

画像応用計測に関する研究事例

三宅 哲夫, 章 忠 (第2工学系, メディア信号処理コア)

1 はじめに

画像を用いた計測技術は、広範な分野で利用されている。本稿では、本研究室における画像関連の研究開発について報告を行う。

2 立体形状の類似度評価

2次元パターンや3次元形状を対象として、与えられた2つのパターンや形状の類似度を評価する研究が行われている。従来の類似度研究の多くは、形状データベースの中から対象物体に類似する形状を見つけ出すことを目的としており、構造化された幾何データで記述された3次元形状モデル同士を比較する手法が開発されている。しかし、人間は物体の見えの情報のみを用いて形状同士の類似度評価を行っている。

本研究では、見えに関する最も基本的な情報として、物体の投影面積を用いた類似度評価を提案する。人間が物体を観察するときは、物体を手で持って姿勢を変えたり、自らが物体の周囲を移動することで観察方向を変化させ、多くの見えの情報を取得する。本提案手法では、単位球面上に配置した多数個の視点から物体の投影像を取得する。視点は球面上に均一に分布していることが望ましいが、よく知られているように、球面上には、高々20個の点しか均一に分布させることはできない。そこで、正二十面体の各面を再帰的に4分割して得た162個の頂点に視点を配置する。

観察された物体の投影面積は、極座標形式の関数 $f(\theta, \phi)$ で表される。この球面関数を、球面調和関数により展開し、その展開係数により算出される特徴量を基に特徴ベクトルを定義する。さらに、特徴ベクトル間の内積で物体間の類似度を評価する。

人間による類似度評価と本提案手法による類似度評価の比較結果を Fig.1 に示す。人間の類似度評価に関するデータは、インターネット上に設けたサイトにおいて、8個の形状のうち立方体に似ているものを選んでもらう質問形式により収集した127名分のアンケート結果である。

図が示すとおり、直方体と球を除いた形状類似度は、人間の感覚と提案手法とで一致している。提案手法では、投影面積のみを特徴量として用いたが、人間は見えの情報から物体表面が平面で構成されているか曲面で構成されているかを判断し、類似度の評価指

標として用いていると考えられる。稜線の接続状態や面の曲率等の図形情報は現在考慮されていないが、これらの情報を加えることで、より人間の感覚に近い類似度評価を行うことができると考えられる。

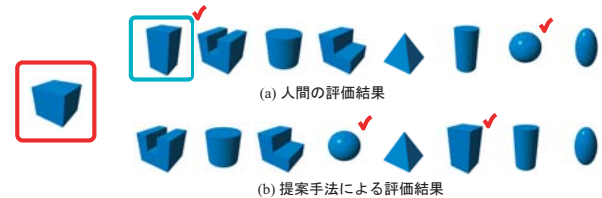


Fig. 1 類似度評価結果の比較

3 視線インタフェースによる機器制御

視線は人の意図をよく反映し、また眼球運動は身体機能の中でも残存機能として最後まで残る機能であると言われている。これらの理由から、視線を用いたヒューマンインタフェース構築に関する研究が、多くの研究機関や企業等で行われている。

本研究では、日常生活で利用可能な汎用ヒューマンインタフェースの構築を目指しており、その特徴は下記のとおりである。

人がカメラを注視しているか否かという2状態を、1枚の画像のみを用いて正確に判定する。

家電機器や介護機器等に取り付けたカメラを用いるため、機器類の位置を示す環境地図が不用である。

3次元計測を行わないので、カメラキャリブレーションを行う必要がない。

装置構成的にも价格的にも現実可能なシステムである。

応用例として、家電製品である扇風機のスイッチを、視線を用いてオン/オフするシステムを試作した。被験者は顔の向きと視線方向を自由に変え、カメラを注視することにより機器スイッチがトグル動作を行う。機器スイッチは基本的にはカメラ注視により動作するが、使い易さを考慮して下記の動作条件を設定した。

カメラ注視状態であるとは、過去1.2秒間の80%以上において注視状態であると判定されたときとする。

カメラ注視状態の開始から、1秒後にスイッチが動作する。

スイッチを動作させるためには、直前のスイッチの状態変化から2秒以上の時間経過を必要とする。

直前の動作から 2 秒後以降に、1 度は注視状態が解除されない限り、注視を続けてもスイッチは動作しない。

システムが設定した動作条件にしたがって動作している様子を、Fig.2 のタイムチャートに示す。実験開始から約 3 秒後にカメラ注視状態が開始し、その状態が 1 秒経過した時点で、扇風機がオン状態となる。注視開始から 3.5 秒後に非注視状態となり、さらに約 3 秒経過した時点で再びカメラ注視状態となり、スイッチがオフ状態となる。

