

顔画像通信技術を応用した知能発達障害児の早期検出

—Mentally Retarded Children Detection at an Early Ages
using Face image communication technology—

1061009 (登録番号)

研究者代表 豊橋技術科学大学大学院 (氏名) 杉浦彰彦
(助成金受領者) 杉浦彰彦

[研究の目的]

本研究ではマルチメディア情報通信技術を用いて、従来の知能発達検査の問題点を解消し、知能発達障害児の早期自動検出を目指す。本方式では人間と機械の調和を実現するために、インターネットを用いて端末ディスプレイに小児自身のフィードバック映像を提示し、小児の動作や反応を解析することで、被験者の知能発達を推定する。実験では、早期(低年齢)における知能発達障害児の検出を行うため、小児に何か指示を与えて動作をさせたり、質疑応答式のテストを用いることはしない。会話のできない小児でも検査できるように、被験者には様々な映像を提示して、その際の反応、表情、動作などを解析し、知能発達障害児の早期検出を目指す。

本研究は、現在検討が進められているマルチメディア情報通信を用いた医療技術の高度化の一環として、今後の進展が期待される複合領域に属しており、新しい学際領域研究である。これまでに、脳障害の程度評価やリハビリ支援のために、コンピュータによる顔画像処理が用いられた例は少なく、萌芽性の高い研究といえる。本手法により、従来の問診では難しかった小児の脳障害の程度評価を実現したい。これまでも、マン・マシンインターフェイス技術の高

度化を目的に、顔画像の表情合成・認識については、様々な方面で研究が進められてきた。本研究では、マルチメディア情報通信技術を応用して遠隔診断支援の実現する。

本研究により、知能発達障害児の認知能力を評価することができれば、表情の認知機構を解明する上で重要なデータとなり、新しいタイプの医療測定器の実用化が可能となる。また、表情の認知に限らず、脳の認知機能そのものの理解にも役立つ研究になる。

さらに病院などに出向かなくても、家庭内のインターネット端末をもちいて、短い時間で(約2分間)小児の知能を検査できる。

これまでに、知能発達障害児の程度評価にコンピュータ画像が用いられた例はない。また、顔画像の表情合成・認識については、日本を中心に様々な研究が進められており、本研究ではこれらの技術をベースに、マン・マシンインターフェイス技術の高度化を医療の支援に適用する。

本方式の特徴と展開(目標)を以下に列挙する。

- 短い時間で小児の知能を検査できる
- 生後6ヶ月から測定可能で、知能発達障害を早期段階で発見できる

- ・インターネットを利用することで、多くの母親（小児）が簡単に利用できる
- ・小児の知能テスト・知能発達障害児のリハビリを全自動化
- ・リハビリをコンピュータゲーム感覚で行うことができる（知能発達障害とその親の負担が軽減）

[研究の内容、成果]

・実験方法

第一段階として、実験ではコンピュータディスプレイを用いて小児に自身のフィードバック映像や身近な人（母親、保母など）の画像を提示し、小児の動作や反応を解析することで、知能発達障害児の早期検出を目指す。実験では3歳以下の子供でもテストができる様に、小児に動作を要求したり質疑応答を用いることはしない。例えば言葉を話せない小児に対して、様々な画像や音声を提示する方式を用いるので、赤ちゃんでも検査することが可能となる。撮影した画像から小児の反応、表情、動作、時間を解析することで、能発達障害児の早期検出の可能性を検討する。実験では評価基準として遠城寺式などの評価基準を用いて、本方式の有効性を確認する。実験の様子を図1に示す。小児の反応の画像解析においては、例えば図2に示す2種類の基準を適用する。

・反応内容の評価

遠城寺式乳幼児分析的発達検査にある社会性カテゴリーの基準によると、生後2ヶ月から人の顔に対して興味を示し、生後6ヶ月では鏡を見て反応を示し、生後8ヶ月では鏡を見て笑いかけるとある。本方式では、反応のおこる月齢をもとに評価を数値化して、被験者である小児の月齢を予測し、実際の月齢との比較を行う。この比較結果に大きな差（約2倍程度を目安）がある場合には、再検査や医師の診察を促す。

