

インタラクティブECによる視覚ベースの信号処理の 応用可能性

中野, 晶太
九州芸術工科大学

高木, 英行
九州芸術工科大学

<https://hdl.handle.net/2324/4482121>

出版情報 : Proceedings of Annual Conference of S0FT Kyushu Chapter. 4, pp.43-46, 2002-12-14. 日
本ファジィ学会九州支部
バージョン :
権利関係 :



A204

インタラクティブECによる視覚ベースの信号処理の応用可能性

Applicability of Visual-based Signal Processing Using Interactive EC

○中野 晶太

高木 英行

Shota Nakano

Hideyuki Takagi

九州芸術工科大学

Kyushu Institute of Design

nakano@artemis.kyushu-id.ac.jp

takagi@kyushu-id.ac.jp

Abstract: We discuss the applicability of interactive evolutionary (IEC)-based image processing to practical tasks. Visual-based image processing using IEC is a good tool for the tasks signal processing users are not experts on signal processing, such as medical image processing. Our research of the first phase showed that the performance of image filters designed based on visual inspection with IEC has equivalent to that of image filters designed based on signal processing knowledge. The objective of this paper is to show the applicability or usefulness of this IEC-based approach as the second research phase. We apply this approach to emphasize aerial images and medical images and discuss its applicability.

Keywords: interactive evolutionary computation, image processing, medical image processing

1 はじめに

信号処理の応用範囲の拡大によって信号処理が専門ではない応用分野の専門家が信号処理を行なう場合や、信号処理の専門家がその領域の知識を持たないことも多々増えてきている。例えば、医療画像での疾患部の強調、地質学的画像の特定特徴の強調などは、その分野の専門家が望む画像の一部を視覚的に分かりやすくする処理である。しかし、当事者は各分野の専門家であり、求めるような処理を行なう画像強調フィルタを設計する信号処理の専門家ではない。従来の信号処理である数式ベースのアプローチでは、このギャップを埋めることが困難である。

信号処理ユーザが信号処理の知識を使わず、信号処理結果に対する視覚的判断だけで望む信号処理が実現できるようなアプローチであれば、この問題を解決できる。このような方法の一つに、インタラクティブ進化計算 (IEC) [8, 9] を用いて信号処理フィルタを設計する手法がある [1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 13]。

筆者等はこれまで、IEC ベースの画像処理が視覚的判断だけでどの程度の性能を持つかを評価した。この結果、エッジ抽出、特定成分の抽出、高帯域成分の抽出、などの従来の線形フィルタリングと同じ性能を持つ画像処理フィルタを、信号処理の事前知識をまったく使わず IEC と視覚的判断だけで設計し、その両者の性能には大きな遜色はないことを確かめた [10, 11]。

本論文では、この研究に続く第2フェーズとして、この IEC ベースの画像処理が実用的なタスクにどの程度利用可能かという有用性について議論する。

以下、第2節では、IEC ベースの画像処理方法について述べ、第3節では、実用性を示すために医療画像と測量用航空写真を取り上げて、IEC ベースの画像処理能力を評価する実験について述べる。その後、IEC ベースの画像処理の実用的な応用可能性について考察し、まとめる。

2 IEC を用いた信号処理

IEC 技術は、図1に示すように、人間の主観評価に基づいて EC が対象システムを最適化する技術である。この手法は、人間の主観的な評価をそのまま最適化系に組み込むことができるため、最適化のための数値的評価が困難なアート応用をはじめ、工学応用、教育、娯楽など幅広い分野で使われるようになってきた [8, 9]。



図1: IECによるシステム最適化のフレームワーク

視覚に基づく信号処理手法として、信号処理分野にも IEC が用いられている。聴感に基づく音声の歪改善 [12, 13] や補聴器のフィッティング [2, 3, 7]、音声合成の韻律制御 [6]、医療画像強調 [5]、植物画像のエッジ抽出フィルタの設計 [4]、画像処理フィルタの適用順序決定 [1]、画像処理での性能評価 [10, 11] などである。

IEC ベースの信号処理の枠組みも、基本的に図1と同じである。対象システムが信号処理フィルタになり、ユーザの視覚評価に基づいて EC がフィルタを最適化する。フィルタを予め FIR フィルタや IIR フィルタのように与えておき、その数式の係数を数値最適化にする場合と、遺伝的プログラミング (GP) でフィルタに相当する数式を直接生成する場合がある。本論文では次節で詳細に述べるように前者の方式で実験を行う。

