

ネットワーク配信に適した新しい画像圧縮形式の開発

北郷 正輝

理工学研究科 機械物理工学専攻 萩原研究室

〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1

Tel/Fax: 03-5734-3555

E-mail: kitagoh@stu.mech.titech.ac.jp

1 はじめに

情報のデジタル化が進むにつれ、デジタルデータとしての画像情報は広く普及している。デジタル画像の入出力デバイスには、PC のディスプレイ、デジタルカメラ、携帯電話、プリンタ、スキャナなど様々な解像度のものであり、それぞれの性能を活かすには画像の解像度変換（拡大/縮小）が必要である。

現在、画像の解像度変換にはニアレストネイバー法、バイリニア法、バイキュービック法が使われている [1]。これらの画像補間法は処理が速く容易に利用できるが、精度については十分と言えない。例えば、ニアレストネイバー法は原画像のコントラストは保たれるが、ジャギー（ギザつき）が目立つと言う問題点がある。また、バイリニア法とバイキュービック法は平滑化の効果が得られジャギーは発生しないが、ボケた拡大画像になってしまう。また、現存する画像圧縮形式には JPEG 形式、TIFF 形式、BMP 形式等がある [2]。これらの形式はデータをピクセル毎に保存しており、解像度変換毎に画像補間法を用いて計算する必要が生じる。特に、JPEG 形式は非可逆圧縮なので解像度変換をして画像を保存する度に画像は劣化する。従って、従来の画像圧縮形式では、画像は解像度変換毎に補間法に依存し、また、保存する毎に圧縮形式に依存して劣化する。即ち、従来の画像圧縮形式はインターネット等のネットワーク配信で画像を様々な解像度のデバイスに配信するためには適していないと言える。情報のデジタル化、ネットワーク化が進み多様なデバイスで画像を扱うには、画像の解像度変換と画像圧縮を繰り返し行っても劣化の少ない画像圧縮形式が必要である。

本研究では、ネットワーク配信に適用できるような画像補間と画像圧縮を同時にできる新しい画像圧縮形式の開発を行うことが目的である。

2 画像補間手法

2.1 CSRBF に基づく画像圧縮形式 FIC (Function Image Compression)

本研究では、画像を関数化し、関数データを保存する新しい画像情報の圧縮形式を提案する。この手法では、解像度変換は関数のリサンプリング間隔で決定されるため、画像の劣化はない。つまり、ネットワーク配信に適した新しい画像圧縮形式と言える。

関数表現には、CSRBF(Compactly-Supported Radial Basis Functions) を用いた。CSRBF は、表面を再構成する技術の一つであり、離散点 $P(x, y, z)$ から関数 $f(P)$ を生成する手法である。ここで関数 $f(P)$ は、

$$f(P) = \sum_{i=1}^N \lambda_i \phi(P, P_i) + p(P) \quad (1)$$

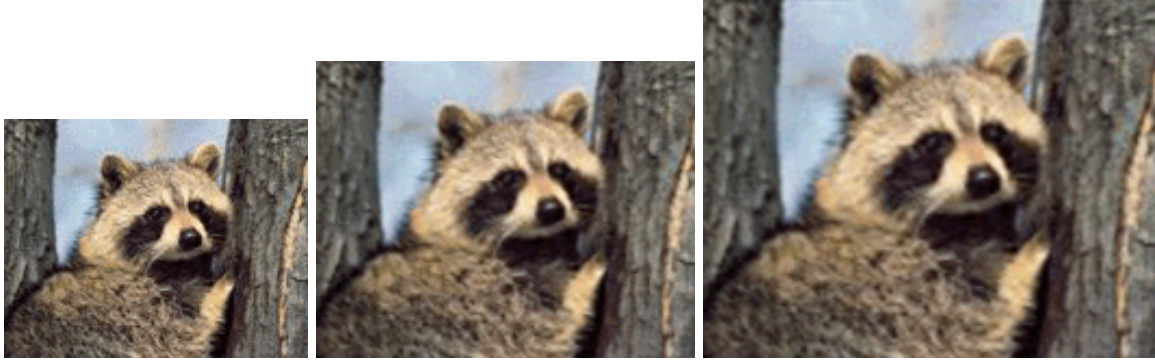


図 1: FIC を用いた画像解像度変換の例

$$p(P) = c_0 + c_1x + c_2y + c_3z \quad (2)$$

で与えられ、このとき、基底関数 $\phi(P_i, P_j)$ は、

$$\phi(P_i, P_j) = \begin{cases} (1 - \frac{r(P_i, P_j)}{r_0})^2 & r(P_i, P_j) < r_0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

