

卒業論文 2019 年度（令和 1 年度）

# 自身の笑顔の作り方と表情ベースによる 嗜好判断分析

## 指導教員

中澤 仁

村井 純

楠本 博之

中村 修

Rodney D. Van Meter

植原 啓介

三次 仁

手塚 悟

高汐 一紀

武田 圭史

大越 匡

慶應義塾大学 環境情報学部 環境情報学科

鶴岡 雅能

DSFSA(Delta Smile Facial Survey Analyzer)

massaman@ht.sfc.keio.ac.jp

卒業論文 2019 年度（令和 1 年度）

自身の笑顔の作り方と表情ベースによる  
嗜好判断分析

論文要旨

あぶすとらくと  
これは最後にまとまってから書くつもり

キーワード

表情分析, 表情検出, 笑顔, 表情, 人間関係, 嗜好分析, データ処理, 画像処理, 動画処理

慶應義塾大学 環境情報学部 環境情報学科

鶴岡 雅能

# **Abstract Of Graduation Thesis Academic Year 2020**

## **Graduation Thesis made by massaman**

### **Summary**

abstract

English is very very very difficult for me. I can only use "massamanglish". That is "99% body language, and 1 % passion".

### **Keywords**

facial expression analysis, facial expression detection, smile, facial expression, humnan relationships, preference analysis, data processing, image processing, video processing

Bachelor of Arts in Environment and Information Studies

Keio University

Masayoshi Tsuruoka

## 目 次

<b>第 1 章 序論</b>	<b>1</b>
1.1 背景 . . . . .	1
1.1.1 人との繋がり形成の多様化 . . . . .	1
1.1.2 人と人との繋がりで構成されている社会 . . . . .	1
1.1.3 コミュニケーションにおける笑顔の重要性 . . . . .	1
1.2 問題意識 . . . . .	2
1.2.1 情報社会における情報過多 . . . . .	3
1.2.2 相性が悪い人同士における生産性の低下 . . . . .	3
1.3 目的 . . . . .	5
1.4 仮説 . . . . .	5
1.5 本文書の構成 . . . . .	5
<b>第 2 章 関連研究</b>	<b>6</b>
2.1 人と表情に関する研究 . . . . .	6
2.1.1 人の表情について . . . . .	6
2.1.2 人間関係と表情について . . . . .	7
2.2 情報技術と笑顔に関する研究 . . . . .	8
2.3 本研究において取り扱う笑顔 . . . . .	9
2.4 まとめ . . . . .	11
<b>第 3 章 Delta Smile Facial Survey Analyzer システム</b>	<b>12</b>
3.1 DSFSA システムの概要 . . . . .	12
3.2 DSFSA の特徴 . . . . .	12
3.3 DSFSA の使用方法 . . . . .	13
3.3.1 動画から笑顔動画データ作成および数値化 . . . . .	13
3.3.2 ユーザー表情の笑顔動画データ作成および数値化 . . . . .	14
3.4 まとめ . . . . .	14
<b>第 4 章 設計</b>	<b>15</b>
4.1 本システムの設計概要 . . . . .	15
4.2 データ収集機能 . . . . .	16
4.2.1 顔検出モジュール . . . . .	16
4.2.2 笑顔検出モジュール . . . . .	16

4.2.3	画像処理モジュール	17
4.2.4	動画作成モジュール	17
4.2.5	データ作成モジュール	17
4.2.6	笑顔データ選択モジュール	17
4.2.7	表示データ作成モジュール	19
4.2.8	順位づけモジュール	19
4.2.9	データ保存モジュール	19
4.2.10	選択データ表示モジュール	20
4.3	データ分析機能	20
4.3.1	FAU 値計算モジュール	20
4.3.2	データプロットモジュール	20
4.4	まとめ	20
	<b>第 5 章 実装</b>	<b>21</b>
5.1	ユーザーインターフェースの実装	21
5.1.1	ユーザーインターフェースシーン 1	21
5.1.2	ユーザーインターフェースシーン 2	21
5.1.3	ユーザーインターフェースシーン 3	22
5.1.4	ユーザーインターフェースシーン 4	22
5.1.5	ユーザーインターフェースシーン 5	22
5.1.6	ユーザーインターフェースシーン 6	22
5.1.7	ユーザーインターフェースシーン 7	22
5.1.8	ユーザーインターフェースシーン 8	22
5.2	データ収集機能の実装	22
5.2.1	顔検出モジュールの実装	27
5.2.2	笑顔検出モジュールの実装	27
5.2.3	画像処理モジュールの実装	27
5.2.4	動画作成モジュールの実装	28
5.2.5	データ作成モジュールの実装	28
5.2.6	笑顔動画データ選択モジュールの実装	28
5.2.7	表示データ作成モジュールの実装	29
5.2.8	順位づけモジュールの実装	31
5.2.9	データ保存モジュールの実装	31
5.2.10	選択データ表示モジュールの実装	32

5.3	データ分析機能の実装	32
5.3.1	FAU 値計算モジュールの実装	32
5.3.2	データプロットモジュールの実装	33
5.4	まとめ	33
<b>第 6 章</b>	<b>予備実験</b>	<b>34</b>
6.1	表情を作るのかかる時間	34
6.1.1	実験	34
6.1.2	結果	34
6.2	OpenCV を使った笑顔検出の妥当性	35
6.2.1	実験	35
6.2.2	結果	35
6.3	実験の結果・まとめ	35
<b>第 7 章</b>	<b>評価実験</b>	<b>38</b>
7.1	評価実験の概要	38
7.2	評価実験の目的	38
7.3	実験手法	38
7.4	ORF(Open Research Forum) におけるデータ収集	39
7.5	ユーザーの笑顔の作り方の分析	41
7.5.1	本評価実験で使用する FAU の種類	41
7.5.2	ユーザーのグループ分け	42
7.6	表情をベースによる嗜好傾向分析	42
7.6.1	性別ごとの選択傾向	42
7.6.2	自身を選択したユーザーの選択傾向	46
7.6.3	自身以外を選択したユーザーの選択傾向	47
7.6.4	共通した嗜好傾向	49
7.7	自身の表情の作り方と好感をもつ笑顔との関係性	50
7.8	まとめ	50
<b>第 8 章</b>	<b>結論</b>	<b>51</b>
8.1	今後の展望	51
8.1.1	TEAM Smile との連携	51
8.1.2	1 月下旬に行った実証実験について	53
8.2	本論文まとめ	53

