

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 23 日現在

機関番号：14303

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24700116

研究課題名(和文) 創作活動におけるユーザ状態推定に基づくリファインディング支援

研究課題名(英文) Re-finding support system based on user's condition estimation without interrupting creative activity

研究代表者

山本 景子 (Yamamoto, Keiko)

京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・助教

研究者番号：10585756

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、作業自体を妨害することなく制作者から取得できる情報から制作者の状態を推定し、制作物に対してメタデータとして付与することで、制作物のリファインディングを支援するシステムの実現を目指した。まず、日記記入時のタイピング動作から感情を推定する精度評価を行ったが、データ数確保の問題等から十分な推定精度は出せなかった。また、ドローイング中のユーザの動作から思い通りに描けたときの動作を抽出しフィードバックするシステムを提案した。動作とユーザの判断結果の相関を分析した結果、約7割の精度で判別できる特徴量が抽出できたため、それをを用い教示情報を視覚・聴覚提示するドローイング学習支援システムを実装した。

研究成果の概要(英文)：In this research, I aim to support re-finding a certain product from user's products based on his/her condition estimation without interrupting the creative activity. First, I evaluated the accuracy of emotion classification by decision trees classifiers based on some keystroke features when the users write their diary. However, the accuracy is too low to estimate user's emotion. Second, in order to clarify the differences in motion between good and bad drawing strokes, I analyzed the stroking motions of experts in the process of drawing circles. With some features of drawing motion, the accuracy is 67% on average. This means that these features may be useful to distinguish between good and bad strokes. Based on the result, I proposed and developed a drawing learning support system that compares a current stroke with one of the ideal strokes by each feature in every quarter and provides improvement points of stroking motion for enhancing learners' skills.

研究分野：ヒューマンコンピュータインタラクション

キーワード：リファインディング ユーザ状態推定 ドローイング 学習システム

1. 研究開始当初の背景

アイデアメモをとっているときやデザインラフスケッチを描いているときなど、無から有を生み出す創造的な活動（以降、創作活動）を行っているとき、人はその作業に没頭してしまう（少なくともすべきである）。そのため、のちに大量に残されたメモやスケッチの中から、そのとき自分が何を思っていたのかを見いだすのは困難である。これは、創作活動の際にはその創作対象の価値を判断しながら作業を行わないため、その情報を必要とする際に手がかりが少なくなっていることに起因する。これは **PVR (Post-Valued Recall)** : はじめてその情報を見たときにその情報が将来必要になるかを正確に判断できない）と呼ばれる問題である。

従来のインタフェースでは、扱える情報をユーザが明示的に表出した情報（主として言語情報、以降、コアデータ）に限定することで伝達コストを下げる手法がとられているため、コアデータの周辺に存在する付加的な情報（以降、メタデータ）の付与のためには、作業を中断し、意図的かつ明示的に埋め込まざるを得ないという問題がある。

PVR の問題を解決するためには、効率的にユーザにリファインディングを行わせる必要があるが、そのためには活動プロセスにおいて生じる情報空間をより正確に保持すべきであることが知られている。そこで、本研究ではこの情報空間にユーザの状態（思考や感情といった心理状態）を含めることを考える。つまりユーザの動き・生体データからユーザの思考や感情を推定し、制作対象にメタデータとして付与し可視化する（図 1 参照）。

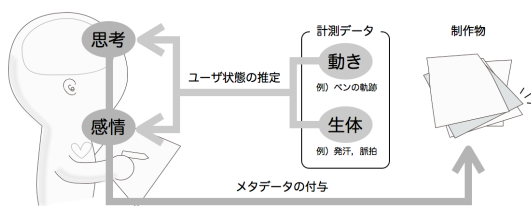


図 1 : 本研究の概観

2. 研究の目的

創作活動における PVR (Post-Valued Recall) の問題を解決するためにリファインディングに効果的なインタフェースを構築する必要があるが、創作の作業自体を妨害しないよう、活動プロセスにおける情報空間の充実を図る必要がある。そこで本研究では、作業自体を妨害することなく制作者について得られる情報を取得し、そこから制作者の状態を推定し、制作物に対してメタデータとして付与するためのインタフェースを構築する。

