

装着型能動視覚センサを用いた3次元注視点の抽出

京都大学大学院情報学研究科知能情報学専攻 戸田 真人, 鷲見 和彦, 松山 隆司

3D Gazing Point Detection by an Active Wearable Vision System

Masato TODA, Kazuhiko SUMI and Takashi MATSUYAMA

Department of Intelligence Science and Technology, Graduate School of Informatics, Kyoto Univ.

Abstract: This paper proposes a method to measure 3D gazing points using an active wearable vision system, capturing an image of the same object, at which the person is gazing. We applied zooming control based on motion of the gazing direction.

1. 序論

われわれの研究室では,日常生活環境において人間と共生できる機械を実現するために,人の意図や興味の対象を機械が認識する基礎的な研究を行っている.その一環として,人の視線情報を注意や興味の対象を知る手がかりとして用い,人と視野を共有し,人が見ているものを映像としてシステムに取り込む装置を試作した.人はきわめて広い視野を持つが,高い解像度で詳細にもものを見ているのは,視野の中心だけであり,眼球の運動によってその注視点を移動させている.そこで,上記の人との情報共有を実現する画像取り込み装置として次のような機能を持つことが望ましいと考えた.

- 注視点が決定されていないときには広い視野を持つ.
- 視野内の注視点を測定する.
- 注視点周辺では対象の詳細情報を得るために高い解像度を持つ.

これらの機能を,本研究では, Fig.1 の視線測定装置とアクティブステレオカメラからなる装着型能動視覚センサを用いて,カメラのパン・チルト・ズーム制御を行いながら,人の注視点の3次元位置の抽出を行うことで実現する.

従来視線はその方向だけで記述されることが多かったが,近年,3次元的な視点の位置を計測しようという試みがみられる^{1),2)}.本論文では,視線測定装置からおおよその視線方向を得て,視線直線上でステレオ視を行うことにより,一般的な任意形状の注視対象に対して正確な3次元注視点と注視点周りの物体の抽出を実現する.

ここで課題となるのは,人の視線の変化に追従して,上記の広い視野と注視対象の高解像度画像の取得とを両立させるためにカメラのパン・チルト・ズームを制御する手法である.われわれは,人の視線の変化状態により,視線に追従させる制御と注視対象を高解像度で抽出する制御とを切り替えることでこの課題を解決した.

2. 3次元注視点の抽出

2.1 注視点抽出法

3次元注視点とは,人の視線直線と見ている対象の交点である.視線測定装置の情報から得られる視線直線をステレオ画像を用いて次の方法で探索することにより,その3次元位

Stereo Cameras with pan-tilt-zoom control
Gazing Derection Recorder

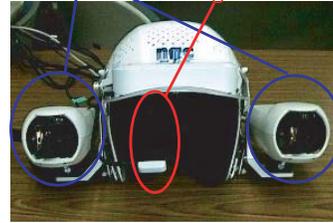


Fig.1 Active Wearable Vision System

置及び画像上の位置を計測する.

1. 視線測定装置の情報から得られる3次元空間上の視線直線を,左右画像に投影する.この投影された直線はステレオ計測におけるエピポーラ線と同じである.
2. 左右画像において注視点にあたる部分においては,そこには対象があるため類似度が高いものが写り,他の部分では異なるものが写る(Fig.2).このことを利用し,エピポーラ線上のすべての組に対して,その点の周りの情報も用いて類似度を比べ,最も類似度を高いものを注視点とする.

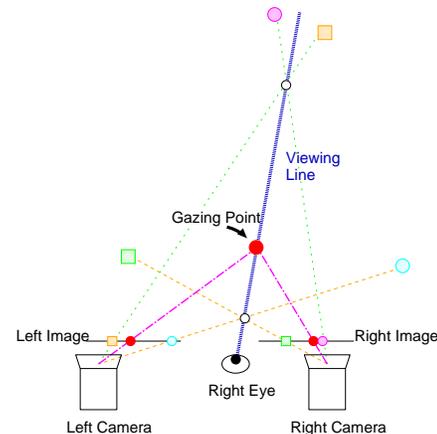


Fig.2 Principal of 3D Gazing Point Detection

2.2 アクティブカメラ制御

人の広い視野に対応しかつ詳細な情報を得るために,カメラのパン・チルト・ズームコントロールを行う.これらは,1章で述べたように,次の方法で行なわれる.