謝辞	55
参考文献	56
付録 A 野中葉研究会ムスリム共生プロジェクト	58
A.1 HalalGuideProject . . . . .	58
A.2 Halal Checker . . . . .	58
A.2.1 概要 . . . . .	58
A.2.2 背景・問題 . . . . .	59
A.2.3 目的・アプローチ . . . . .	59
A.2.4 実装 . . . . .	60
A.2.5 今後の展望 . . . . .	60
A.3 まとめ . . . . .	60
A.4 謝辞 . . . . .	62

## 図 目 次

1.1 インターネットで知り合った相手に直接会ったことのある若者の割合 . . . . .	2
1.2 メラビアンの法則 . . . . .	3
1.3 インターネットで知り合った相手に直接会った際, ギャップを感じたことがある若者の割合 . . . . .	4
1.4 インターネットで知り合った相手に直接会った際, がっかりしたことがある若者の割合 . . . . .	4
2.1 人間の普遍 7 表情 . . . . .	6
2.2 日本人の表情判断グラフ . . . . .	7
2.3 SONY スマイルシャッター . . . . .	8
2.4 Facial Action Unit 例 . . . . .	9
2.5 Facial Action Unit の種類 . . . . .	10
3.1 システムフロー . . . . .	13
4.1 システム構成図 . . . . .	15
4.2 Harrlike 検出器 . . . . .	16
4.3 MultiPIE のデータセットから, $\lambda$ の値を顔に反映させたもの . . . . .	18
4.4 点描画笑顔動画データ . . . . .	19
5.1 ユーザーインターフェースシーン 1 . . . . .	23
5.2 ユーザーインターフェースシーン 2 . . . . .	23
5.3 ユーザーインターフェースシーン 3 . . . . .	24
5.4 ユーザーインターフェースシーン 4 . . . . .	24
5.5 ユーザーインターフェースシーン 5 . . . . .	25
5.6 ユーザーインターフェースシーン 6 . . . . .	25
5.7 ユーザーインターフェースシーン 7 . . . . .	26
5.8 ユーザーインターフェースシーン 8 . . . . .	26
5.9 dlib を用いて特徴点検出 . . . . .	30
5.10 変換後の動画例 . . . . .	30
6.1 笑顔動画データ 1 . . . . .	36
6.2 笑顔動画データ 2 . . . . .	36
6.3 笑顔動画データ 3 . . . . .	37

7.1	ブースの実験の様子 1 . . . . .	39
7.2	ブースの実験の様子 2 . . . . .	40
7.3	男性被験者データ (n=28) . . . . .	40
7.4	女性被験者データ (n=13) . . . . .	40
7.5	本研究で使用する FAU のパート . . . . .	41
7.6	自身を選択したユーザーの FAU データ . . . . .	43
7.7	自身を選択しなかったユーザーの FAU データ . . . . .	44
7.8	ユーザー FAU グラフ凡例 . . . . .	45
7.9	ユーザーの性別選択 . . . . .	45
7.10	ユーザー FAU06 . . . . .	46
7.11	ユーザー FAU07 . . . . .	46
7.12	ユーザー FAU12 . . . . .	46
7.13	ユーザー FAU25 . . . . .	46
7.14	ユーザー FAU06 . . . . .	48
7.15	ユーザー FAU07 . . . . .	48
7.16	ユーザー FAU12 . . . . .	48
7.17	ユーザー FAU25 . . . . .	48
8.1	玉川高島屋の出展 . . . . .	52
8.2	イオンモール幕張新都心の出展 . . . . .	52
8.3	板橋区イベントの出展 . . . . .	53
8.4	株式会社 LMO との共同イベント . . . . .	54
8.5	株式会社 LMO との共同イベント当日 . . . . .	54
A.1	東南アジアからの訪日ムスリム数 . . . . .	59
A.2	Halal Checker システム構成図 . . . . .	60
A.3	ユーザーインターフェース:タイトル . . . . .	61
A.4	ユーザーインターフェース:結果画面 . . . . .	61

## 表 目 次

7.1 被験者データ性別・年齢内訳 . . . . .	39
7.2 ユーザーの笑顔動画データをもとにした分類 . . . . .	42
7.3 ユーザーの笑顔動画データをもとにした分類 . . . . .	45
7.4 自身を選択したユーザーの FAU の値平均値 (n=15) . . . . .	47
7.5 自身以外を選択したユーザーの FAU の値平均値 (n=21) . . . . .	49
7.6 自身以外を選択したユーザーが選んだ笑顔動画データの FAU の値平均値 (n=21) . . . . .	49
7.7 FAU 平均値差分 [(自分自身選択ユーザー)-(自身以外選択ユーザー)] . . . . .	49
7.8 嗜好傾向にあった動画データの FAU 平均値 (n=36) . . . . .	50

# 第1章 序論

本章では、はじめに本研究における背景を述べる。次いで、問題意識を踏まえた上で目的、著者の仮説を述べる。最後に本論文の構成を示す。

## 1.1 背景

本節では、本研究の背景として現代社会における人との関係性を構築する手段が多様化している現状を述べる。次いで人と人との繋がりで構成されている社会について述べ、最後に人の繋がりを形成する上で、コミュニケーション内の表情の重要性を述べる。

### 1.1.1 人との繋がり形成の多様化

直接対面でしかなかった出会いの形が、若い世代を中心に多様化して、オンライン上での出会いが増えている。インターネット上で知り合った経験がある10,20代の若者世代は多い[1]。目的はオンライン上で友達になったから会う、友達になりたくて会う、恋人探しなど様々である。マッチングアプリなど、自身のパートナーをインターネット上のデータを基に探すサービス展開も行われており、登録者は1000万人を超えるものもある。結婚相手を探す新しい場を提供する、婚活パーティーも増えてきており[2]、従来の出会いの方法に比べ出会いの敷居が低くなり、多種多様な人々との出会いの機会が提供されるようになっている。

