

人の表情の識別

The discernment of personal expression

○有田 貴博*, 坂野 進**

○Takahiro Arita*, Susumu Sakano**

*日本大学大学院工学研究科, **日本大学工学部

*, **Nihon University, College of Engineering

キーワード: RGB信号(RGB-Signals), MTS法(Mahalanobis-Taguchi-System),

マハラノビスの距離(Mahalanobis distance), 直交表(Orthogonal Array),

FFT(Fast Fourier Transform)

連絡先: 〒963-1165 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地

日本大学 工学部 機械工学科 メカトロニクス研究室

坂野 進, Tel.:(024)956-8774, Fax.:(024)956-8860, E-mail:sakano@mech.ce.nihon-u.ac.jp

1. はじめに

近年のコンピュータ技術や通信システムの進歩、あるいは社会的ニーズの増大に伴い、かつては夢のように考えられていた遠隔医療が今や現実のものになりつつある。しかし、その具体的な方法についてはまだ模索中の施設も少なくないと思われる。

一般的に私達が国内で遠隔医療を実施する目的としては、遠隔地の医師に対する医療支援(診断治療のアドバイス)、在宅医療等が考えられる。医療支援にも種々のケースが想定されるが、代表的なものとして山間僻地や離島の様な過疎地域に対する一般診療の支援、あるいは地方都市の一般病院と大都市の基幹病院とを結ぶ専門医療の支援等が考えられる。

一方、在宅医療目的では、寝たきり老人の状態をテレビ動画像である程度把握し、介護

方法を付き添いの家人やヘルパー等に指示したりすることが考えられる。また血圧、心電図、体温、呼吸数、酸素飽和度等の医療データを自動的に計測し、伝送するシステムも考案されている。

そこで本研究では、こういった遠隔医療の流れに応じ、対象となる人間の表情や血圧・血流の状態や心電図などから、遠隔地にいる患者や寝たきり老人の体調や気分などの異常の有無を判別し、あるならばどこに異常が見られるか、どの程度の症状なのかを判断することのできるシステムの構築を目指し、研究を進めている。

まず行っているのが表情認識である。これは、ある個人の様々な表情を取り込み、多次元情報分析法であるMTS法を用いて解析し評価する事で、それぞれの表情を識別しようというものである。

2. MTS法

2.1 MTS法

MTS法では多次元の情報を総合し、ただ一つの距離に対する誤差の評価によって、システムの有効性を総合判定することが可能である。そのため、MTS法では多次元空間における基準点と単位量を定義する。これにより、多次元空間における評価のための物差しができる。そして比較対象物が基準空間からどのくらい離れたものにあるのか、距離尺度で判定評価するシステムである。

2.2 マハラノビスの距離

マハラノビスの距離は、多変量解析の判別分析法で出てくるもので、相関と密度（勾配）を考慮した距離のことである。マハラノビスの距離の定義について以下に記す。

基準空間を決め、計測特性を、 $X_1, X_2, \dots, X_k$ とする。基準空間の n 個の対象に対して、それらのデータを集めたものから平均 $m_1, m_2, \dots, m_k$ と標準偏差 $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_k$ を求めて、次式で元データを基準化し以下のようにまとめる。

$$x_{ij} = \frac{X_{ij} - m_i}{\sigma_i} \dots\dots (1) \quad \begin{pmatrix} i=1, 2 \dots k \\ j=1, 2 \dots n \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{k1} & x_{k2} & \dots & x_{kn} \end{pmatrix}$$

次に、相関行列 R の各要素 r_{ij} を式 (2) より求める。

$$r_{ij} = \frac{1}{n} (x_{i1}x_{j1} + x_{i2}x_{j2} + \dots + x_{in}x_{jn}) \dots\dots (2) \quad (i, j = 1, 2, \dots, k)$$

$$R = \begin{pmatrix} 1 & r_{12} & \dots & r_{1k} \\ r_{21} & 1 & \dots & r_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{k1} & r_{k2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