ここでは「興味」「確認」「笑顔」の反応を分析することで、小児の社会性カテゴリーにおける発達検査の自動化を実現する。

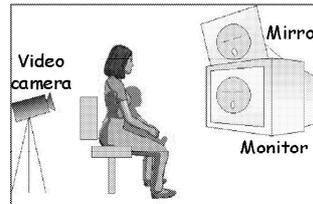


図1 実験システム

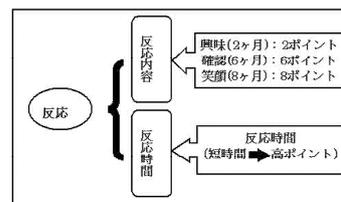


図2 評価ポイント

・実験結果

実験では、実際の小児の動作を考慮して、母親などに抱きかかえられて実験に参加した場合と、一人で座っている場合について、単視点（カメラ1台）と多視点（カメラ3台）で撮影を行い、人手による評価結果と計算機（自動）による結果の相関を比較した。単視点では、抱きかかえられた場合で0.88、一人で座った場合で0.83となり、抱きかかえられている場合の方が良いポジションで撮影できるため精度が向上することが確認された。多視点では、抱きかかえられた場合で0.92、一人で座った場合で0.91となり、何れも単視点の場合よりも精度の向上が確認された。また多視点の場合、抱きかかえられた時と一人で座った時の差が少なく、安定した性能が確保できていることがわかった。

検出したデータの推移を連続的に取得し、自動で分析するシステムへの応用を考えた場合、誤検出は致命傷になる。誤検出を減らすためには、動画像内の背景及び照明環境に高いロバスト性が必要である。また、頻繁に顔の向きや位置が変わるフレームを考慮する必要がある。そこで本研究は、検出困難なフレームの自動検出を改善するために、多視点画像について「前処理」を施し、検出の可否に加え、検出結果の信頼性を「尤度」として算出する手法について検討した。以下に示す前処理と尤度推定を行い、実験を進めている。

・前処理

フレーム全画素の明るさの平均を、画像補正用のフィルタパラメータに利用することで、幅広い照明環境への適用を実現した。処理手順としては、顔・目などを構成する肌色から黒以外の色部分を削除した後、レベル・ガンマ補正、微分フィルタを併用して2値画像を生成した。さらに、候補点検出処理の負荷を軽減するため、膨張と収縮処理を用いてノイズ除去を行った。その後の候補点抽出では、数ピクセル単位で領域のブロック化処理を行った後、ラベリングによって候補点の矩形情報を得た。ここで、目の形状と大きく異なるラベルは除外し、残ったラベルのみを尤度推定対象とした。

・尤度推定

ラベル単体での尤度推定として輝度成分、色成分、ラベルの形状情報などを要素として用いた。輝度成分では、主に画面の縦横方向のヒストグラムからの判定を行った。また色成分の推定では、修正HSV表色系を利用し、肌色部分内にラベルが存在しているか確認した。この処理は、輝度情報で除外しきれなかった色成分を持つラベルの尤度を下げる効果がある。

次に閾値以上の尤度を保持しているラベルに対し、複数ラベル単位で位置情報を比較し、候

補領域の絞り込みを行った。この処理により、両目単位で認識不能なラベルや、顔範囲から極端に離れているラベルは候補から除外することができる。残った候補領域の情報や数フレーム前の結果との照合を行うことで、最終的な尤度を決定した。

本年度の研究では、マルチメディア情報通信技術を用いた知能発達障害児の自動検出を目的に「顔部位の自動抽出と精度向上」について中心に研究を進めた。とくに動き回る小児を対象とすることから、多視点画像を用いた性能向上について検討し、手動検出と同程度の性能を確保できるか確認した。

