

福岡工業大学 学術機関リポジトリ

印象指紋の万人不同性についての追究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2021-02-09 キーワード (Ja): キーワード (En): fingerprint, minutiae, line within fingerprint, ridge ending, bifurcation 作成者: 上野, 浩一 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/11478/00001640

印象指紋の万人不同性についての追究

上 野 浩 一 (福岡工業短期大学 電子情報システム学科)

A search of the person's inequality character
of the impressed fingerprint.

Kouichi UENO (Department of Electronics and Information System, Fukuoka Jr. College of Technology)

Abstract

An evaluation of individual fingerprints is described. There is an extremely high reliability of personal identification based upon fingerprints. The purpose of this report is to prove the inequality of persons fingerprints by extracting its character. In this paper, we extracted various fingerprints and evaluated them upon similarities and differences. However, the data we got here are only some of those examples and not enough to prove this thesis. More data should be required in order to come up to a clear conclusion.

Key words: *fingerprint, minutiae, line within fingerprint, ridge ending, bifurcation*

1. はじめに

霊長類動物に特有な皮膚表面の太さ0.5mm程度の隆起線(以後隆線と呼ぶ)より構成される皮膚紋理は、手の指頭部、掌部、足の指部、足の裏部に分布し、その紋様は多種多様である。

このような、皮膚紋様の分布は人類においても例外ではなく、人の成長期、青年期、老年期を問わず一生を通じて変化しない「終生不変性」と、同じ皮膚紋様は世界に存在しない「万人不同性」という2大特性を有している。

この皮膚紋様は、手の指頭部を指紋、掌部を掌紋、足の指部を足指紋、足の裏部を足底紋とそれぞれ称し区別している。

近年指紋については、人類学上の民族間歴史の比較研究やダウン症候群などの染色体異常の病理学診断等皮膚紋理学(dermatoglyphics)の分野において研究が進められている。

また、近年、急速なコンピュータの普及と情報化社会の発展が相俟って、指紋は本人確認自動ドア開閉装置や金銭自動支払機、指紋照合確認システム⁽¹⁾等企業及び研究所等におけるセキュリティに関する研究開発が進み、新たな活用分野として利用されつつある。

ここでは、各種画像処理を施した指紋(以後印象指紋と呼ぶ)紋様が有する微小特徴点(以後マニューシャという)を抽出し、各種マニューシャの出現率と、マニューシャ分布の平均偏差率 Δ_e を用いて、個々の印象指紋の「万人不同性」に着目し追究した。

指紋の隆線上に点在するマニューシャには、3方向の隆線から形作られる三角州 Δ 、隆線に分かれ目である分岐点 M_b 、隆線の切れ目である端点 M_e が存在する。図1に指紋とマニューシャを示す。

マニューシャ抽出にあたっては、画像処理システム⁽⁴⁾を利用し、掌の荒れが利き手より少ないと予測される不利き手の指紋を選び、福岡工業短期大学卒業研究関係者28名の左手5指の140指の印象指紋を対象とした。

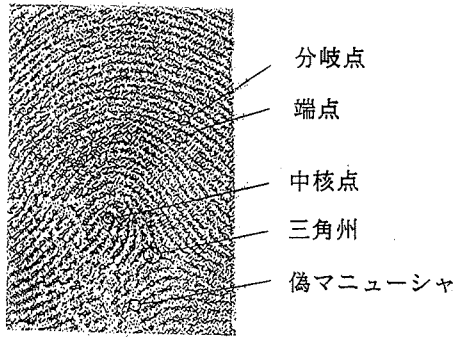


図1 指紋とマニューシャ

2. 実習手順

1). 指紋の隆線上に点在するマニューシャ抽出作業と以下の画像処理作業を容易にするため Canon NP 3825を用いて押捺指紋を200 [%] 拡大コピーした。

2). マニューシャ抽出領域の設定

マニューシャ抽出領域の設定にあたっては、200 [%] 拡大コピーした28名140指の押捺指紋上に基準領域として30 [mm] × 21 [mm] = 625 [mm²] の縦長長方形領域を設定し原画とした。

