

錯視を用いた似顔絵生成システム PICASSO について

村上和人† 興水大和†
中山晶† 福村晃夫†

似顔絵生成は、似顔絵の対象とする人物から受けた印象を物理的に再現する問題である。印象の分析は、顔の認識や識別の問題と同様に、顔の特徴抽出問題に帰着されるが、似顔絵生成の場合は、再現された似顔絵の良否判定、あるいは、評価の問題が生じる。すなわち、単に特徴の抽出と誇張のメカニズムを示しただけでは十分ではなく、評価メカニズムをどこかに組み入れなければ、問題は解決しない。筆者らは、一般に人手によって描かれる似顔絵を、コンピュータに描かせようと試み、そのシステムを PICASSO と名付けて開発している。PICASSO 開発では、まず、誇張メカニズムとして、中割り法 (in-betweening method) を基本とした特徴抽出と誇張プロセスを構築し、誇張法による似顔絵生成方法の特徴と問題点を整理した。次に、評価メカニズムとして、人の目の知覚・認知的現象の一つである錯視現象が似顔絵の評価に利用できる可能性について検討した。そして、錯視量 (錯覚の起こる程度) を基本にした誇張率の制御方法を定式化し、評価プロセスを構築した。具体的には、ヴント・フィック図形錯視、ボンゾ図形錯視、およびミュラー・リヤー図形錯視を顔部品パターンに想定し、また、実験心理学で求められている錯視量を誇張プロセスの終了条件の閾値として利用した。ほとんどの適用例で良好な似顔絵が生成できた。本論文では、具体的な錯視量の定義と誇張率の制御の方法を、種々の似顔絵作品例とともに示す。

On the Facial Caricaturing System PICASSO Using Visual Illusion

KAZUHIITO MURAKAMI,† HIROYASU KOSHIMIZU,† AKIRA NAKAYAMA† and TERUO FUKUMURA†

In the PICASSO, a system for the facial caricature generation, as the basic mechanisms to extract the individuality features of faces and to deform the features have been already constructed, the next important subject is to realize an autonomous mechanism to evaluate the facial caricatures. As visual illusion is one of a few objective phenomena or values which could evaluate the perceptive and cognitive behaviors of the human vision; how the shape, location, size of the figures can be perceived by a lot of experiments in the psychology, some visual illusions such as Wundt-Fick illusion and Ponzo illusion for example, are applied to evaluate the shapes of facial parts such as eye-brows, nose, mouth and face contour, in the deformation process of the PICASSO. In many cases, as well-deformed caricatures are evaluated to be successful, it is confirmed that the utilization of the visual illusion is effective to evaluate the results of caricatures. In this paper, some experimental results are presented together with the definition of the evaluation measures and the further subjects to be discussed.

1. ま え が き

筆者らは、一般に人手によって描かれる似顔絵をコンピュータに描かせようと試み、そのシステムを PICASSO と名付けて開発している。広義には、感性情報処理の一つであるが、人の視覚特性を考慮した画像処理や画像理解を中心的テーマとすることから、PICASSO の開発は、認知的ビジョン (cognitive vision) とでもいふべき分野の一研究である。

ところで、コンピュータは本当に似顔絵を描ける

か? もし可能ならば、よい似顔絵とは何か? 図1の似顔絵を見ると、人は右側の似顔絵は崩れすぎていて、左側の似顔絵の方が出来がよいことは容易に理解できる。では、コンピュータでは、その出来映えはどのように評価したらよいのか? 世に似顔絵師が何人も存在し、それぞれが描く似顔絵は皆、異なっているように、これらの問いに対する回答も一通りではなからう。

顔画像を扱った研究^{1),2)}の中で、似顔絵生成は、似顔絵の対象とする人物から受けた印象を物理的に再現する問題と位置づけられる。印象の分析は、顔の認識や識別の問題と同様に、顔の特徴抽出問題に帰着されるが、似顔絵生成の場合は、再現された似顔絵の良否

† 中京大学情報科学部
School of Computer and Cognitive Sciences
(SCCS), Chukyo University

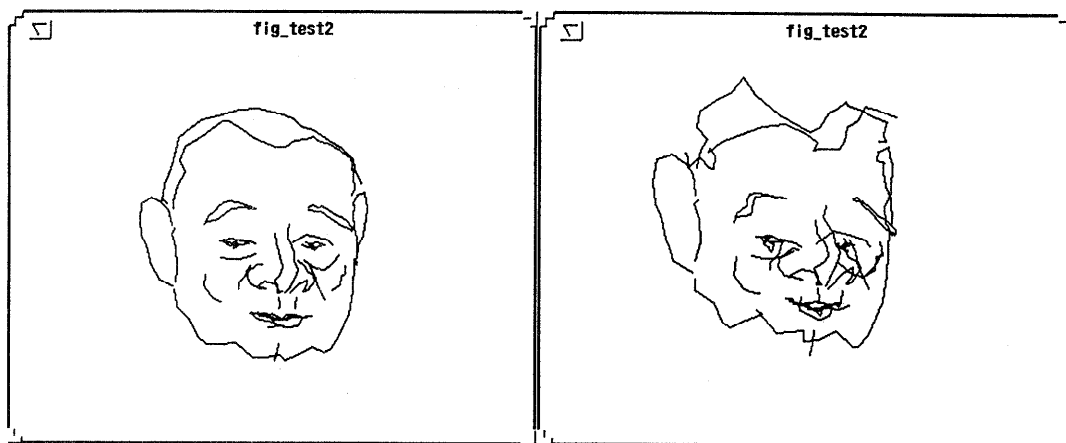


図 1 似顔絵の一例 (右側は誇張し過ぎ)
 Fig. 1 An example of caricatures.
 (the right one is too much deformed)

判定,あるいは,評価の問題が生じる.すなわち,単に特徴の抽出と誇張のメカニズムを示しただけでは十分ではなく,評価メカニズムをどこかに組み入れなければ,問題は解決しない.