[今後の研究の方向、課題]

実用化に際して課題となりうる問題点について以下に列挙し、それぞれに考えられる対処方法をあげる。

・顔部位の自動抽出と精度向上

現在、実験ではクロマキー用のブルーシートを背景に撮影を行い、理想的な条件下での画像入力処理を行っているが、実用化に際しては様々な背景画像が考えられる。対処として既存研究の知識ベースの顔領域抽出手法を適用し、自動化を目指したい。

・顔（表情）認識の自動化

現在、事前に登録した顔画像をもとに、例えば母親の顔（表情）を合成したり、表情の認識を行っているが、実用化に際しては様々な顔について自動化処理を実現しなければならない。当面は最初に真顔を入力して処理に用いるが、何れは適当な手法を適用することで処理時間の短縮を実現したい。

・軽度脳障害の早期発見

現在、脳障害が確認された小児に協力を頂き、評価結果について検討しているが、本来の研究の目的は既存手法で確認される以前に、できる

だけ早期に軽度の脳障害の段階で検出することを目指すものである。この点については現段階で適切な対処手法は考えついていないが、研究を通して何らかの対処手法を見いだしていきたい。

本年度の研究では、マルチメディア情報通信技術を用いた知能発達障害児の自動検出を目的に「顔部位の自動抽出と精度向上」とくに動き回る小児を対象とすることから、多視点画像を用いた性能向上について検討した。

今後は多視点画像に対しての前処理や尤度推定を活用することで、さらなる性能向上を図りたい。また、軽度脳障害の早期発見についても検討していきたい。

[成果の発表、論文等]

・杉浦彰彦,上田正子,顔画像の合成による相貌失認の程度評価,電子情報通信学会論文誌第 J80-A 巻,第 1 号,294 頁~297 頁,1997

・鎌田光宣,杉浦彰彦,合成回転軸におけるメンタルローテーション関数変化,映像情報メディア学会誌,第 53 巻,第 9 号,1325 頁~1327 頁,1999

・杉浦彰彦,米村恵一,原島博, A Classification of Cerebral Disease by using Face Image Synthesis,IEICE Transaction on Fundamentals, 第 E83-A 巻,第 9 号, 1853 頁~1859 頁,2000

・杉浦彰彦,米村恵一, Assessment of Drinking Condition as Preliminary Stage for Rank Evaluation of Cerebral Disease, IEICE Transaction on Fundamentals, 第 E86-A 巻,第 11 号,2860 頁~2867 頁 2003

・倉持敦,米村恵一,杉浦彰彦,視覚特性を考慮した周波数帯域の補正表示方式,電気学会論文誌,第 124-C 巻,第 2 号,467 頁~472 頁,2004

・杉浦彰彦,リニプラキラナ, Mentally Retarded Children Detection at an Early Ages using Sociality Reaction Test, IEEJ Transaction on EIS, 第 124-C 巻,第 7 号, 1428 頁~1436 頁,2004

・リニプラキラナ,川又崇,杉浦彰彦,顔表情認知を用いたうつ状態の自己簡易診断検査,映像情報メディア学会誌,第 58 巻,第 11 号, 1649 頁~1655 頁,2004

・鬼丸真一,米村恵一,杉浦彰彦,視線走査統制による表情認知時間の計測と表情認知モデルの検討,電子情報通信学会論文誌,J88-A 巻,第 4 号,308 頁~311 頁,2006

・杉浦彰彦,リニプラキラナ,米村恵一, Automation Analysis System of Child's Development Test and Multi Viewpoints Input Method, IEEJ Transaction on EIS, 第 126-C 巻,第 4 号,424 頁~434 頁,2006

・高巢聡,杉浦彰彦,米村恵一,表情変化に着目した依存症診断支援システムの提案,日本顔学会誌,Vol.6,No.1,53 頁~60 頁,2006