

称号及び氏名 博士（工学） 上野 未貴

学位授与の日付 平成 27 年 3 月 31 日

論文名 「感性を考慮した絵と言語に基づく人と計算機間の  
コミュニケーション創発に関する研究」

論文審査委員 主査 松本 啓之亮

副査 戸出 英樹

副査 本多 克宏

副査 森 直樹

## 論文要旨

人らしいとは何か、人の多様な感情や思考はどのように生まれて、人はそれをどう表して伝達するのか、という人に関する根源的な問いは、哲学や心理学、生物学、文学など様々な学問の対象となってきた。学問領域によってその扱い方と最終目標は大きく異なり、工学においてはいわゆる人工知能として、人と自然なコミュニケーションができる計算機上のソフトウェアの実現を多くの研究者が夢見ている。工学で人の感性情報を用いる場合は、少なくとも現在は、情報をすべて明確に定量化しなければならない。機微を数値で表すことは矛盾を孕むようであり、情緒が定量化できてしまっただけでは情緒がない、と皮肉を言うことはできるが、日々の生活に根差す高機能、高性能化された計算機が次に目指すところに、人の感情や思考を理解して人との親和性を高めることが挙げられるのは確かである。しかしながら、人の感情や思考の定量化は極めて難しい。

そこで本論文では、構成論的アプローチを取り、人と計算機間のコミュニケーションシステムの構築とシステム構築を通じた多様な感性情報を定量化する手法の提案の 2 つを大きな目的とする。特に、コミュニケーション時に重要な情報である状況や背景知識、感性を考慮する手法を考案する。日々の生活ではその簡易さから言語に頼りがちだが、表情や仕草で今いる場所や状況を表したり、背景知識を利用することで、人は言語に依らなくともコミュニケーションができる。感性については、2 者の間でまったく同じ表現方法であっても、感情と表現の写像方法が異なれば言語や絵などの表現物で感情や意図などの深層情報を完全に伝えることはできない。そのため、コミュニケーションにおいて、人の感性の多様さを考慮することは非常に重要であり、定量化が望まれる。このような、属性を明らかにして数値化することが困難とされてきた人間の感性を、定量的に分析する分野の学問として、感性工学（Kansei Engineering）が日本で提案され、海外でも Kansei という言葉が使われ広く研究されている。今後、人の日常生活にますます多くの計

算機が関わる中で、上述のようなコミュニケーション時に表れる意味的情報や感性的情報などの多様な情報を計算機上で処理可能とする必要性は高まると考えられる。また、文、絵、動画など、膨大な情報が存在し、比較的容易に電子データが手に入るようになった昨今、そこに含まれる情報を自動処理して十分に利活用するためには、計算機上で感性情報を定量化する手法を確立する必要がある。

本論文では、上記の背景に基づき、状況や背景知識を有したコミュニケーション、多様な感性や個性の工学的なモデル化および人の想起するパターンの定量化に基づく計算機による創作物の自動生成という 3 つの観点から研究を進める。以下にこの 3 つの観点に対する課題を挙げる。まず、コミュニケーション時に表れる情報を明らかにする必要がある。これをシミュレーションで明らかにする方法の 1 つとして対話システムの構築が挙げられるが、作り込みによる対話では日々増える情報に対応できないという問題がある。さらに、対話時の非言語情報を考慮した統合的な対話システムの研究が十分でないという問題がある。次に、多様な感性や個性を計算機上で具現化すること、また、その大規模な実験は難しいという問題点を考慮する必要がある。最後に、人の創作物を計算機に作らせる試みとしては、音楽自動生成や、小説自動生成などがあるが、人のこのような創作過程の情報を定量化することは極めて困難とされている。

本論文では、これらの観点の問題を解決するため、それぞれシステムを構築する過程での定義、また、構築後の実験を通して情報を定量化する手法について考察する。なお、本論文での人と計算機間のコミュニケーションとは、対話や創作などの人間の知的活動における感性や思考の過程を広く計算機上で具現化し、人の感情、意図などを含む情報を入力として、計算機の内部で処理した上で計算機が何らかの出力を返すことと定義する。入出力は、人の代表的なコミュニケーション手段である絵と言語の 2 つを中心として扱う。

以下に本論文の構成を述べる。まず、第 2 章では、Web 情報を用いてユーザの興味推定をすることで特定の興味に偏ったユーザに対して応答可能な人工無脳システムを提案した。統計的な加速実験をすることにより、興味推定の手法の有効性を示した。その結果、Web 上のカテゴリ分けされた掲示板の文中にはカテゴリを特徴づける単語が出現しており、時期に対してロバストであることを示した。この結果より、掲示板情報を有用なユーザの興味の推定の資源として用いることができる可能性が高いことがわかった。

3 章では、対話システムにおいて非言語情報を考慮することが重要であるという課題に基づき、対話に絵を用いるため、主体客体関係や社会性などの情報を考慮可能なように、オブジェクト図やソシオグラム図の概念を導入した絵モデルを提案した。この絵モデルを用いて人と計算機間に共通認識を提示した上で対話するシステム、絵情報共有型会話エージェント **Pictgent**(**Picture Information Shared Conversation Agent**) を提案した。**Pictgent** の 3 つのモジュールとして絵モジュール、シナリオモジュールおよび会話モジュールの構築方法について示した。**Pictgent** は雑談モードとシナリオモードという 2 つのモードを切り替えることで、ランダム性が高いが任意のユーザ入力に対してロバストに応答できる特性と、作成時のコストが高いが対話の流れをよく考慮できる特性を備えている。科学イベントにおいて、就学前～中学 1 年までの 192 名のユーザを対象に **Pictgent** の使用実験をし、システムログの解析を通して年齢や性別といったユーザ属性だけでは得られないデータを取得できることがわかった。**Pictgent** は任意の絵とシナリオを用いて連続した絵間のユーザ入力の関係性や発話間隔を分析することができるマルチスレッドの対話システムであり、教育分野への応用にも有効である。

