

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 10 月 5 日現在

機関番号：52605

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500267

研究課題名(和文) 視覚での違和感を利用した品質判断基準の定量化研究

研究課題名(英文) Research of criteria quantification based on a strangeness in visual perception

研究代表者

山本 昇志 (YAMAMOTO, SHOJI)

東京都立産業技術高等専門学校・その他部局等・教授

研究者番号：70469576

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では人間の視覚による品質判断基準を探るため、相対的な違和感と絶対的な違和感に評価を分けながら、品質基準が成立する条件を検討した。違和感は個人差があるものの、相対的な評価において、不自然な部位に対しては誘目点が共通であり、特定の条件を設定できる可能性を得た。しかし、違和感に対する直接的な原因が推定しにくい事象が混入することで違和を感じる能力は大きく変化することも明らかにした。最終的には絶対的な違和感を評価する挑戦的な課題を実施した。本評価は物体の材質特定をタスクとしたが、絶対的な基準を設定するのは非常に難しく、記憶を元に基準を決めることの困難さを示す結果となった。

研究成果の概要(英文)：We challenged to construct visual quality criterion by applying the novel evaluation which was focused on a feeling of strangeness. At a relative comparison such as image retouch, the strangeness had common rule of which observers pay attention to unnaturalness point, while there were arbitrary differences among individuals. However, the feeling of strangeness might lead to mistake the criteria because this sensation was affected by overall variation included reference point. The next approach was to add an ill-posed problem to relative evaluation. This problem appeared as the mirror reflection at the case of shape comparison. As the result, an ability of discrimination based on strangeness varied significantly according to a level of recognition. The final examination for strangeness was performed by controlling the CG parameters with absolute memory matching. In this case, it was very difficult to construct visual quality criterion because of the differences among individuals.

研究分野：総合領域

キーワード：感性情報学 違和感 レタッチ 質感 光沢 コンピュータグラフィックス

1. 研究開始当初の背景

急速なグローバル競争社会が進行している現在、我が国の製造業も従来の熟練技術に頼った製造や品質管理からの変革が求められている。変革のキーは“良否判断のデジタル化・自動化”であると思われ、現在の“アナログ”的な品質の判定をデータ化して、低コストで高品位な製品の供給が必要不可欠である。但し自動化するためには、従来の熟練技術者が培ってきた“アナログ”的なきめの細かさ、臨機応変な判断能力を定量化すること求められる。そのため、デジタルマイスタープロジェクトや IT 利用の技能継承支援に関する研究が今も進められている。品質管理工程における判断情報のデジタル化を目指す上で、我々は視覚的な感性の一つである“違和感”に着目してきた。最終製品の見えや印象の善し悪しを判定可能な熟練者は、ノイズを統計的に判断する能力と、全体のバランスを感性的に判断する能力を兼ね備え持つ。しかし、発生しうる違和感の分類（どこに違和感を感じているのか）や、良否を判断する統計的な分布（どこまでを良としてどこからが不良なのか）を定量化するまでには至っていない。

2. 研究の目的

そこで本研究では、熟練者が行う判断過程と注目点から違和感の定量化を試みる。熟練者は不自然で不快なノイズを先に削除して、続いて全体のバランスから感性的に異なるものを見分ける能力を持つ。我々はこれら違和感による修正・除去操作に着目して判断基準の定量化を試みた。なお、本研究は脳の高次機能である判断に着目した研究であり、全ての判断基準を網羅できるとは考えていない。そこで、特に違和感に着目して、人間の判断基準を相対的な比較と絶対的な比較に分類し、それぞれの評価因子の解明を進めた。



(a) 相対的違和感 (b) 絶対的違和感
図1 “違和感”を引き起こす状況因子

3. 研究の方法

前述のように、人間の判断基準はきわめて複雑であり、違和を感じる状況別に解明していかなければならない。そのため、研究開始前から分担研究者や連携研究者と協議を重ね、相対的な状況での違和感と絶対的な状況での違和感に分離して研修を推敲することとした。初年度である平成 24 年度には相対的な状況で違和を感じる能力の定量化を試みた。これは直接的に眼に入力される情報間に生じる違いを感じる判断能力であり、ディスプレイ、印刷物、写真など、情報を表示・

出力する産業分野で主に行われている品質判断と同じである。物理的な判断因子としては形状や色などが挙げられ、図 2 に示すような、人間が最も印象として大切にする顔画像を判断対象として違和感の分析を行った。



図2 相対的な“違和感”の評価

次年度の平成 25 年度には相対と絶対的な違和感の融合として、物体の位置関係のずれを取り上げた。観察対象は前年と同様にディスプレイ上で表示された物体であるが、図 3 に示すように、観察者は鏡面反射物体に映り込んだ像を観察して、その位置関係に違和を感じるか、分析を行った。直接ではなく、間接的な物理現象が重なった状況での判断能力は相対的な位置の違いと、思考の末にたどりつく絶対的違和感が融合した実験であり、違和感に得手不得手があるのかを明らかにしている。



