

ダイナミックビジョンシステム「DynaEye」

4D-2

—物体の隠れ問題解決について—

渡辺正規 太田善之 佐々木繁

(株)富士通研究所

1. はじめに

計算機による画像理解の実用化においては、信頼性の高い処理を、広い範囲の環境に対して実現することが望まれる。当問題に対し、筆者らは、撮影環境の変化に応じて自在にストラテジーを変えながら画像理解を行うダイナミックビジョンシステム「DynaEye」を開発している。

本稿では、DynaEyeの考え方に沿って、物体の認識における隠れ(occlusion)の問題を解決する方式について提案し、その実験システムを述べる。また、カップの置き方に対応して姿勢認識を行うことにより、本方式の有効性を示す。

2. 物体認識における隠れ問題の解決

物体をある一方向から眺めた場合は、視点側の面しか見えない。さらに、複数の物体がある場合は、他の物体により一部分を遮られることがある。このような隠れ(occlusion)が生じると、物体の認識が困難になる。

物体認識においては、物体をある一方向のみから見た画像でも認識できるように、物体をあらゆる角度から見た見え方を覚えておく手法[1][2]が提案されている。しかし、異なる方向から見た見え方が同一であったり、異なる物体が同一の見え方をする場合があり、隠れにより物体を認識できない場合がある。

また、隠れの部分の情報を獲得する手法として、視点を移動する手法[3][4]が提案されている。しかし、認識処理を始める前に移動位置が設定された場合は、物体の配置によって隠れ部の情報を獲得できないことがあり、隠れの問題を完全に解決したことにはならない。物体の認識を目的として隠れ部の情報を獲得するのであれば、物体の配置状況を把握し、認識処理に必要な十分な情報を獲得できるように視点を移動することが望ましい。

カメラのパラメータを能動的に制御し、画像という受動的のセンサから積極的に情報を獲得する考え方として、アクティブビジョン等[5][6]のパラダイムが提案されている。我々は、隠れの問題解決においても、能動的に画像を獲得することが重要だと考え、物体認識の際、認識の部分結果に基づいて、カメラの姿勢を制御する方式を提案する。カメラは計算機によって制御可能な移動体に取り付け、カメラの姿勢を計算機により制御する。隠れの発生により物体の認識が困難になる場合、画像を解析した部分結果に基づいて物体の置き方を把握する。そして、カメラの姿勢を変更して、認識に必要な情報を積極的に獲得する。

3. 物体認識実験システム

3.1 システム構成

実験システムの概要を図1に示す。

カメラは6軸のロボットアームFAROT[7]の先端に取り付け、カメラより撮影した画像は画像処理専用装置FIVIS/VIP[8]に取り込む。そして、A80がホスト計算機とし

Dynamic vision system "DynaEye"

- One solution for occlusion problem -

Masaki WATANABE, Yoshiyuki OHTA, Shigeru SASAKI
FUJITSU LABORATORIES LTD.

て全体を統括し、処理の流れの制御、および、物体の認識処理を実行する。

本システムにおいてFAROTはA80のアームインタフェースとして働き、A80側で指定したカメラの位置、向き、三次元座標をアームの各軸の回転座標に変換し、アームの移動制御を行う。同様に、FIVIS/VIPは画像インタフェースとして働き、カメラから画像を取り込むほか、膨張、縮退、二値化、水平投影、垂直投影等の低レベルの画像処理を行う。