相関行列 R の逆行列 A を求める。

$$A = R^{-1} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1k} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{k1} & a_{k2} & \dots & a_{kk} \end{pmatrix} \dots\dots\dots (3)$$

以上から求めたデータベースとしてマハラノビスの距離 D^2 は式 (4) で表すことができる。

$$D^2 = \frac{1}{k} \sum_{ij} a_{ij} \times \frac{(X_i - m_i)}{\sigma_i} \times \frac{(X_j - m_j)}{\sigma_j} \dots\dots\dots (4)$$

以上から得られた基準空間と、評価対象のマハラノビスの距離とを、ある範囲でしきい値を設けることで二つのグループに判別するものである。そのモデルを Fig. 1 に示す。

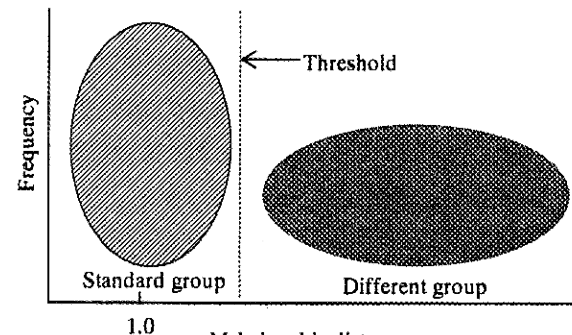


Fig.1 Concept of Mahalanobis distance

3. 高速フーリエ変換

周波数解析法の1つで、フーリエ変換を時間と周波数に関して離散化したものが離散フーリエ変換 (DFT) であるが、DFTはデータ数が大きくなるとその計算量は膨大なものになり実用的な計算時間では結果が得られなくなる。

そこでこのDFTを高速化したものが高速フーリエ変換（FFT）であり、ある程度のデータ数まで実用的に計算可能にした。

しかし、高速化のアルゴリズムの制約によりデータ数は2のべき乗個に制限される。

また、周波数の離散化によってデータの周期性が仮定されるため、通常はFFTの実行前に、データに窓関数を掛けておくことが必要である。

4. 画像データの取り込み

実験では2人の人間に4種類の表情をしてもらい、それぞれについて複数枚写真に撮り、スキャン時にコンピュータへ送信される画像のRGB信号の波形をオシロスコープにより読み取って、それらの信号から特徴を抽出する。

この特徴抽出をMTS法における基準空間に適用することによって、各表情の画像データの特徴をデータベースとして取り扱うことができ、比較する他の表情データと設定した基準空間とのマハラノビスの距離の差から表情を識別することが可能であると考えられるため、MTS法の適用を試みた。

5. 直交表

直交表を以下に示す。

直交表は主に第一水準と第二水準からなっており、これにデータを割り付けて基準空間を作成する。

この時、割り付けるデータに対して変化率によってノイズを加える事で、ロバスト性を持たせ、比較的少ないデータからでも、相関が0で平均値が一定の均質な仮想データ群を作成することができる。

以下に示した直交表はL256の物で、今回の実験に使用するために私が作成したものである。

Table.1 Orthogonal array experiment
($L_{256}(2^{255})$)

No.	Parameters				
	1	2		2	2
				5	5
				4	5
1	1	1		1	1
2	1	1		2	2
3	1	1		2	2
⋮					
255	2	2		1	2
256	2	2		2	1

6. 実験

6. 1 実験方法

- (1) 2人の人に無・笑い・怒り・驚きという4つの表情をしてもらい、それぞれを写真に撮る。
- (2) これらの写真全てに対し、顔の部分のみをピックアップし、スキャナで取り込む。
- (3) この時、スキャナからコンピュータへ送信されるRGB信号の波形を、オシロスコープによって読み取る。
- (4) 読み取った波形データをFFTによって周波数スペクトルに変換する。
- (5) こうして得られた無表情時の平均パワー値に、変化率によってノイズを与えた物を直交表に割り付け、基準空間を作成する。
- (6) 他の表情に対して、マハラノビスの距離を求めて評価し、表情の識別ができるかを検討する。