そこで,筆者らは,まず,誇張メカニズムとして,中割り法 (in-betweening method) を基本とした特徴抽出と誇張プロセスを構築し,誇張法による似顔絵生成方法の特長と問題点を整理した.次に,評価メカニズムとして,人の目の知覚・認知的現象の一つである錯視現象が似顔絵の評価に利用できる可能性について検討した.そして,人の主観的な判断に委ねられていた評価の手掛かりを,認知科学,実験心理学などに求めながら,客観的な評価尺度^{3)~5)}の導入を行って誇張率の制御方法を定式化し,似顔絵の評価プロセスを構築した.具体的には,顔部品に各種の錯視図形⁶⁾を想定し,実験心理学などで求められている錯視量(錯覚の起こる程度)を誇張プロセスの終了条件の閾値として利用し,相当量の錯視が生じたら誇張(変形)プロセスを終了する,あるいは,錯視を生じるように強引に物理的変形を行うことにより,より印象的な似顔絵の生成を試みた.

本論文では,まず,2章で誇張法による似顔絵生成方法の概略について述べ,その特長と問題点について整理する.次に,3章で錯視による似顔絵評価の基本方針について述べた後^{7),8)},4章でヴェント・フィック図形錯視,ボンゾ図形錯視,ミュラー・リヤー図形錯視を組み合わせた利用して,似顔絵生成において,どこまで出来映えを評価できるかをいくつかの似顔絵

作品例とともに示す.

2. 似顔絵生成方法

本章では,中割り法 (in-betweening method⁹⁾) と呼ばれる誇張法について紹介する.基本的考え方は,「特徴のない」平均的な顔画像と入力顔画像とのズレ部分を個人性特徴として抽出し,その特徴を誇張して似顔絵を生成するものである.すなわち,「普通の人より目が大きければ,より目を大きく,また,口が右に寄っていれば,より右に寄せて描いてやる」という基本的な似顔絵描画手法を,コンピュータ処理手順的に分析し,実現したものである.

2.1 顔のデータ構造

2.1.1 顔データの初期記述

筆者らが開発中の似顔絵師システムPICASSO^{10)~14)}では,顔をパターン平面上の x - y 座標値 (x_i, y_i) ($i=1, \dots, N$) で表現し,これらを直線で結び,線画として顔を生成・表現している.図2に顔要素の一例を示す(正面顔).

顔データは,大別して,次にあげる3つのクラスの顔部品/要素で構成されている.

- 基本部品……一般人が共通に持つ基本的な部品
[コモンパーツ] [ex. 目, 鼻, 口, …]
 - 付加部品……特別に持つ顔部品/要素
[デコラパーツ] [ex. 髭, 皺, 黒子, 眼鏡, …]
 - 隠れ部品……髪などで隠れて見えない顔部品
[ヒドンパーツ] [ex. 髪に隠れた耳, …]
- 普通の顔の場合,基本部品の数は37であり,各部品

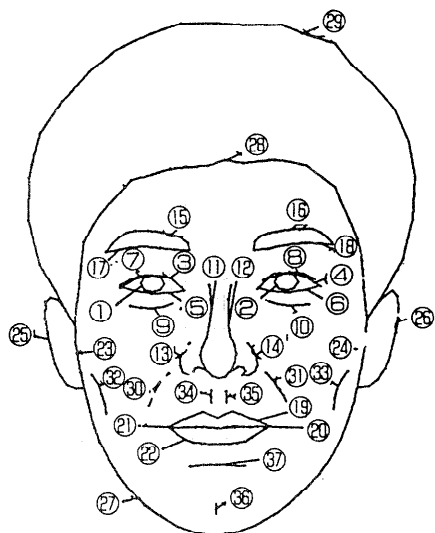


図2 PICASSOにおける顔要素一覧(基本部品)
Fig. 2 An example of facial parts (common parts).

ごとのデータ数は一定である。付加部品、隠れ部品は、大きさ、形状とも変化に富むので、個数、データ数ともに任意である¹⁵⁾。

2.1.2 顔データの正規化

写真やTVカメラより入力される顔データの傾きや大きさは一定ではない。そこで、個人性特徴抽出を容易にするために、各人の初期データは、

- ①左目の虹彩の始点の位置=固定
- ②左右の虹彩の始点を結んだ線分=水平
- ③左右の虹彩の始点を結んだ線分=一定長

となるように、あらかじめ簡単なアフィン

変換を施して正規化しておく。

2.2 基準顔(平均顔)

個人性特徴の抽出のための基準顔として、特徴のない顔を用意する。PICASSOでは、次式、

$$x_i^{(S)} = \sum_{j=1}^M x_i^{(j)} / M, \quad y_i^{(S)} = \sum_{j=1}^M y_i^{(j)} / M$$

