

# 色彩的印象のコンテキストとしての取得手法の開発

鈴木 茂徳<sup>†</sup> 高橋 伸<sup>‡</sup> 田中 二郎<sup>‡</sup>

筑波大学第三学群情報学類<sup>†</sup>  
筑波大学大学院システム情報工学研究科<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

コンピュータサイエンスにおいてコンテキストという概念がある。コンテキストとはもともと「文脈」や「背景」などといった意味を持つ単語で、広く「状況」を示す言葉である。このような「状況」をコンピュータが情報として認識・処理し、それに対応する動作を行えるようにしようというコンテキストウェアネスの概念に基づいて、既に多くのサービスが実用化されている。

ここで我々は「ユーザから何が見えるか」というものも同様に重要なコンテキストであると考え、このような視覚的な情報からコンテキストを取得する方法について検討した。その際、視覚から人が受ける様々な印象の中でも色彩は特に重要な要素であると考えた。そこで本研究では、画像のフラクタル解析の手法をコンテキスト取得へ応用しようと考え、これを USB カメラを用いて手軽に扱うためのツールを開発した。またこのツールのユーザが携帯オーディオプレイヤーを持って屋内外を移動している状況を想定し、この手法を用いてユーザの状況に合った楽曲を推薦するアプリケーションの開発を試みた。

## 2. 景観の色彩とコンテキスト

景観に含まれる情報に関する考察と本研究での色彩によるコンテキスト抽出手法について述べる。

### 2.1 景観の色彩に含まれる情報に関する考察

景観に含まれる情報には建物や木々などがなす輪郭線、物の配置など様々なものがあり、それぞれに対して定量化が試みられてきた。ここで我々は、それらの情報の中でとりわけ人に大きな印象を与えるのが色彩であると考え、このようなユーザレベルの視覚情報として周囲にどのような色彩が広がっているかをコンピュータが認識し、景観からコンテキスト情報を抽出するようなツールの開発を試みた。

### 2.2 景観の解析手法

今回は画像の 2 次元フーリエ変換によって得られるパワースペクトルからフラクタルと方向性の解析を行った。フラクタルとは、ある図形を拡大、縮小しても元の図形と同じものが現れる性質をいい、フラクタル解析はこの形の複雑さを定量化する手法である。[1] では、

この解析によって求められたフラクタル次元は景観の人工度 / 自然度と相関を持っていることが示されており、本研究でもこの観点に沿って分析を進める。

取り扱う画像を  $M \times M$  画素の画像とし、その 2 次元画素信号が  $f(x, y)$  で表わされているとき、2 次元離散フーリエ変換は

$$F(u, v) = \frac{1}{M^2} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^M f(x, y) e^{-\frac{j2\pi}{M}(ux+vy)}$$

で与えられる。ここで  $u, v$  は  $x, y$  に対応する周波数であり、 $j = \sqrt{-1}$  である。複素関数  $F(u, v)$  の実部を  $F_r(u, v)$ 、虚部を  $F_i(u, v)$  と表すとき、パワースペクトル  $P(u, v)$  は

$$P(u, v) = \{F(u, v)\}^2 = \{F_r(u, v)\}^2 + \{F_i(u, v)\}^2$$

で表わされる。さらに  $P(u, v)$  を  $(u, v)$  平面における極座標表示を用いて  $P(r, \theta)$  と表すとき、動径方向の分布は、スペクトルの対称性より

$$P(r) = 2 \sum_{\theta=0}^{\pi} P(r, \theta)$$

となる。半径  $r$  は  $\sqrt{u^2 + v^2}$  であるからこれを  $(u, v)$  の合成周波数  $f$  とおくと、 $f$  と  $P(f)$  の両対数グラフ上の傾き  $-\alpha$  が、色彩とスペクトルのフラクタル次元として得られる。

この  $\alpha$  は揺らぎの係数ともいい、 $0 < \alpha < 2$  の数値を取る。 $\alpha \approx 0$  のときパワーと周波数との間に相関がないことを示し、 $\alpha \approx 2$  のときは直前の状態に対して確率的に予測可能な挙動を示す。一方  $\alpha$  が 1 に近い数値をとるときは  $\alpha \approx 0$  のランダム性と  $\alpha \approx 2$  の規則性が程よく調和した状態となる。これは自然界によくみられ、一般に  $1/f$  揺らぎなどとして知られるものである。

一方、色の分布が強い方向性をもつときもまた景観の印象は大きく変わってくる。前述の複素数平面上のパワースペクトル  $P(r, \theta)$  から、角度方向の分布は

$$P(\theta) = \sum_{r=0}^{M/2} P(r, \theta)$$

となる。 $P(\theta)$  が方向によって大きく値が異なる（強い方向性を持つ）とき、上位の値とそのほかの値の間には大きな差が生じるはずである。この考えに基づき、今