3). 原画の取り込み

原画をイメージスキャナ (PC-in506) を用いて、D R A形式の静止画像としてパーソナルコンピュータ (P C 801D A) へ取り込んだ。

4). 原画像の各種補正

原画像より、マニューシャを忠実かつ正確に抽出するため、原画像に含まれる雑音の除去を行い、さらに、画像の歪等によって生じる偽マニューシャ対を距離、隆線方向を検索し補正した。同時に、掌の皺や荒れ損傷により生じる隆線の不連続部分の連続化補正を行った。

5). 細線化 (芯線化)

押捺指紋中の隆線幅は押捺時圧力の強弱で変化するので、隆線幅にはマニューシャ情報は存在しないと判断し、隆線の中心線の繋がりを重要視して、隆線の細線化を行った。

6). 左右反転

押捺指紋と実際の皮膚指紋とは左右反対の関係にあり、皮膚指紋の方向と一致させるため、押捺指紋を左右反転させ、これを印象指紋とした。

7). 座標設定と各象限のマニューシャ抽出

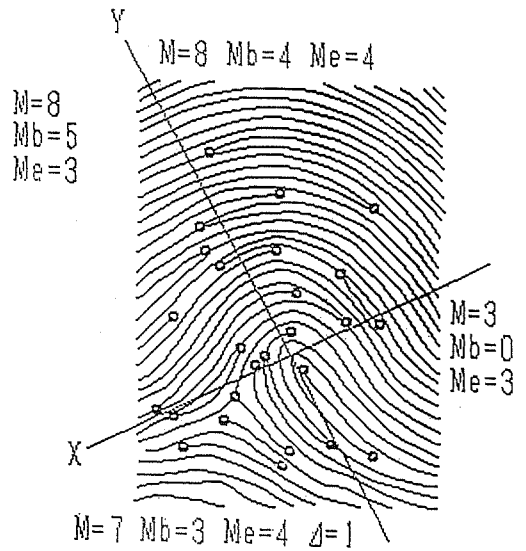


図2 座標設定

印象指紋の中心部を中核点と呼び、印象指紋の座標の原点とし、指紋の流れに沿って引いた直線を y 軸、この y 軸と直角に交わり、かつ、中核点を通る直線を x 軸とする座標を設定し、反時計方向に第1象限～第4象限を定めマニューシャを抽出し記録した。

指紋押捺時の押捺圧力や指に付着した汚れや塵、指の傷等によって生じる隆線の歪や途切れに起因する一対のマニューシャを偽マニューシャ⁽⁴⁾と称し、マニューシャとは区別し、特徴点として抽出は行っていない。

図2に座標設定とマニューシャ抽出状況を示す。

3. 結果と考察

卒業研究関係者28名の左手各指の全マニューシャ合計値3843について、次の項目で分布状況を示す。

- 1). 左手5指のマニューシャ M 分布状況
 - 1-1). 左手5指別の各象限マニューシャ M 分布状況
- 2). マニューシャ M の象限別合計値分布状況
- 3). 左手5指の端点 M_e の分布状況
 - 3-1). 左手5指別の各象限端点 M_e 分布状況
- 4). 左手5指の端点 M_e の象限別合計値の分布状況
- 5). 左手5指の分岐点 M_b 分布状況
 - 5-1). 左手5指別の各象限分岐点 M_b 分布状況
- 6). 左手5指の分岐点 M_b の象限合計値分布状況

況

- 7). 左手5指の三角州 Δ の合計値分布状況
 7-1). 左手5指別の各象限三角州 Δ 分布状況
 8). 左手5指の三角州 Δ の象限合計値分布状況
 9). 左手5指のマニューシャ (M_e , M_b , Δ) 分布比較
 10). 左手5指のマニューシャ M の平均偏差率
 1). 左手5指のマニューシャ M 分布状況
- ①親 指: 1048 (出現率: 26.0 [%])
 - ②人差し指: 966 (出現率: 24.0 [%])
 - ③中 指: 770 (出現率: 19.1 [%])
 - ④薬 指: 671 (出現率: 16.7 [%])
 - ⑤小 指: 572 (出現率: 14.2 [%])