6. 2 基準空間の作成

M T S法において基準空間を設定するデータの選定が非常に重要な課題である。

今回は、データベースを作るに当たって同じ表情のデータを何十、何百と取ることは現実的に困難な事から、直交表を用いることで比較的少ないデータから相関が低く平均値が一定な仮想データ群を作成することにした。

そして、無表情時のデータを基準空間作成に用いることにした。この時、ノイズを加えるための変化率を数パターンに変化させ、識別の精度に及ぼす影響についても考察する。

なお、今回は個人ごとの表情を識別するために、2人分のデータは分けて、別々に評価を行った。

6. 3 実験システム

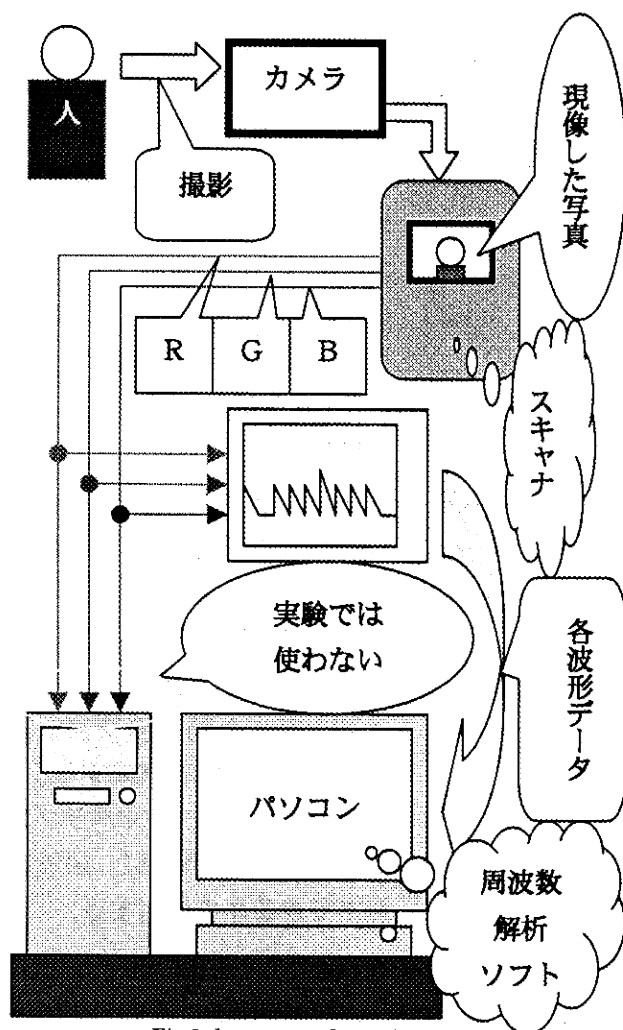


Fig.2 the system of experiment

6. 4 表情の取り込み

実験に使用した写真の例を以下に示す。

それぞれ、今回の実験で用いたA君とM君の写真の一例である。

なお、枠によって囲まれた部分が、今回の実験でデータを取り込む際にピックアップした範囲である。

