

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[†] 高橋 伸[‡] 田中 二郎[‡]

筑波大学第三学群情報学類[†]
筑波大学大学院システム情報工学研究科[‡]

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、[1]をはじめ多くの研究によって景観の人工度/自然度の定量化に用いられている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コンテキスト抽出手法について述べる。

2.1 景観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。本研究ではその中で形状と色彩の複雑さに関する定量化手法であるフラクタル解析という手法を取り上げ分析を行った。

2.2 景観からのコンテキスト取得ツール

システムの構成図を図 1 に示し、景観画像の入力からコンテキストを取得するまでの流れを順に説明する。

まず、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。画像の縦横比が 4:3 のサイズによってしか撮影できない

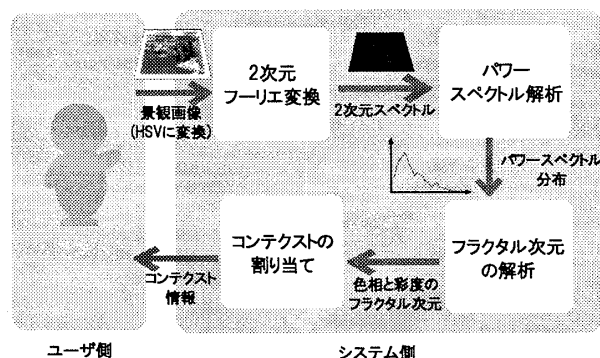


図 1: システム概要

などの USB 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。

入力された画像は 2 次元フーリエ変換によってパワースペクトルに変換され、これを用いてフラクタル解析が行われる。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。解析の事前処理として、画像中の画素を RGB 色空間から HSV 色空間に変換を行っている。これは RGB 値よりも色相、彩度、明度の差による画像のほうが景観の特徴を強く捉える事が可能であることなどの理由による。彩度、明度に関しては値の範囲の上下限に合わせて 255 段階のグレイレベル表示に、色相に関してはある基準色からの回転角を $0^\circ \sim 180^\circ$ で計測し、0 度を 0、 180° を 255 とするようグレイレベル表示した。

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

$$F(u, v) = \frac{1}{M^2} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^M f(x, y) e^{-i2\pi \frac{ux+vy}{M}}$$

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

An acquisition technique of contextual information by color impressions

[†]Shigenori Suzuki, College of Information Sciences, University of Tsukuba

[‡]Shin Takahashi and Jiro Tanaka, Graduate School of System and Information Engineering, University of Tsukuba

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。もし f と $P(f)$ の間にフラクタル性があれば以下の式が成り立つ。

$$P(r) = kr^{-\alpha}$$

この式の両方の対数と取るとさらに次式が得られる。

$$\log P(r) = -\alpha \log r + \log k$$

ここで k は定数であり、このグラフ上の傾き $-\alpha$ 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 α は揺らぎの係数ともいい、一般に $0 < \alpha < 2$ 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 α が 1 に近い数字をとるときは $\alpha \approx 0$ 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。



図 2: 景観画像と色相表示画像及びそのパワースペクトル画像の例 1。解析の結果色相のフラクタル次元 $Dh = 1.15032$ 、彩度のフラクタル次元 $Ds = 0.99629$ となり「自然な景観」というコンテキストが与えられた。

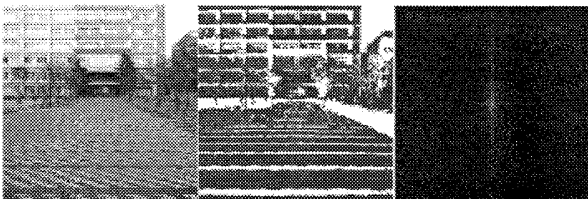


図 3: 景観画像と色相表示画像及びそのパワースペクトル画像の例。解析の結果色相のフラクタル次元 $Dh = 0.24748$ 、彩度のフラクタル次元 $Ds = 1.34578$ となり「人工的な景観」というコンテキストが与えられた。

以上のように求めた色相、彩度、明度に関するフラクタル次元のうち、色相と彩度に関して景観の人工度/自然度に対応する分布がみられたので、色相と彩度のフラクタル次元の値によってコンテキストを割り当て、

出力を行った。今回コンテキストは以下の表のように割り当てた。実際の景観画像とその分析結果の例を図 2、3 に示す。

| 条件 | |
|--|----------|
| if ($Dh < 0.6667$) | then 人工的 |
| else if ($Dh < 1.3333 \wedge Ds > 1.3333$) | then 人工的 |
| else | then 自然的 |

表 1: コンテキストの割り当て。 Dh は色相のフラクタル次元を、 Ds は彩度のフラクタル次元を示す。

3. 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。この原因としては景観に対応する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。加えて、コンテキストとして今回取り扱った項目があまりにも広く単純であった点も、ユーザがこの分類に満足できなかった理由として挙げられるだろう。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。

4. 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こともあった。一方で、このような景観の色彩やその解析結果をコンテキストチュアルなものとして実世界のアプリケーション中で利用している研究は [2] を始めまだまだ限られたものであるのが現状である。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/IV-54, pp.31-44, 2002.
- [2] Yujiro Fujita, "A Roadscape Analysis System of Vehicle Mounted Camera-image," ICCE2006, pp.425-426, January 2006.