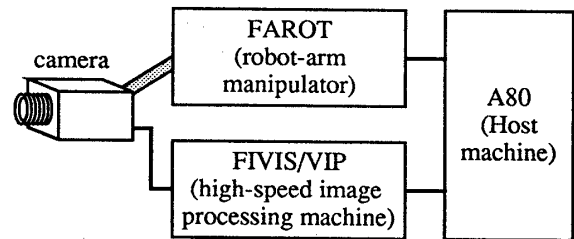
3.2 処理の基本方針

本システムでは、知識として、観察される物体のモデルを蓄え、カメラの移動位置の決定の際、認識の部分結果とともに利用する。

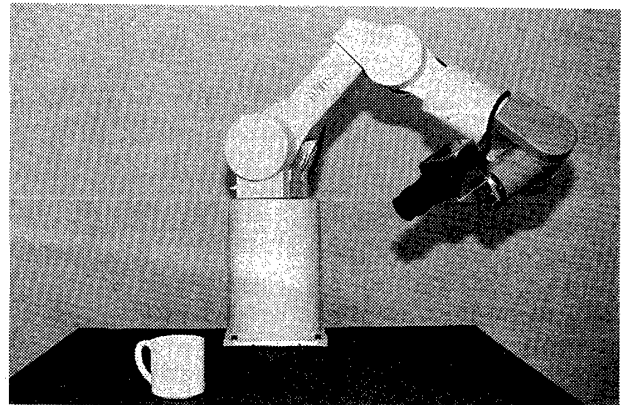
基本的な処理手順を以下に示す。

- (1) あらかじめ設定した位置にカメラを移動し、撮影する。
- (2) 獲得した画像を解析し、物体認識のための判別情報を抽出する。
- (3) 隠れにより判別情報が不足した場合、既に得られた部分結果、および、あらかじめ記憶した物体のモデルに基づいてカメラの移動位置を決定する。そして、カメラを移動し、撮影する。
- (4) 既に得られた判別情報に、新しく獲得した画像の解析結果を加え、物体の認識を試みる。
- (5) 認識が達成されるまで、(3)および(4)を反復する。

以上、本システムでは、画像の獲得、認識処理を交互に行う形式をとる。



(a) システム構成



(b) システムの外観

図1 DynaEyeの実験システム

4. カップの姿勢認識

本実験システムにより、机に置かれたカップの姿勢認識を行った。対象としたカップは、円筒形の本体に把手が一つ付いたもので、机上にはカップが一個、物理的に安定した状態で置かれておりと仮定する。なお、机の色、および、カップの形状と色は既知であるとする。

カップの姿勢を認識するためには、底面の位置と把手の位置を把握すればよい。カップの安定な姿勢は、(a)通常の置き方、(b)逆さま、(c)倒れている、の3種類であることから、まず、カップの上方から真下に見下ろした画像により、(c)か否かを判断する。そして、(c)と判断した場合には、斜めから撮影した画像も加えて姿勢の認識を行う。

以下に、処理手順を示す。

- (1) カメラを机の上方、机を真下に見るように移動する。
- (2) 机の色をした領域を取り除き、残った領域の中で面積が最大の領域をカップを表す領域とみなす。そして、その領域の重心が画像の中心と一致するようにカメラを移動する。
- (3) カップ領域の輪郭に対し線分をあてはめる。そして抽出した線分群から、長方形を構成する三つの辺として、平行かつ長さが等しい線分対と、それらの端点を結びかつそれらに直交する線分を検出する。
長方形を検出できなかった場合、カップが(a)または(b)の置き方であると判断し、(4)と(5)の処理を行う。そうでなければ、(c)の置き方であると判断し、(6)と(7)の処理を行う。
- (4) カップ全体の領域の重心と円形部分の中心のずれの向きから把手の位置を計算する。
- (5) 円形部分の色を調べ、視点側の面が底面か内部かを判断する。
- (6) カップ全体の領域の重心と長方形の中心のずれの向きから把手の位置を計算する。
- (7) 長方形の部分に対して、長辺と短辺の位置、および、走査線に対する傾きを計算する。その結果に基づいて、カップの横が見えるようにカメラを移動する(図2(a)参照)。そして、新しく見えた部分の色を調べ、底面の位置を判断する。