### 1.1.2 人と人との繋がりで構成されている社会

ヒトは誕生から現代にかけて社会を形成し、その中で集団を作って生活を送ってきた。社会性をもつ生き物として、交友関係を広げ、協力を日々生きている。職場、学校、近所、そして家族など人との繋がりは必要不可欠な要素である。日本人の平均寿命はWHOの調査で84.2歳[3]と言われ、1日1人と出会ったとしても30733人と出会うことになり、人と関わることなしに生活することは不可能である。

### 1.1.3 コミュニケーションにおける笑顔の重要性

人との関係構築をする際にはコミュニケーションが必要不可欠である。コミュニケーションにおいて非言語コミュニケーションがもっとも重要であるとAlbert Mehrabianは述べて

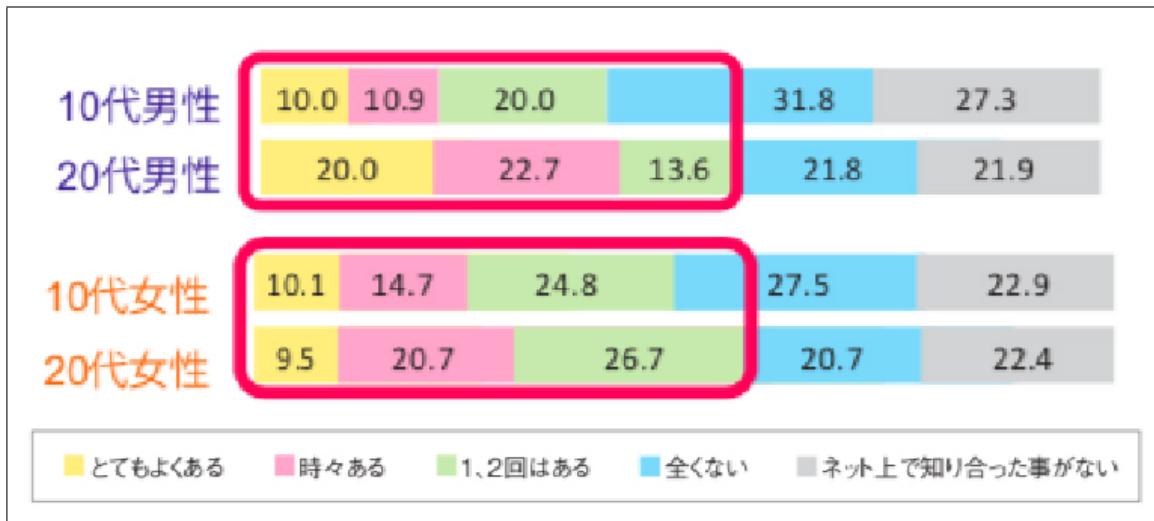


図 1.1: インターネットで知り合った相手に直接会ったことのある若者の割合

おり, 会話中の相手の受け取る情報量は非言語コミュニケーションが 93% を占め, 視覚情報は 55% を占めると言わわれている [4]. その中でも人の表情は, その人の内面を表しており, 相手のことを判断するときに重要な判断材料となる. 表情には人の考え方・内面が顕著に現れるとと言われており, Associated Newspapers Ltd Part of the Daily Mail の調査によると目尻と口の動きは相手への信頼性を判断する材料となっている [5]. また Bruno Leang によれば, 似ている人には信頼を置きやすいと述べている [6].

表情の中でも笑顔はコミュニケーションに大きく影響を及ぼす. 笑顔は自分の中の喜びや楽しさなどプラスの感情を表現するときに表れる表情であり, その表情を相手へ向けることは相手への好意の現れであると言える. 齊藤は好意の現れとして笑顔を向けられると自分自身も相手に好意を抱くようになると述べており, これは「笑顔の返報性」と言わわれている [7]. また, コミュニケーションにおける笑顔の重要性は近年, 科学的に証明されてきている. Dimberg によると人類の進化的な側面から, 笑顔は伝染すると主張する. 笑顔の人をみながら厳しい表情をするのは難しく, それは顔の筋肉のコントロールが抑制されるからであると言われている [8]. Grande は笑顔でいることで周囲に好感を与え, 親切に見えるだけでなく仕事の能力があるように映ると研究結果を述べている [9]. これらの先行研究より, コミュニケーションにおける笑顔は自分にとってプラスの効果をもたらすことがわかる.

## 1.2 問題意識

前章において, 人との繋がりの重要性および繋がりを形成するコミュニケーションにおける表情の重要性を述べ, 現代社会における出会いの多様性について述べた. 本節では, 本研究における問題意識について述べる.