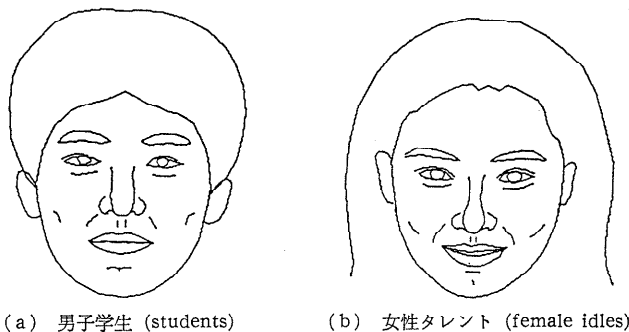
$$i=1, 2, \dots, N \quad (1)$$

のように、対応する点 (x_i, y_i) ($i=1, \dots, N$)ごとにM人の顔の平均を取った「平均顔」を基準顔として用いている。

図3に平均顔の一例を示す。図3(a)は平均年齢22歳の男子学生、図3(b)は20歳前の女性タレントから作成したものである。

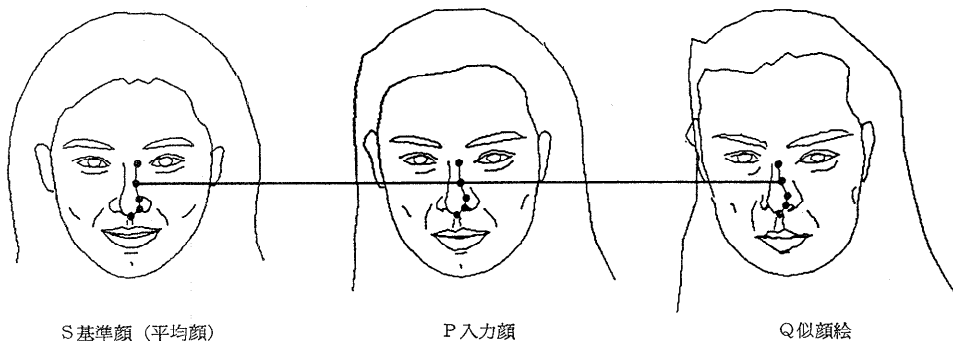
2.3 中割り法とデフォルメ

中割り法による似顔絵生成は、図4に示すように、入力顔P(簡単なアフィン座標変換を施して正規化してある)、および、特徴のない平均的な顔S(2.2節の基準顔、あるいは、平均顔)を与え、誇張率bを用い



(a) 男子学生 (students) (b) 女性タレント (female idles)

図3 平均顔の一例
Fig. 3 An example of mean face.



S基準顔(平均顔) P入力顔 Q似顔絵

図4 中割り法による似顔絵生成の仕組み
Fig. 4 The principle of the in-betweening method for caricature generation.

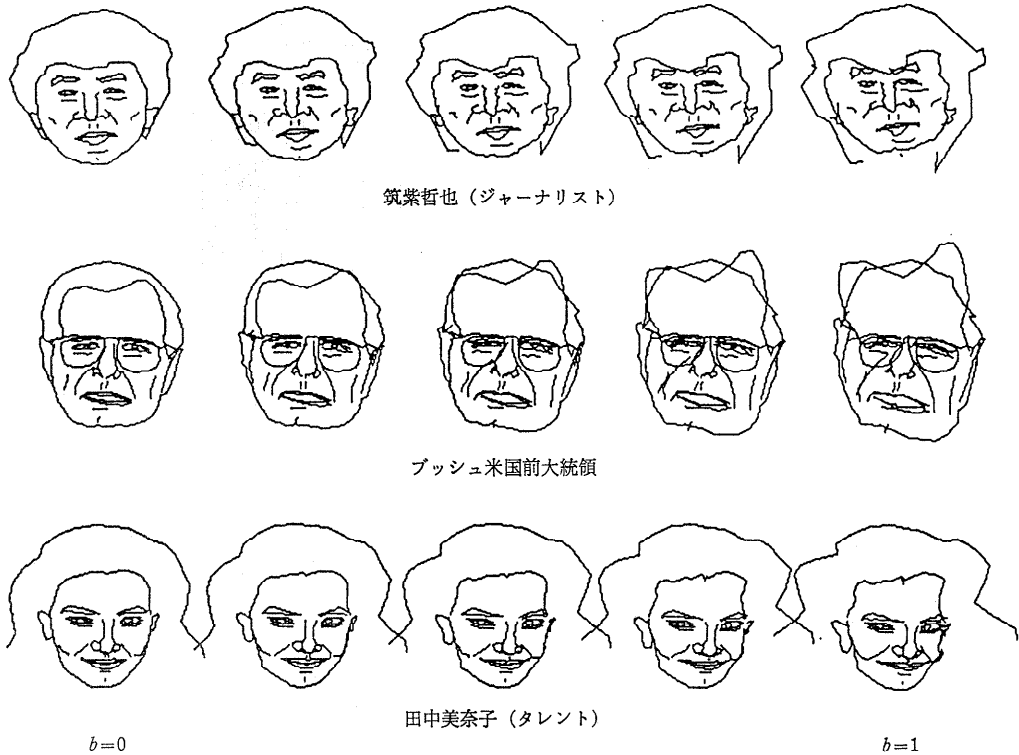


図 5 誇張率の変化による似顔絵の生成過程
 Fig. 5 The deformation process by the exaggeration weight.

た次式,

$$\begin{aligned} x_i^{(Q)} &= x_i^{(P)} + b \cdot (x_i^{(P)} - x_i^{(S)}) \\ y_i^{(Q)} &= y_i^{(P)} + b \cdot (y_i^{(P)} - y_i^{(S)}) \\ i &= 1, \dots, N \end{aligned} \quad (2)$$

の変形 (中割り法) により, 似顔絵 Q を生成する. 誇張率 b を増加させるに従い, 顔の個人性特徴をより誇張した似顔絵が得られる.

