

(d) 情報

ハードウェア実現された顔領域特定アルゴリズムについて

山本 貴彦 † (鳥取大学大学院工学研究知能情報工学専攻)
佐々木 悠介 † (鳥取大学大学院工学研究知能情報工学専攻)
川村 尚生 † (鳥取大学工学部知能情報工学科)
菅原 一孔 † (鳥取大学工学部知能情報工学科)

† {tyamamot,sasaki,kawamura,sugahara}@ike.tottori-u.ac.jp

1 はじめに

現在、顔画像処理技術は様々な分野で利用されつつあり、ヒューマンインターフェースや監視システムなどへの応用を目指し、より高機能化するよう盛んに研究されている。顔画像処理を行うにあたり、そのもっとも基本的な処理として、任意の画像中から顔領域を特定するものがある。通常、この顔領域特定を含む顔画像処理システムは、すべてソフトウェアにより実現されている。しかし、顔領域特定をソフトウェア処理で行うとシステムが複雑になることが予想される。

実際にヒューマンインターフェースなどの利用を考えると、カメラなどのハードウェア側に顔領域特定の機能を持たせるといことも一つの有効な手段として考えられる。そこで本研究ではカメラからの入力画像から顔領域特定の処理を行うことができるハードウェアの開発を目指している。ハードウェア化することによって、その後の顔画像処理のためのシステムを簡素で小型化することが可能になり、システム全体としての処理速度の向上も期待できる。

2 システム構成

本研究におけるシステムの構成を図 1 に示す。解像度 640×480 [pixel] の USB カメラで撮影した動画の信号を USB ホストコントローラを介して FPGA ボード上のメモリに蓄積する。そして入力された画像データの中から顔領域の特定を行い、特定した画像を PC へ転送しディスプレイ上に表示する。

論理回路設計は Innoveda 社の Visual Elite を用いて VHDL で記述し、論理合成は Synplicity 社の Synplify Pro 7.3.1 を使用した。配置配線、検証、FPGA への書き込みには Altera 社の QuartusII2.2 を用いた。FPGA(Altera 社製 APEX20KC)の使用可能な logic element 数は 8320 であり、これは回路規模 20 万ゲートに相当する。

3 顔領域の特定方法

本研究における顔領域の特定方法としては、予め 100×160 [pixel] の顔のテンプレート画像を用意しておき、入力された画像内からテンプレート画像に類似した領域を特定する、テンプレートマッチングを遺伝的アルゴ

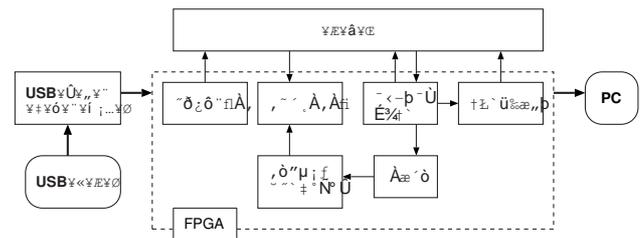


図 1: システム構成

リズム [?][?] を用いて行った。一般にテンプレートマッチングでは検出対象とテンプレートが異なると認識処理に影響が生じるという問題があるので、前処理としてテンプレート画像をぼかす処理を行っている。このような処理を行った画像を用いることによって、多少の異なりがあったとしても特定に大きく影響しないためテンプレートマッチングでは有効な手法として用いられている。

4 回路構成

FPGA 上には遺伝的アルゴリズムを実現するために乱数発生回路、初期個体生成回路、適応度評価回路、選択回路、交叉・突然変異回路をそれぞれ作成した。この時用いた遺伝的アルゴリズムのオペレーションとしては選択方法はランク戦略、交叉方法は一様交叉、突然変異は一点突然変異である。

4.1 乱数発生回路

M 系列を用いて乱数を作成している。その方法としては 10bit の "0", "1" で構成されている数列から 10bit 目と 6bit の排他的論理和をとり、その後全体を 1bit 左シフトする。そして排他的論理和の結果を 1bit 目に代入する。この操作をくり返すことで乱数を作成している。このとき 10bit 全体で 2 進数で表現した一つの乱数を構成する。

4.2 初期個体生成回路

個体数は 32 とし，作成した乱数を個体に設定する．個体の遺伝子コードは入力画像中で探索に指定する領域の左上端の x, y 座標を表しており，前件部が x 座標，後件部が y 座標で構成されている．また入力画像の左上を $(0,0)$ として横方向を x 座標，縦方向を y 座標として定義しており，このとき指定する領域はテンプレート画像と同じサイズである．遺伝子コードの構成を図 2 に示す．