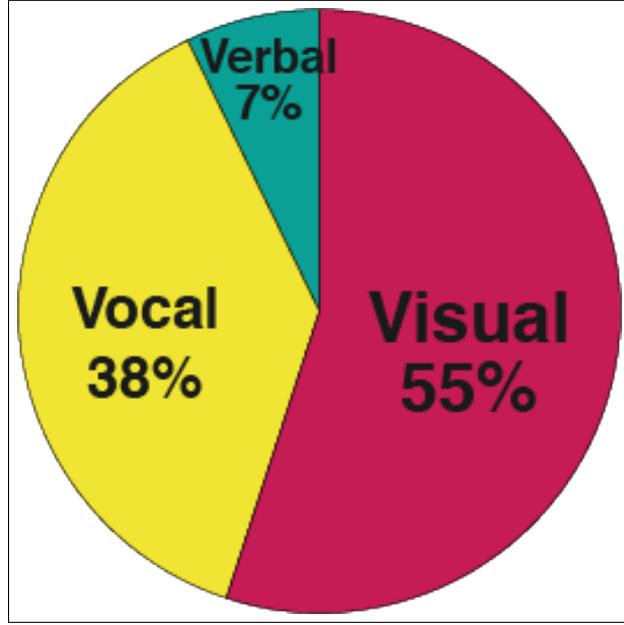


図 1.2: メラビアンの法則

### 1.2.1 情報社会における情報過多

人との繋がり形成の場が多様化し、出会いの入り口が広くなった分、情報量の整理が上手くいっていない。情報過多になっているが故に、選択肢が多く全ての人にアプローチをして交友関係を構築することは不可能である。ネット上の出会い調査によると若者が相手に対してギャップを感じた 10,20 代の若者の割合は、男女共に約 70% であり、そのギャップにがっかりした割合は男女共に 60% を超えている [1]。つまり、自分の理想とする人、自分と考えがある人と出会える確率は現状まだ低く、また理想や考えがある人を見逃している可能性が非常に高い。しかし、現状はテキストベースで判断をして自分でアプローチをかけたり、アプリケーション側で処理を行いユーザーへ情報提供をすることしかできていない。

### 1.2.2 相性が悪い人同士における生産性の低下

コミュニケーションにおいて、相手と考えが合わない場合精神的な負担が大きくなる。Mechanic はソーシャルスキルの程度と種々の具体的問題解決能力との 2 側面から適応行動を規定した上で、適応行動の不足は個体のストレスレベルを上昇させ疾患発症の危険度を高めることを述べた.[10] Fisher Beckfield&McFall は、ソーシャルスキル得点の低い男子大学生が、高い抑うつ反応を示していたと報告している.[11] コミュニティーにおいて考え方の近い人々をグルーピングをした際にはアイスブレーキングの時間や、相手の印象を探る時間フェーズを短くすることができ、産出するもののクオリティーの向上や、時間短縮を見込める。上記より、考え方の近い人や目的や嗜好が似ている人同士を引き合わせることで活動の効率化、ストレスの軽減に繋がると考えられる。

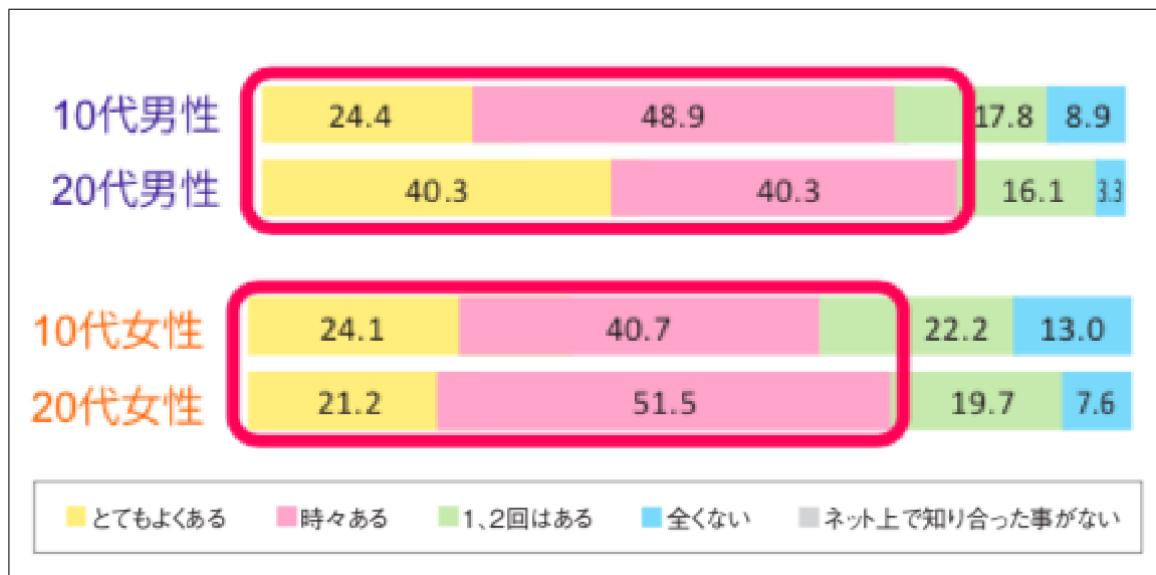


図 1.3: インターネットで知り合った相手に直接会った際, ギャップを感じたことがある若者の割合



図 1.4: インターネットで知り合った相手に直接会った際, がっかりしたことがある若者の割合

### 1.3 目的

本研究の目的は、笑顔からお互いを分析し、人と人との繋がり作成を助長するシステムの作成である。自身の笑い方と、魅力を感じる笑い方にはどのような関係性があり、笑顔においてどのパート・動きに由来するのかを分析する。本研究において、ユーザーの笑顔の作り方を数値データとして取得し、データベース内の笑顔の作り方データを表示する。表示されたデータに対して、ユーザーが順位付けを行うことで、笑顔の作り方による嗜好性を分析する。人と人との繋がり形成の際に、より最適な相手をユーザーに表示することができるようなアルゴリズムを作成し、ユーザーにとってよりよい出会いの機会提供を助長することを目指す。

### 1.4 仮説

人相学の分野において顔のひとつひとつの形には、その人の性格が表れると言われている。それゆえに、顔が似ている人は性格が似ていることになる。また心理学の分野において、Anthony Littleは人間同士においては特にカップルに身体的特徴、表情が似てくる傾向があると述べている。<sup>[12]</sup> 本研究において、私は「表情が似ている人には好意を抱きやすい」との仮説を立てる。

### 1.5 本文書の構成

本論文は、本章を含め全8章で構成する。本章、第1章では、本研究における背景と問題意識、目的および著者の仮説を述べた。第2章では、関連研究についてまとめる。第3章では、本研究にて作成するシステム Delta Smile Facial Survey Analyzer の概要について説明をする。第4章では、本システムにおける設計について整理する。第5章では、本システムの実装について述べる。第6章では、予備実験について述べる。第7章では、データ収集および評価実験について述べる。第8章では、結論および今後の展望について述べる。