図3 相対的評価に加えた高次判断（反射理解）

最終年度には、前年度の結果を受け、完全なる絶対的な違和感と個人差の関係を検討した。H22～H23 年度の科研費研究「輝度と立体感の順応を利用した質感再現の顕在化研究」で開発した質感評価装置を用い（図 4）、絶対的な物体の反射特性だけで、材質の区分け能力を評価している。

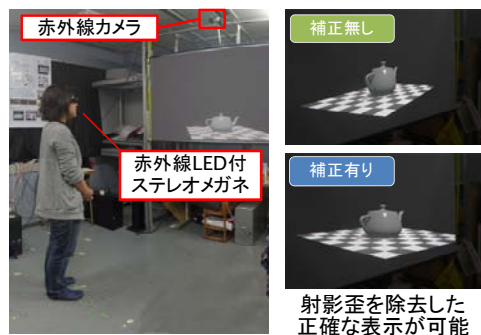


図4 絶対的な“違和感”を評価する実験

4. 研究成果

平成 24 年度に実施した相対的な違和感に関して、我々は習熟者の注目点の位置座標を検出して、画像修正の手順や調整量を定量化することに取り組んだ。作業者の注目点は形状や陰影などの画像の構成要素に対して敏感で、作業に応じてその位置が変化すると考えられる。そこで我々は画像の修正作業の操作量と注目点の変化を同時に測定するシステムを構築し、習熟者と素人の注目点を比較することで、画像の構成要素や修正手法との関連を調査した。図 5 に示すように、対象を顔画像に限定して行った実験において、習熟者は傷や顎のたるみ、浮き出た血管などの不自然な部分に注目することが素人との大きな違いであった。

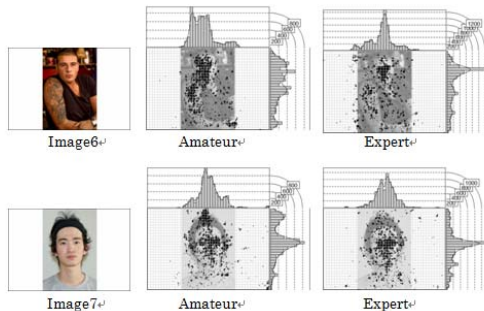


図 5 素人と熟練者の注目点の違い（部位修正）

一方、肌色の調整作業を課した場合には、図 6 に示すように、素人がほとんど肌色領域だけに注目しているのに対して、習熟者は周囲の衣服や光の反射などと対比しながら肌色を調整していることが明らかになった。このような不自然な部分や対比点を探索する場合において、人間は様々な位置の情報を元に相対的な違和感を確認する傾向がある。また、その違和感は非常に敏感であるが、対比対象が同時に変化する場合では品質判断に大きな悪影響を及ぼしてしまう恐れがある。

平成 25 年度に行った相対・絶対の融合的な違和感に関する研究では、物体間の位置ずれという相対的な変化に対して、反射面を介して観察するという高度な判断を加えることで、絶対的な感性判断を要する実験を行った。本実験は非常にパラメータが多いため、事前に対象物体、鏡面反射率、視点位置など

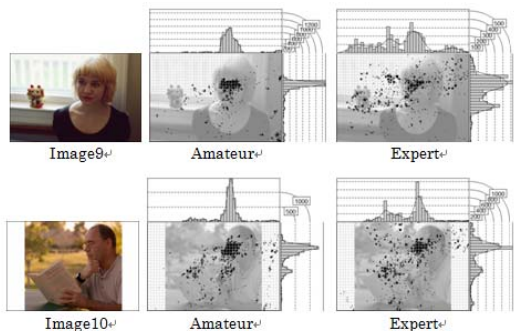


図 6 素人と熟練者の注目点の違い（色修正）

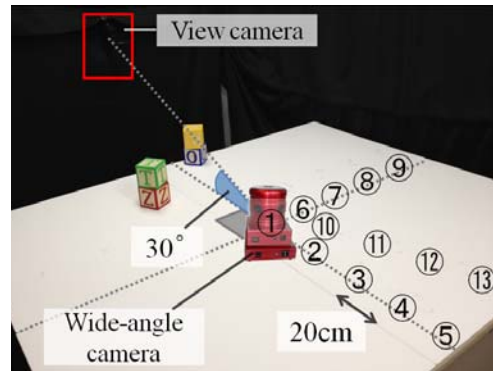


図 7 高次判断を含む“違和感”の評価システム

の変化に対する敏感さを調査した。実験の様子を図 7 に示す。

この条件で、映り込み画像の撮影位置を実際の位置から変化させ、その変化の違和を感じるかを評価した。図 8 から明らかなように、映り込んだ画像の位置がずれる原因として、実際に参照物体が移動しているのか、反射面が変化しているのか、どちらかが特定できない不定な条件である。この条件で違和を感じる手がかりは左右の大きさの差と両者の位置関係である。主観評価の結果を図 9 に示すが、どのような位置関係でも、左右の変化は敏感に感じられるが、奥行き方向の移動はあまり違和を感じられない結果となった。このように、物体の位置ずれを判断するという相対的な違和感に関する命題に対しても、直接的な原因が推定しにくい事象が混入することで違和を感じる能力は大きく変化することが明らかとなった。