の順に分布し、親指の最高マニューシャ出現率26.0[%]は、小指の最低マニューシャ出現率14.2[%]の約1.83倍に相当している。

- 1-1). 左手5指別の各象限マニューシャ M 分布状況
 親指: 1048

第三象限: 377, 第四象限: 246, 第一象限: 217, 第二象限: 208の順で分布している。

人差し指: 966

第四象限: 385, 第三象限: 305, 第一象限: 140, 第二象限: 136の順で分布している。

中指: 770

第三象限: 298, 第四象限: 176, 第一象限: 150, 第二象限: 146の順で分布している。

薬指: 671

第三象限: 266, 第四象限: 153, 第二象限: 137, 第一象限: 115の順で分布している。

小指: 572

第三象限: 222, 第四象限: 145, 第一象限: 103, 第二象限: 102の順で分布している。

左手5指のマニューシャ M 分布の共通の傾向として、マニューシャは第三象限に最も集中し、次いで第四象限、第一象限、第二象限の順に点在している。

- 2). マニューシャ M の象限別合計値分布

- ①第三象限: 1468 (出現率: 36.5 [%])
- ②第四象限: 1105 (出現率: 27.4 [%])
- ③第二象限: 729 (出現率: 18.1 [%])
- ④第一象限: 725 (出現率: 18.0 [%])

の順に分布し、第三象限の最高マニューシャ出現率36.5 [%]は、第二象限、第一象限の最低マニューシャ出現率18.0 [%]の約2倍に相当している。

- 3). 左手5指の端点 M_e の分布状況

端点 M_e 合計: 1731

- ①親 指: 482 (出現率: 27.8 [%])
- ②人差し指: 391 (出現率: 22.6 [%])
- ③中 指: 339 (出現率: 19.6 [%])
- ④薬 指: 285 (出現率: 16.5 [%])
- ⑤小 指: 234 (出現率: 13.5 [%])

の順に分布し、親指の最高端点出現率27.8 [%]は、小指の最低端点出現率13.5 [%]の約2.1倍に相当している。

- 3-1). 左手5指別の各象限端点 M_e 分布状況

親指: 482

第三象限: 184, 第四象限: 118, 第二象限: 92, 第一象限: 88, の順で分布している。

人差し指: 391

第三象限: 165, 第四象限: 92, 第一象限: 72, 第二象限: 62の順で分布している。

中指: 339

第三象限: 145, 第四象限: 80, 第一象限: 59, 第二象限: 55の順で分布している。

薬指: 285

第三象限: 126, 第四象限: 75, 第二象限: 50, 第一象限: 34の順で分布している。

小指: 234

第三象限: 95, 第四象限: 55, 第二象限: 49, 第一象限: 35, の順で分布している。

左手5指の端点 M_e 分布の共通の傾向として、端点は第三象限に最も集中し、次いで第四象限、第二象限、第一象限の順に点在している。

4. 左手5指の端点 M_e の象限別合計値1731の分布状況

- 第三象限: 715 (出現率: 41.3 [%])
- 第四象限: 420 (出現率: 24.3 [%])
- 第二象限: 308 (出現率: 17.8 [%])
- 第一象限: 288 (出現率: 16.6 [%])

の順に分布している。

第三象限の端点 M_e の最高出現率41.3 [%]は、第一象限の最低出現率16.6 [%]の2.49倍に相当し第三象限に大きな偏りを示している。

- 5). 左手5指の分岐点 M_b 分布状況

分岐点 M_b 合計: 2050

- ①親 指: 548 (出現率: 26.7 [%])
- ②中 指: 417 (出現率: 20.3 [%])