3 画像処理実験

3.1 画像フィルタ

本論文での実験では、カラーフィルタリングと濃度変換の2つの処理を行う。入力はグレースケールの画像の1画素で、出力は当該画素のRGB値である。画素濃度変換特性を決定する複数の座標点を与え、線形スプライン関数で補間して濃度変換の非線形特性を決定する。この特性をRGBそれぞれの色に対して行うことでカラーリングと濃度変換を行う(図2参照)。xの最大値は入力画像が8bitのとき255, 16bitのとき65535, yの最大値も同様に出力画像が8bitのとき255, 16bitのとき65535である。

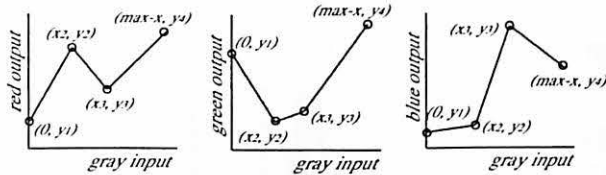


図2: IECによる濃度変換カラーフィルタの設計。画素濃度の入出力空間上の4点座標をIECで決定し線形スプライン関数で濃度変換特性を決定する。この特性をRGB毎に設計することで、グレースケールの画像を色づける。

各色の濃度変換特性決定のために本実験では4点を用いる。左端と右端の点のx座標は0と255または65535なので、IECで決定する値は6点×3色の18パラメータである。4点程度で決定される線型スプライン関数は、非線形ではあるが特に複雑な変換特性を形成するわけではない。しかし、RGB3色に対して異なる濃度変換を行うことで、最終的に得られるカラーフィルタの入出力特性は複雑になる。

3.2 実験条件

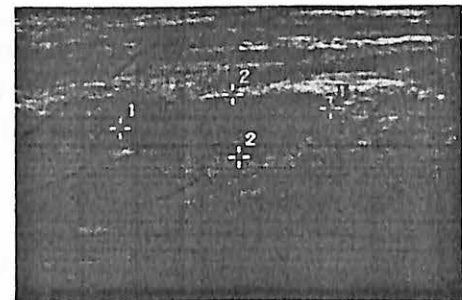
IECでの数値最適化には遺伝的アルゴリズム(GA)を用いる。GAの遺伝子数は前述の18パラメータで、各値は8ビットずつのバイナリコーディングを行う。個体数は9個である。GA探索の上では少なすぎるが、今後各個体フィルタの処理画像のディスプレイ表示を工夫することで個体数を増やすことは可能である。エリート戦略を用い、最優秀1個体を次世代に残す。他の8個体はすべて交差で世代交代を行う。交差にはシンプレックス交差を用い、突然変異率は1%とした。

題材には測量用航空写真と超音波医療画像を用いる。図3(a)は実験に用いた大分県久住地域の測量用航空写真、図3(b)はリンパ部分の超音波画像である。前者の画像の場合、原画像の影になっている左上部を明るくしつつ、全体的に道路の視認性を上げる画像フィルタを視覚的に設計することを実験タスクとし、後者の画像の場合、リンパ内部

の中央やや上部の黒い部分を明るくし、さらに、階調の拡大強調処理を行なうことによってリンパ内部の変化を詳細にするフィルタを視覚的に設計することを今回の実験タスクとする。原画像はそれぞれ航空写真8bit, 超音波画像16bitであった。



(a) 航空写真



(b) 超音波画像

図3: 実験に用いた航空写真と超音波画像の原画像

3.3 実験結果

実際にはカラー画像であるが、白黒印刷のことを考え、再度3色を合成してモノクロ画像に変換して表示する。例として図2のRGBを平均化して、グレースケールにしたときの濃度変換特性を図4に示す。

それぞれ、20世代のIEC探索に要した時間は、約10分であった。図5にIECを20世代まで行って得られた、濃度変換カラーフィルタで処理後の超音波画像、航空写真を、図6に本手法適用前の画像のヒストグラムを、図7に本手法適用後の画像のヒストグラムを示す。航空写真の原画

