

肌年齢と肌質の視覚的認知における輝度情報の効果

Effects of Luminance Distribution on the Perceived Age and Skin Quality of Human Face

岡嶋 克典 Katsunori Okajima 横浜国立大学
 アルセ カロス Carlos Arce-Lopera 横浜国立大学
 五十嵐 崇訓 Takanori Igarashi 花王株式会社
 中尾 啓輔 Keisuke Nakao 花王株式会社

Yokohama National University
 Yokohama National University
 Kao Corporation
 Kao Corporation

Keywords: 肌年齢, 肌質, 輝度分布, 画像統計量

1. はじめに

知覚される年齢は、実際の年齢よりも肌と顔の老化の生体指標となる¹⁾。例えば医師は、患者の健康状態を推定する際に知覚年齢と実際の年齢を比較する。実際、年老いて見える人は不健康であることが多い²⁾。さらに、肌の色分布等の光学特性は、形状手がかりとは独立に肌年齢や健康、推定や魅力に影響する³⁾。しかし、肌は多層構造のため、光と肌の相互作用は複雑である。肌の反射率は4~7%程度である⁴⁾。残りの光は表皮から拡散層を通して多数に分かれる。すなわち、表面下からの拡散光は入射光の肌細胞と内部構造との相互作用の結果として生じる。交差偏光法を適用すれば、表面下反射から表面反射光を分離することができる⁵⁾。この技法は、画像を用いた肌診断⁶⁾や複雑な肌属性特性、例えば肌の輝き等を検討するために使用されてきた⁷⁾。そこで本稿では、拡散反射光と鏡面反射光が肌年齢の知覚に及ぼす影響について検討した研究成果を紹介する。

一方、肌の光学的側面のみならず、肌質知覚に関する皮膚科学、神経科学、コンピュータ科学という学際的アプローチも盛んになってきている⁴⁾。画像や色彩の解析による肌知覚特性の検討も行なわれているが、平均値や分散等の初等的解析に留まっている⁸⁻¹²⁾。最近、視覚系が画像の高次統計量を手がかりにして光沢等を判断している可能性が示唆されている¹³⁾。また、肌の反射光に対する2次、3次統計量の解析等も行なわれている⁽¹¹⁾が、肌年齢への高次画像統計量の寄与について不明であった。そこで本稿では、歪度等の高次画像統計量を含む肌画像解析を行なった研究成果についても紹介する。これらの研究成果は、肌年齢という、これまで複雑なプロセスと考えられてきた認知特性が、比較的シンプルなモデルで説明でき、精度よく予測できることを示している。

2. 拡散・鏡面反射光の肌年齢認知への効果¹⁴⁾

117名の日本人女性(13-80歳、平均40.1歳、SD17.4歳)の顔写真を蛍光灯ランプ(Panasonic FL20SSENW/18、相関色温度5200K)下の部屋内で偏光フィルタを装着したデジタルカメラ(Nikon D1x)で撮影した。偏光フィルタを装着した場合(拡散反射光成分のみ取得:以下“diffuse”画像と表記)としない場合(拡散反射光+鏡面反射光成分すべてを取得:以下“full”画像と表記)で同じ顔の写真を撮影した。鏡面反射光のみの画像(以下“specular”画像と表記)は“full”画像から“diffuse”画像を差し引くこと(画素値の差分)で生成した。その後、右頬の画像領域を矩形に切り取り、刺激パッチとした。これは、顔の形状や照明条件等の影響を排除し、輝度・色・テクスチャのみの影響を検討するためである。使用した刺激の例を図1に示す。

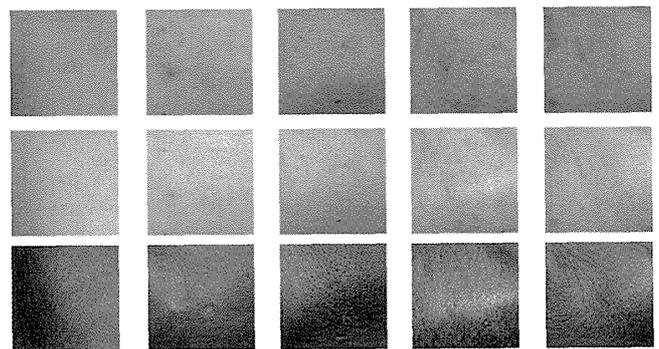


図1 使用した肌パッチ刺激の例
 (上段: “diffuse”、中段: “full”、下段: “specular”)

8名の視覚機能正常な被験者(22-39歳)が、色校正した24.1インチの液晶モニター(EIZO ColorEdge CG245W)上に呈示された刺激パッチを90cmの視距離で観察し(視角5.6 x 5.6[度])、推定した肌年齢をアナログスケールのスライダーをマウスで動かして各刺激3回ずつ応答した。