## 第2章 関連研究

本章では、はじめに人の表情についての関連研究についてまとめる。ついで、情報学の分野における表情、特に笑顔に関する先行研究の例を取り上げる。最後に、本研究において取り扱う笑顔について定義する。

### 2.1 人と表情に関する研究

本節では、人の表情についての関連研究および表情と人間関係の関連性の2つについてまとめる。

#### 2.1.1 人の表情について

Ekmanは感情を表す普遍的な基本表情があるという理論を提唱した。その表情は7つに分類され、怒り、嫌悪、恐怖、驚き、悲しみ、幸福に中立な表情を加えたものである[13]。佐藤ら

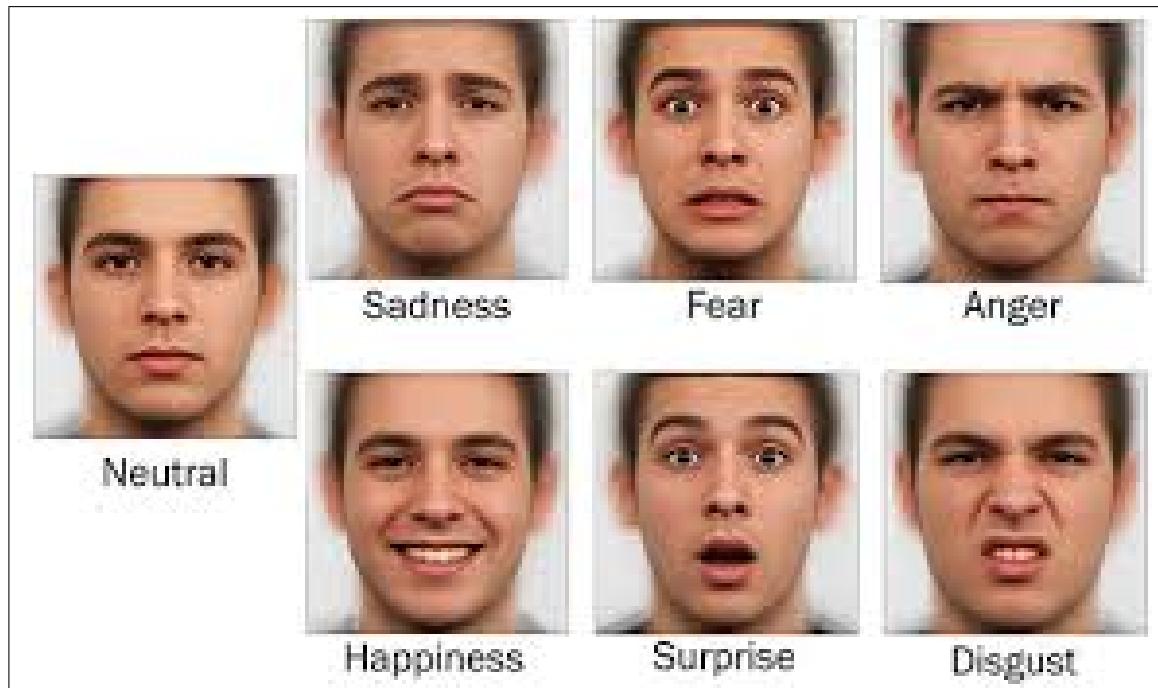


図 2.1: 人間の普遍7表情

が日本人に対して, Ekman の基本表情が適用されるのかを実験した際には, 部分的にしか日本人には適応されないことがわかったが, 驚きと幸福に関する基本表情は日本人にも適合することが証明されている.[14]

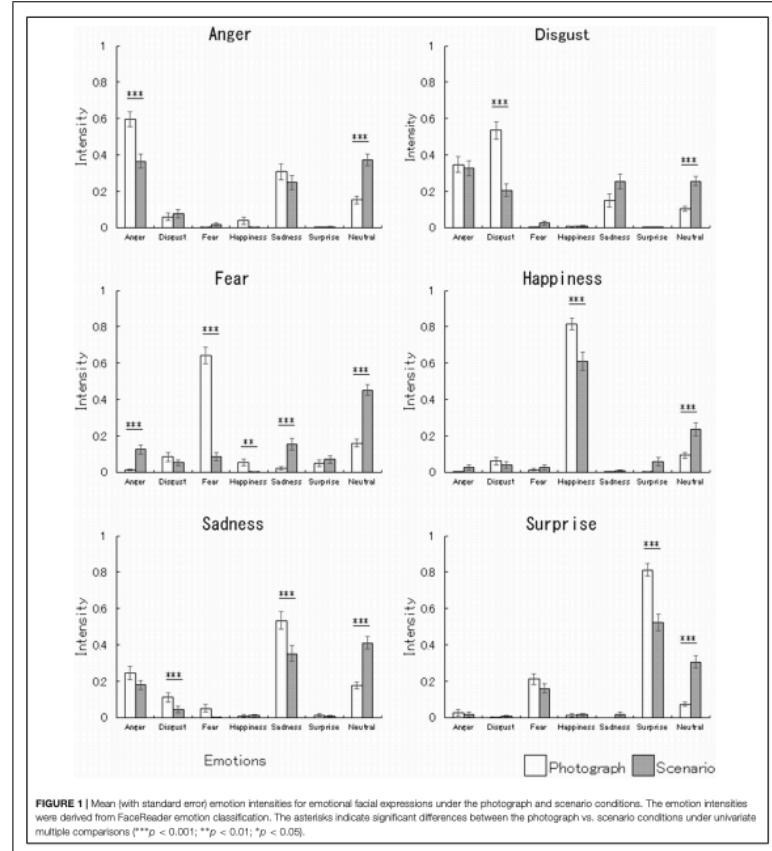


図 2.2: 日本人の表情判断グラフ

### 2.1.2 人間関係と表情について

顔には年齢, 性別, 人種などの生物学的属性に加え, 口の動きからの発話情報, その人物の人となり, 感情, 意図, 関心などを読み取ることが可能である [15]. 人はコミュニケーションをとる際に, 会話の内容などの言語コミュニケーションに加え, 表情などの非言語コミュニケーションが行われる. 非言語コミュニケーションとは, 言葉を使わないコミュニケーションのことを指し, Mehrabian によればコミュニケーションにおいて, 非言語コミュニケーションは印象情報の 93% を占める [4]. ゆえに, コミュニケーションにおいて会話内容よりも, 人の見た目や表情に意識が向く. 表情, 特に笑顔はコミュニケーションをとる際に重要な役割を担っている.

