

論文内容の要旨

博士論文題目 顔画像合成システムと年齢特徴操作に関する研究

氏 名 向田 茂

本研究の目的は、認知心理学研究の発展に寄与するために、実験刺激画像の客観的生成手法として画像処理技術を応用した顔画像合成システムを開発することにある。

まず、本論文では、心理実験を行う場合、最も重要な要素となる実験刺激の的確な制御手法について考察し、操作性や機能性に優れ、多様な実験計画にも柔軟に対応可能な顔画像生成システムを提案し、実際に構築している。また、客観的生成法として、統計的手法をにより顔画像の年齢操作アルゴリズムについて、しみ・しわを中心とする特徴抽出ならびに特徴強調手法を提案し、評価実験により年齢操作アルゴリズムが妥当なものであることを明らかにしている。さらに、年齢操作アルゴリズムを顔画像合成システムに組み込むことにより、一枚の画像から若返り画像や加齢時画像が容易に生成でき、心理実験に有用なツールであることを実証している。本論文は以下の5章からなる。

第1章では研究のモチベーションとビジョンが紹介されるとともに、従来の顔学について、形態学的、社会生物学的、認知心理学的、工学的な研究の現状と問題点が整理され、本研究の技術目標について記述されている。

第2章では、顔の認知学的研究における合成顔の利用方法や問題点ならびに合成顔生成の意義について考察し、心理実験実施者が要求する刺激実験用顔画像を生成するツールとなる顔画像合成システム (FUTON: Foolproof Utilities for Facial Image Manipulation System) を提案し、実装している。また、FOTON が日本人の平均顔や表情付加像の生成や、画像提示時間の多様な制御が必要な心理実験に有用であったことも検証されている。

第3章では、統計的手法による年齢特徴の抽出手法について考察し、年齢に変化を反映する主成分を分析して、第一主成分の特徴として、男性では眉の傾きや唇の厚みあるいはあごの大きさの変化が現れたが、女性では眉の変化はみられないこと、第2主成分は両性ともに顔の長さが変化として現れることなど、経験的に獲得していた加齢による形態的变化の知見に統計学的な裏づけを与えている。

第4章では、与えられた特定個人の顔画像と平均顔の差分から特定個人の特徴を「しわ」と「しみ」として抽出する手法を考案し、これらの個人特徴の消去や強調による年齢操作アルゴリズムを提案して、評価実験を実施した結果、年齢操作の基準がなく心理実験実施者の主観による従来の画像生成に比べて、提案手法は客観的操作に一つの基準を与え、実施者の異なる心理実験結果の相対的な比較考察を可能にする上で有用となることが示唆されている。

最後に、第5章の結論では、提案システムが心理実験計画から実験刺激画像の生成に至る作業労力と作業時間の大幅な短縮に貢献したこと、みかけの年齢という属性値を付加した主成分分析手法が評価者の主観にとらわれない年齢特徴の抽出を可能にしたこと、「しみ」や「しわ」の抽出と強調・消去により操作する提案手法が形状特徴のみに依存する従来の年齢操作法に比べてより大きな変化に対応し自然な画像生成が可能であること、などが記述されている。

氏 名	向 田 茂
-----	-------

(論文審査結果の要旨)

本論文は、画像処理技術と認知心理実験技術の融合を扱っており、従来、実験実施者が実験計画や刺激実験用画像の生成に多大な労力や時間を費やしていた文科系学問領域に情報処理技術を導入することにより、客観的な年齢操作が可能な手法が提供可能であり、認知心理実験の円滑な実施に大きく貢献できることを実証した先端的な技術論文である。表情や性別、人種、年齢といった顔を保有する情報をどのように利用すれば的確な情報伝達や適切なインターフェイスが開発できるかを探求することは、高度情報化社会における重要な技術要素であるが、その基盤技術として顔の年齢操作や滑らかな表情変化手法ならびに化粧テクニックなど経験的知識の客観的な解明には未解決の問題が山積している。この限界を打破する可能性を追求した本論文の成果は、以下の3点に要約される。

1. 特徴点抽出の作業軽減手法の提案により、モーフィング操作を中心とする顔画像処理の高速化を実現し、心理実験実施者の事前作業労力や作業時間を大幅に軽減する複数画像を融合する顔画像合成システムを試作した。
2. 顔が保有する情報として年齢に着目し、経験的パラメータにすぎなかった「しみ」と「しわ」という情報を、主成分分析により客観的パラメータの一つとして定量化して、自然な年齢操作画像の生成に有用であることを検証した。
3. 平均顔と特定個人顔から年齢特徴をあらわす「しみ」と「しわ」を抽出し、若年化顔から老年化顔まで年単位で定量的に操作可能な手法を考案し、実際に心理実験に適用してその有効性を実証した。

以上述べたように、本論文は、カメラ付携帯電話によるテレビ電話機能のように、高度な情報社会においても円滑な情報伝達手段として重要な地位を占めることが予想される画像メディアの一例として顔情報に着目し、簡便に顔表情の操作が可能な情報処理技術について考察し、実際に顔画像合成ならびに顔画像操作を実現するシステムを試作・検証した実証研究である。これらの研究成果は、学会論文誌2件、査読付国際学会1件、特許出願2件として公表されている他に、共著の関連学会誌論文2件と国際会議論文1件があり、認知心理学的研究と情報科学を融合する新しい分野を開拓する上で、学術面での貢献は大きいと認めることができる。

よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。