範囲での次元計測

幅広いスケールの範囲で次元を計測するため、同一対象の撮影距離を 25cm, 50cm, 100cm, 200cm と 2 倍ずつ長くして撮影した画像を用意する。これをもとに表 1 に示す各スケール毎のフラクタル次元を算出し、特徴の分析を行う。

表 1 次元計測でのスケールと距離との対応表

ボックスサイズ $r$ (pixel)	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096
ボックスサイズ $K$ (mm)	0.8	1.6	3.2	6.4	12.8	25.6	51.2	102.4	204.8	409.6
対象までの距離 $L$ (mm)	25	50	100	200	400	800	1600	3200	6400	12800
次元算出に用いるスケール $S$	A		C		E		G		I	
			B		D		F		H	

注)  $L$  は  $2^\circ$  視野をもとに算出した

## 3 解析結果

## 3.1 芝について

フラクタル幾何学はそもそも自然界に存在する自己相似性のかたちを再現する手法として幅広く利用されてきた。芝のパターンのような自然物のパターンを解析した結果、次元とスケールの関係は、対象物との距離を遠くした場合、すなわ

ち大きなスケールで見た場合も、次元は高い値を保ち、濃度変化がそこに見て取れるパターンとなっている(図1)。しかし、常に一定の濃度変化があるわけではなく、スケールが大きくなるにしたがい、少しずつ濃度変化が小さくなる傾向がある。

### 3.2 タイルについて

タイルなどの目地を持つ対象の視覚認知には、一定の繰り返し周期で現れる目地の影響が強くあらわれ、次元が高くなるスケールが存在するが、その他のスケールでは自然のパターンに比べて次元の値が低くなっている(図2)。人工的に作られたものには均一なものが多くフラクタル次元も低いところに分布する傾向が見て取れる。

### 3.3 デニム生地について

人が使い込むことによって「味がある」などと評価されるようになるものがある。本研究では新品のデニム生地と使い古して色落ちした生地の

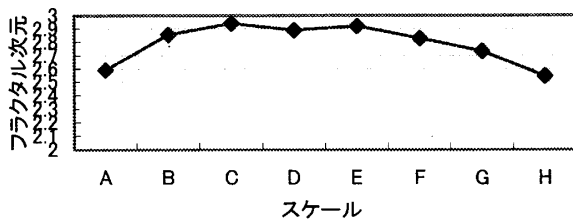


図1 芝のスケール別フラクタル次元分布

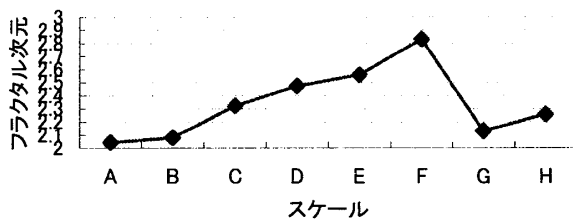


図2 タイルのスケール別フラクタル次元分布

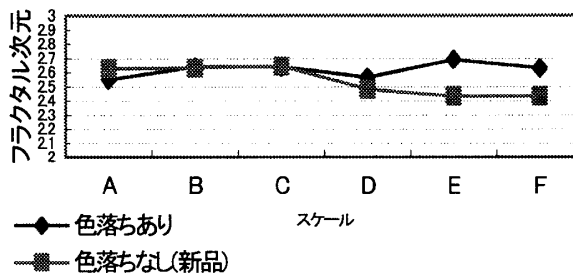


図3 デニム生地色落ちの次元分布への影響

次元分布を比較してみた。その結果(図3)、使い古して色落ちしたものの方が大きなスケールで相対的にフラクタル次元が高くなり、大きな濃度変化が見られた。これは、人が使い込むことで対象物のパターンが自然物の特徴に近づき、そのことが「味がある」などという評価につながったのではと考えられる。

## 4 まとめ

芝などのような自然のものを持つパターンは、グレースケールフラクタル次元分布において広いスケール範囲で高い値を示し、見る距離に関わらずある程度のパターンの濃度変化を感じることができることを示している。一方、タイル張りの壁面のように人工的なパターンでは、次元が高いスケールに限られていて、特定の距離から見た場合を除いては濃淡の変化に乏しい単調な見えになる可能性があることが読みとれる。このように、グレースケールフラクタル次元分布は見る距離の変化に伴う対象物の見え方の変化をつかむのに役立つので、使用する素材の持つ視覚的効果の特性の一部をあらかじめグレースケールフラクタル次元分布からつかんでおけば、利用する人の移動に伴って刻々と変わる視覚環境を効果的に設計するのに大いに役立つ可能性がある。

また、デニム生地の例に見られるように、使い込みによる色落ちなどの影響で自然物の特徴に近づくように、人工的に作られたものも、時間の経過によって“古びる”ことで、自然物の特徴に近づき、人にとって心地よいパターンに変化することもあると思われる。

## 参考文献

- [1]カール・ボーヴィル「建築とデザインのフラクタル幾何学」鹿島出版会(1997)
- [2]吉沢達也, 曾根光男, 高木幹雄「フラクタル次元と低次統計量を用いたテクスチャの自動分類」情報処理学会論文誌(1990)