2.4 似顔絵作品例

図 5 に中割り法で作成した似顔絵の一例を示す. 並んでいる 5 つの顔は, 誇張率 b を 0.25 刻みで変えて似顔絵の生成過程を示したものであり, 一番左が $b=0$, 一番右が $b=1.0$ である.

3. 錯視による似顔絵評価の基本方針

3.1 似顔絵評価の定式化

似顔絵の良否は, 一般的には, 写真やテレビなどで見る顔と比較して評価される. これは, 図 6 (a) に示すように, 原画像と似顔絵の比較, すなわち, ①「無誇張の顔」と「誇張された顔」との比較である. 他方, 図 6 (b) に示すように, 似顔絵の生成過程が観察

できる場合や, 多数の変形された顔の中から最良の似顔絵を選択する場合などは, ②「誇張された顔」と「さらに誇張された顔」との比較である.

このことは, 誇張率 (誇張の程度) を b , 一般化された物理量 (距離, 角度, 錯視量など) を $g(b)$, 評価閾値を $\theta_0, \theta_{\Delta b}$ とおいて一般形で記述すると, 上述の ①, ②の比較評価式は, おおの, ①,

$$\frac{g(b)}{g(0)} \geq \theta_0 \quad (3)$$

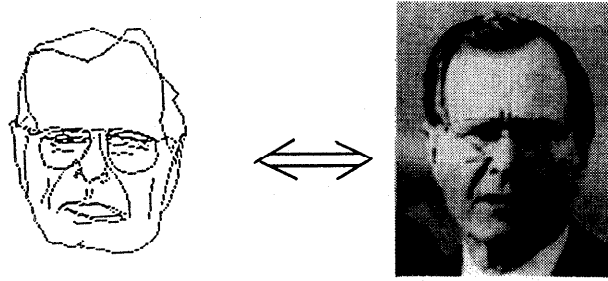
$$\frac{g(b)}{g(b-\Delta b)} \geq \theta_{\Delta b} \quad (4)$$

のように定式化できる.

すなわち, 誇張にともなって変化するある物理量 $g(b)$ に注目し, $g(0) \times \theta_0$ と等しくなったら適度にデフォルメされたと考え, 誇張プロセスを終了する (符号の “<”, “>” は, 誇張不足, 誇張過多を意味する)^{16), 17)}.

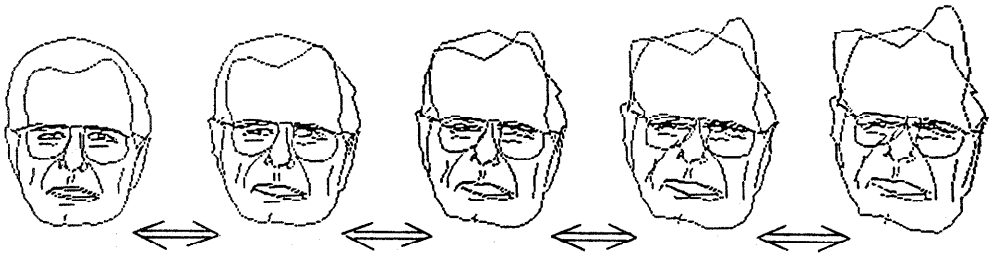
3.2 錯視量の適用と評価

式 (3), (4) で示したある物理量 $g(b)$ と評価閾値 θ に, 錯視量を適用することを試みる. すなわち, 顔



似ている？

(a) 「無誇張の顔」 v.s. 「誇張された顔」
 (a) "undeformed face" v.s. "deformed face."



どれがベスト？

(b) 「誇張された顔」 v.s. 「さらに誇張された顔」
 (b) "less deformed face" v.s. "more deformed face."

図 6 似顔絵評価時の比較対象顔

Fig. 6 The reference face for the evaluation

部品/顔要素に錯視図形パターンを想定し、錯視量を求める。なお、顔部品の形状は複雑で、理想的な錯視図形は想定しにくいので、次のように係数（関数）により補正する。

$$g'(b) = g(b) \times (1 + \alpha) \quad (5)$$

α : 補正係数（関数）

誇張プロセスを制御する閾値 θ は、実験心理学で得られている人の目の錯視量を用いる。こうすると、人のものの見え方を定量的に評価した数値を直接的に利用することになるので、似顔絵の出来映えを、人の目の特性に準拠して評価したといえる。

4章では、ヴント・フィック図形錯視、ミュラー・リヤー図形錯視、および、ポンゾ図形錯視と、実験心理学で得られているおのおのの錯視量（例えば、何%長く見えるかといった値、など）を、式(3)の物理量 $g(b)$ と閾値 θ に適用した例について紹介する^{16)~21)}。

4. 錯視図形と適用事例

4.1 ヴント・フィック図形錯視の利用

4.1.1 ヴント・フィック図形錯視

ヴント・フィック図形錯視（分割過小視）と呼ばれ

る一例を図7(a)に示す。同じ長さの線分でも、分割された側の線分の長さは、実際よりも短く見えるという錯視である。

4.1.2 錯視量の定義と適用

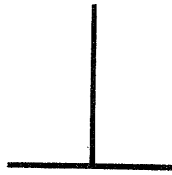
図7(b)に示すように、水平線分の長さを h 、垂直線分の長さを v とする。水平線分と垂直線分間の距離 d が大きくなるほど錯視効果は小さくなる。また、2つの線分が θ の傾きを持つとき、 θ が直角から離れるにしたがって、錯視効果は小さくなる。