第 4 章では、感性の過程を工学的に扱うため、ユーザの入力文を外部刺激と捉えて、ある外部刺激から生じられる感情を定量的に表現し、その感情をもとに絵という出力を描画する手法を提案した。具体的には、文の中で感情に関わる単語を自動で抽出して感情ベクトルに変換し、感情ベクトルに基づいて、色と形をパラメータで自由に変更して画像を自動生成した。人の感性の過程は複雑であり、感性に関わる多くの要因をなるべく制約なく、定量的に観察できることが望ましい。この要件に対し、任意の文が入力可能であり、フラクタル画像を使用して任意の画像を生成可能な手法を提案した。さらに、ユーザへのアンケート実験から、絵の形態的特徴と感情の

関係性について考察し、実際に入力文を与えて感情をベクトルで表し、このベクトルに基づいてフラクタル図形を描画するシステムを実装した。ポジティブかネガティブかという 2 値の簡単な感性情報や、基本 6 感情から、実際に多様な画像を生成できることを示した。

第 5 章では人の知的創作活動の過程を考慮して、意味的に連続した絵の情報の定量化に取り組んだ。意味的に時系列発展のある事象を絵で表すことについての定量的な解析は十分なされてこなかった。そのため、漫画や絵本などの既存作品を工学的に扱うことは極めて困難だった。また、著作権の観点から既存作品の解析だけでなく作成の過程も扱う方が有利である。このような立場から、話のつながりを絵で表現した最小状態である 2 コマ漫画に着目し、オブジェクト画像と描画オペレータを用意することで、絵内のオブジェクトと話のパターンの関係性を定量的なモデルで表す方法を提案し、さらにこのモデルを利用したユーザ入力に基づく 2 コマ漫画の自動生成システムを構築した。システムの構築過程から、話のパターンの表し方、絵の情報付加方法、絵の生成方法の 3 つについて得られた知見を整理した。基本的には描画オペレータのみを増加させれば、任意の画像オブジェクトに描画オペレータを適用することで画像が生成可能である。そのため、用意する画像は少量でも多様な絵を生成することができ、この手法は既存作品の作成過程の解析だけでなく、創作物の自動生成としても合理的である。

第 6 章では自由描画を促進し、描画された作品や描画過程から絵の多様な特徴を取得して工学的に利活用するために人と計算機間の絵を媒介としたコミュニケーションシステム CASket を構築した。提案手法 1 のシステム構築について、実際に 2 歳児 2 名と 5 歳児 5 名という低年齢層への詳細な実験結果や、幼児～一般 418 名への評価実験によるユーザの反応から幅広いユーザへの有効性を確認した。また、ユーザの描画に関する操作回数を抽出しユーザごとに明確な差があることから、描画者の個性という描画過程における絵の特徴量を取得できる可能性を示した。提案手法 2 の 2 階層でのイラスト認識について、主要クラスに関して高い識別率が得られた。幼児のイラストの認識にも一定の有効性が示せた。さらに、提案手法 1, 2 を実時間で使用できるように統合した。

最後に、第 7 章で本論文の結果について総括し、今後の課題を述べた。

## 審査結果の要旨

本論文は感性を考慮した人と計算機間のコミュニケーションに関するもので、構成論的アプローチを取り、システムの構築とシステム構築を通じた多様な感性情報を定量化する手法を提案している。状況や背景知識を有したコミュニケーションの観点、多様な感性や個性を工学的にモデル化するという観点、および計算機が創作物を創り出すという観点の 3 つから研究を進めている。具体的なシステムの試作を通して得られた知見を考察しており、以下のような重要な研究成果を得ている。

(1) Web 情報を用いてユーザの興味を推定することで特定の興味に偏ったユーザに対して応答可能なシステムを提案した。統計的な加速実験により、興味推定手法の有効性を示した。その結果、Web 上のカテゴリ分けされた掲示板の文中にはカテゴリを特徴づける単語が出現しており、掲示板情報を有用なユーザの興味の推定の資源として用いることができる可能性が高いことがわかった。

(2) 対話システムにおいて非言語情報を考慮する必要があり対話に絵を用いるため、主体客体関係や社会性などの情報を考慮可能な絵モデルを提案した。この絵モデルを用いて絵情報共有型会話エージェント Pictgent を構築した。実験により、ユーザ属性だけでは得られないデータを取得することがわかった。Pictgent は任意の絵とシナリオを用いて連続した絵間のユーザ入力の関

係性や発話間隔を分析することができるマルチスレッドの対話システムであり、教育分野への応用にも有効である。

(3) 人の知的創作活動である絵の情報を定量化するため、話のつながりを絵で表現した最小単位である 2 コマ漫画に着目し、オブジェクト画像と描画オペレータを用意することで、絵内のオブジェクトと話のパターンの関係性を定量的なモデルで表す方法を提案した。さらにこのモデルを利用してユーザ入力に基づく 2 コマ漫画の自動生成システムを構築した。描画オペレータのみを増加させれば、任意の画像オブジェクトに描画オペレータを適用することで画像が生成可能である。そのため、用意する画像は少量でも多様な絵を生成することができ、この手法は既存作品の作成過程の解析だけでなく、創作物の自動生成にも有効である。

以上の研究成果は、知能情報工学分野におけるコミュニケーションシステムの構築と感性解析の発展に貢献するところ大である。また、申請者が自立して研究活動を行うに必要な能力と学識を有することを証したものである。学位論文審査委員会は、本論文の審査ならびに最終試験の結果から、申請者に博士(工学)の学位を授与することを適当と認める。