

大波多 元
H. Ohata

榎本 暢芳
N. Enomoto

中原 道博
M. Nakahara

無人預出金機(ATM)や券売機などのように窓口業務を人に代わって行う機器が多くの中で利用されている。これらの機器は省力化や省スペース化を目的として単機能で登場したが、最近では多機能化により1台の機器で多くの種類のサービスを提供する装置が一般的になりつつあり、多くの健常者には快適な環境を提供している。しかし、機能が高くなるに伴い、お年寄りや体に障害をもつ人などには使いにくいといった状況も生じてきている。この対応として、当社では接客画面に高齢者や色覚異常に配慮した設計をすでに取り込んでおり、また、さらに進んだインタフェースとして、凸の絵記号による機器操作や、機器に備え付けたテレビカメラの画像から、利用者の注目位置やカード・現金などの取り忘れ検知に利用できるような技術を開発している。

Self-service facilities for the public such as automatic teller machines and ticket vending machines are becoming increasingly widespread. Such facilities are developed to save labor and space by providing simple functions. Recently, multifunctional types incorporating flat displays have become more common, offering greater convenience and confidence to many people. On the other hand, they also create complexity or are useless to some people, especially the aged or disabled.

This paper introduces several useful techniques for achieving convenience for all members of society. They are (1) screen designs taking elderly and color-blind people into consideration, (2) raised patterns for machine operation, and (3) human behavior recognition using image processing.

1 まえがき

銀行や駅などの公共の場所にはさまざまな機器が設置されている。なかでも窓口業務を代行するATMや券売機の普及率は高く、われわれの日常生活の中にすっかり溶け込んでいる。不特定多数の人々が利用するこれらの機械は、最初は単機能の機器として登場したが、近年では操作画面にタッチパネルなどを採用して、画面を切り換えることにより非常に多くの機能をもつものが一般的になりつつある。

これらの機器は、省力化やスペース効率の向上に寄与すると同時に、多くの健常者には便利で快適な環境を提供してきた。しかし、多くの人々には便利な機械も、多機能であるがために、高齢者や体に障害をもつ人、また不慣れた人にとっては使いにくいといった声も聞かれる。

2 公共機器のインタフェース

これらの機械が登場する前は、接客業務として人が対応していた。人は相手の状況に適應して案内するために、だれもが目的とするサービスを受けることができた。しかし、機械は操作手順や動作がプログラムされており、利用者が適切な操作をすれば早く正確に動作するが、そうでないと正しく動かず、所望のサービスを受けることはできない。

ところで、人が外界から得る情報の80%は視覚によると

いわれ、機械操作には視覚情報が重要な役割を果たす。しかし、高齢になると視覚は衰え、文字の配置や配色が悪いと操作しにくくなるし、タッチパネルでは表面の凹凸がないために、目の不自由な人はどこに押しボタンスイッチがあるかわからず、操作することができない。

だれもが公平に使えるような設計思想を“ユニバーサルデザイン”と呼ぶ。アメリカでは、通信法255条で通信機器・サービスは可能な限り障害者もアクセスできるように定められるなど、重要なテーマとなっている。公共機器ではそのためにだれも見やすい画面デザインを施すとともに、視覚以外の情報も併用することが必要となる。また、理想の接客インタフェースとして、機械が人の状況に適應して案内するようなくみも今後必要となる。ここでは、接客インタフェースの要素技術の例について紹介する。

3 高齢者、色覚異常に配慮した画面設計

高齢者の視覚の変化としては、視力の衰えとともに白内障(かすみ)と黄変の症状がよく知られている。65歳以上では程度の差はあるが、視野全体に濁った暗い黄色のフィルタがかかった状態になっており、白と黄色(どちらも黄色に見える)・濃紺と黒(どちらも黒く見える)の見分けがつきにくい。高齢者も使う可能性のある画面の設計時には、これらの組合せや色相だけの違いで表現することを避け、コ



図1. 高齢者擬似体験ゴーグルでの評価実験 評価のためには、製品と同じ液晶表示パネルを使うことが必須(す)となる。

Evaluation experiment with elderly-pseudo-experience goggles

ントラスト(明暗の差)をしっかりつけ、表示文字をある程度の大きさ以上にすることが必要である。図1に示すように高齢者の見えかたを擬似体験する装具が販売されているので、装着して確認することが望ましい。

これら高齢化に伴う変化は、非常に長い期間をかけて徐々に現れるため、無意識に脳がフィルタをかけたたり増幅したりして補正している。そのため本人は意識していない場合が多く、健常者が急に擬似体験ゴーグルをかけたときに感じるほど、極端に黄色く濁った印象で見えているわけではない。しかしながら、見えにくさについては近い結果が得られるため、試作画面の評価を行ううえでは参考になる。