PICASSO では、図7(c)に示すように、眉毛でできる横のストロークと鼻の線で決まる縦のストロークを、分割過小視と呼ばれるヴント・フィック図形に対応させて、顔の内部部品の縦横比の印象的構造（崩れているか否か）を評価する。ヴント・フィック図形錯視の錯視量 $g_{wf}(b)$ は、便宜的に、

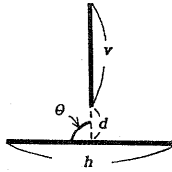
$$g_{wf}(b) = \frac{v(b)}{h(b)} \times (1 + \alpha) \quad (6)$$

$$\alpha = 0.15 \times \exp\{1 - (v/h + h/v)/2\} \cdot \sin \theta \cdot \exp(-d/v) \quad (7)$$

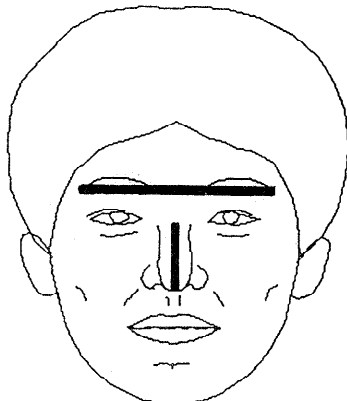
のように定義する。なお、補正係数（関数） α は誇張率 b の関数であるが、式表記では省略してある。



(a) ヴント・フィック図形の一例
(a) An example of Wundt-Fick visual illusion.



(b) 錯視量の定義
(b) Variables for the visual illusion measure.



(c) 顔パターンへの適用例
(c) Applied example.

図7 ヴント・フィック図形錯視
Fig. 7 Wundt-Fick visual illusion.

4.2 ミュラー・リヤー図形錯視の利用

4.2.1 ミュラー・リヤー図形錯視

ミュラー・リヤー図形錯視は、同じ長さの線分でも、補助的な線分が加わると、長く/短く見えるというものである。一例を図8(a)に示す。

4.2.2 錯視量の定義と適用

図8(b)に示すように、中央の線分の長さを L 、4つの矢羽根の長さを、おのおの、 f_1, f_2, f_3, f_4 とする。また、矢羽根 f_1 と f_2 のなす角を θ_1, f_3 と f_4 のなす角を θ_2 、さらに、3つの線分からの距離総和の最小点と、3つの線分の端点までの距離を d_1, d_2, d_3

とする。(他方は、 d_4, d_5, d_6)。矢羽根の先の3線分が集中して尖っているほど効果は大きく、また、矢羽根が長すぎる/短かすぎる場合は、効果はしだいに小さくなる。さらに、角度にも依存する。

PICASSO では、図8(c)に示すように、両目と鼻と口の計4カ所にミュラー・リヤー図形を適用している。具体的には、①目の水平線分(物理的には存在しないが、主観的に存在するので、目尻と目頭の座標を指定する)と目の上辺と下辺(ただし、目尻に皺がある場合は皺を利用する)、②上唇の下辺(または下唇の上辺)と唇の上下の辺(ただし、口の皺が顕著な場合は、皺を利用する)、③眉(または目)と鼻と口の皺、におおのミュラー・リヤー図形を想定している。

ミュラー・リヤー図形錯視の錯視量 $g_{ML}(b)$ は、便宜的に、

$$g_{ML}(b) = 1 + \beta \tag{8}$$

$$\beta = 0.20 \times \beta_1 \times \beta_2 \times \beta_3 \tag{9}$$

のように定義する。ただし、

$$\beta_1 = \frac{16 \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4}{L^4} \times \exp \left\{ -4 \left(1 - \frac{\sqrt{f_1 \cdot f_2} + \sqrt{f_3 \cdot f_4}}{L} \right) \right\} \tag{10}$$

$$\beta_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \{ \sin \theta_1 \cdot \exp(\pi/4 - \theta_1) + \sin \theta_2 \cdot \exp(\pi/4 - \theta_2) \} \tag{11}$$

$$\beta_3 = \frac{1}{2} \{ \exp(-(d_1/L + d_2/f_1 + d_3/f_2)) + \exp(-(d_4/L + d_5/f_3 + d_6/f_4)) \} \tag{12}$$

である。なお、補正係数(関数) β は誇張率 b の関数であるが、式表記では省略してある。

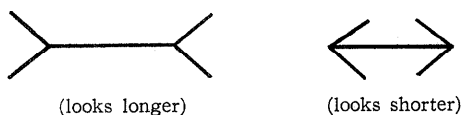
4.3 ポンゾ図形錯視の利用

4.3.1 ポンゾ図形錯視

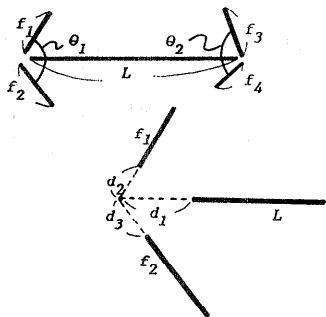
ポンゾ図形錯視は、逆V型の枠組(条件図形)の内側の2本の水平線分は物理的には同一の長さであるが、枠組の線分に影響されて、角頂に近い上方の水平線分の方が長く見える錯視現象である。一例を図9(a)に示す。