- ③人差し指：380 (出現率：18.5 [%])
- ④薬指：376 (出現率：18.3 [%])
- ⑤小指：329 (出現率：16.0 [%])

の順に分布し、親指の最高分岐点出現率26.7 [%] は、小指の最低分岐点出現率16.0 [%] の約1.7倍に相当している。

5-1). 左手5指別の各象限分岐点 M_b 分布状況

親指：548

第三象限：181, 第一象限：129, 第四象限：124, 第二象限：114の順で分布している。

人差し指：380

第三象限：131, 第四象限：107, 第二象限：74, 第一象限：68の順で分布している。

中指：417

第三象限：139, 第四象限：96, 第一象限：91, 第二象限：91の順で分布している。

薬指：376

第三象限：130, 第二象限：87, 第一象限：81, 第四象限：78の順で分布している。

小指：329

第三象限：122, 第四象限：86, 第一象限：68, 第二象限：53の順で分布している。

左手5指の分岐点 M_b 分布の共通の傾向として、分岐点は第三象限に最も集中しているものの、次いで人差し指、中指、小指では第四象限、親指では第一象限、薬指では第二象限と分散化傾向を示している。

6). 左手5指の分岐点 M_b の象限合計値分布状況

分岐点 M_b 合計：2050

- ①第三象限：703 (出現率：34.3 [%])
- ②第四象限：491 (出現率：24.0 [%])
- ③第一象限：437 (出現率：21.3 [%])
- ④第二象限：419 (出現率：20.4 [%])

の順に分布し、第三象限の分岐点 M_b の最高出現率34.3 [%] は、第二象限の最低出現率20.4 [%] の約1.7倍に相当している。

7). 左手5指の三角州 Δ の合計値分布状況

Δ 合計：61

- ①親指：17 (出現率：27.9 [%])
- ②中指：14 (出現率：23.0 [%])
- ③人差し指：11 (出現率：18.0 [%])
- ④薬指：10 (出現率：16.4 [%])
- ⑤小指：9 (出現率：14.8 [%])

の順に分布し、親指の最高出現率：27.9 [%] は、小指の最低出現率：14.8 [%] の約1.9倍に相当してい

る。

7-1). 左手5指の各象限三角州 Δ 分布状況

親指：17

第三象限：12, 第四象限：3, 第二象限：2, 第一象限：0, の順で分布している。

人差し指：11

第三象限：9, 第四象限：2, 第一象限：0, 第二象限：0, の順で分布している。

中指：14

第三象限：14, 第一象限：0, 第二象限：0, 第四象限：0 の順で分布している。

薬指：10

第三象限：10, 第一象限：0, 第二象限：0, 第四象限：0 の順で分布している。

小指：5

第三象限：5, 第四象限：0, 第一象限：0, 第二象限：0 の順で分布している。

いずれの指も三角州は第一象限に存在せず、中指、薬指の第四象限においても確認出来なかった。

8). 左手5指の三角州 Δ の象限合計値分布状況

Δ の象限合計：61

- ①第三象限：50 (出現率：82.0 [%])
- ②第四象限：9 (出現率：14.8 [%])
- ③第二象限：2 (出現率：3.3 [%])
- ④第一象限：0 (出現率：0.0 [%])

の順に分布し、第三象限に出現率82.0 [%] と大きく偏りを示している。

第二象限に2個の三角州が確認されているが、これは隆線の流れに沿って y 軸を設定しているため、 y 軸の傾きにより第一関節近傍に第二象限が位置したものである。

三角州 Δ は中核点より指の第一関節に近い関節領域 (第三象限, 第四象限) のみに存在し、中核点より指先側の指先領域 (第一象限, 第二象限) には分布していない。

表1 左手5指のマニユールシャ (M_b, M_b, Δ) 分布の比較調査対象 28名

	親指	人差し指	中指	薬指	小指
分岐点 M_b	548	380	417	376	329
端点 M_b	482	391	339	285	234
三角州 Δ	17	11	14	10	9
合計	1047	782	770	671	572