また、画面設計で配色を考えると、日本人男性の5%(白人男性は8%)といわれる色覚障害の配慮も行わなければならない。色覚障害とは、特定の色味を感じにくく、無彩色と認識される症状を指すが、日本では第一・第二色盲と言われる赤緑系の色覚障害がほとんどなので、この色どしや同明度のグレーを組み合わせ使わないことや、他の色と組み合わせる場合でも、コントラストに配慮する必要がある。また、数は少ないが海外では第三色盲といわれる青黄系の色覚障害もあるため、海外向けの設計では注意を要する。図2に配色の評価実験で用いるパターン例を示す。

弱視については個人差が大きいですが、色覚に障害がある場合も多く、色相の違いに頼らず明暗のコントラストだけでも識別できるようにしておく必要がある。症状によっては、明度の高い白っぽいものがにじんで見えることがあり、黒地に白文字だと読めるが、白地に黒文字だと文字の存在がわからないこともある。どの場合でも、シミュレーションだけでなく被験者による評価を確実にすることが重要である。

また画面設計以前の問題として、近年普及している液晶表示パネルでは見る角度が違るとかなり見えかたが変わる

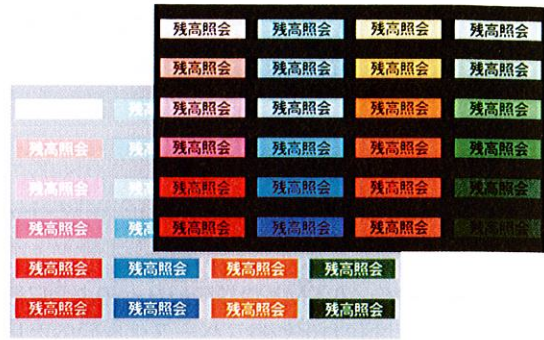


図2. 配色実験で用いるパターンの例 地色、文字周囲色、文字色を組み合わせ、見やすい配色を求める。

Example of color patterns for evaluation

ので、表示部や液晶板の配置にくふうが必要になる。

4 機器操作のための触覚絵記号⁽¹⁾

4.1 触覚絵記号とは

視覚障害者の機器操作の手がかりとして、点字シールを用いることが多い。点字を理解できる人には、有意義な表示であるが、このような人は視覚障害者35万人のうち10~20%であると言われ、多くの視覚障害者は機器操作に不自由を感じていると思われる。

一部の家電製品では操作ボタン上に凸点を設けて、触ることで機能を区別できなくふうがなされている。この考えを進めて凸の絵記号(以下、触覚絵記号と呼ぶ)を機器の操作面に採用できれば、点字を読めない人でも操作が行えるようになると思われる。

4.2 実験

触覚絵記号は指先で触ることで認識しやすく、混同しにくいように選ぶ必要がある。そこで、図3のような触覚絵記号を考案し、どの記号が速くまちがえないで認識できる

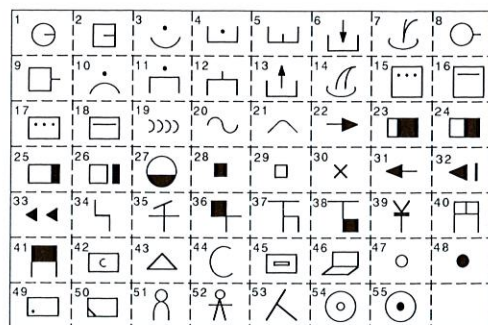


図3. 実験で用いた触覚絵記号 公共機器の操作部に使用することを前提として考案した。

Test stimuli patterns

かを実験で測定した。触覚絵記号はそれぞれ 20 mm×20 mm 内に収まる大きさとなるように立体コピーで作成し、被験者には触覚実験の知識や経験をもたない健常者 36 名を選び、アイマスクをかけてもらい、以下の手順で評価した。

- (1) 事前に被験者に図 3 の絵記号を見てもらうとともに、サンプルを使って感触をつかんでもらう。
- (2) アイマスクをかけた状態で、触覚絵記号を一つづつランダムに提示して指先で触ってもらう。
- (3) 触覚絵記号がわかったと判断した時点でアイマスクをはずして、図 3 を見ながらどの図形であったかを答えてもらい、その回答時間と正答率を測定する。

図 4 は各絵記号での平均回答時間と正答率の関係を表した図である。結果として、以下のことがわかった。

- (1) 個人差があるが平均回答時間は 7~20 秒程度である。
- (2) ほとんどの絵記号で正答率が高い。
- (3) 課題がある絵記号の特徴としては次の点があげられる。
 - (a) 混同しやすい (6・13, 15・17, 16・18・45, 24・25・26)
 - (b) 線の重なりや立体表現でわかりにくい (30, 39, 46, 52)
 - (c) 認識時間が長い (19, 35, 39, 46, 52)