従来のインタフェースでは、動き・生体デ

ータのような非言語的な情報はノイズとして入力チャネルから除外されてきた。本研究では、創作活動のうちドローイングに焦点をあて、制作者の感情や思考をコンピュータに伝達することで、作成物のリファインディングを支援することを目的とする。そのために、(1)創作活動を妨害することなく動き・生体情報を収集および記録することが可能か、(2)その情報をもとにユーザの状態推定が可能か、また(3)それらをメタデータとしてユーザに提示することで制作物のリファインディングが効果的に行えるかの 3 点を検証する。

3. 研究の方法

ウェブ情報のリファインディング支援のためには、例えばユーザが検索した対象の時系列データを保持するなどして、活動プロセス中に生じる情報空間の充実化を図る。本研究では、作成物を対象にするため、情報空間の充実化のために創作活動時のユーザの状態を記録・提示する。

具体的には以下の三つのサブゴールを設定する（図 2 参照）。

(1) ドローイング中の動き・生体データの計測装置の構築

ドローイング中の制作者の思考や感情から付随して変化する動きデータ（筆圧、ペン先の移動軌跡および滞留箇所・時間など）および生理データ（発汗、脈拍、呼吸など）を、ドローイング作業を妨害しないよう計測するための装置を構築する。

(2) ドローイング中のユーザ状態推定システムの構築

被験者実験によりドローイング中の動きデータおよび生体データの計測を行う。それらの計測データから得られた特徴量がドローイング結果、ユーザの状態とどのようにマッピングされるかを記録する。この過程で、計測データのうち、メタデータを提示するインタフェースの構築を前に、重要なパラメタとなりうるデータの選別（圧縮）およびモデル化を行う。そのマッピングの際には、データの粒度、最終的にメタデータとして提示する感情や意図の種類と数を決定する必要がある。

(3) ドローイング対象へのメタデータの付与および提示のためのインタフェースの構築

(2) で抽出されたメタデータをコアデータに付加してユーザに提示するインタフェースを構築する。その後、被験者実験にて、このインタフェースと(1)で実装した計測装置を組み合わせ、創作活動が計測により妨害されないか、リファインディングが効率的になったかの 2 点を評価する。

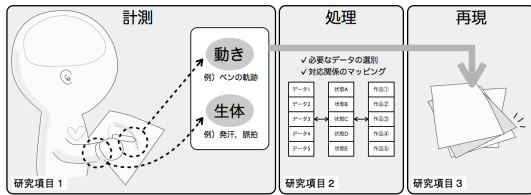


図 2：本研究課題で取り組む研究項目とその手順

4. 研究成果

本研究では、3.の(1)として動きデータのみに着目し、動きデータから(2)ユーザ状態推定を行うシステム2種の実装・評価と、そのうち1種の(3)提示のためのインタフェースの実装までを行った。当初の予定では創作活動をドローイングと限定していたが、問題を切り分けるために、創作活動として日記記入を対象とし、キーボードの打鍵情報という動きデータから、記入時のユーザの感情状態を推定する手法(後述(a))の確立を目指した。また、創作活動として中級者のドローイングを対象とし、ドローイング動作の特徴から、ユーザがそのドローイング対象を思い通りに描けたかと思っているか否かの2値をユーザ状態として判別する手法(後述(b))の確立を目指した。

(a) (1)として、動きデータとしてキーボードの打鍵リズムパターンを取得する装置を実装し、(2)として日記記入時の打鍵情報からその記入時のユーザの感情状態(「喜び」、「諦め」、「怒り」、「悲しみ」の4感情、「苛立ち」、「幸福」、「辛さ」などの15感情、「Valence(快-不快度)」と「Arousal(覚醒度)」軸の4感情)を推定する指標を提案し、その評価のための被験者実験を3種類行った。

第1の実験として、日記入力時における打鍵情報と感情情報に基づいて「喜び」、「諦め」、「怒り」、「悲しみ」の4種類の感情を推定し、その精度を評価した結果、分散分析から特定の1感情を他の3種類の感情と有意に分離することはできなかった(図3参照)ため、提案指標を用いてこれらの感情を単純に推定することが困難であることがわかった。一方、ヒストグラムの分析から感情が打鍵に及ぼす影響は被験者ごとに異なることが示唆されたため、被験者内データのみで決定木を作成した。しかし、これも感情推定として十分な精度を得られなかった。