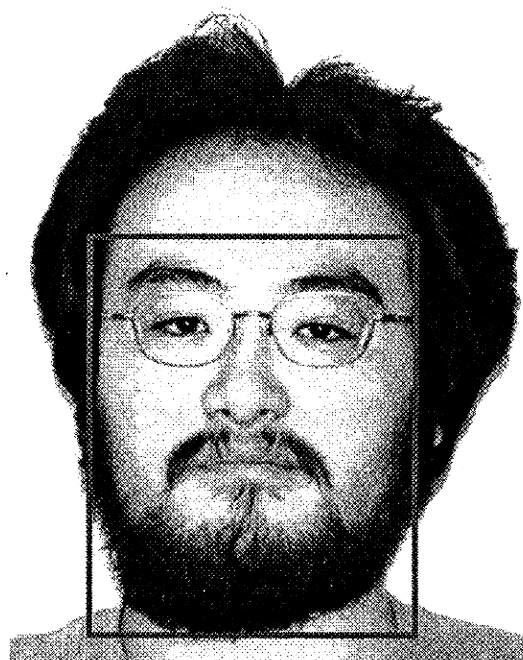


Fig.3 A's face

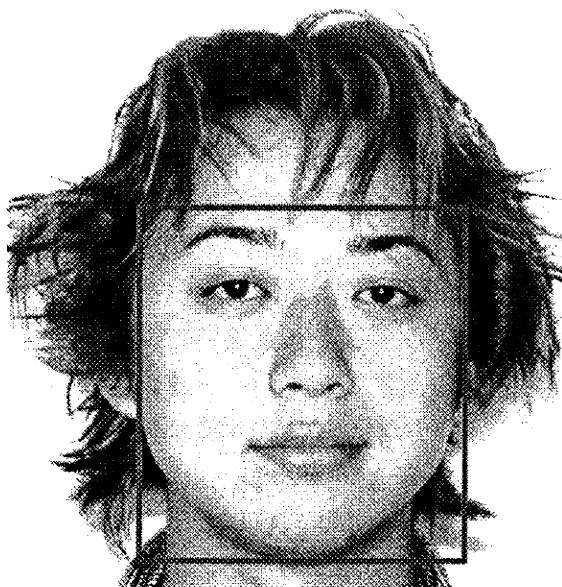


Fig.4 M's face

7. 結果

7. 1 RGB信号

スキャナより送信されるRGB信号を、オシロスコープによって読み取った波形の一例を以下に示す。

なお、実際の物は非常にデータ点数が多く、掲載は困難なため、例に示したのは一部分のみである。

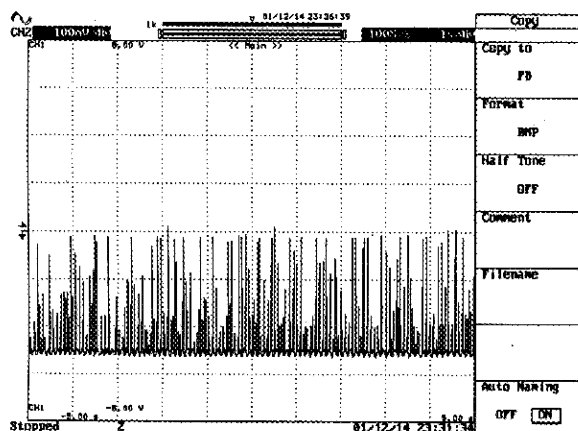


Fig.5 A part of A's output signal

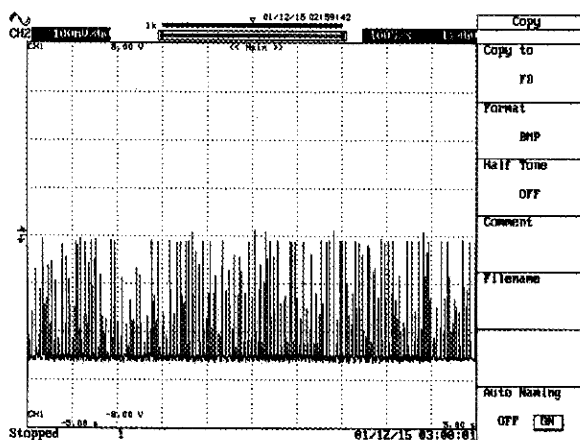


Fig.6 A part of M's output signal

7. 2 周波数解析

以上のようにして得られた信号データを、FFTにかけ、周波数解析を行った結果を以下に示す。