## 2.2 情報技術と笑顔に関する研究

近年, 情報処理技術を用いて人の表情分析の研究が進められている. SONY が開発し, デジタルカメラ Cyber shot に組み込まれているスマイルシャッターは笑顔検出技術が, システム搭載されている例である. 現在, 実用化が進んでいるが, より笑顔を検出する精度や速さが求められている.



図 2.3: SONY スマイルシャッター

Eduard らは口角をベースとした笑顔検出器を作成し, 既存の検知方法よりも速く笑顔の検出を可能にする手法の提案をしている [16]. 人の笑顔を顔のパーツ, 特に目や口元, 頬の動きを判断材料として, 画像処理技術および機械学習を用いて自動的に笑顔を検出するような研究が数多く行われている. 他にも表情に現れる感情と, 実際に抱いている感情との違いを検出するような研究も行われている. 実際に人同士でも相手の内面状態を知ることは非常に難しい. 不快感を抱いていたとしても 相手に悟られないように笑顔を作るなど表情と感情が一致しないケースも数多くある. I Gede Aris Gunadi らは, 画像から機械学習を用いた作り笑顔を検出する研究 [17], Neelesh らは動画を用いて作り笑顔の検出 [18] を行うなど人の表情と内面状態との乖離を解消するような研究も進んでいる. 上記のように, 先行研究においては笑顔のシーン単体に対して, 処理を行い表情分析を行うものが多い. 人の表情は断片的なものではなく連続的なものである. 動画の分析を行う先行研究は映像から内面を推定する研究が主流であり, 中立の表情から笑顔になる過程について分析する研究はほとんど行われていない. より人間の表出表現を正確に, 繊細に分析する際には連続的に表情の流れの中で分析する必要がある.

## 2.3 本研究において取り扱う笑顔

本研究では、笑顔を内面の感情ではなく表情のみを取り扱う。Niedenthalは初対面において本当の笑顔と作り笑顔の違いを見分けることは難しいことを述べることに加え、人間は比較によって本当の笑顔か作り笑顔か判断をする。もし自分が相手が笑っていると判断した場合には作り笑顔でも本当に笑顔か関係なく笑顔に対する印象の効力が発揮されると述べている[19]。さらに表情の筋肉は無意識のうちに動きの癖が反映されており、笑顔を自分の意思で作ろうとした時も普段の笑い方と同じような筋肉が動くため、全ての表情には自分の内面属性・性格は反映されていると考えためである。

笑顔の作り方を分析し、表出表現による自分の表情と相手の表情への嗜好判断を行う。笑顔の分析オープンソースであるOpenFaceの中に含まれる、Facial Action Unitを用いて行う。OpenFaceとはTadasらCambridge University, MultiCamp Labが作成した表情分析を行うためのツールである。Facial Action Unit(以下FAUとする)は,Paul Ekman, Wallace Friesenらによって1978年に開発された分析ツールかつ表情理論に基づいたFacial Action Coding Systemを使って、客観的に顔の動きをデータとして取得することのできる基本動作を定義したものである。FAUにおいて、笑顔のunit番号は6(眼窩部眼輪筋),7(眼瞼部眼輪筋),12(大頬骨筋),25(翼突筋+頸二腹筋)である。この4つのUnitを使用して笑顔の分析を本研究では行う。