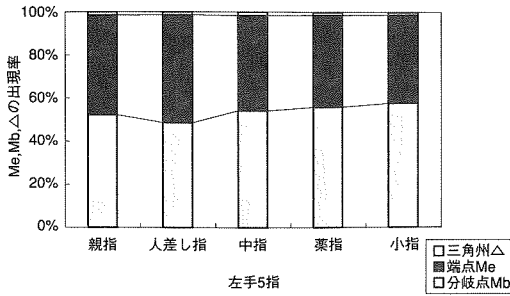


図3 左手5指のマニューシャ（端点 M_e 、分岐点 M_b 、三角州 Δ ）の出現率

このことは、三角州が水平方向に位置する第一関節皺から隆線が紋様として指先方向に立ち上がる領域に分布する指の紋様構造に起因している。

9). 左手5指のマニューシャ (M_e , M_b , Δ) 分布比較

表1に左手5指のマニューシャ（端点、分岐点、三角州 Δ ）分布を示す。

図3に左手5指のマニューシャ（端点 M_e 、分岐点 M_b 、三角州 Δ ）の出現率を示す。

人差し指では1.4ポイント
端点 $M_e >$ 分岐点 M_b

の傾向を示し、

親指、中指、薬指、小指では6.3ポイント～16.6ポイント程度

端点 $M_e <$ 分岐点 M_b

の傾向を示した。

左手5指のマニューシャ平均出現率では、 M_b : 53.2 [%], M_e : 44.7 [%] と8.5ポイント差で

分岐点 $M_b >$ 端点 M_e

の傾向を示している。

三角州 Δ の出現率では、最高値の中指1.8 [%] から最低値の人差し指1.4 [%] の僅か0.4 [%] の範囲内に他の3指も含まれ、指間での大きな差異は確認できなかった。

10). 左手5指のマニューシャ M の平均偏差率

指毎に指紋の「万人不同性」を解析するにあたり、卒研関係者28名のマニューシャの平均値に対する相対値を平均偏差率 H_a とし、次のように定義した。

$$H_a = \left(\frac{M}{M_a} - 1 \right) \times 100$$

M : 個々のマニューシャ [個]

M_a : 28名のマニューシャ平均値 [個]

平均偏差率 H_a の絶対値20 [%] 以上は明らかに平均とは異なる特徴を持っていると判断される。この絶対値20 [%] レベルを各指の指紋の違いの一つの判定基準に設定し、以後、基準値と呼ぶ。

指毎にこの基準値をオーバーした人数、5指間のマニューシャ数の違いの度合いを示す平均値、平均偏差率の絶対値の最大を示す最大値を用いて、各指の「万人不同性」についてその特徴を示す。