である。 $r(P_i, P_j)$ は任意の 2 点 P_i と P_j の距離を示す。

本研究では、CSRBF で求めた関数係数を保存して画像を圧縮する新しい画像圧縮形式 FIC (Function Image Compression) の開発を行っている。FIC は位置情報と関数係数のみを保存するだけで良く、他の関数表現と比べてデータ圧縮に適している。FIC を用いた画像解像度変換の例を図 1 に示す。

2.2 入力に制限がある場合の画像補間法

記憶装置の容量や通信の帯域幅など入力に制限がある環境では、画像をいったん圧縮し、制限の緩やかな環境で画像の補間を行う必要がある。このような状況では、画像の特徴をうまく残して画像データを削減し、少ないデータから原画像に近い状態に補間する技術が要求される。例えば、画像を格子状に単純間引きし、特徴部分をハイパスフィルタにより抽出して情報の欠損を少なく点情報を削減する手法が提案されている [3]。ここでは、ウェーブレット変換を用いて散乱点を決定した。ウェーブレット変換を用いた点情報削減法は他の手法と比較して情報の欠損が少なく点情報を削減できる [4, 5]。本手法を用いた点情報削減、画像再構成の例を図 2 に示す。

3 研究の商品化イメージ

3.1 デジタル資産管理

デジタル資産管理とは、デジタル情報化した資産をどのように管理、運営していくべきかということである。デジタル資産の例として、美術品のデジタル化が挙げられる (図 3)。現在、デジタル画像の資産性に注目し、美術品をデジタル化し、その画像を独占的に販売する「デジタル化権」を用いたビジネスが発展してきている。

問題となるのはデジタル画像をどのように保存するかである。JPEG 形式では圧縮率は高いが非可逆で画



図 2: ウェーブレット変換を前処理に用いた CSRBF 画像補間法による採用点と再構成画像



図 3: デジタル資産管理の例

像は劣化してしまう。TIFF 形式，BMP 形式では可逆だが，圧縮率が低い。膨大な数の美術品をデジタル化するには圧縮率の低さは大きな問題である。また，従来の画像圧縮形式はネットワーク配信（解像度変換）に適していないと言う致命的な問題がある。FIC は圧縮率，解像度変換への適応，拡大精度において従来手法より優れている。日本にも様々な重要文化財があり，絵画等の 2 次元画像のデジタル化，寺院や仏像など 3 次元物体のデジタル化共に FIC ひとつで対応することができる。

3.2 携帯画像の拡大画像のプリンタ出力

近年の携帯電話の発展は著しく，メガピクセルクラスの画素を撮影できるカメラ付き携帯も発売されている。しかし，いまだ CCD の性能など不十分な点が多く，撮影される画像には画像のボケやノイズの付加が目立つ。ここでは，FIC を用いて携帯画像のボケやノイズを除去し，元の撮影被写体に近い画像を拡大画像として取り出し，プリンタで出力することを提案する（図 4）。携帯電話で撮った画像が綺麗に任意の大きさに拡大，出力できることにより，例えば，パスポートなどの身分証明書も携帯電話で撮った画像で十分利用できるようになると考えられる。



図 4: 携帯画像の拡大画像のプリンタ出力

4 まとめ

本研究では，CSRBF を用いた関数による画像圧縮形式 FIC を提案した．FIC による関数保存は画像の解像度変換に適しており，画像補間と画像圧縮が同時に行える特長がある．つまり，ネットワーク配信に適した画像圧縮形式と言える．また，画像をさらに圧縮するアプローチとしてウェーブレット変換を用いた点情報削減法を提案した．そして，幾つか研究の商品化イメージを示した．計算時間の問題など研究における問題点を一つずつ解決し，実現を目指したい．

参考文献

- [1] P. Thévenaz, T. Blu and M. Unser, “ Interpolation Revisited, ” *IEEE Transaction on Medical Imaging*, vol. 19, no. 7, pp. 739–758, July 2000.
- [2] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, *Digital Image Processing Second Edition*. Prentice–Hall, USA, New Jersey, 2002.
- [3] S. Lee, G. Wolberg, and S. Y. Shin, “ Scattered Data Interpolation with Multilevel B-Spline, ” *IEEE Trans. Visualization and Computer Graphics*, vol. 3, no. 3, pp. 228–244, 1997.
- [4] 北郷 正輝, 谷口 由紀, 萩原 一郎, “ ウェーブレット変換を前処理に用いた CSRBF 画像処理, ” 日本計算工学会第 8 回計算工学講演論文集, vol. 8, no. 1, pp. 469–472, July 2000.
- [5] 北郷 正輝, 谷口 由紀, 萩原 一郎, “ CSRBF を用いた画像補間法の検討, ” 画像電子学会論文誌, (投稿中).