この実験から、触覚絵記号は辺や図形の長さ、大きさの違いや立体表現を避け、単純な形を選択すれば、機器の操作に使える可能性があることがわかった。今後は“ユニバーサルデザイン”の視点から、触覚絵記号を健常者が見て操作をイメージできるような改良評価を進めていく。

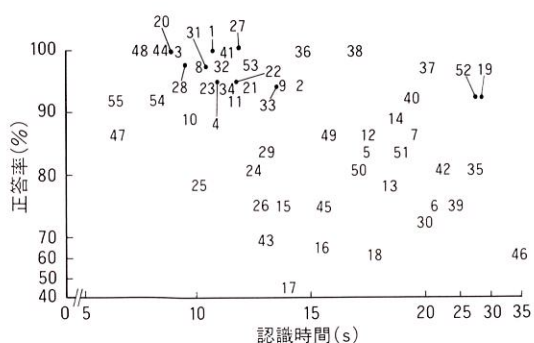


図 4. 触覚絵記号の認識時間と正答率 短い認識時間で高い正答率を得るためには、大きさの違い、線の重なり、複雑な形を避ける必要がある。

Response time vs. correct response rate

5 画像処理による人の動作理解

前章までは、人が機械を操作するための手がかりをどのようにするかに関して述べた。より進んだ公共機器のインタフェースとしては、このように人がすべて機械に合わせ

るのでなく、機械が人に合わせるような方式が考えられる。例えば、機械が人の動きを理解して、適切な応対を選択するようになれば、利用者の利便が図られる。ここでは、この実現のために、機器にテレビカメラを内蔵して、利用者の動作を画像処理により理解する技術について紹介する。

5.1 顔方向推定システム⁽²⁾

このシステムは、カラーテレビカメラを機器の操作画面近くに配置し、画面を見ている利用者の顔の向きを数学的に解析することで、画面の注視位置を判断し、操作がわからないなどの状態を機械で推定しようとするものである。

5.1.1 特徴領域の抽出 まず、画像を、色の成分を表す YIQ (輝度, 色相) 表色系の I 成分, Q 成分, HSV (色相, 彩度, 明度) 表色系の S 成分に領域分割する。その結果から、顔、口、目の候補となる部分を、それぞれ、実験的に求めた条件に合う領域を選択することによって抽出する。次に候補領域の中から、顔、口、目と思われる部分を決定するが照明変化による位置の検出誤りを防ぐために、顔については周囲に B-spline snakes⁽³⁾ (画像処理の一手法で、輪郭などの曲線を抽出する方法) を適用して詳細領域を求めようにする。口領域、目領域については、それぞれ、以下の評価関数 E_m , E_e を最小化するような候補を選択する。

$$E_m = -(W_s \cdot S - W_p \cdot P + W_{pp} \cdot PP) \quad (1)$$

$$E_e = (W_n \cdot N + W_d \cdot D + W_f \cdot F) \quad (2)$$

ここで S : 候補領域面積, P : 候補領域の重心位置, PP : 候補領域最大幅, W_s, W_p, W_{pp} は重み定数。

N : 目領域候補周辺の瞳画素数, D : 顔領域から求まる顔の対象軸からの傾き, F : 標準的な瞳領域と目領域との面積比からのずれ, W_n, W_d, W_f : 重み定数

このようにして顔の重心、および両目と口位置が作る三角形の重心を求め、領域のずれ量などによって顔の三次元方向を検出⁽⁴⁾する。図 5 に検出例を示す。

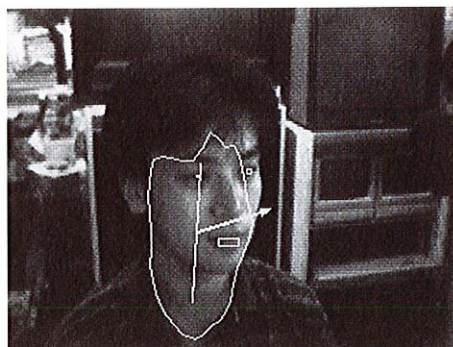


図 5. 顔特徴領域と顔方向検出結果例 顔領域の重心と、両目と口が作る三角形の重心とのずれで顔の向きを検出する。

Example of face and features detection

5.1.2 顔方向推定実験結果 ふつうの室内環境で汎(はん)用ワークステーション (WS) の前に座った被験者に、20 インチモニタ上のマーカ領域を注視させ、上述システムで顔方向を計測した。同一人物の計 100 画像のうち 96 画像について顔、口、目の抽出に成功し、そのときの真の顔方向に対する推定では横方向の平均誤差 4.9°、縦方向の平均誤差 6.3°であった。なお、このシステムの処理時間は MIPS 社の R4400 プロセッサベースの WS を使用して平均方向検出時間 730 ms であった。