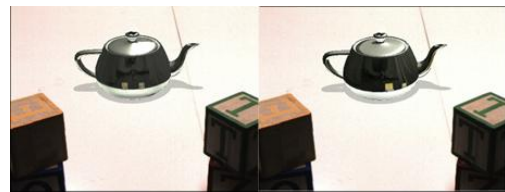


図 8 位置ズレに対する“違和感”

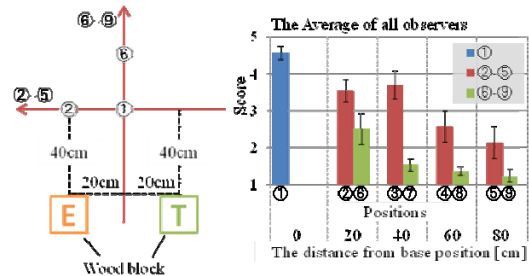


図 9 位置ズレに対する“違和感”評価の結果

最終年度には、人間の記憶にある物体の特徴に対して、どの程度の分離能力があるのかを評価した。ここで、この分離能力が違和を感じる閾値となる可能性がある。実験は図 10 に示した 4 種類の材質を選択し、その材質らしさを光沢の強さ、表面粗さ、拡散反射の明



図 10 記憶に基づく“違和感”を比較する実験

度で表現してもらおう。それぞれの材質の表現範囲が、材質に対する絶対的な違和感となる。

結果を図 11 に示す。セラミックにおいては拡散反射の色が顕著に異なるため、他の物質との明確な差が現れている。しかしながら他の物質間では、多少の違いがあるものの、かなり重複特徴が多く、違和を感じないケースも見受けられた。特に様々な加工処理が施されるアルミニウムに対しては個人差が可成り生じており、絶対的な違和感では品質の評価ができないことが伺える。

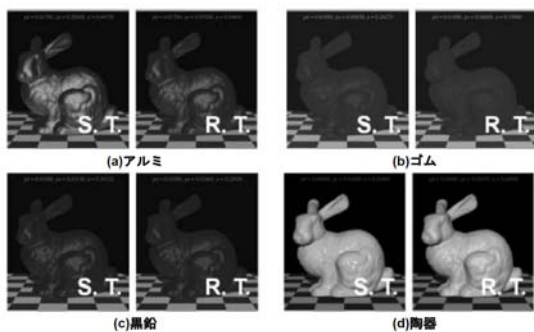


図 11 記憶に基づいた各材質の再現結果

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 3 件)

[1] 山本昇志, 山内拓也, 矢部国俊, 小島伸俊, 山内泰樹, 延原肇, 久米裕二, 内山高夫, 宇和伸明, 向田茂, 津村徳道, “顔画像の構成要素に基づいた画質修正アルゴリズムに関する研究”, 日本写真学会誌, Vol. 75, No. 5, pp. 396-407, (2012).

[2] Shoji Ezaki, Hiroaki Shimizu, Shoji Yamamoto, Toshiya Nakaguchi, Norimichi Tsumura, “Segmentation of abnormal liver region based on earth mover’s distance between histograms with mapping of the distances by multidimensional scaling”, Journal of Artificial Life and Robotics, DOI10.1007/s10015-013-0110-4, (2013).

[3] 山本昇志, 澤邊暢志, 山内泰樹, 津村徳道, “視差とコントラスト変化を伴った鏡面反射像の主観的評価”, 日本光学学会誌 (視覚の科学), 第 34 巻第 3 号, pp. 91-99, (2013).

[学会発表] (計 16 件)

[1] Shoji Yamamoto, Masashi Sawabe, Mayu Yokoya, Norimichi Tsumura, “Enhancement of Gloss Perception by using Binocular Disparity”, Conference on Color in Graphics, Image and Vision (CGIV2012), pp. 226-230, Amsterdam, Netherlands, (May, 2012).

[2] 細川菜摘, 澤邊暢志, 山本昇志, 山内泰樹, 津村徳道, “視点追従型立体表示システムを用いた実物体と仮想物体の融合に関する研究”, 2012 日本写真学会年次大会予稿集, Vol. 75, No. 2, p. 136, (2012. 5. 29, 千葉).