そこで、第2の実験として英文による既存研究と同じ経験抽出法を用いて、打鍵情報と感情情報を収集する実験を行った。ここでは、既存研究と同じ方法で実験および分析を行いその結果の差を見ることで、入力言語による推定精度の差を評価することを目指した。全被験者のデータを統合して決定木を作成し、感情推定精度を評価した結果、第1の実験にお

ける感情推定精度よりも高い精度を得たが、既存研究ほど高い精度を得ることはできなかった。分析の結果、データからは個人ごとのアンケート回答の偏りと、打鍵における個人ごとの傾向が顕著に見られた。このことから、結果が個人差に強く影響したものと考え、打鍵における個人の特徴の差を減らすために被験者内でデータの正規化を行い、統合したデータで決定木を作成した。しかし、精度は向上しなかった。このことと第1の実験でのヒストグラムの分析から、感情が打鍵に及ぼす影響そのものが一定の傾向を示すのではなく、個人差があることが考えられた。

そこで第3の実験として、個人内データに着目して感情推定精度を評価するために、感情を励起できることが知られているIAPSの画像を提示することで感情情報の偏りを少なくした上でデータを収集する実験を行った。しかし、この実験においても感情推定精度として十分に良い結果を得られなかった。また、収集データの感情情報には依然多くの偏りが見られ、特にIAPSの基準となっている「Valence」と「Arousal」においても感情情報の収集データ数に偏りが見られた。分析の結果、「Valence」と「Arousal」の画像に定められている値と、被験者が回答した値には相関が見られず、目的の感情は励起されていなかったことがわかった。

以上のように、3種類の実験を通して、全被験者のデータを統合したときと、個人内データのみとのときとで、決定木をそれぞれ作成し感情推定精度を評価したが、どれも感情の推定精度として十分と言える精度を得ることはできなかった。

残された課題として、まず感情推定指標として適切な指標の調査・選択が必要だと考えられる。第1の実験では、提案指標の多くにおいてその平均値に感情間の有意差は見られなかった。つまりこれらの指標は感情推定指標として適切でない可能性が高い。全実験において決定木の作成にはこれらの指標も含む全提案指標を用いた。このことにより、決定木を作成する時の機械学習において、過学習が発生したために、精度が低下していた可能性がある。

また、十分なデータ数の確保の必要性が挙げられる。第1の実験で述べた有意差は全被験者を通して得た結果であった。このときのヒストグラムの分析からは、感情が打鍵に及ぼす影響そのものに個人差があることが考えられた。そのため、個人ごとに適切な感情推定指標は何であるかを調査する必要があると考えられる。

さらに、信頼性の高い感情情報の収集も必要である。高い精度が得られなかつ

た理由として、感情情報が正確に取得できていなかったことが考えられる。第1の実験において、感情を事前申告する方法では正確な情報を収集できていなかった可能性があったため、第2、第3の実験では経験抽出法を用いて文章入力後のアンケートにより感情情報を収集した(図4参照)。しかし、この方法でも正確な情報を取得できていない可能性はある。なぜなら、感情は常に変化するものであるため、文章を入力してからアンケートを回答するまでの間に感情が変化し、文章入力時の感情が明確に思い出せない可能性があるからである。より正確で信頼性の高い感情情報を取得するためには、既に客観的に感情が正しく推定できると知られている手法を用いて、文章入力時の感情を収集する必要があると考えられる。また、第2の実験において、既存研究と比較すると、入力言語や入力作業を行った個人による差が結果に影響し、感情推定精度の差を生んだ可能性がある。日本語入力には英語入力に存在しない入力文字の漢字への変換作業が存在するため、打鍵のリズムが変化しやすかったり、この変換作業がうまくいくかどうかによって感情が変化してしまったり、感情が薄れてしまったりする可能性がある。さらに、各実験で入力作業を行ったのは全員日本人であったため、日本人は感情を抱いていてもそれらが行動に反映しにくいという可能性もある。これらの影響を調査するためにも、上記のように信頼性の高い感情情報を取得する必要があると考えられる。