以上の処理を実験システム上に実現し、カップがいかなる置き方であってもその姿勢を認識できることを確かめた。

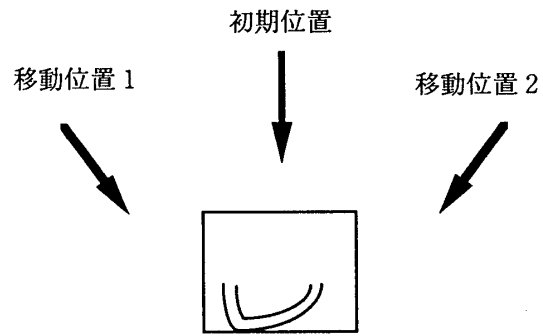
カップが倒れていた場合の実行結果として、カップを真上から観察した画像を図2(b)に、そして、カメラが傾いたときの入力画像を図2(c)に示す。図2(c)は、図2(b)の視点から200mm接近し、20°傾いた位置から撮影された。

図2(b)では隠れていたカップの横側が、図2(c)において明確に観察されたことは、画像の解析結果に基づいてカップの向きを判断し、隠れ部の情報を獲得できたことを示している。これより、本システムが認識に必要な情報の獲得に対し有効であることがわかる。

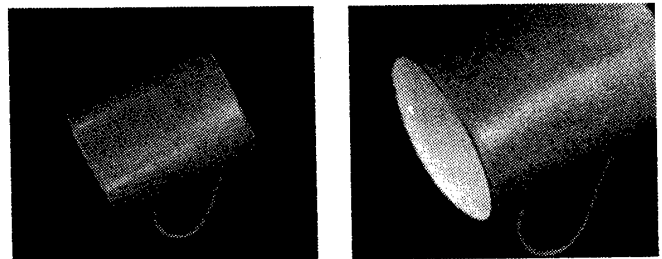
5. おわりに

環境の変化に応じて柔軟にストラテジーを変更するダイナミックビジョンシステム「DynaEye」を提案し、その考えに沿って、物体認識における隠れ問題の解決を主目的とした実験システムを述べた。本実験システムにより実現したカップの姿勢認識システムは、本方式の有効性を示した。

今後、本物体認識方式に対し、アームの移動位置の決定、検証等を検討していく予定である。



(a) カップの側面図およびカメラの姿勢



(b) 初期位置における入力画像 (c) 移動位置 1 における入力画像

図2 カップが机上で倒れている場合のカメラの移動

謝辞

本研究の機会を与えて下さった(株)富士通研究所パターン研究部吉田真澄部長に深く感謝致します。また、FAROTの制御に関して助言をいただいた富士通(株)西岡照秋氏に感謝します。

参考文献

- [1] Kuno, Y., et al.: "Object recognition using a feature search strategy generated from a 3-D model," Proc. of 3rd ICCV, pp. 626-635(1990).
- [2] 山本, 田村: "スパースな距離データを利用した多面体の姿勢決定の一手法," ビジョンと環境理解シンポジウム, pp. 61-70(1990).
- [3] 杉本他: "移動ロボットのためのステレオビジョンによる環境の幾何モデリング," 情報研報, Vol. 90, No. 74, 68-5 (1990).
- [4] Ishiguro, H., et al.: "Omni-directional stereo for making global map," Proc. of 3rd ICCV, pp. 540-547 (1990).
- [5] Aloimonos, J. (Y.) and Bandyopadhyay, A.: "Active vision," Proc. of 1st ICCV, pp. 35-54(1987).
- [6] Ballard, D. and Ozcanarli, A.: "Eye fixation and early vision: kinetic depth," Proc. of 2nd ICCV, pp. 524-531(1988).
- [7] 藤井: "高精度ロボットとその制御," 精機学会第4回ロボットに関するマラソンシンポジウム, pp. 48-62(1984).
- [8] 直井他: "構造可変型ビデオレートカラー画像処理システム「韋駄天」," 信学論(D-II), Vol. J73-D-II, No. 10, pp. 1751-1760(1990).