原著論文

食・環境分野への応用を目的とした表情解析

佐々木 豊^{*1)}・田島 淳¹⁾・鈴木正肚²⁾・望月強志²⁾・尾張美紀子²⁾¹⁾東京農業大学地域環境科学部 〒156-8502 東京都世田谷区桜丘 1-1-1²⁾新潟大学農学部 〒950-2181 新潟県新潟市五十嵐二の町 8050

要旨

現在、感性をキーワードとした様々な研究開発が行われている。特に感性を利用することで製品や環境などをデザインする感性工学が存在する。農学分野でも感性に着目した研究開発が行われており、食品感性工学やグリーンアメニティなどが提案されている。これらの事例はまだ少数であり、今後農学においても更に感性情報を活用することは重要である。この理由から我々は消費者評価の高い色・形状・香りなどを有した新しい農産物や食品開発、快適性や癒し効果のあるオフィス・住居・都市・農村空間の設計／開発／評価を目標とする。すなわち本研究では、特に食・環境分野での設計／開発／評価に感性情報を導入することを目指し、先ず表情情報に着目して表情と感性の解析を行った。具体的に本論文では、設計／開発／評価に重要な感性情報を持つ表情画像を取得して Facial Action Coding System(FACS)と顔ノード画像を用いた解析を行った。これにより、FACS では顔部品毎の傾向や注目エリアが特定できた。また顔ノード画像については重要な顔特徴点とノード間変化を得ることができた。

キーワード

感性, 感性工学, 表情, FACS, 顔ノード画像

緒言

近年人間の感性やイメージを物理的なデザイン要素に翻訳し、感性に合った製品や環境などを設計する感性工学が誕生した。対象とする分野は、アパレル、フードサービス、快適性、素材、官能評価、教育、交響楽、商品、デザイン、哲学、ビジネス、ロボティクス、ユーザーインターフェース、生活環境、ユニバーサルシステム、マルチメディア情報処理など、多種多様である。また、感性は人間工学などにも影響を与えたり、感性情報学といった分野も創出したりしている。感性は分野によって多様な定義や扱いもあり、異分野の専門家たちの各々の感性の定義をまとめたものに原田(1999)の感性の定義がある。これによると感性は以下の5つに分類されている。

1. 主観的で説明不可能なはたらき

2. 先天的な性質に加えて知識や経験による認知的表現
3. 直感と知的活動の相互作用
4. 美や快など、特徴に直感的に反応し評価する能力
5. イメージを創造する心のはたらき

一方、農学分野でも、この感性に着目した研究開発が進められている。先ず、「食感性の計測・評価・モデリングとこれを利用したプロダクトマネージメント」をイメージとした食品感性工学が近年提案されている(相良 2004)。その他感性に関連するものとして、グリーンアメニティと呼ばれる室内に植物を配置して人間の快適性を向上させる研究も行われている(仁科ら 1995, Asaumi *et al.* 1995, 仁科・中本 1998)。但しこれらの事例はまだ少数といえ、今後農学においても更に感性情報を活用することは重要と考える。もしも感性情報を活用できれば、具体的に次が検討でき、将来的に我々はこれらを目指している。

* Corresponding Author

E-mail: y3asaki@nodai.ac.jp

1. 消費者評価の高い色・形状・香りなどを有した農産物や食品の設計／開発／評価
2. 快適性や癒し効果のあるオフィス・住居空間の設計／評価，都市・農村・庭園の景観作り
3. 快適性や消費者評価の高い農業機械や感性コミュニケーション可能なアグリロボットの開発
4. グリーンアメニティや動植物・人工生命を利用した福祉・看護支援活用

そこで本研究では，特に食・環境分野での設計／開発／評価に感性情報を導入することを目的に，先ず表情情報に着目して感性との関連を調べた．感性を評価するためにはSD法などの官能評価，生理情報及び動作・行動分析，これらを組み合わせた複合評価が主に利用されている（福田2004）．本研究で先ず表情情報に着目した理由は，感性の一部である感情の55%は顔の表情で表現されるといわれる程重要な役割を担っていることと（Mehrabian 1986），特殊なセンサは必要とせずカメラと画像処理により実現可能であり，非接触・無負荷に測定でき，フィードバック情報として活用しやすいからである．また発展させることにより，アンケートなどでは捉えることが出来ない無意識下の感性情報も取得可能と考える．具体的に本論文ではFacial Action Coding System（以下，FACS）と顔ノード画像による解析を行った．