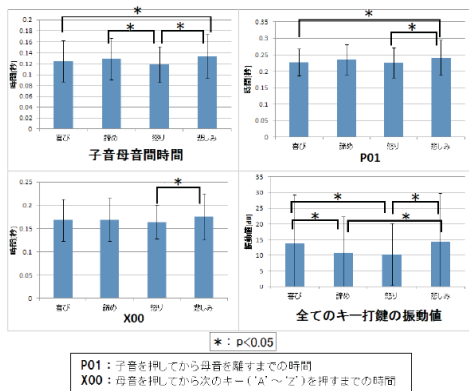


図3: 感情間に有意差が見られた指標

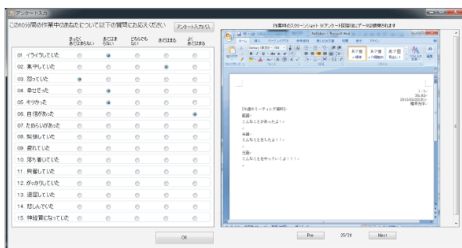


図4: 経験抽出法のアンケート画面

(b) (1)として、ペンドローイングの軌跡・筆圧データを同時取得する装置(図5参照)を構築し、(2)として、描き手が思い通りに作画できた場合とそうでない場合が運筆動作から判別可能かを検証するために、中上級者のイラストの作画過程を対象として運筆動作の分析を行った。

まず、ペンタブレットで円を作画する場合の運筆動作を分析対象とし、ペン先の二次元座標と筆圧を時間情報とともに記録した。記録したデータから、描き手の作画結果に影響を与えそうな要因を考え(表1参照)、それが実際に重要なものであるかを、Wekaを用いた機械学習での分類精度によって検証した。具体的には、特定の要因を表す特徴量を求め、それを用いてある運筆動作が描き手の思い通りの作画ができたときのものかどうかを機械学習によって正しく分類できるかを確かめた。運筆の速さと筆圧、および、描き手ごとに速さの変化の特定のパターンである運筆のリズムがあることに注目し、ストロークを長さで等分した各領域を描くのにかかった時間を特徴量に加えて分析を行ったところ、描き手ごとに最適な特徴量の組み合わせを用いることで、平均70%の精度で分類することができた(表2参照)。以上より、収集したデータによって思い通りに描けたか否かを完全に識別することはできないものの、描き手が思い通りに描けた場合とそうでない場合に差があることは示すことができ、運筆の速さ、筆圧の変化に加え、運筆のリズムが描き手の作画結果に影響する要因であることが示唆された。

次に、上述の結果に基づき、(2)と(3)として、自身の思い通りに描けたときの運筆動作をユーザにフィードバックするドローイング学習支援システムを提案・実装した(図6参照)。このシステムは、ユーザが行うドローイングに対して、教師データに基づき2段階で評価し、その改善情報を提示する。その第1段階として描画全体に対する評価を組み込み、第2段階としてはストロークの部分毎に教師データとの差を数値的に求める。この評価結果から、改善情報のストロークへの重畳表示および5段階の評価指標表示によって改善情報を視覚情報および聴覚情報を用いて提示する。これによって、ユーザが運筆動作をドローイング中に意識せず理想的なものを描いたとしても、教示がどのようにドローイングを行えば理想に近づくのかの指針となるため、効率良く自分の個性を伸ばしていくことが可能になると考えられる。

今後の課題としては、運筆の速さ、筆圧、運筆のリズム以外にも、より高い精度で描き手が思い通りにドローイングできているか否かを判別できる要因がない

かを調査することが挙げられる。また、聴覚情報・視覚情報の組み合わせによる提示の効果、教師データの更新方法なども検討する必要がある。その上で、本システムが個人に特化した学習に適したものであるかを被験者実験を通して確認することが挙げられる。