- 人の視線の変化がある場合は、カメラを最広角の状態で見視線方向に追従するように角度制御を行い、注視点探索を行う。
- 人の視線が一方向に留まっていれば、それまでに得られた注視点の3次元位置を中心にズームアップし、注意が向けられた対象の拡大映像を取得する。

2.3 実験による評価と検証

(1) 注視点抽出実験

ここで提案した注視点抽出アルゴリズムの動きを検証するために、次のような実験を行った。

1. カメラ制御を行わない状態での注視点抽出
2. 視線方向に合わせたパン・チルト制御を行った上での注視点抽出
3. 注視点の3次元位置に合わせてパン・チルト・ズーム制御を行った上での注視点抽出

実験結果を Fig.3 に示す。画像上において白い直線がエッジボーラ線、黄色の楕円の中心が抽出された注視点である。



Fig. 3 Results of Gazing Point Detection

実験結果より以下のことが言える。

- カメラの視野は人の視野に比べて狭いが、カメラの回転制御を行うことにより、広範囲に渡り測定できる。
- 目とカメラの位置が違うために、視線方向の情報だけではカメラの視野内に見ているもの収めるのが難しいが、カメラ制御を行いながら注視点の3次元位置を得ることにより、注視している対象の画像をズームアップして解像度を高くした状態で得ることができる。

このことより、本論文で提案した注視点抽出方法により、広範囲に渡り、詳細な情報が得られることができると考えられる。

(2) システムとしての動作確認

次に、本論文で提案した手法を用いてリアルタイムで動くシステムを試作した。その際、問題の簡略化のために、カメラが動作する間・システムが注視点を探している間は人の視線方向は変化せず、人の頭部と見ている対象の位置関係は変化しないと仮定した。この仮定のもとで、システムは Fig.4 で示すように次の処理を行う。

- 視線測定装置から得られる視線方向の状態を観察し、注視点移動中か定まっているかを判定する。

- 注視点移動中の場合には視線方向に向けてカメラを追従させる。
- 注視点定まっている場合、3次元注視点の抽出を行い、3次元注視点に向けてカメラのパン・チルト・ズームを制御し、注視対象画像、注視点の3次元位置および人の注視状態を出力する。

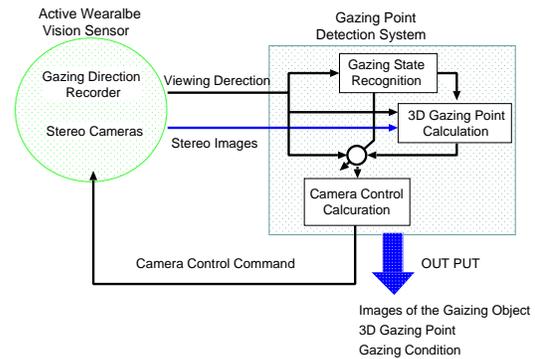


Fig. 4 3D Gazing Point Detection System

仮定した状況下でシステムの挙動を確認したところ、カメラが視線に追従して動作し、人が同じところを見ているとズームアップして対象を写すことが確認できた。これらより、本論文で提案した手法は、人の見ているものを映像としてシステムに取り込むには有用であると考えられる。

3. 結論

本研究では、アクティブステレオカメラと視線測定装置を備えた装着型能動視覚センサを用いて、カメラ制御を行いながら人の3次元注視点の抽出を行う方法を提案し、実験によりその動作を確認した。

これらにより、広範囲に渡り、人が見ているものの詳細な映像を得、また、その中で特にどの部分に人の注目が集まっているかをシステムが認識することを可能にした。

今後の課題として以下の改善を行い、より現実に近い使用環境での運用を実現する予定である。

- 視線の予測に基づくカメラワークの視線追従性能を向上させる。
- 異なる周期で動作する視線計測装置・ステレオカメラ・カメラ制御系を滑らかに統合するアーキテクチャを開発する。
- 頭部の動きに対応させ、適用範囲を拡大する。

謝辞

本研究は、科学研究費特定領域研究 No. 13224051 の補助を受けて行った。

参考文献

- 1) A.Sugimoto, A.Nakayama and T.Matsuyama: "Detecting a Gazing Region by Visual Direction and Stereo Cameras", Proc. of ICPR2002 Vol.3, pp.278-282, 2002.
- 2) 満上育久, 浮田宗伯, 木戸出正継: 視線情報を用いた注視点の3次元位置推定, 電子情報通信学会技術研究報告 PRMU2002-169.