4.3.2 錯視量の定義と適用

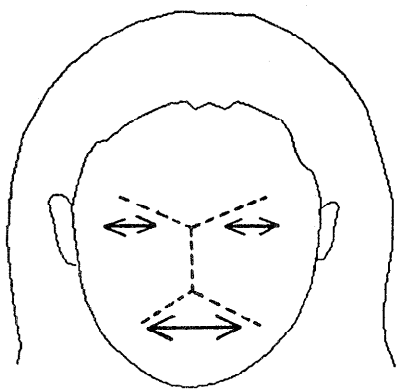
図9(b)に示すように、水平線分の長さを L_1, L_2 、水平線分の位置における条件図形の線分間の距離を w_1, w_2 とする。また、頂角の2等分線と水平線分のなす角を θ_1, θ_2 とする。頂角が大きいほど効果は大きい。また、輪郭の直線との相対的な位置関係によって、 L_1 が長く見えたり、 L_2 が短く見えたりする。



(a) ミュラー・リヤー図形錯視の一例
(a) An example of Müller-Lyer visual illusion.



(b) 錯視量の定義
(b) Variables for the visual illusion measure.



(c) 顔パターンへの適用例
(c) Applied example.

図 8 ミュラー・リヤー図形錯視
Fig. 8 Müller-Lyer visual illusion.

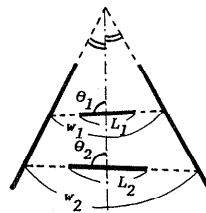
PICASSO では、図 9 (c) に示すように、目と口を水平線分に、また、髪の毛の生え際（または、髪の毛の輪郭）を条件図形と見なしたポント図形に対応させて、顔の輪郭との印象的構造を評価する。ポント図形錯視の錯視量 $g_{PZ}(b)$ は、便宜的に、

$$g_{PZ}(b) = \frac{L_1(b)}{L_2(b)}(1 + \gamma) \quad (13)$$

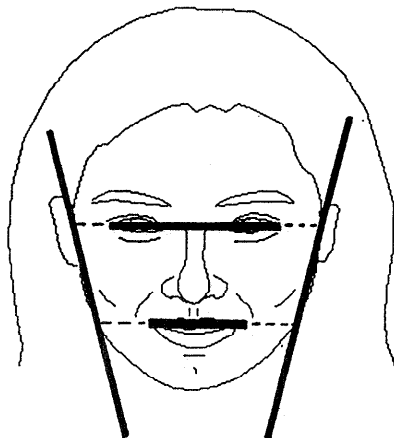
$$\gamma = 0.10 \times \frac{L_1 \cdot w_2}{L_2 \cdot w_1} \cdot \cos \theta_1 \cdot \cos \theta_2$$



(a) ポント図形の一例
(a) An example of Ponzio visual illusion.



(b) 錯視量の定義
(b) Variables for the visual illusion measure.



(c) 顔パターンへの適用例
(c) Applied example.

図 9 ポント図形錯視
Fig. 9 Ponzio visual illusion.

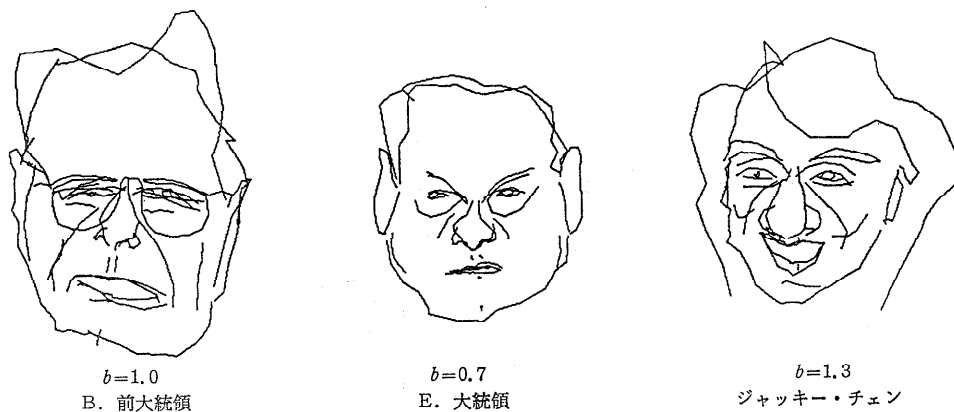
$\times \exp\{1 - (L_1/W_1 + W_1/L_1)/2\}$ (14) のように定義する。なお、補正係数（関数） γ は、実際は誇張率 b の関数であるが、式表記では省略してある。

5. 実験

5.1 錯視による制御実験例

5.1.1 ヴント・フィック図形錯視による制御

図 10 に実験結果の一例を示す。これは、眉と鼻に適用したヴント・フィック図形錯視のみで制御した例である。図 10 (a) は、 $g_{wF}(b)$ が、 $g_{wF}(0) \times 1.10$ (110



(a) ヴント・フィック図形錯視による制御
 (a) The best caricatures controlled by Wundt-Fick visual illusion measure.



(b) ポンゾ図形錯視による制御
 (b) The best caricatures controlled by Ponzo visual illusion measure.

図 10 実験結果の一例
 Fig. 10 Examples of caricatures.

