

机型実世界指向インターフェースにおけるバーコードによらない実物体認識

西 高宏*1 佐藤 洋一*2 小池 英樹*1

*1 電気通信大学情報システム学研究科

*2 東京大学生産技術研究所第3部

E-mail : nishi@vogue.is.uec.ac.jp

1. はじめに

現在我々は、机に統合された実世界指向インターフェースとして EnhancedDesk[1]の開発を進めている。この EnhancedDesk とはコンピュータの画面を机上に投影し、同時に机をカメラで観察する事によってユーザとコンピュータとのインタラクシオンを実現するものである。

この研究ではこれまで、ユーザの指先等を追跡し、その動きからユーザの意図理解を行ってきた。しかし実環境を計測し、机にある物体とユーザの行動とを関連づけることから、ユーザの意図理解が期待出来る。

そこで本研究ではその第一段階として、机上の実物体認識を目的とする。

2. 物体認識

物体の認識手法として、これまで対象物体に発信器や ID タグ等を取り付けるといった方法があり、EnhancedDesk でも紙書類にバーコードを張り付け実物体との対応付けを行ってきた。しかしバーコード等の添付には手間が必要であったり、間違えて張ってしまう、剥がれてしまうといった管理上の問題があり、また物理的にバーコードを取り付けることが困難な場合も生じる。

そこで本研究では、物体の認識に画像特徴量を利用し、色分布による物体認識を行うことにする。

3. 色ヒストグラムによる物体認識

色の分布を特徴とする手法は、対象物体の変形・隠れに対して安定しており、中でも Swain らにより提案された色ヒストグラムに基づく画像照合手法[2]は、画像検索に高い性能を得られるということで注目されている。

物体認識では、特定位置の物体に対しそれは何であるかという問題と、目標となる物体が画像中のどこにあるかといった問題の二側面が問われる。一般に前者は Object recognition(What 問題)、後者は Object localization(Where 問題)と呼ばれ、What 問題に対して Swain は "Histogram Intersection"、Where 問題に対して "Histogram Backprojection" という手法を提案している。

ところで机上には複数の様々な物体が並んでおり、その状態で「どこ」に「何」があるかといった、What-Where 両問題を同時に解決させる必要がある。そこで "Histogram Intersection" を改良したものと "Histogram Backprojection"

を改良したもの、この2つのアプローチで机上の物体認識を進めていく。

4. Histogram Intersection for EnhancedDesk

まず RGB 空間の各軸を n 分割した 3 次元ヒストグラムを作成する。モデルのヒストグラム M と入力画像のヒストグラム I との類似値を(1)式のように定義する。

$$\text{類似値} = \frac{\sum_{j=1}^n \min(I_j, M_j)}{\sum_{j=1}^n M_j} \dots (1)$$

ところで、ここでは机上に並ぶ複数物体の認識に対応する必要があるため、今回は 100×100pixel の局所領域で類似値を求め、それをずらしていくといった形で画像全体(256×220pixel)に対してマッチングを行った。さらに実行速度向上のため Coarse-to-fine 法を導入した。

準備として、あらかじめ 100×100pixel の大きさでモデルを撮影し、その色ヒストグラムと、1/16 までデータ量を減らした 25×25pixel の色ヒストグラムをモデルデータとして登録しておく。照合の流れとしては、

- ① 入力画像(256×220pixel)から 1/16 に縮小した 64×55pixel の RGB データを作成し、左上から順に、各モデルと 25×25pixel で類似値を求めていく。
- ② この類似値が一定閾値以上のものを覚えておき、1/16 サイズでのマッチング作業を終えると、256×220 のフィールドにおいて、先ほど類似値が高かった部分付近を、100×100pixel でマッチングを行う。
- ③ さらにこのときの類似値が一定閾値を越えた場合、登録されているモデルが発見されたと考え、対象モデル名とマッチングを行った画面中の位置を出力し、図1のような結果が得られる。

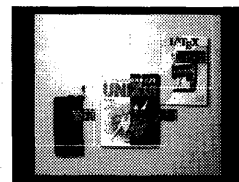


図1 Histogram Intersection による認識結果

5. Histogram Backprojection for EnhancedDesk

Histogram Backprojection はモデルと入力画像との比のヒストグラムを作成し、「モデルに近い色は入力画像中

のどこにあるのか」といったことを表す。これを登録モデルごとに実行すれば、What 問題への対応も実現出来る。

またヒストグラムの比を利用するため、あらゆる大きさのモデルと比較可能となる。そこでモデル作成には差分を利用し、対象物体のみを切り出し(図2)ヒストグラムデータに充てるためより精度の高い認識が可能となる。さらにこのとき、登録モデルのピクセル数がわかるため、これを物体の大きさの尺度として照合の際に利用する。手順としては、