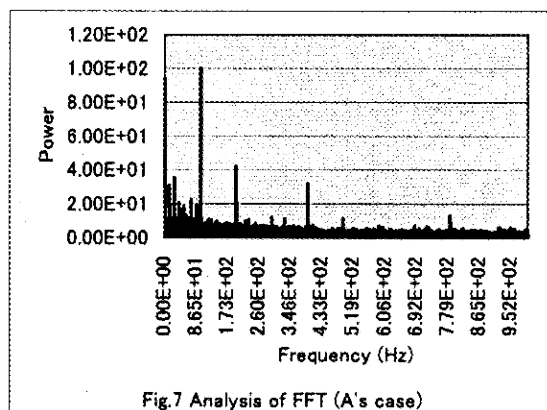


Fig.7 Analysis of FFT (A's case)

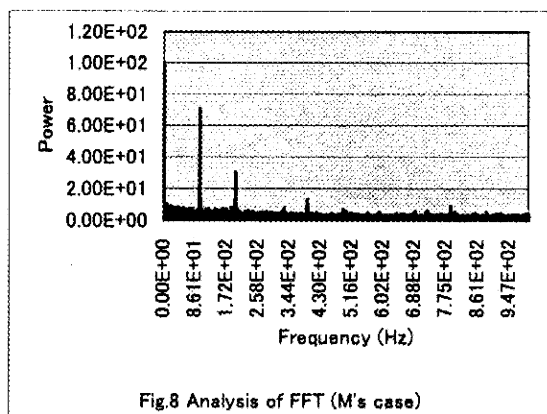


Fig.8 Analysis of FFT (M's case)

7. 3 実験結果

A君の無表情時を基準空間として、笑い・怒り・驚きについてそれぞれマハラノビスの距離を算出し、評価・識別を行った結果を以下に示す。

なお、基準空間を作成するに際し、データに与えた変化率ごとに分けて示した。

各タイトルの後ろに付いている () 内の数値が、その時の変化率である。

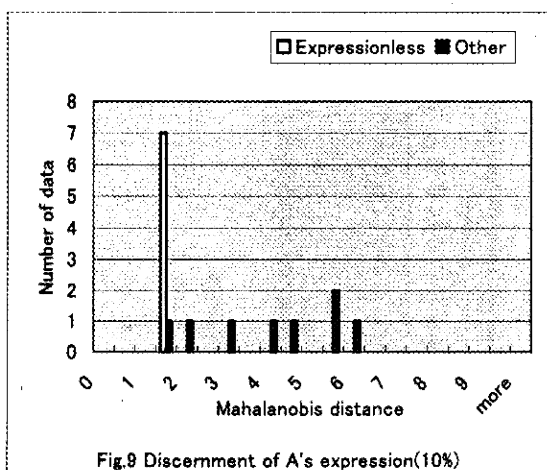
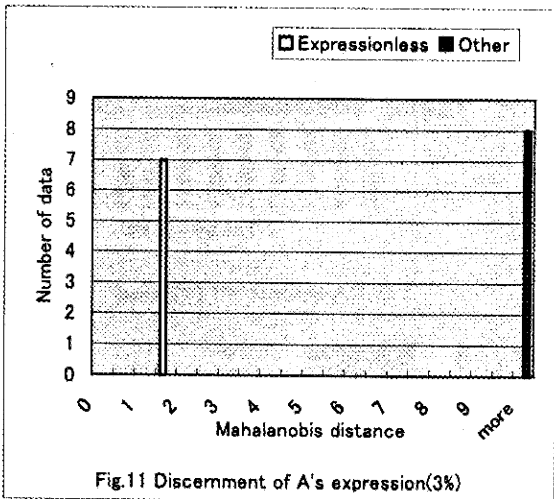
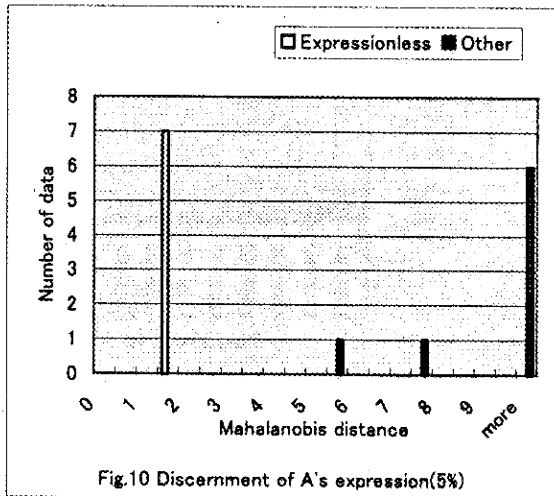
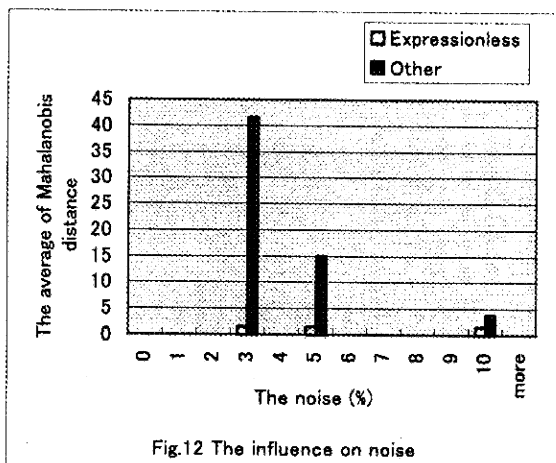