%) を越えたところで誇張プロセスを終了させたものである。1.10(110%) なる値は、実験心理学より得られたヴント・フィック図形錯視の典型的な値である。多くの場合、ヴント・フィック図形錯視のみで変形プロセスをうまく停止させることができた。

5.1.2 ポンゾ図形錯視による制御

図 10(b) は、ポンゾ図形錯視によって制御した例である。ヴント・フィック図形錯視による評価と同様に、 $QPZ(b)$ が $QPZ(0) \times 1.06(106\%)$ を越えたところで誇張プロセスを終了させたものである。1.06(106%) なる値は、実験心理学より得られたポンゾ図形錯視の典型的な値である。

5.2 特徴量の判別と制御手順

4 章では単独の錯視量による制御手法と制御実験例を紹介したが、現実には、複数の錯視現象が同時に生

起していることが予想される。そこで、複数の錯視図形が混在していた場合、図 11 のルールにしたがって、錯視の選択・適用手順の設定を行う。

例えば、図 11 に示した rule-1 は、ヴント・フィック図形錯視による評価で、顔バランスの保持のために $g_{WF}(b)/g_{WF}(0)$ の増加上限値を +10% に設定したものであり、この値に達したら、中割り法による誇張プロセスを停止する。rule-2 は、錯視が閾値 (+10%) に満たなくても、極大値になったら、その地点を最崩点と見なし、誇張プロセスを停止する。rule-3 は、 $g_{WF}(b)/g_{WF}(0)$ の値があまり変化しない場合であり、平均顔に近い整った顔の場合に多く見られる。この場合は、ヴント・フィック図形錯視では十分評価できないと考え、ポンゾ図形錯視あるいはミュラー・リヤー図形錯視で制御する。

visual illusion rules	
# rule-1	: if value (gWF (b)/gWF (0))>=1.10 then 誇張停止 ; 顔バランスの保持
# rule-2	: if func (gWF (b)/gWF (0)):極値 then 誇張停止 ; 最崩点
# rule-3	: if func (gWF (b)/gWF (0)):緩単調増加 then check PZ, ML ; バランス変化小
# rule-4	: if func (gWF (b)/gWF (0)):緩単調減少 then check PZ, ML ; バランス変化小
# rule-5	: if value (gPZ (b)/gPZ (0))>=1.06 then 誇張停止 ; 顔輪郭形状補正
# rule-6	: if func (gPZ (b)/gPZ (0)):変化小 then check others ; 均整顔,特徴少
# rule-7	: if value (gML (b)/gML (0))>=1.20 then 誇張停止 ; 形状バランスの保持
# rule-8	: if func (gML (b)/gML (0)):同傾向 then check PZ ; 形状的特徴埋没
# rule-9	: if func (gML (b)/gML (0)):顕著 then 特徴部品誇張 ; 顔部品が特徴的

図 11 錯視の選択・適用ルール

Fig. 11 The rules for the selection of visual illusion.

同様に, rule-5, 6 はボンゾ図形錯視, rule-7, 8, 9 はミューラー・リヤー図形錯視に関するもので, 大まかには, 目鼻のバランス→顔輪郭→個別部品の順で制御を行っている。

6. まとめと課題

似顔絵の出来映えの評価法として, 錯視現象の導入を試みた。ヴント・フィック図形, ミューラー・リヤー図形, および, ポンゾ図形のおのおのの錯視評価式を定義し, 誇張率の制御の方法を紹介した。いく例かの顔データに適用して実験した結果, 人の錯視現象を利用すれば, 似顔絵の出来映えを PICASSO 自身で評価させる可能性を確かめることができた。このことは, 単に PICASSO システムの評価法の確立に留まらず, いわば, 「認知的ビジョン」という観点からも意義深い。さらに, 中割り法の枠組を越える似顔絵生成や, 似顔絵の自動作成への手がかりを得たといってもよい²²⁾。

本稿で一部示したように, 錯視図形を適用する場合には, 複数の錯視現象の組み合わせの適用が現実的であり, この意味からも, 錯視図形相互のより多角的な扱いが必要である。視野上半過大視など, 他にも認知的評価に有効と考えられる錯視現象は, 多数知られているので, 本稿の WF, ML, PZ のおのおのの値と併せて, 総合的に似顔絵変形の仕組みを検討することが期待される。

謝辞 本研究の一部は, 平成4年度文部省科研費

(重点領域研究 No. 04236221), (財)人工知能研究振興財団の平成4年度研究助成金, (財)堀情報科学振興財団(平成4年度研究助成金)の支援による。

参考文献

- 1) 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU '92) 論文集Ⅱ, 情報処理学会コンピュータビジョン研究会, 札幌市 (1992.7. 16-18).
- 2) シンポジウム「顔」—ヒューマンコミュニケーションの原点をさぐる—資料, 工学院大学 (1992. 3. 9).
- 3) V. ブルース (吉川 訳): 顔の認知と情報処理, サイエンス社 (1990).
- 4) ワークショップ「顔」(世話役代表 原島) (1991. 8. 26, 27).
- 5) 村澤博人: 顔と文化, 「顔」シンポジウム資料, pp. 19-29, 工学院大学 (1992. 3. 9).
- 6) 今井省吾: 錯視図形, サイエンス社 (1980).
- 7) 興水大和: コンピュータは, 本当に似顔絵を描けるか?—コンピュータビジョンというサイエンス, 大学時報, 第220号, pp. 114-123 (1991).
- 8) 興水, 村上, 中山, 福村: 似顔絵の出来をどう評価するか?—PICASSO システムのデフォルト制御—, 画像ラボ, Vol. 3, No. 9, pp. 27-31 (1992).
- 9) Brennan, S. E.: Caricature Generator, *Degree of Master of Science*, MIT (Media Lab.) (1982)
- 10) Koshimizu, H., Murakami, K., Nakayama, A. and Fukumura, T.: Computer Generation of Facial Caricature: PICASSO Project—A Step toward the Description & Generation of Non-verbal Information—, *Proc. of PRICAI '90*

(Nagoya) (Nov. 1990).