(1) 親指

図4に卒研関係者28名の左手親指のマニューシャの平均偏差率を示す。

マニューシャの平均値は37.4、基準値以上は18名、最大値49.6 [%] を示している。

(2) 人差し指

図5に卒研関係者28名の左手人差し指のマニューシャの平均偏差率を示す。

マニューシャの平均値は27.9、基準値以上は15名、最大値46.3 [%] を示している。

(3) 中指

図6に卒研関係者28名の左手中指のマニューシャの平均偏差率を示す。

マニューシャの平均値は27.5、基準値以上は19名、最大値69.4 [%] を示している。

(4) 薬指

図7に卒研関係者28名の左手薬指のマニューシャの平均偏差率を示す。

マニューシャの平均値は24.0、基準値以上は14名、最大値62.7 [%] を示している。

(5) 小指

図8に卒研関係者28名の左手小指のマニューシャの平均偏差率を示す。

マニューシャの平均値は20.4、基準値以上は18名、最大値66.4 [%] を示している。

個人の印象指紋のマニューシャ数より、その違いをグラフで示した。

基準値以上の数では、

中指、親指、小指、人差し指、薬指の順に分布しているが、いずれの指も28の中の5の範囲内に含まれている。

指紋の大きな違いを示す最大値では

中指、小指、薬指、親指、人差し指の順となっている。

マニューシャ数の違いにおいては、平均値より

親指、人差し指、中指、薬指、小指