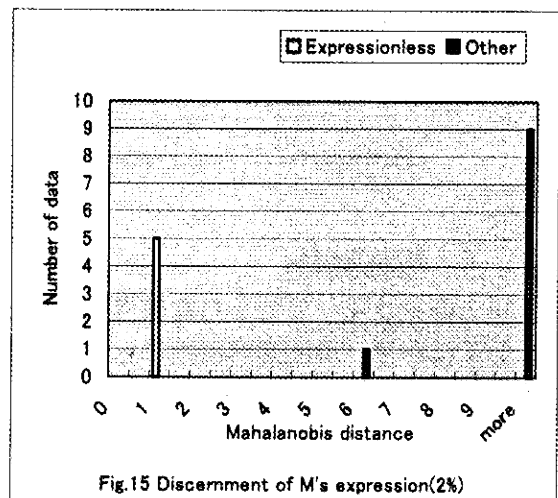
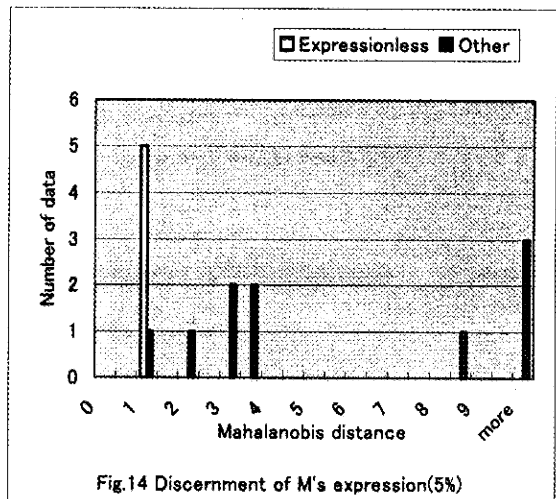
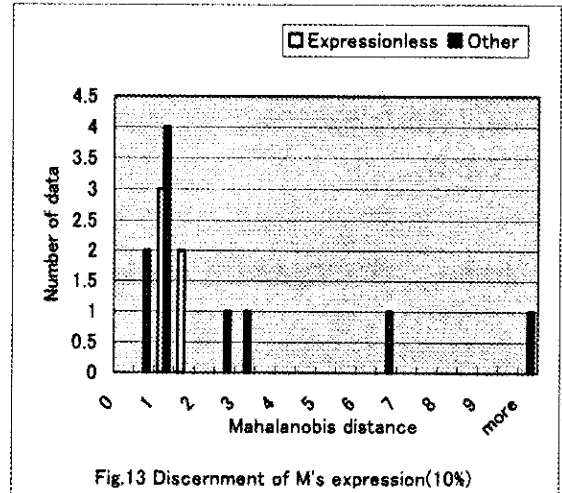
Fig.9 Discernment of A's expression(10%)