実験開始から約 15 秒後では、一旦非注視状態となり再び注視状態に戻ったが、前の動作から 2 秒以内であったため、スイッチの動作は生じていない。それに続く十分な時間経過後の注視状態の開始により、スイッチがオフされている。

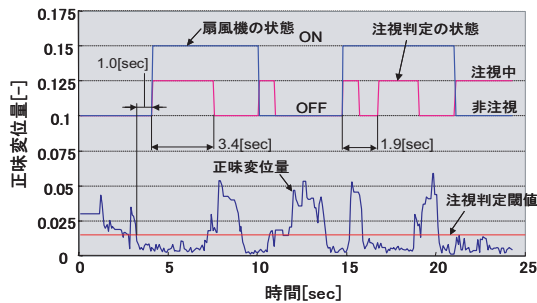


Fig. 2 システム動作タイムチャート

本注視判定原理は、カメラと利用者との距離が十分長い状態で精度が保証されている。現在のところ、撮影距離は 2.4 m であるが、今後は近距離撮影が可能なアルゴリズムの開発を行う予定である。

4 自動車安全運転支援システム

交通事故統計によると、安全運転への種々の取り組みの効果により死亡者数は近年減少傾向にある。しかし、ドライバーが通常陥り易い漫然運転に関しては、それが重大事故の要因となり得るにもかかわらず、その防止対策が講じられていないのが現状である。

本研究室では、漫然運転の防止を目的として、ドライバーの運転状態を監視し、必要に応じて警告等を発する運転支援システムの開発を進めている。具体的には、Fig.3 に示すように、ドライバーが通常運転中に注視する対象物体を車両前方画像から抽出し、一方、ドライバーの視線方向を顔画像から抽出することにより、ドライバーの注視行動の妥当性を判定し、それを基にドライバーが漫然運転状態にあるか否かを推定する。

はじめに、通常ドライバーが運転中に注視する対象

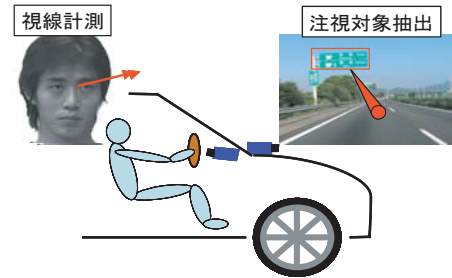


Fig. 3 車外画像と顔画像の計測

物体を、高速道路走行画像を用いて実験により調べた。その結果、進行方向の無限遠点、道路標識、遠方車両、周辺車両が全体の 80% を占めることが確かめられた。そこで、これらの物体を画像から個々に抽出する手法を開発した。

ドライバーの視線の計測は、本研究室で開発中の視線インタフェースを利用する。そのためには、近距離撮影での注視判定原理を構築する必要がある。現在は、左右の眼球中心の midpoint に固定した仮想点を注視状態を判定する参照点として用いているが、この点をドライバーの姿勢に応じて適応的に変化させる位置可変参照点方式による視線計測法の開発を進めている。

5 まとめ

計測システム研究室における画像処理を基本技術とした各種の取り組みについて述べた。本研究室では、画像処理とともに信号処理を核とする種々の研究を行っている。今後は、信号処理および画像処理を統合した自動車安全運転支援システムの開発に注力する予定である。

発表論文

- [1] Tetsuo Miyake, Naoya Iwata Satoshi Horihata and Zhong Zhang. Projected Area Based 3D Shape Similarity Evaluation, Discrete Geometry for Computer Imagery, Springer, pp.449-459, 2006.
- [2] 石見太郎, 三宅哲夫, 章 忠. 実時間注視判定システム, 情報処理学会 CVIM 研究会資料, Vol. 2006, No.5, pp.9-11, 2006.
- [3] 吉田拳忠, 三宅哲夫, 今村 孝, 章 忠. 視線インタフェースによる外部機器制御, 電子情報通信学会 2007 年総合大会講演論文集, 2007 年 3 月.
- [4] 長田達矢, 三宅哲夫, 今村 孝, 章 忠. 車両前方画像からの注視対象物体の抽出, 電子情報通信学会 2007 年総合大会講演論文集, 2007 年 3 月.