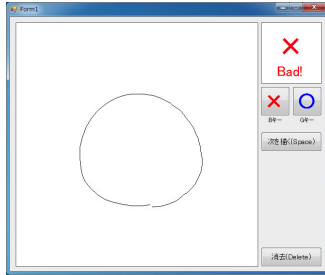


図5：データ収集用インタフェース

表1：分析に用いた特徴量

特徴量	内容
基本6特徴 (B)	速さの平均値
	筆圧の平均値
	速さの最大値の平均に対する比
	筆圧の最大値の平均に対する比
	速さが最大値をとった時間の総時間に対する比
	筆圧が最大値をとった時間の総時間に対する比
時間特徴 (T)	第一四分円を描く時間の総時間に対する比
	第二四分円を描く時間の総時間に対する比
	第三四分円を描く時間の総時間に対する比
	第四四分円を描く時間の総時間に対する比
動き特徴 (H)	x 軸正方向の速さの平均値
	x 軸負方向の速さの平均値
	y 軸正方向の速さの平均値
	y 軸負方向の速さの平均値
	筆圧の平均値

表2：被験者毎の分類結果

被験者	分類に使用した特徴量			F 値
	B	T	H	
P1	✓	✓		62%
P2	✓	✓		71%
P3	✓			69%
P4	✓			68%
P5		✓	✓	59%
P6		✓	✓	62%
P7		✓	✓	64%
P8		✓	✓	60%
P9		✓	✓	66%
P10		✓	✓	82%
P11		✓		65%
P12		✓		74%
P13		✓		62%
P14			✓	69%
P15			✓	69%
P16			✓	67%
P17			✓	78%
P18			✓	67%
Average				67%

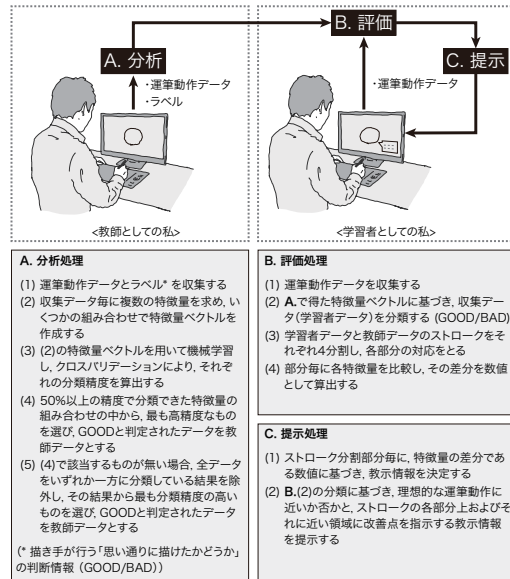


図6：提案システムの処理過程

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計0件)

[学会発表] (計5件)

[1] Keiko Yamamoto, Stefania Serafin, “Drawing Learning Support System with the Past Brilliant Learner-self using Visual and Auditory Feedback”, VR Workshop: Sonic Interaction in Virtual Environments (SIVE) 2015 IEEE, 2015.03.23, Alres (France).

[2] 山本景子, 安田和夫, 山本豪志朗, 倉本到, 辻野嘉宏, “学習者自身の運筆動作で教示する個性を伸ばすためのドローイング学習支援システム”, 情報処理学会インタラクシオン 2014, C0-7, 2014.02.27, 日本科学未来館 (東京都).

[3] Keiko YAMAMOTO, Kazuo YASUDA, Itaru KURAMOTO, Yoshihiro TSUJINO, “Analysis of Stroke Motion in Drawing by Experts for Development of Drawing Learning Support System”, ACIT2013, pp.369-372, 2013.08.31, Kunibiki messe Shimane Matsue (Japan).

[4] 橋本光平, 山本景子, 倉本到, 辻野嘉宏, “文章記入時の打鍵特徴に基づく感情推定法の検討”, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2013, pp.497-502, 2013.09.10, 早稲田大学西早稲田キャンパス (東京都).

[5] 山本景子, 橋本光平, 倉本到, 辻野嘉宏, “日記記入時の打鍵間隔時間に基づく感情推定の試み”, 電子情報通信学会技術研究報告, vol.112, 45, pp.211-216, 2012.05.23,

沖縄産業支援センター（沖縄県）.

〔図書〕（計0件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山本 景子 (Yamamoto Keiko)
京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・助教

研究者番号：10585756

(2) 研究分担者

なし ()

研究者番号：

(3) 連携研究者

なし ()

研究者番号：