- 11) 奥水, 村上, 中山, 福村: PICASSO (ピカソ): 似顔絵師システム, 画像ラボ, Vol. 1, No. 9, pp. 24-31 (1990).
- 12) 村上, 中山, 奥水, 福村: 似顔絵師システム PICASSO 一空間次元における任意角度の顔パターンデータの生成一, 信学技報, PRU 91-17, pp. 41-48 (1991).
- 13) 村上, 奥水, 中山, 福村: 似顔絵師システム PICASSO について, 計測自動制御学会第 17 回パターン計測部会研究会資料, pp. 25-32, 中京大学 (1991.10)
- 14) 村上, 奥水, 中山, 福村: 似顔絵師システム PICASSO について—その生い立ちから現在まで一, 名古屋大学大型計算機センターニュース, Vol. 23, No. 3, pp. 235-252 (1992).
- 15) 村上, 奥水, 中山, 福村: 似顔絵師システム PICASSO における顔データの記述について, 信学技報, PRU 92-13, pp. 95-101 (1992).
- 16) Murakami, K., Koshimizu, H., Nakayama, A. and Fukumura, T.: Facial Caricaturing Based on Visual Illusion—A Mechanism to Evaluate Caricature in PICASSO System—, *Proc. of PRICAI '92, Seoul* (1992.9).
- 17) 村上, 奥水, 中山, 福村: 似顔絵コンピュータ PICASSO 開発の試み, 情報処理学会研究報告, 92CH-16, pp. 1-8 (1992).
- 18) 奥水, 村上, 中山, 福村: 錯視を利用した似顔絵変形の自律的制御について, 1991 年度人工知能学会全国大会, 15-8, pp. 615-618 (1991.6).
- 19) 奥水, 村上: 似顔絵師システム PICASSO について, 日本行動計量学会第 19 回大会, pp. 166-171 (1991.8).
- 20) Murakami, K., Koshimizu, H., Nakayama, A. and Fukumura, T.: Facial Caricaturing System PICASSO—An Autonomous Deformation Based on Visual Illusions—第 1 回日韓コンピュータビジョン共同会議 CV '91, pp 518-524, Seoul (1991.10).
- 21) 村上, 奥水, 中山, 福村: 錯視現象を利用した似顔絵変形の自律的評価—PICASSO システムのデフォルメ制御—, 第 22 回画像工学コンファレンス論文集, pp. 81-84 (1991.12).
- 22) 新たな娯楽分野の創造に挑む “知的エンターテインメント”, 日経 AI 別冊 1991 年冬号, pp. 82-89 (1991).

(平成 4 年 12 月 16 日受付)

(平成 5 年 7 月 8 日採録)



村上 和人 (正会員)

1984 年名古屋大学理学部物理学科卒業。同年, 名古屋市工業研究所電子部勤務, 1991 年中京大学情報科学部助手。似顔絵生成システム (PICASSO) の研究をはじめ, X線写真の画像処理・パターン認識システム開発, パターン形状特徴抽出アルゴリズム (Hough 変換) の研究などに従事。電子情報通信学会, 人工知能学会, 日本非破壊検査協会各会員。



奥水 大和 (正会員)

昭和 45 年山梨大学工学部電気工学科卒業。昭和 47 年名古屋大学大学院工学研究科 (電気, 電子工学専攻) 修士課程修了。昭和 50 年同博士課程修了。その後, 名古屋大学工学部助手, 名古屋市工業研究所勤務を経て, 昭和 61 年より中京大学。現在, 情報科学部教授, 工学博士。画像処理, パターン認識・理解, コンピュータビジョンとそれらの産業応用・医学応用の研究, 似顔絵生成を通して視覚感性の実現 (「cognitive vision」) の研究, Hough 変換を契機にして画像処理アルゴリズム効率化の研究に関心を持つ。電子情報通信学会, 人工知能学会, 計測自動制御学会, 日本 ME 学会, テレビジョン学会, 等各会員。電気学会調査専門委員, 計測自動制御学会パターン計測部会副主査, 日本非破壊検査協会特別研究委員 (005/008), 日本 ME 学会東海支部評議員, ほか。著書, 画像処理の基本技法 (共著) 技術評論社, コンピュータビジョン (共著) 丸善, 等。



中山 晶

昭和 22 年生。昭和 45 年愛知工業大学電子工学科卒業。昭和 53 年名古屋大学大学院工学研究科情報工学専攻博士後期課程修了。同年同大学工学部助手。昭和 63 年中京大学に移り, 現在同大学情報科学部情報科学科講師, 工学博士。コンピュータビジョンの研究に従事。CG, VR に興味を持つ。平成元年と平成 3 年に第 20, 22 回画像工学コンファレンス優秀ポスタ論文賞受賞, 電子情報通信学会, 人工知能学会, 日本 ME 学会, 各会員。

**福村 晃夫 (正会員)**

1925年生. 1949年名古屋大学工学部電気学科卒業. 工学博士. 1988年まで名古屋大学教授, 現在, 中京大学教授. 情報科学部長, 知能化, 感性等の研究に興味. 著書, オートマトン・形式言語理論と計算論他数編. 人工知能学会初代会長, 名誉会員, 電子情報通信学会, 日本音響学会, 日本 ME 学会正会員, AAAI 会員.