図2は被験者によって推定された肌年齢の平均値と標準偏差を縦軸に、横軸に刺激パッチ被写体の実年齢を横軸に示した結果である。絶対値（回帰直線の傾き）には多少のずれがあるが、“full”画像で $R = 0.93$ ($p < 0.01$)、“diffuse”画像でも $R = 0.97$ ($p < 0.01$)の相関があることから、刺激パッチ、特に拡散反射光情報だけでも比較的精度よく年齢を推定可能であることがわかる。また、“full”画像と“diffuse”画像の差の平均値が5歳であることから、鏡面反射光成分（てかり成分）は約5歳分だけ年齢を高く推定させる要因になっていることが明らかとなった。

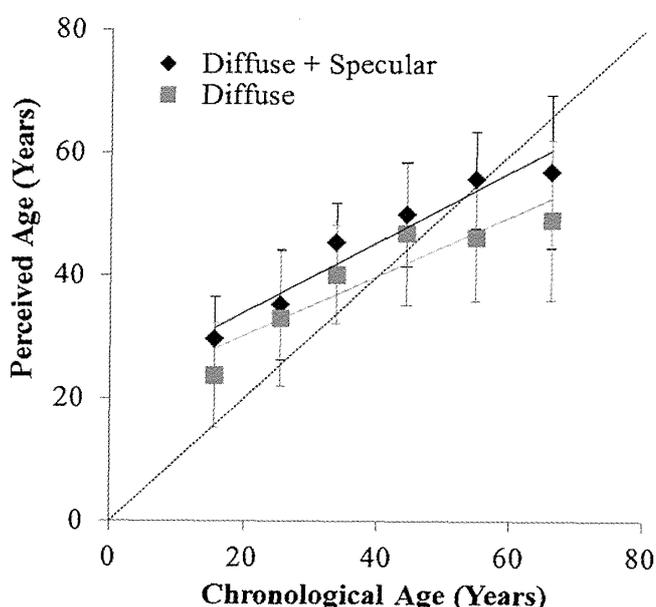


図2 “full”画像(◆)と“diffuse”画像(■)において推定された肌年齢(縦軸)と実際の年齢(横軸)

3. 肌年齢認知と画像統計量¹⁵⁾

前節の“full”画像にさらに1枚を加えた画像を用いて、10人の日本人被験者(21-38歳、男8名、女2名、平均24.6歳)で実験を行なった結果と、各画像の L^* 、 a^* 、 b^* の統計量(平均Mean、標準偏差SD、歪度Skew)との相関関係を表1に示す。表1は、明度 L^* と色度 b^* の情報が肌年齢推定の手がかりとして重要であることを示唆している。具体的には、明度 L^* が暗いほど、また b^* が大きく(黄色く)なるほど年齢が高めに推定されることを示している。また、明度 L^* の標準偏差SDと歪度Skewが推定肌年齢と有意に寄与していることが示された。これらの結果は、各肌質の判定に上記パラメータ値が影響し、その総合判定結果として肌年齢が推定されることを示唆している。

表1 推定肌年齢と L^* 、 a^* 、 b^* との相関関係

Statistic	L^*		
	Mean	SD	Skew
Corr. with chronological age	0.83	0.96	0.78
Significance	0.05	0.01	0.07
Corr. with perceived age	0.88	0.92	0.88
Significance	0.05	0.01	0.05
a^*			
Statistic	Mean	SD	Skew
Corr. with chronological age	0.44	0.06	0.772
Significance	0.38	0.91	0.07
Corr. with perceived age	0.49	0.06	0.825
Significance	0.32	0.91	0.05
b^*			
Statistic	Mean	SD	Skew
Corr. with chronological age	0.88	0.72	0.975
Significance	0.05	0.11	0.01
Corr. with perceived age	0.96	0.63	0.95
Significance	0.01	0.18	0.01

4. まとめ

拡散反射光成分のみを含む画像情報からでも精度よく肌年齢を推定できること、鏡面反射光成分が重畳されることで約5歳年齢を高く推定されることを示した。また、画像中の L^* と b^* の画像統計量が肌質や肌年齢の推定に影響しており、特に輝度分布の平均値、標準偏差、歪度の値が大きく関与していることが示された。肌質や肌年齢も、画像の統計量等から定量的な予測が可能である。

参考文献

- PLoS ONE 4 (2009) e8021
- Epidemiology 15 (2004) 251-252
- Evol. Human Behav. 27 (2006) 433-442
- Found. Trends Comput. Graphics Vision 3 (2007) 1-95
- Proc. 4th Eur. Conf. Computer Vision (1996), Vol. II, 625
- J. Invest. Dermatol. 117 (2001) 1137-1143
- Skin Research and Technology, 18, 3, (2012) 265-271
- Skin Res. Tech. (2010) 16, 168-178
- J Soc Cosmet Chem Jpn (1985) 19, 48-52
- J Med Invest (1998) 44, 121-126
- Skin Res. Tech. (2012) 18, 29-35
- Skin Res. Tech. (2011) 17, 129-134
- Nature (2007) 447, 206-209
- Optical Review, 19 (2012) 167-173
- Skin Res. Tech. (2013) 19, 273-278