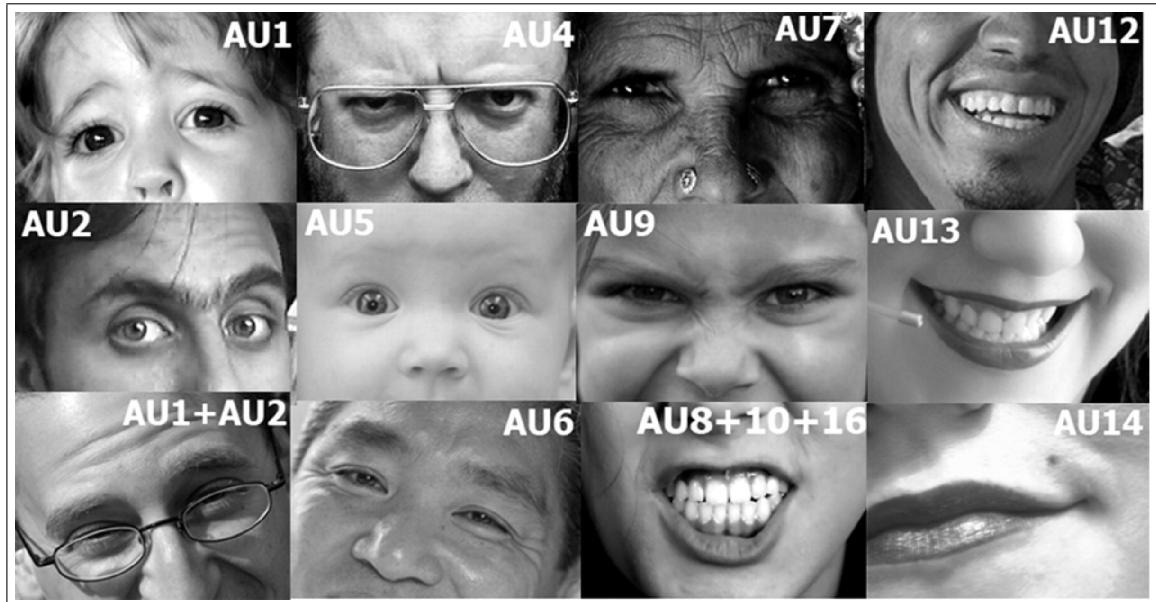


図 2.4: Facial Action Unit 例

Upper Face Action Units					
AU1	AU2	AU4	AU5	AU6	AU7
Inner Brow Raiser	Outer Brow Raiser	Brow Lowerer	Upper Lid Raiser	Cheek Raiser	Lid Tightener
*AU41	*AU42	*AU43	AU44	AU45	AU46
Lip Droop	Slit	Eyes Closed	Squint	Blink	Wink
Lower Face Action Units					
AU9	AU10	AU11	AU12	AU13	AU14
Nose Wrinkler	Upper Lip Raiser	Nasolabial Deepener	Lip Corner Puller	Cheek Puffer	Dimpler
AU15	AU16	AU17	AU18	AU20	AU22
Lip Corner Depressor	Lower Lip Depressor	Chin Raiser	Lip Puckerer	Lip Stretcher	Lip Funneler
AU23	AU24	*AU25	*AU26	*AU27	AU28
Lip Tightener	Lip Pressor	Lips Parts	Jaw Drop	Mouth Stretch	Lip Suck

図 2.5: Facial Action Unit の種類

## 2.4 まとめ

本章では、現在行われている人の表情、特に笑顔についての先行研究について整理した。ついで、本研究で扱う Facial Action Unit を用いて判断する笑顔について定義した。次章では本研究において使用する、Delta Smile Facial Survey Analyzer のシステムの概要および特徴について述べる。

# 第3章 Delta Smile Facial Survey Analyzer システム

本章では、本研究の目的である笑顔からお互いを分析し、人と人との繋がり作成を助長するシステムを作成するための、データ収集およびデータ分析をするためのツール Delta Smile Facial Survey Analyzer(以下 DSFSA)について述べる。初めにシステムの大まかな流れを述べた後、本システムの特徴および使用方法について述べる。

## 3.1 DSFSA システムの概要

本システムは表情分析をするためのデータを収集・分析するためのツールである。ユーザーの顔を検出し、トラッキングをしつつ、ユーザーが中立の表情から笑顔になったタイミングを検出する。各フレームごとに画像処理をして表情の分析を行い、動画としてデータベースへ保存する。Open Face の Facial Action Unit を使用して特徴量を算出した後、データベースの中にある決まったフォーマットの笑顔の作り方動画を 5 種類選択し、ユーザーに表示する。その際には、顔の特徴点のみを描画した動画を表示することで表情の動き以外のバイアスを軽減する。システムによって選択された動画を 2 つずつ表示し、ユーザーに比較をして、選んでもらうことで動画データに順位づけを行う。ユーザーの表情データ、選ばれたデータベース内の動画を分析した表情データ、および順位づけデータを使用して、ユーザーの表情と、ユーザーの表情からみる人を選ぶ嗜好との関連性を分析する。

## 3.2 DSFSA の特徴

本システムの特徴は、中立と笑顔の表情を部分的に切り取った断片的な画像データではなく、動画の形を採用することで表情の遷移を時系列データで、笑顔の作り方を記録し、分析することが可能な点である。SONY が開発したスマイルシャッターのように笑顔になったタイミングをキャプチャーするシステムなど、笑顔のタイミングのみにフォーカスをあてた研究やサービス、笑顔のタイミングのみを切り取って表情分析をする研究は盛んに行われているが、動画など時系列データを使用した表情分析系の研究はまだ少ない。Bruce & Young らは表情表出の時間的特性が感情の認知に影響を及ぼす結果を得ており [20]、感情の認識においては動画像解析による動的な特徴を抽出することが望ましいと述べている [21]。本システムにおいては、中立表情から笑顔になるまでの表情の遷移を記録し、顔のパートの動き、筋肉の

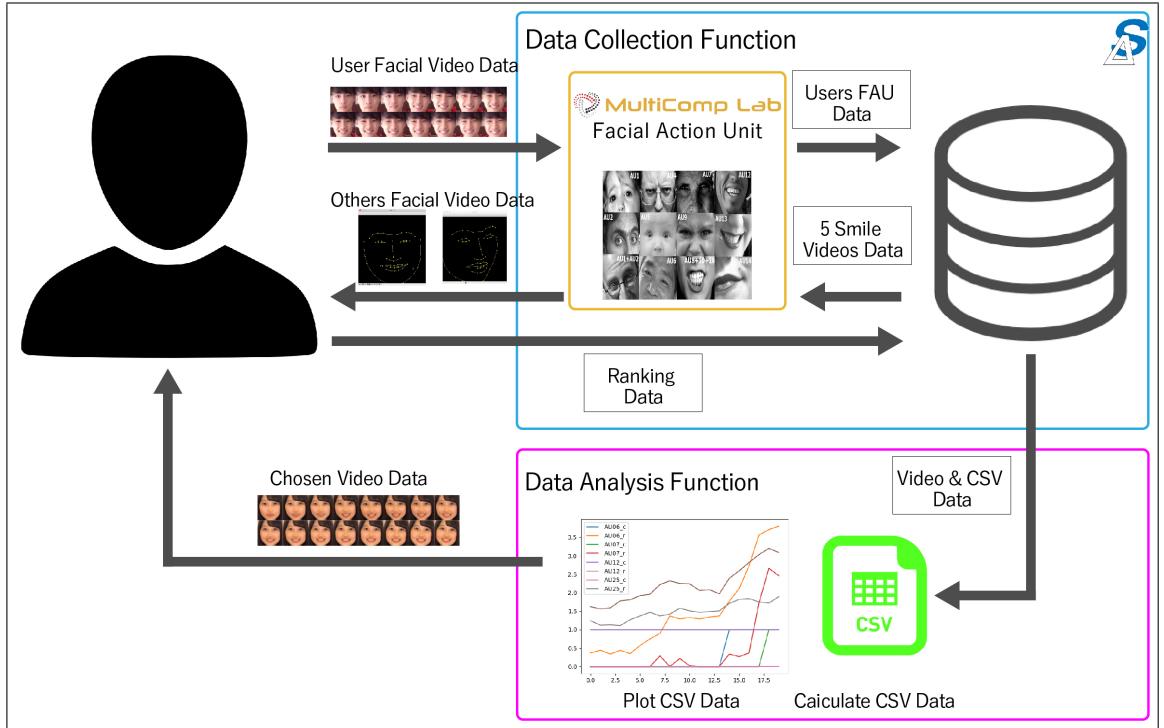


図 3.1: システムフロー

動きを数値化することが可能である。数値化可能な値は、顔のパーツの位置、動きがあるかないかの 2 極値、そして動きの強度である。

### 3.3 DSFSA の使用方法

2 つのモードを使いわけて、笑顔の作り方を記録した動画データを作成することおよび顔パーツの動きを数値化することが可能である。また、中立の表情から笑顔になるタイミングを記録した動画データのことを以下では笑顔動画データとする。