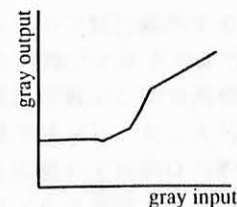


図4: グレースケールにしたときの濃度変換特性の例

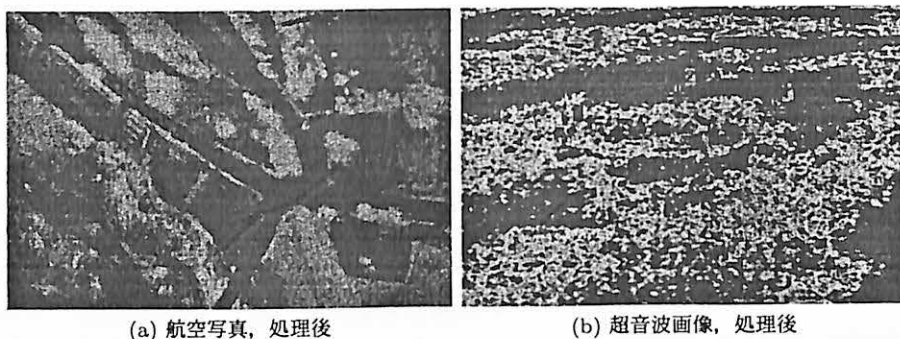


図 5: 実験に用いた航空写真と超音波画像の本手法処理後の画像

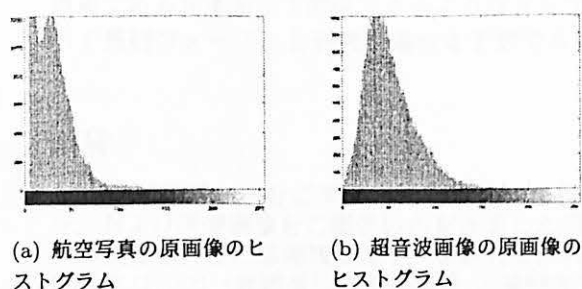


図 6: 実験に用いた原画像のヒストグラム

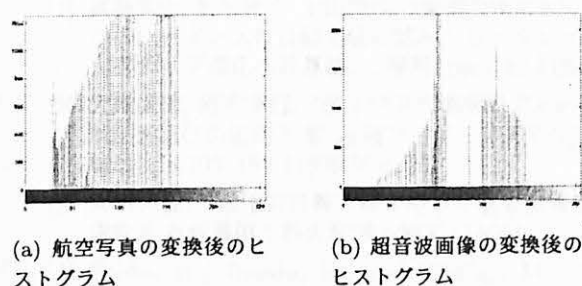


図 7: 実験に用いた変換後のヒストグラム

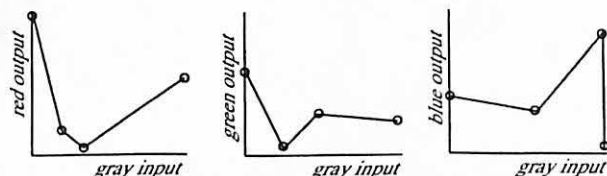
像 (図 3(a) 参照) の全体平均輝度値は 27 であったが本手法で変換後、平均輝度値は 116 になった。これは画像が全体的に明るくなったことを意味する。図 6(a) と図 7(a) のヒストグラムから、輝度の分布の幅が広がりコントラストが上がったことがわかる。

超音波画像の原画像の十字で囲まれた部分 (図 3(b) 参照) の全体平均輝度値は 15856 であったが本手法で変換後、同じ領域の平均輝度値は 28651 になった。前者のタスク同様、強調したい領域が全体的に明るくなった。図 6(b) と図 7(b) のヒストグラムから、輝度の分布の幅が広がりコントラストが上がったことも同様に言える。

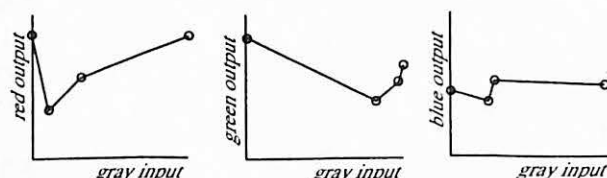
図 8 に実験によって得られた航空写真と超音波画像の濃

度変換特性を示す。

原画像の航空写真の画像特性と超音波画像の画像特性 (図 6 参照) にはあまり差はないが、変換後の画像特性 (図 7 参照)、濃度変換特性 (図 8 参照) は二者間で大きく異なった。本手法がそれぞれのタスクに応じて異った処理を視覚的にこなえることが確認できた。



(a) 航空写真、図 5 (a) の濃度変換特性



(b) 超音波画像、図 5 (a) の濃度変換特性

図 8: 実験に用いた航空写真と超音波画像の濃度変換特性

4 考察と結論

本実験で行った濃度変換は一部のレタッチソフトでも用いられているので、マニュアルで試行錯誤することは可能である。しかし、本実験の画像フィルタのように、3色に分けて複数のスプライン関数定義のための座標点を試行錯誤で決めていくことは容易ではない。たとえ可能であったとしても、医療画像を扱う医師の主目的は目的に応じた画像処理でありそのためのフィルタ設計ではない。IECを用いることで、医師は医療処理画像の善し悪しを専門知識で判断する本来の仕事に専念することで最適な画像処理フィルタを視覚的に設計できる。