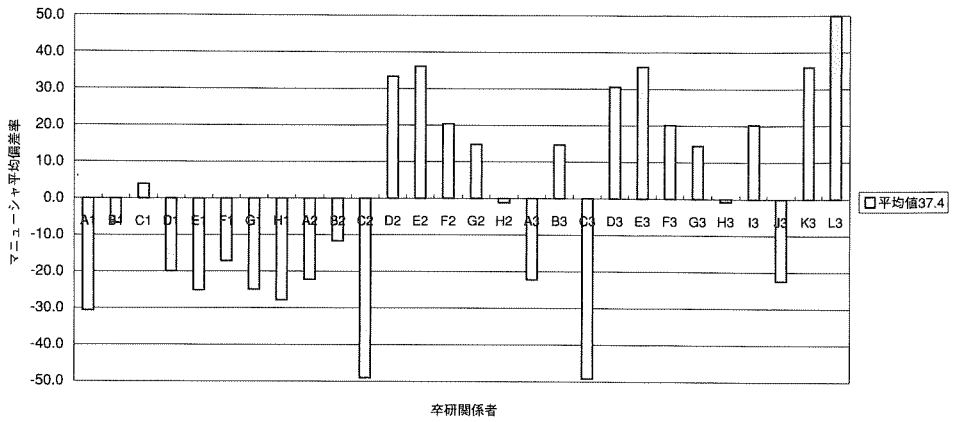


図4 親指のマニューシャ平均偏差率

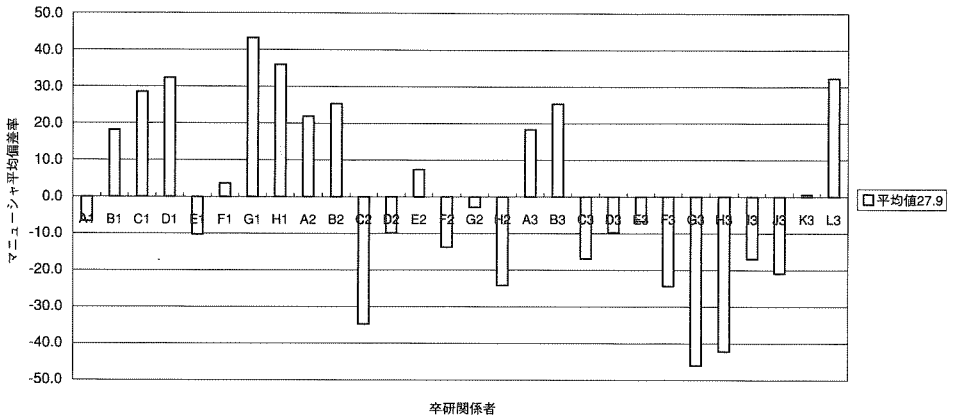


図5 人差し指のマニューシャ平均偏差率

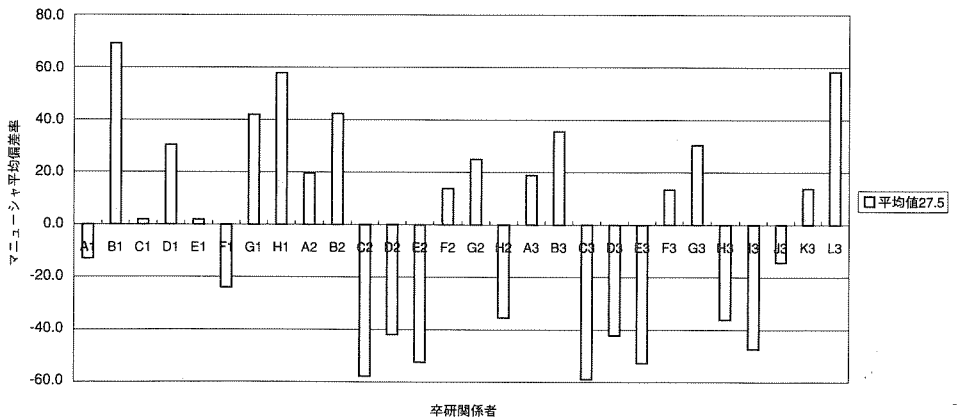


図6 中指のマニューシャ平均偏差率

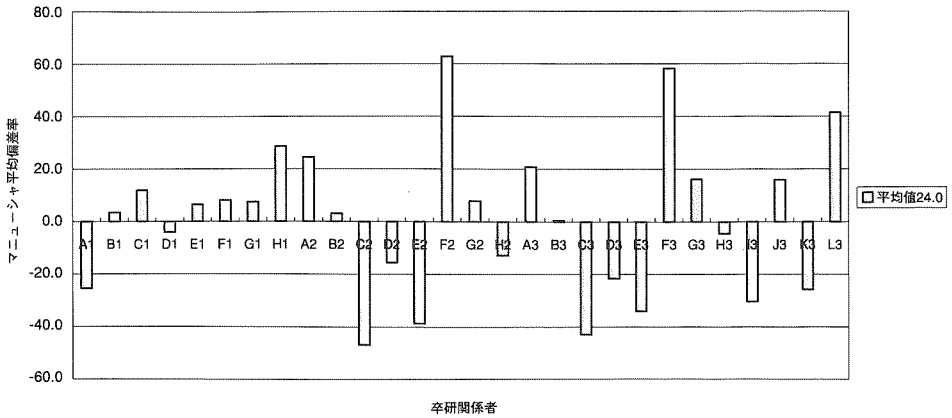


図7 薬指のマンニューシャ平均偏差率

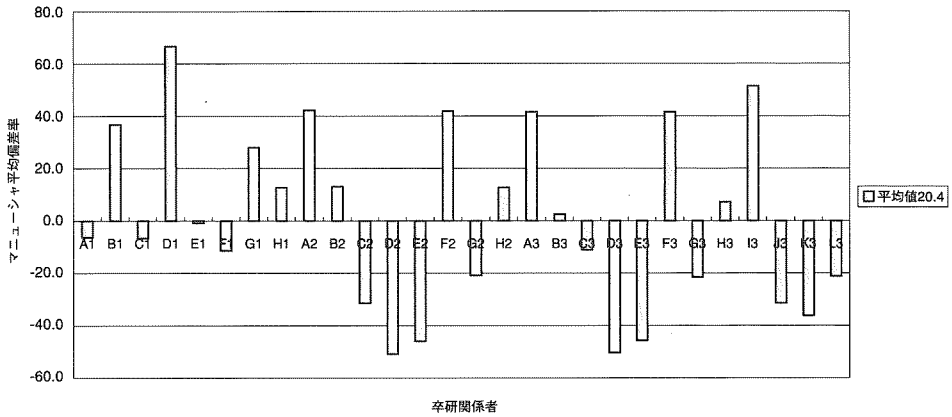


図8 小指のマンニューシャの平均偏差率

の順となっている。

以上の順位に重みを付けて総合判断すると、指紋の違いが最も大きな指は中指となり、次いで親指、小指、人差し指、薬指となる。

5. 結 び

福岡工業短期大学電子情報システム学科の卒研関係者28名の左手5指の印象指紋の「万人不同性」について、各指共通の縦長長方領域内のマンニューシャを用いて検討した。

1). 左手5指のマンニューシャ M 分布状況では、5指のマンニューシャ数を比較し、その関係を順位を付けて

親指、人差し指、中指、薬指、小指を明らかにすると共に最高最低のマンニューシャ出現率の比が約1.83倍であることを示した。

1-1). 左手5指別の各象限マンニューシャ M 分布状況では、各指ともマンニューシャは第三象限に最も集中し、次いで第四象限、第一象限、第二象限の順位であったことを示した。