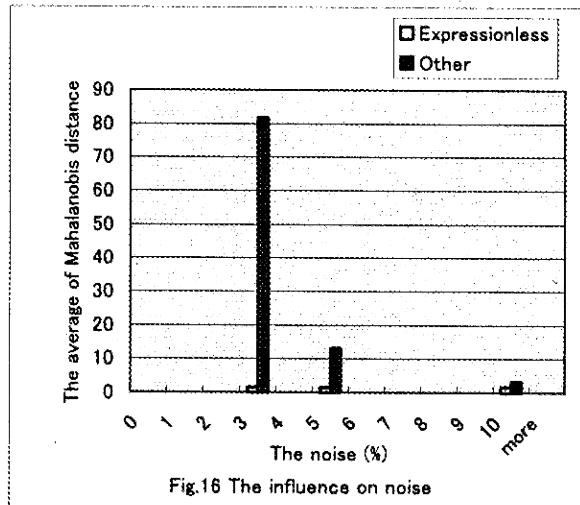
以上の結果から、変化率をそれぞれ10%・5%・3%とした時の、マハラノビスの距離への影響をグラフ化したものが以下である。



同様にしてM君の結果を示す。
 まずは無表情時を基準空間にとった時の、その他の表情についてマハラノビスの距離を算出した結果を示す。



さらにA君と同様に、変化率をそれぞれ10%・5%・2%とした時の、マハラノビスの距離への影響をグラフ化したものが以下である。



8. まとめ

本研究では、MTS法を用いた人の表情の識別を試みた。それぞれの表情の、画像取り込み時の送信データの波形を捉え、それらの特徴からマハラノビスの距離の大小を算出し、評価・識別を行った。

また、変化率の影響についても調べた。

その結果、変化率を小さくすると、基準空間とそれに属さない物とのマハラノビスの距離の差が大きくなり、識別精度の向上が認められた。

これらの事により、MTS法を用いることにより人の表情の識別が行える可能性があると考えられる。

9. 今後の課題

今回の実験では表情のパターン・量、共に少なく、またデータベースに用いた物とは異なる時に撮った表情のデータも無いため、例え同じような表情でも、いかなる時でも同様の結果が得られるとは考えづらく、あくまで

参考程度の結果としか言えない。

また、変化率を小さくする事によって識別精度の向上は見られたが、その反面、基準空間に近づくはずの物まで、マハラノビスの距離が離れてしまう可能性も持っている。

そこで今後は、変化率をある程度の大きさで維持し、基準空間に柔軟性を持たせたまま、識別精度の向上を押し進めたい。

そのために考えられる事として、取り込むデータ点数をさらに増やしたり、解像度自体を上げたりすることなどが挙げられる。

また、目元や口元など表情によって特徴の出やすいと考えられる部分に絞って解析することで、全体としてはデータ数を少なく抑え、少ない処理で素早く識別を行えるようにする事などを考えている。

また将来的には、個人ごとの表情の識別ではなく、一般に適応させることを視野に入れて研究を進めて行く。

参考文献

- 1) 田口玄一：品質設計のための実験計画法, 341, 日本規格協会(1988)
- 2) 石村貞夫：すぐわかる多変量解析, 132/137, 東京図書
- 3) 中村義作：よくわかる実験計画法, 82/108, 近代科学社(1997)