

リアルタイム高精度 瞳検出技術

ヒューマンインタフェースに 不可欠な瞳を正確に検出

東芝は、顔認識を用いたバイオメトリクス認証や視線検出などに不可欠な、顔画像からリアルタイムで高精度かつ安定に瞳を検出し追跡する技術を開発しました。

これはエッジ検出により瞳の形状を正確に推定し、画像パターン照合と統合することで安定した検出を行う技術です。更に“ガイドパターン”を用いた独自の探索方式により計算量を削減し、リアルタイム処理を実現しました。

リアルタイムで瞳が正確に検出できるようになることで、インタラクティブな応用が可能になり、顔を用いた個人認証における誤認識率の軽減や視線検出などの様々なアプリケーションへの展開が期待できます。

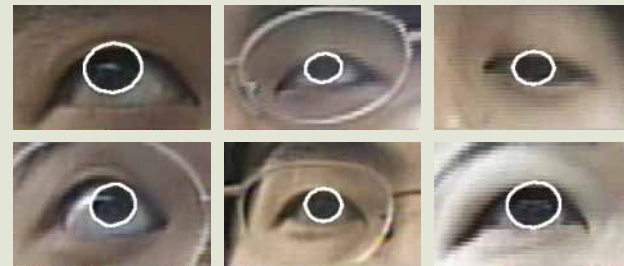


図1. この技術により検出された瞳の例 — 瞳の輪郭部分が楕円で表されます。

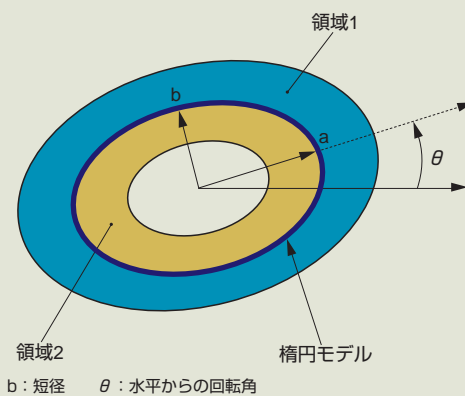


図2. 楕円形状の分離度フィルタ — 楕円の外側領域(領域1)と内側領域(領域2)の画像特徴の統計的な差を“分離度”という指標で求めます。

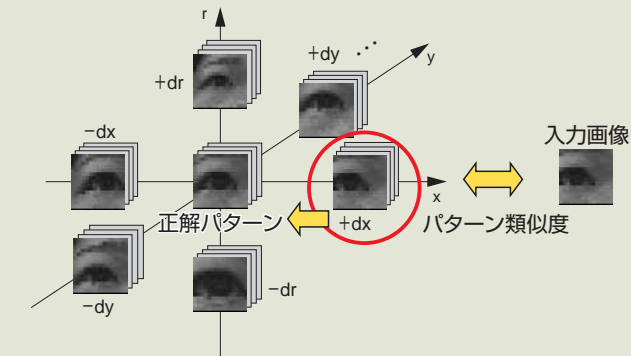


図3. ガイドパターンの模式図 — 入力画像と赤丸で囲んだパターン(+dxずらしたガイドパターン)との類似度が最大であるとき、-x方向に探索方向を絞ることができます。



図4. デジタルメイクシステムへの応用例 — カメラに顔を向けるだけで、メイクアップした画像をリアルタイムで表示、変更することができます。



図5. 視線検出の応用例 — ディスプレイ上のピースを見るだけで動かすことができるパズルの例です。

瞳検出の重要性

人間の顔の中で瞳の周辺は重要な情報を発信しています。計算機(システム)が画像中から自動的に瞳を検出する技術は、顔を用いた個人認証や視線検出などに不可欠な技術となっています。例えば顔認識の場合、顔の位置を検出する必要がありますが、多くの顔認識では、瞳の位置を基準にして認識を行っています。そのため、瞳位置を正確に検出することは、直接認識性能に影響を与えます。

また、視線検出においては、更に形状などの詳細な情報も必要となります。しかし、従来法の多くは、瞳部分のエッジ(輪郭付近の急激な輝度変化)が不明りょうな場合、正確な位置と

形状を求めることができないという問題がありました。

リアルタイム高精度瞳検出技術

●瞳検出技術の概要

東芝が今回開発した瞳検出技術は、楕円(だえん)を境界とする二つの領域内における輝度値の統計的性質の違いに基づいたエッジ検出により形状を正確に推定し、画像パターン照合との統合により、輝度変化や照明条件の変化による影響が少ない安定した検出を行います。

更に、瞳領域周辺の画像パターンとの照合を用いた独自の探索方式によって計算量を大幅に削減し、リアルタイムで高精度に瞳を検出する処理を実現しました。図1は検出された瞳の例です。

●楕円分離度フィルタによるエッジ検出

人間の瞳(虹彩領域)は、顔向きが変わったり、まぶたで隠れたりした場合には必ずしも円形に見えません。

そこで、より詳細に瞳の形状を表すことができる楕円モデルを用いました。図2に示すような楕円形状のフィルタを用意し、楕円の外側と内側のそれぞれの領域に属する画素の輝度値の統計的な違いを表す分離度を計算します。領域ベースであるため、単純な微分フィルタと比較して、照明の変化やノイズに影響されにくいエッジ検出方式が実現できます。

●パターン照合とエッジ検出の統合

楕円分離度フィルタによるエッジ検出だけでは、形状が楕円であれば瞳

ではなくとも検出されてしまいます。

そこで、あらかじめ瞳付近の画像の大きさを正規化した画像パターン(図3の中央に示したパターン: 正解パターンと呼ぶ)を収集し、それらのパターンと入力画像との照合を行うことで、瞳らしいものだけを取り出すことができます。

ここでは更に、これらの照合から得られる正解パターンとの類似度と、先に述べた分離度値との重み付け線形和を評価値として、この評価値がもっとも高くなるように楕円パラメータを最適化するという方法を用いました。

●ガイドパターンを用いた探索方式

評価値を最適化するパラメータを求める方式では、計算量が多くなってしまったり、まちがった局所解から抜け

出せなくなったりといった問題が起こることがあります。

そこで、楕円を表すパラメータを正解から既知の量だけずらした状態に対応する画像パターンを、あらかじめ学習データから作成しておき、それらのパターンを用いて探索を効率的に行う方法を導入しました。

このずらした状態に対応するパターンを“ガイドパターン”と呼びます。例えば図3に示すように、入力画像が+dxずれたパターンと照合されると、正解パターンは-x方向にあることが推定され、探索方向を絞ることができます。

幅広い応用の可能性

当社が開発したこの技術は、顔画

像からリアルタイムで高精度かつ安定に瞳を検出、追跡することができます。これにより瞳検出精度が向上することで、顔を用いた個人認証における誤認識率の軽減が可能となります。

また、化粧やカラーコンタクトなどのシミュレーションがリアルタイムでできるデジタルメイクシステム(図4)や、運転者やディスプレイ使用者がどこを見ているかがわかる視線検出(図5)など、様々なアプリケーションへの展開も期待できます。

湯浅 真由美

研究開発センター
マルチメディアラボラトリー 研究主務