研究方法

表情画像の取得

本研究では2次元静止画像を対象とした．先ず，取得した表情は平常時のものに加え，Ekman and Friesen（1987）が提案している基本6感情（怒り，嫌悪，恐怖，幸福，悲しみ，驚き）と，開発／設計／評価に有用と思われる，好き，楽しい，不快，リラックス，興味有を対象とした．これら心理状態と対応した表情を完全に自然な状況で取得することは困難と考える．そこで本研究では，データを取得する被験者に心理状態と対応する表情を出来るだけ自然な状態で創出してもらい，その画像を取得した．可能な限り自然な状況下で表情取得を行うため，撮影は静かな個室で行った．被験者は20代前半の男性20人，女性10人の計30人とした．被験者に椅子に座ってもらい，1.5m離れた場所にカメラを設置し，被験者の背景にはホワイト

ボードを設置した．測定趣旨を説明した後，撮影のタイミングを合わせるためとより自然な撮影を実現するため，被験者自らリモコンを操作して表

図1 取得した表情画像の例

情撮影をしてもらった。取得した画像は1280 × 960 pixelだった。図1に取得した表情画像の例を示す。

FACS

FACSとは、顔動作や測定に広く用いられている顔面筋肉の解剖学的知見を基礎とした手法である (Ekman and Friesen 1978)。これは Action Unit (以下AU) という基本要素を測定し、この組み合わせで表情解析を行う。またAUを組み合わせることにより、逆に表情創出も可能であり、矯正治療前後の表情に関して顔画像を合成することにより表情創出を行う研究などにも応用されている (寺田・花田 2000)。

本研究ではFACSのオリジナルバージョンを用い、AUによって表情解析を行った。具体的には取得した表情画像を観察し、AU出現割合を調査した。AU出現割合とは、出現したAUが被験者のうちどのぐらいの割合に現れたかを示すものである。AUは説明に加えて主要なものは画像による範例があり、これと比較した。研究グループ内の2人で調査を行い、2人に共通した場合、意見が異なっても他方の意見に同意できた場合は出現したと判断し、同意できなかった場合やあいまいな場合は出現しなかったと判断した。またAUは“顔を緊張させる”など、判断の難しいAUや本研究趣旨と関係ないものは外し、選択した約40個を使用した。実験全体で比較的出現した主なAUを表1に示す。またFACSでは顔内の表情解析に加え、視線変化、頭部の位置変化も観察対象となっている。

表1 出現した主要なAU一覧

AU4	Brow Lowerer	AU44	Squint
AU 5	Upper Lid Raiser	AU53	Head up
AU 6	Cheek Raiser	AU 54	Head down
AU 10	Upper Lip Raiser	AU 55	Head tilt left
AU 12	Lip Corner Puller	AU56	Head tilt right
AU 14	Dimpler	AU57	Head forward
AU 15	Lip Corner Depressor	AU58	Head back
AU23	Lip Tightener	AU61	Eyes turn left
AU25	Lips part	AU62	Eyes turn right
AU26	Jaw Drop	AU63	Eyes up
AU41	Lid droop	AU64	Eyes down

顔ノード画像による解析

FACS解析によって感性と表情の全体的な把握や傾向を調査した後、個人用にチューニングする表情解析ソフトウェアの開発を前提とし、どのような顔特徴点や変化量が重要かを調べた。ここで、表情解析ソフトウェアとは表情画像を取得して感性情報を抽出するソフトウェアと定義する。具体的には顔特徴点にノードを配し、そのノード間距離の変化を調査した。顔特徴点は、Ayinde and Yang (2002) の顔グラフを参考に、図2に示すような顔特徴点を選択してノードを配置した。ノード名を図3に示す。Ayinde and Yang の顔グラフと異なる点は、主に顔特徴点のみにノードを配置したことと、ノード n_A と n_D は眉尻ではなく、眉山とした点である。また図2, 3のように隣接ノードを接続した。特にノード間距離変化におい

図2 顔ノードの設置

図3 ノードの名称

て詳細な観察が必要と思われる口・唇に関連するノードは相互に接続した。なお、ノード間距離は d_{ij} で表す (i, j は各隣接ノード)。

表情撮影時に椅子は固定されているが、自分の感性を表現するため被験者の顔の位置は移動する場合がある。これは大きな解析誤差要因となるため、この調査では顔の向きは変更しないという制約を設けた。顔の前後への移動に対しては、各ノード間距離をノード n_H と n_L 間距離である $d_{H,L}$ で正規化した。また平常時に対する変化の割合をノード間変化割合とした。