An acquisition technique of contextual information by color impressions

<sup>†</sup>Shigenori Suzuki, College of Information Science, University of Tsukuba

<sup>‡</sup>Shin Takahashi and Jiro Tanaka, Graduate School of System and Information Engineering, University of Tsukuba

回は最も大きな値が 1 となるように正規化し、上位の値を取り除いた平均の値をその画像が方向性を持つかどうかの目安とした。

以上のようにフラクタル次元と方向性の解析によって画像中の色彩のばらつきを数値として取得し、これを例えば人工度・自然度のような指標として抽出することができる。本研究では、方向性が特に景観の印象に強い印象を与えるものとし、その印象を色彩のフラクタル性で補正する方法で景観の自然度指数 ( $I_N$ ) というコンテキスト情報を出力することにした。

$$I_N = \log_p(q\beta) - r\|1 - \alpha\|$$

ここで  $\alpha$  はフラクタル次元、 $\beta$  は前述の上位を除いた角度方向分布平均、 $p, q, r$  は定数である。



図 1: 景観画像とそのパワースペクトル画像の例。左の景観画像に対して右がパワースペクトルである。上の画像: $I_N = 0.6516$ 、下の画像: $I_N = -1.0797$ であった。

### 3. コンテキスト取得ツールの概要

システムの構成図を図 2 に示す。

ユーザはシステムを起動し USB カメラを用いて現在いる地点の景観の画像を撮影する。画像のサイズは動作を高速に行うため正方形画像とし、256x256 ピクセルの大きさに拡大・縮小して読み込んでいる。撮影サイズを任意に変更できないカメラに対しては出力画像の辺のうち小さいものを拡大・縮小して 256x256 ピクセルの画像の 1 辺に規定し、大きい辺を 1 辺が 256 ピクセルになるように左右からトリミングをかけて処理することとした。次に前述の手法に従って画像に対して 2 次元フーリエ変換を行い、パワースペクトルを求める。求めたパワースペクトルを極座標系に変換し、半径に対するパワースペクトルを両対数グラフ上に出し、最小二乗法によって直線の傾きとしてフラクタル次元を求める。さらに角度方向に対するパワースペク

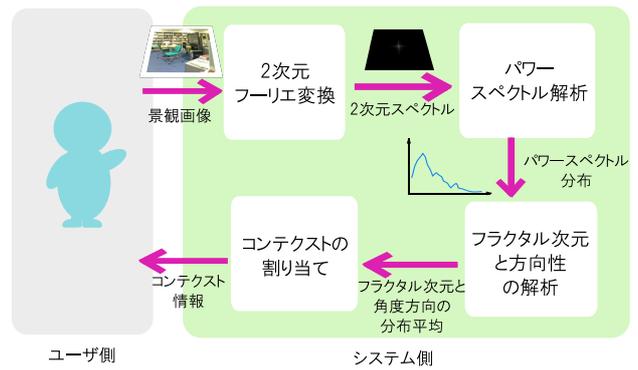


図 2: システム概観

トルに対し強い方向性を取り除いて平均を求める。以上のようにして求めたフラクタル次元と方向性の解析によってコンテキストを割り当て、出力する。

### 4. アプリケーションの試作と実験

画像から抽出したコンテキストに対して動作するアプリケーションとして、携帯オーディオプレイヤーを持って移動しているユーザに対しその周囲の景観に合った楽曲を推薦してくれるアプリケーションを考案・試作し実験を行った。ここで用いた楽曲については、事前に準備実験を行い自然度・人工度によって割り当てを行った。

実験の結果、周囲の状況に概ね合った楽曲が推薦された。その一方、状況と一致しない楽曲も数多く推薦されてしまうという結果になった。この原因としては主に自然味のある景観においても直線などの単純な構造が混じってしまった、あるいはその逆が起こってしまうことなど画像からのコンテキスト抽出アルゴリズムが不十分である点、また画像から受ける印象と楽曲から受ける印象に差がありこの 2 つの対応付けに誤差を含む点などが主に考えられる。今後は画像からのコンテキスト抽出に別の指標も盛り込むこと、景観と楽曲とのより詳細な分析による対応付けなどによって、改善を行う。

### 5. まとめ

本研究では景観からコンテキストを取得するためのツールを開発し、そのコンテキストを利用したアプリケーションの試作を行った。しかし、今回作成したツールやアプリケーションでは必ずしも満足のいく結果が得られないということが明らかとなった。今回得られた知見により、今後はより改善したコンテキスト取得ツールとアプリケーションの開発に取り組みたい。

### 参考文献

- [1] 大野ほか, "色彩・形状の観点からみた数値的景観評価の試み," 土木学会論文集 No.695/ -54, pp.31-44, 2002.
- [2] Yujiro Fujita, "A Roadscape Analysis System of Vehicle Mounted Camera-image," ICCE2006, pp.425-426, January 2006.