2). マンニューシャ M の象限別合計値分布状況では、各象限でのマンニューシャ合計値を比較し、その関係を順位を付けて

第三象限、第四象限、第一象限、第二象限を明らかにすると共に最高最低のマンニューシャ出現率の比が約2倍であることを示した。

3). 左手5指の端点 M_e の分布状況では、各指毎の

端点数の合計値を比較し、その関係を順位を付けて

親指、人差し指、中指、薬指、小指

を明らかにすると共に最高最低の端点出現率の比が約2.1倍であることを示した。

3-1). 左手5指別の各象限端点 M_e 分布状況では、端点 M_e 分布が各指共同傾向を示し

第三象限、第四象限、第二象限、第一象限

の順位に点在することを明らかにした。

4). 左手5指の端点 M_e の象限別合計値の分布状況では3-1)での結果の最高最低出現率の比が約2.49倍であり、特に第三象限に大きく偏っていることを明らかにした。

5). 左手5指の分岐点 M_b 分布状況では、各指毎の分岐点数の合計値を比較し、その関係を順位を付けて、

親指、中指、人差し指、薬指、小指

を明らかにすると共に最高最低の分岐点出現率の比が約1.7倍であることを示した。

5-1). 左手5指別の各象限分岐点 M_b 分布状況では、左手5指の分岐点 M_b 分布の共通の傾向として、分岐点は第三象限に最も集中しているものの、次いで人差し指、中指、小指では第四象限、親指では第一象限、薬指では第二象限と分散化傾向を示していることを示した。

6). 左手5指の分岐点 M_b の象限合計値分布状況では、各象限毎の分岐点数の合計値を比較、その関係を順位を付けて

第三象限、第四象限、第一象限、第二象限

を明らかにすると共に最高最低のマニューシャ出現率の比が約1.7倍であることを示した。

7). 左手5指の三角州 Δ の合計値分布状況では、各指毎の三角州の合計値を比較し、その関係を順位を付けて

親指、中指、人差し指、薬指、小指

を明らかにすると共に、最高最低の分岐点出現率の比が約1.9倍であることを示した。

7-1). 左手5指別の各象限三角州 Δ 分布状況では、いずれの指も三角州は第一象限には存在せず、中指、薬指の第四象限においても確認出来なかった。

8). 左手5指の三角州 Δ の象限合計値分布状況では、三角州 Δ は、第三象限、第四象限、の順に分布し、第三象限に出現率の大きな偏りを示し、三角州 Δ は関節領域のみに存在し、指先領域には分布していないことが確認された。

これは、三角州が水平方向に位置する第一関節皺から隆線が紋様として指先方向に立ち上がる領域に分布する指の紋様構造に起因していることを示した。

9). 左手5指のマニューシャ (M_e , M_b , Δ) 分布比較では、三者の出現率を用いて比較を行ったが、 M_e , M_b の値はほぼ均衡し大きな差異は確認されなかった。 M_e , M_b の両者の出現率が最も接近したのは人差し指の M_e の出現率50.0 [%] と M_b の48.6 [%] であった。

10). 左手5指のマニューシャ M 平均偏差率では、平均偏差率 H_a を定義し、個々の印象指紋の違いを指別にまとめてグラフで視覚的に表示した。

総合判定より印象指紋の違いが最も大きい指が中指であることを明らかにした。

4. 謝 辞

本研究は福岡工業短期大学電子情報学科の卒業研究生の協力によるものである。心より謝意を表する。

5. 参考文献

- 1) 星野幸大；指紋照合システム(A F I S), NEC 技報 Vol.45 No.4/1992
- 2) 金英達；日本の指紋制度, 株式会社社会評論社, 1987
- 3) 上野浩一；印象指紋の微小特徴点抽出による指紋の違いの具体的表現, 福岡工業大学研究論集, Vol. 30, No.1 (1997), p1-p9
- 4) 上野浩一；印象指紋万人不同性についての一考察, 福岡工業大学研究論集, Vol. ca, No.1(1998), p107-p115