研究結果

FACS解析結果 (1) 平常時との比較

先ず平常時表情の各AUの出現割合は、AU25については6.2%であったが、その他のAUはほとんど出現していなかった。これは、人によって平常時に口を開いている場合があることと、平常時では他のAUは現れないことを示していると考ええる。

また平常時と各感性の同等性の検定を行った。同等性の検定とは、仮説 H_0 : 感性Aと感性BのAU出現の比は同じ、という帰無仮説が棄却できるかの検定である。有意水準 $=0.05$ として、それぞれの有意確率を調べたところ、各有意確率が $0.000 \sim 0.043$ となり、仮説が棄却されたので平常時と各感性の表情は違うと考えられる。

$$AU_{head} = AU53 \cup AU54 \cup AU55 \cup AU56 \cup AU57 \cup AU58$$

$$AU_{eyebrow} = AU1 \cup AU2 \cup AU4 \cup AU5$$

$$AU_{eye} = AU1 \cup AU2 \cup AU5 \cup AU6 \cup AU41 \cup AU42 \cup AU43 \cup AU44$$

$$AU_{mouth} = AU10 \cup AU12 \cup AU15 \cup AU18 \cup AU19 \cup AU20 \cup AU22 \cup$$

$$AU23 \cup AU25 \cup AU26 \cup AU27 \cup AU28$$

(1)

FACS解析結果 (2) 顔部品毎の傾向

次に、式1のように顔部品毎にAUを分類して再定義し、調査した結果を表2に示す。

AU_{head} , $AU_{eyebrow}$, AU_{eye} , AU_{mouth} はそれぞれ頭、眉毛、目、口と関係のあるAUの論理和を示している。感性平均とは今回対象とした感性情報全ての平均、感情平均とは基本6感情を対象とした平均を示している。また、設計/開発/評価に有用と思われる「幸福」「好き」「楽しい」を正の感性、「嫌悪」「不快」を負の感性と定義し、表2ではその平均値をそれぞれ示した。

表2より、今回調査対象とした感性全体と基本6感情全体の変化の傾向は非常に似ており、特に目元・口元に変化が8割前後出現していることが明確になった。正の感性では、特に目元・口元での変化が集中しており、口元変化が顕著であることが分かる。負の感性では、目元・口元の変化に加え、特に正の感性と比較すると頭の移動(AU_{head})や眉毛の変化($AU_{eyebrow}$)が大きくなる傾向にあることが分かった。その他、リラックスでは、眉毛の変化が無く、目元・口元の変化も小さくなり、頭の移動(主に頭を傾ける)が目立った。興味有に関しては、興味の対象に近づく行動から AU_{head} が大きくなる傾向にあり、関連して目を開いてよく見ようとすることから眉毛と目の変化が大きくなっていた。

表2 顔部品毎のAU出現割合比較

	感性 平均	感情 平均	正の 感性	負の 感性	リラ ック ス	興味 有
AU_{head}	40.6%	40.6%	8.9%	48.3%	73.3%	70.0%
$AU_{eyebrow}$	53.3%	58.3%	14.4%	68.3%	0.0%	80.0%
AU_{eye}	80.8%	82.2%	71.1%	88.3%	60.0%	83.3%
AU_{mouth}	79.7%	77.2%	95.6%	77.5%	56.7%	73.3%

FACS 解析結果 (3) 各感性和 AU の関係

まず正の感性についてであるが、「幸福」「好き」「楽しい」ともに AU 出現割合において上位 5 つの AU は同じであり、図 4 に示すような結果になった。共通して特に AU12 が重要であることが判明し、「楽しい」は「好き」より表情が大きくなる傾向にあり、AU6, 25, 44, 14 に現れていた。同様に「嫌悪」「不快」に関する負の感性もほぼ同じような傾向を上位 4 つでは示し、それぞれの第 5 位は AU15 と AU53 だった (図 5)。AU4, 44, 23 は共通した変化であり、AU25, 15, 53 に若干差が出ていることが分かった。

ここでも同等性の検定を行った。正の感性では「幸福 - 好き - 楽しい」で有意確率が 0.947 (「幸福 - 好き」: 0.877, 「幸福 - 楽しい」: 0.702, 「好き - 楽しい」: 0.931), 負の感性では「不快 - 嫌悪」では 0.082 となり、それぞれ有意水準 0.05 より大きかったため仮説は棄却されず、同じような AU が出現する感性情報である可能性が示唆された。