今回の実験に必要な時間は10分程度であり、IECの航空写真、医療画像処理への実用性は高い。さらに、実験結果で得られた処理画像は、望んだ処理が実用的な時間である程度行えたという意味で、IECによる視覚ベースの信号処理の有効性も高いと判断できる。

本論文は、IECによる視覚ベースの信号処理がどの程度実用的に使えるかの可能性を検討することを目的としており、このアプローチの研究の導入部分に相当する。実用性が確認されたので、今後は本格的に画像処理へ適用していく予定である。検討項目としては、今回濃度変換カラーフィルタを用いた画像処理手法の拡大、適用画像・分野の拡大がある。

第1節で述べたように、本研究はIECによる視覚ベースの信号処理の実用性・有効性を示す第2フェーズに位置づけられる。このフェーズの次には、従来の画像処理では困難であるが本手法で解決できるようなタスクと処理例を示す最終フェーズへと研究を進める予定である。

謝辞

航空写真データをご提供いただきました株式会社コイシ、および医療画像をご提供いただきました福岡歯科大学の湯浅賢治教授に感謝致します。本研究は、科学研究費基盤研究(C)(2)(課題番号13680451)の補助を受けている。

参考文献

- [1] 武藤武士, 駒形伸子, 上田勝彦: “模擬育種法を用いた画像フィルタシーケンスの自動生成の試み,” ワークショップ「インタラクティブ進化的計算論」, 福岡, pp.7-12 (1998年3月).
- [2] 大崎美穂, 高木英行, “ディジタル補聴器フィッティングへの対話型ECの応用,” 第14回ファジィシステムシンポジウム, 岐阜, pp.193-194 (1998年6月).
- [3] 大崎美穂: “進化的計算手法を用いた聴覚障害補償に関する研究,” 九州芸術工科大学博士論文 (1999).
- [4] Otaba, K., Tanaka, K., and Hitafuji, M.: “Image Processing and Interactive Selection with Java Based on Genetic Algorithms,” 3rd IFAC/CIGR Workshop on Artificial Intelligence in Agriculture, Makuhari, Japan, pp.83-88 (April, 1998).
- [5] Poli, R. and Cagnoni, S.: “Genetic Programming with User-Driven Selection: Experiments on the Evolution of Algorithms for Image,” 2nd Annual Conf. on Genetic Programming (GP-97), California, USA, pp.269-277 (July, 1997).
- [6] 佐藤裕二, 安藤ハル, 北原義典: “進化的計算を用いた韻律係数フィッティングによる声質変換に関して,” 第12回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム, 横浜, pp.469-475 (1996年10月).
- [7] 高木英行, 大崎美穂: “聴覚障害者の聴こえに基づく聴覚補償の自動最適化,” 日本音響学会講演論文集 1-2-18, pp.359-360 (1999年3月).
- [8] 高木英行, 畠見達夫, 寺野隆: “対話型進化計算法の研究動向,” 人工知能学会誌 Vol.13, No.5, pp.692-703 (1998).
- [9] Takagi, H.: “Interactive Evolutionary Computation: Fusion of the Capacities of EC Optimization and Human Evaluation,” Proceedings of the IEEE, Vol. 89, No. 9, pp.1275-1296 (Sept., 2001).
- [10] 高木 英行, 林田憲昌: “IECによる視覚ベース信号処理,” 第18回ファジィシステムシンポジウム, 名古屋, pp.211-212 (2002年8月).
- [11] Takagi, H. and Norimasa Hayashida: “Interactive EC-based Signal Processing,” 4th Asia-Pacific Conference on Simulated Evolution And Learning (SEAL2002), Singapore (Nov., 2002).
- [12] 渡辺辰巳, 高木英行: “対話型GAを用いた歪音声の音質の改善,” 第11回ファジィ・システム・シンポジウム, pp.183-186, 沖縄 (1995年7月).
- [13] Watanabe, T. and Takagi, H.: “Recovering System of the Distorted Speech Using Interactive Genetic Algorithms,” IEEE Int. Conf. on Systems, Man and Cybernetics (SMC'95), Vancouver, Canada, Vol.1, pp.684-689 (Oct., 1995).