5.2 人物動作解析システム⁽⁵⁾

このシステムは、機器の前に立っている利用者の体や顔の位置を検出することで、その存在や動き、立ち去りなどを検知し、適切な案内や現金、カードの取り忘れなどの防止に役だてようとするものである。

5.2.1 人物画像特徴と動作判定 入力画像を縮小した後、人物が存在しないときの背景画像との差分および二値化により人物候補領域を抽出する。次に候補領域の面積と形を解析して人物の存在判定を行った後、頭頂位置変動、人物領域面積の増減、重心位置の移動を計算して人物の接近、遠ざかりの方向を検知する。さらに、 $\alpha = L/(R+L)$ に従って、人物の振り向き検知を行う。

ここで、 L 、 R は頭頂位置を基準とした左右領域面積で、 α は 0~1 であり、0.5 のときが正面、1、0 でそれぞれ右向



図 6. 人物領域と振り向き検知例 原画像(左)と背景画像の差分二値化で変化領域を抽出した(右)後、人物判定を行い、移動方向と振り向きを検知する。

Example of turning direction detection

表 1. 動作判定結果
Result of simulation

	正解	誤認	脱落	過剰	誤検知	検知漏れ
存在判定	255	0	7	0	0.0%	2.7%
方向判定	453	56	0	0	11.0%	11.0%
振向検知	97	7	2	15	18.5%	8.5%

正解：拳動を正しく判定・検知した数
 誤認：検知したがまちがっている数
 脱落：検知漏れの数
 過剰：拳動がないときに検知と判断した数

$$\text{誤検知率} = \frac{\text{誤認} + \text{過剰}}{\text{正解} + \text{誤認} + \text{過剰}} \times 100$$

$$\text{検知漏れ率} = \frac{\text{誤認} + \text{脱落}}{\text{正解} + \text{誤認} + \text{脱落}} \times 100$$

き左向きを意味する。図 6 に人物抽出、振り向き検知結果例を示す。

5.2.2 動作判定実験 実験は顔方向検出と同一環境で行った。入力画像はモノクロ、処理速度は 6 frame/s である。被験者の服装、身長、体全体の動きなどは自由とし、カード挿入や画面操作などの 15 種類の操作を行った。この中には、別の人物が後方を通過する場合など画像内に複数の人物が写る場合も含めた。人物の存在、端末への接近または遠ざかりの方向、振り向きの判定結果を表 1 に示す。

6 あとがき

公共機器における接客部のヒューマン インタフェースの要素技術について紹介した。見やすい画面設計はすでに ATM などで行われており、触覚利用の案内や機械による人の動作理解は、これからの技術と位置づけられる。今後ともすべての人が使いやすいインタフェース技術について開発していく所存である。

謝 辞

触覚絵記号の実験でご指導いただいた、東京理科大学経営学部和氣典二教授、神奈川大学心理学部教室和氣洋美教授に感謝の意を表す。

文 献

- (1) 高橋 博, 他: 機器操作のための触覚による絵記号の識別, 第 22 回感覚代行シンポジウム, pp.23-28 (1996)
- (2) 榎本暢芳, 他: カラー画像による実時間顔方向検出, TV 学会年次大会, 13-4, pp.168-169 (1996)
- (3) R. Cipolla, A. Blake: "The dynamic analysis of apparent contours" In Proc. 3rd Int. Conf. On Computer Vision, pp.616-623 (1990)
- (4) 葛田 聡: 顔画像からの注視方向の実時間識別法, 信学技報 IE91-64, pp.17-23 (1991)
- (5) 助川 寛, 他: 映像を利用した高速人物挙動解析, 電子情報通信学会・システムソサイエティ大会講演論文集, D-423, p.426 (1996)



大波多 元 Hajime Ohata

柳町工場 要素技術部主査。
 自動化情報システムの開発に従事。電子情報通信学会、計測自動制御学会会員。
 Yanagicho Works



榎本 暢芳 Nobuyoshi Enomoto

マルチメディア技術研究所 開発第六部主務。
 画像処理、認識の研究開発に従事。電子情報通信学会、情報処理学会会員。
 Multimedia Engineering Lab.



中原 道博 Michihiro Nakahara

デザインセンター ユーザーインタフェース担当チーフデザイナー。システム情報系の画像デザイン開発に従事。E&C プロジェクト会員。
 Design Center