リラックスと興味有に関して出現した上位 5 つの AU を表 3 に示す。リラックス時は力を抜くため、AU53 のように頭をその場で上げる (あごを上げる) 行為が目立った。興味有では、上瞼を上

げる AU5 が目立ち、次に頭を前方に移動する (対象に近づく) AU57 が特徴的だった。これらは顔内の表情変化だけではなく、頭の移動などの行動も感性の把握には重要な情報であることを示唆していると考えられる。

表3 リラックスと興味有に関する上位 5 つの AU

	AU	出現割合
リラックス	AU53	64.3%
	AU 25	50.0%
	AU 41	35.7%
	AU 55	28.6%
	AU 63	25.0%
興味有	AU 5	78.6%
	AU 57	64.3%
	AU25	50.0%
	AU12	39.3%
	AU2	28.6%

顔ノード画像解析結果

顔ノード画像を用いた解析結果を示す。ノード間変化割合が大きなものとして、特に d_{BF} , d_{BH} , d_{CD} , d_{CI} , d_{CJ} , d_{FG} , d_{JK} , d_{PQ} , d_{PR} , d_{PS} , d_{QR} , d_{QS} , d_{RS} が挙げられた。但し表情解析ソフトウェアの開発を前提とすると n_A , n_D , n_O , n_M , n_N , n_O は画像処理によって検出しにくい顔特徴点といえる。このためこれを除き、加えて FACS で判明した AU12 に対応するノード間距離として d_{EP} , d_{LS} を加えると特に重要なノードとノード間距離として図 6 のような顔グラフが得られた。また具体的に変化割合を算出した結果を表 4 に示す。正の値はノード間距離の伸長を、負の値は縮小を示している。ノード間距離は大きい時で 40% 程度の変化を示していた。これら着目する顔特徴点とノード間距離の変化、そしてこれらの組み合わせにより、客観的に感性を把握出来る可能性が示唆された。

特に正の感性は d_{FG} , d_{JK} の縮小と d_{PR} , d_{PS} , d_{QS} , d_{RS} の伸長、同様に負の感性は d_{BH} , d_{CI} , d_{FG} , d_{JK} の縮小、リラックスは d_{BF} と d_{QR} の伸長から他の感性と区別することが可能であると考え。興味有に関してはこのノード間変化のみでは特徴的なものは捉えにくい、FACS の解析結果から頭の移動情報を活用することで可能であると考え。表情解析ソフトウェア開発のためにはノード間変化

図4 正の感性和 AU の関係

図5 負の感性和 AU の関係

情報を用いた感性を推定するモデル構築についても検討する必要がある、今後の課題と考える。

図6 重要なノードとノード間変化

表4 各感性とノード間距離の変化割合

ノード 間距離	ノード間変化割合 (%)			
	正の感性	負の感性	リラックス	興味有
d _{BF}	0.1	-7.6	24.9	-2.0
d _{BH}	-0.4	-23.4	18.0	4.2
d _{CI}	-2.6	-19.8	12.0	4.5
d _{CJ}	-0.7	0.8	15.0	-2.0
d _{EP}	-6.2	-1.0	-2.4	2.8
d _{FG}	-14.2	-34.4	3.5	6.3
d _{JK}	-10.9	-38.2	7.1	10.2
d _{LS}	-6.6	-0.4	-3.3	2.9
d _{PO}	12.9	-4.0	4.6	-4.2
d _{PR}	18.4	-1.2	-2.6	-3.3
d _{PS}	18.2	-0.8	-3.0	-5.7
d _{QR}	9.3	-0.8	26.8	3.1
d _{QS}	18.5	1.8	3.5	-4.3
d _{RS}	23.4	1.6	-3.7	-6.9

考察

FACSは観察により表情を解析できる有用なものであり、様々な知見が得られたが、反面FACSの問題点として、次が存在した。

1. AUで記述できない表情もある。
2. 欧米人とアジア人では顔の構造が違うため、単純にAUが活用できない場合がある。
3. 同じAU内での変化量には対応しておらず、例

えばAU25は平常時と各表常時では明らかに差があるが、その情報は捉えられない。

4. 人による観察は微妙な違いを捉えられる反面、判断が主観的にならざるを得ない。

また、内向的な人では表情が現れにくいことや個人差によって表情変化量も異なるため、個人個人で表情をチューニングする方がよりその人の感性を反映できることが予想された。