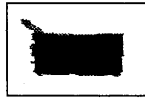


図2 モデル例

- ① 式(2)より比のヒストグラムRを作成する

$$R = \min\left(\frac{M}{I}, 1\right) \dots (2) \quad \left\{ \begin{array}{l} M: \text{モデルヒストグラム} \\ I: \text{入力画像のヒストグラム} \end{array} \right.$$

- ② 入力画像それぞれの画素を R の値に置き換え比の濃淡画像を求める。例えば図3(a)のような入力画像に対して、図2にある筆箱のモデルで Histogram Backprojection を行うと、図3(b)のような画像が得られる。

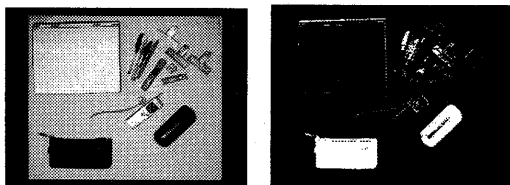


図3 (a) 入力画像 (b) Histogram Backprojection 結果

- ③ ②で得られた画像をラベリング、面積ソートし、面積が登録時に記録してあったピクセル数に対して適正なものであれば、対象物体を見つけたものと判断し、モデル名と位置を出力する。図3(b)では、筆箱に近い色の眼鏡ケースも浮き出ているが、この処理により対象である筆箱に対してのみの検出結果が得られる。
- ④ 以上①～③の操作を登録モデル数分繰り返して、図4のような結果が得られる。(図中に置かれているもので登録されているものは「筆箱」「眼鏡ケース」「メビウス」である)

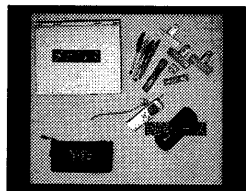


図4 Histogram Backprojection による認識結果

6. 応用例:Venn 図ベースの実物体検索システム

応用例として、既に EnhancedDesk 用アプリケーションとして開発されていた、Venn 図による実物体検索システム

ム[3]との連携を図った。

これは、机の上に置かれた本を認識するとその周りに円を投影し、本に連携して Venn 図を作成する。ユーザが実際に本を動かすことで関連情報の And 検索等が実行され、検索結果を机上の Venn 図内に表示するものである。

これまでの Venn 図システムでは、本に2次元バーコードを添付し本の判別を行ってきたが、本研究によりバーコードレスが実現し、より自然なものとなった。

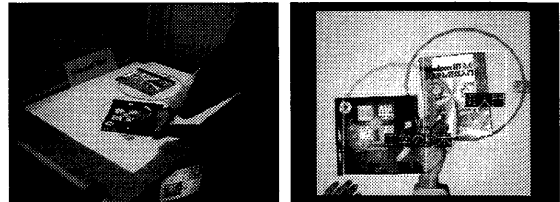


図5 (a)実行例

(b) 認識部分

7. おわりに

本研究では、EnhancedDesk での使用を考慮し、机にある複数の物体を認識する手法を2つのアプローチから試みた。4章で示した手法は、図柄の似通った物体の判別にも強く、ある程度大きさや形が決まっている本のようなモデルに対して有効といったことから、Venn 図ベースの実物体検索システムと連携を図った。

5章で示した手法は、モデル登録時に対象物体のみを切り出すため、任意の形状・大きさに対して認識が可能となり、さらに大きさ情報も利用したことで認識精度の向上が実現された。

今後、さらに処理能力を向上させるとともに、関連研究である村瀬らによるアクティブ探索法[4]の比較検討、color constancy の実現、EnhancedDesk 他機能との連携、最終的に状況理解の実現に向けて研究を進めていく。

参考文献

- [1] 小林貴訓,佐藤洋一,小池英樹: EnhancedDesk のための赤外線画像を用いた実時間指先認識インターフェース; 日本ソフトウェア科学会 WISS'99 近代科学社; pp49-54(1999)
- [2] M.J.Swain and D.H.Ballard: "Color Indexing"; IJCV,vol7,pp11-32(1991).
- [3] H.Koike,Y.Sato,Y.Kobayashi,H.Tobita,andM.Kobayashi, "Interactive textbook and interactive Venn Diagram: natural and intuitive interfaces on augmented desk system," to appear in ACM SIGCHI 2000, April 2000.
- [4] 村瀬洋, V.V.Vinod: 局所色情報を用いた高速物体探索—アクティブ探索法—; 電子情報通信学会論文誌 D-II Vol.J81-D-II No9 pp2035-2042(1998).