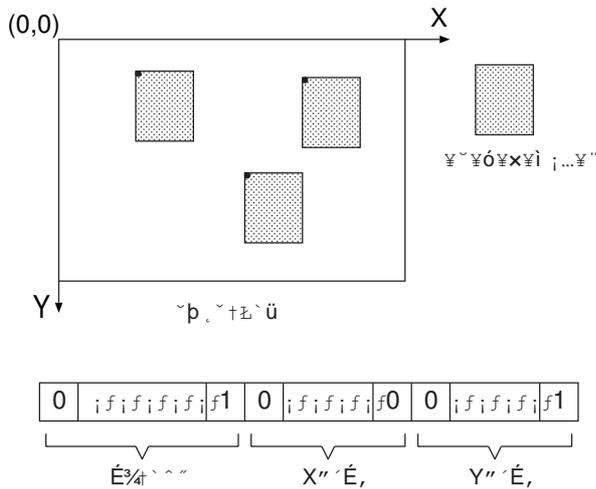


図 2: 遺伝子コードの構成

4.3 適応度評価回路

それぞれの個体で指定した領域において RGB 値を読み取りテンプレート画像と一画素ごとに比較し，差分をとる．そしてその領域における差分の総和を評価値として各個体に付加する．このとき評価値の値が小さい方がテンプレート画像により近い領域だと言えるので，設定された評価値が小さいものほど適応度が高い個体となる．

4.4 選択回路

設定された評価値をもとにして各個体を昇順に並び換える．そして 1 番目から 16 番目までの上位 16 個体の中から，乱数で交叉に用いる親個体となる 2 個体を選び出す．このとき親個体として選択される確率はランクづけされた順位に依存している．

4.5 交叉・突然変異回路

選ばれた 2 個体と乱数の bit 列を用いて一様交叉を行う．乱数はマスクの役割をしており，各 bit をチェックし”1”となっている箇所のみ親個体の値の入れ換えを行う．そして次に突然変異を行うかどうかを決定するために各個体に乱数を与え，それが突然変異率を満たしていれば bit 反転を行う遺伝子座をさらに乱数を用いて決

表 1: 回路の logic element 数，clock 数

回路名	logic element 数	clock 数
乱数発生回路	883	625
初期個体生成回路	493	187
適応度評価回路	1367	30784
選択回路	2356	1205
交叉・突然変異回路	1537	230
合計	6636 (79%)	33031

定する．その後 32 個体のうち後半の 17 番目以降の個体に新たな個体として上書きする．

これらの作業をくり返すことによって次世代の個体群の作成を行う．各世代で適応度が最も高かった個体を特定した顔領域とし，最後に顔領域が正しく特定できているかを検証するために，特定した領域を PC のディスプレイ上に表示する．

5 シミュレーション

動作を確認するために，本来用いる画像の 10 分の 1 サイズの入力画像 64×48 [pixel]，テンプレート画像 10×16 [pixel] を用い，FPGA 上のレジスタにそれぞれのデータを貯めて Visual Elite でシミュレーションを行った．このときに要した各回路の logic element 数と clock 数の結果を表 1 に示す．

6 考察

この結果から FPGA の使用可能な全 logic element 数に対して作成した回路全体での logic element 数は約 80% を使用しており，また 1 世代あたり約 0.7ms の処理時間を要することが分かった．1 秒間に 30 フレームの動画を用いるとすると 1 フレームあたり 33ms かかることが予想される．よって 1 フレームあたり 40 世代の探索が可能と考えられる．これらのことから回路規模的に構築が可能であることが確認できた．

7 おわりに

今後の課題として，まず回路規模の縮小ならびに処理速度の向上を目指し，開発した回路の最適化を進める．次に，本稿で用いた顔領域特定方法では，顔を横に向けた場合や俯いた場合に顔領域の追跡が困難になることが予想される．そこで，正面顔画像以外でも精度のよい顔領域特定が行えるようシステムを改善してゆくことも今後の課題として残されている．また特定した顔領域から顔認識への応用への発展も考えていきたい．

参考文献

- [1] 長尾 智晴，“進化的画像処理,” 昭晃堂，2002．
- [2] 吉川雅弥，今井哲也，寺井秀一，山内寛紀，“汎用 GA エンジンアーキテクチャの基本検討,” 電子情報通信学会基礎・境界ソサイエティ大会，A-3-17 (2000-09)．