一方、顔ノード画像解析により重要な顔特徴量を選択でき、図6のような着目点が判明した。FACSと比較して各感性と表情変化がより客観的になったと考える。また、FACSで判明したように頭の移動などの行動情報を加えることも表情解析ソフトウェアには重要であると考えられる。

結言

本論文では、食・環境分野への感性情報の導入を目的として、基本6感情情報に加えて、設計／開発／評価に役立つと思われる感性と関連した表情情報を取得し、主に次を得た。

1. 表情情報で各感性を把握できる可能性が示された。
2. AU出現割合より、顔部品毎の重要度や傾向が判明した。
3. 設計／開発／評価に重要と思われる正の感性、負の感性、リラックス、興味有に関連のあるAUが判明し、注目点・エリアを特定できた。
4. 顔ノード画像解析によって重要な顔特徴点とノード間変化が判明し、より客観的な表情把握が可能であるとの示唆が得られた。

以上、今回の結果より、感性を抽出する表情解析ソフトウェア開発のための指針が得られたと考える。今後の展開として、先ずこのソフトウェア開発を行い、次に農産物や環境を設計できる3次元コンピュータグラフィックスシミュレータを構築して組み合わせる予定である。これによりユーザー評価の高い農産物や環境設計が仮想空間上で可能になると考える。

引用文献

- Asaumi, H., H. Nishina and Y. Hashimoto (1995) Studies on amenity of indoor plants, Acta Horticulturae,

391:111-118.

Ayinde, O. and Y. -H. Yang (2002) Face recognition approach based on rank correlation of Gabor-filtered images, *Pattern Recognition*, 35:1275-1289.

Ekman, P. and W. V. Friesen (1987)「表情分析入門」, 誠信書房, 東京, 227pp.

Ekman, P. and W. V. Friesen (1978) *The Facial Action Coding System*, Consulting Psychologists Press.

福田忠彦監修(2004)「人間工学ガイド 感性を科学する方法」, サイエンティスト社, 東京, 4-10.

原田 昭(1999)感性の定義, 「感性評価2」, 感性評価構造モデル構築特別プロジェクト研究組織: 41-47.

Mehrabian, A.(西田力ほか訳)(1986)「非言語コミュニケーション」, 聖文社, 東京, 255pp.

仁科弘重・中村博文・浅海英記ら(1995)植物を配置した室内の温熱環境・快適性の予測モデルの作成, *生物環境調節*, 33(4): 277-284.

仁科弘重・中本有美(1998)観葉植物, 花, 香りが人間に及ぼす生理・心理的効果の脳波およびSD法による解析, *日本建築学会計画系論文集*, 509:71-75.

相良泰行監修(2004)社団法人農林水産技術情報協会編, 「おいしさをさぐる食品感性工学」, 化学工業日報社, 東京, 5-7.

寺田員人・花田晃治(2000)顔の表情とコンピュータグラフィック, *新潟歯学会誌*, 30(1):75-76.

受付日 2006年6月28日

受理日 2006年10月18日

担当部署 情報工学部会

Applying Expression Analysis in the Fields of Food and Environment

Yutaka Sasaki^{*1)}, Kiyoshi Tjima¹⁾, Masato Suzuki²⁾,
Tsuyoshi Mochizuki²⁾ and Mikiko Owari²⁾

¹⁾ Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture 1-1-1, Sakuragaoka, Setagaya, Tokyo 156-8502, Japan

²⁾ Faculty of Agriculture, Niigata University 8050, Ikarashi-nincho, Niigata 950-2181, Japan

Summary

Kansei engineering aims to translate feelings and impressions into product parameters. Research and development projects with "kansei" as a keyword are becoming more numerous, including a small number of proposals in the fields of agriculture, food and green amenity, etc. In our current research we aim to develop new agricultural products and food which have color, form, scent, etc. which consumers evaluate favorably, and to design, develop, and evaluate office, house, urban and rural spaces with a comfortable nature or curative effects. In the research reported in this paper we aimed at introducing kansei information in design, development, and evaluation in the food and environmental fields by

performing facial expression analysis. We acquired images of facial expressions with kansei information and analysed them using the Facial Action Coding System (FACS). FACS enabled us to pinpoint the tendency and attention area for every face part. The important face feature points and change between nodes in face node images were able to be obtained.

keywords

kansei, kansei engineering, expression, FACS, face node image

* Corresponding Author

E-mail: y3sasaki@nodai.ac.jp