[3] 山内拓也, 山本昇志, 矢部国俊, 小島伸俊, 山内泰樹, 延原肇, 久米裕二, 内山高夫, 宇和伸明, 向田茂, 津村徳道, “顔画像の修正作業における注目点の変化に対する解析”, 2012 日本写真学会年次大会予稿集, Vol. 75, No. 2, p. 135, (2012. 5. 29, 千葉).

[4] Natsumi Hosokawa, Mayu Yokoya, Shoji Yamamoto, Norimichi Tsumura, “Subject Evaluation of Perception for Real-time Rendering of Reflection Image”, The 2012 Asian Symposium on Printing Technology, p. 102-107, Bangkok, Thailand, (Sep, 2012).

[5] 山本昇志, 澤邊暢志, 山内泰樹, 津村徳道, “光沢質感の立体表示における視差角の影響量解析”, 日本色彩学会 第 13 回視覚情報基礎研究会, (2-2), (2012. 9. 15, 東京).

[6] Shoji Yamamoto, Masashi Sawabe, Yasuki Yamauchi, Norimichi Tsumura, “Ascertainment of perceptual classification for material appearance”, The 20th Color Imaging Conference, (CIC20), pp. 94-99, Los Angeles, USA, (Nov, 2012).

[7] Natsumi Hosokawa, Mayu Yokoya, Shoji Yamamoto, Norimichi Tsumura, “Evaluation of authenticity by using perceptually-based rendering for reflection image”, The 20th Color Imaging Conference, (CIC20), pp. 100-104, Los Angeles, USA, (Nov, 2012).

[8] 小井出慎, 井戸田彰義, 山本昇志, “頭部移動に追従した光沢再現の現実感評価”, 映像情報メディア学会技術報告, Vol. 37, No. 7, pp. 59-62, (2013. 2. 16, 横浜).

[9] Shoji Yamamoto, Natsumi Hosokawa, Zui Kaku, Norimichi Tsumura, “Emphasis on gloss appearance by combination of 2D and 3D projection images”, The 12th Congress of the International Colour Association (AIC 2013), pp.370-373, Newcastle, England, (July, 2013).

[10] 土門亮太, 細川菜摘, 山本昇志, 津村徳道, “3D再現システムを用いた拡散反射成分の影響評価”, 第14回情報フォトニクス研究グループ研究会, (2013.9.25, 北海道).

[11] 土門亮太, 細川菜摘, 山本昇志, 津村徳道, “3D再現システムを用いた拡散反射成分の質感認知への影響評価”, Optics & Photonics Japan 2013, 12aD5, (2013.11.12, 奈良).

[12] 土門亮太, 細川菜摘, 山本昇志, 津村徳道, “光沢物体における拡散反射率の影響評価”, 第8回情報フォトニクス研究会関東学生論文講演会, (2014.3.4, 東京).

[13] 山本昇志, 赤池裕哉, “撮影支援のための全周囲画像変換に対する検討”, 2014日本写真学会年次大会予稿集, Vol.77, No.2, p.129, (2014.5.27, 千葉).

[14] 釘本寿光, 細川菜摘, 山本昇志, 彦坂健太郎, 津村徳道, “主成分分析を用いた反射成分分離に基づく透明感の制御”, Optics & Photonics Japan 2014, 6aE5, (2014.11.6, 東京).

[15] 牧正矩, 馬場佳織, 山本昇志, 津村徳道, “LightField カメラを用いた鏡面反射点拡がり関数の推定とその応用”, Optics & Photonics Japan 2014, 7aE10, (2014.11.7, 東京).

[16] Ryota Doman, Shoji Yamamoto, Kentaro Hikosaka, Norimichi Tsumura, “Rapid Simulation of Translucent Material with Contrast-Reversing Rendering”, The 22th Color Imaging Conference, (CIC22), pp.-, Boston, USA, (Nov, 2014).

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計1件)

名称: 画像変換装置及び画像変換方法

発明者: 山本昇志

権利者: 公立大学法人首都大学東京

種類: 特許

番号: 特願 2014-29590

出願年月日: 2014年2月20日

国内外の別: 国内

○取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等

<https://cs.acp.metro-cit.ac.jp/~yamasho/PDF/kaken24500267.pdf>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山本昇志 (SHOJI YAMAMOTO)

東京都立産業技術高等専門学校

ものづくり工学科 教授

研究者番号: 70469576

(2) 研究分担者

津村徳道 (NORIMICHI TSUMURA)

千葉大学大学院 融合科学研究科

准教授

研究者番号: 00272344

(3) 連携研究者

中口俊哉 (TOSHIYA NAKAGUCHI)

千葉大学大学院 工学研究科

准教授

研究者番号: 20361412

山内泰樹 (YASUKI YAMAUCHI)

山形大学大学院 理工学研究科

教授

研究者番号: 60550994