#### 3.3.1 動画から笑顔動画データ作成および数値化

人が映った既存の動画データから、笑顔動画データを作成することが可能である。ユーザーに表示するための笑顔動画データを作成、収集するために使用するモードである。特にユーザーに対してシステムを使用する前に、データベースにデータが空の状態では順位づけをすることができないため、主に初期状態から運用可能状態にする用途がこのモードにある。

### 3.3.2 ユーザー表情の笑顔動画データ作成および数値化

実際にユーザーの表情の動きをトラッキングして、笑顔動画データを作成することが可能である。表情と嗜好の関係性をするためのデータを収集およびユーザーの笑顔動画データをデータベースに保存するためのモードである。主なモードであり、ユーザーの情報を入力して、分析および出力、保存まで全ての一連の流れを実行・処理することが可能である。

## 3.4 まとめ

本章では、笑顔動画データ作成および収集、数値化を行う本システムの概要について述べた。ついで、本システムの特徴および使用方法について説明をした。次章では、Delta Smile Facial Survey Analyzer システムの設計について述べる。

# 第4章 設計

本章では、まず本研究で作成した Delta Smile Facial Survey Analyzer システムの設計概要について説明する。その後、データ収集機能における各モジュールと、データ分析機能における各モジュールの詳細について説明する。

## 4.1 本システムの設計概要

本研究で作成した Delta Smile Facial Survey Analyzer(以下 DSFSA)は、素材動画から笑顔動画データおよび画像処理結果を保存した CSV データの作成、ユーザーの笑顔動画データの作成、および画像処理結果を保存した CSV データを使用して、データベースにある CSV データと演算を行い、選ばれた動画データに対してユーザーに順位づけをしてもらう laptop 上で動くデータ収集・分析用システムである。本システムのシステム構成図を 4.1 に示す。

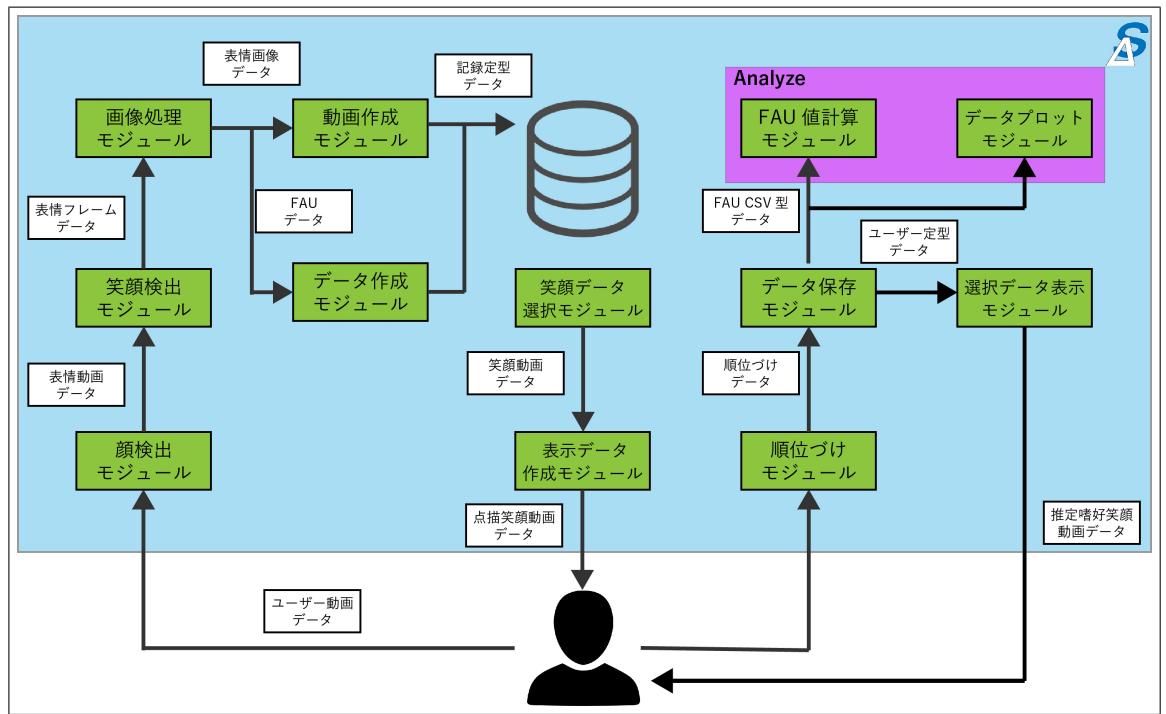


図 4.1: システム構成図

## 4.2 データ収集機能

この節では、ユーザーエンドおよびデータ収集に必要な各モジュールの役割について説明する。マシンスペックは Mac Book Air, Core i5, メモリ 8GB, ストレージ 256GB, OS Mojave, version 10.14.5 を使用し、web カメラは Logicool C920r, ディスプレイは eizo sx2761w を使用する。

### 4.2.1 顔検出モジュール

パソコンのカメラ、もしくは web カメラを起動して得た映像に対して顔の検出を行う。ユーザーの顔のみを検出、トラッキングを行い、特定領域のみに次の処理をかけることでシステムを軽量化する。検出には OpenCV のデフォルトのカスケードを使用し、Haar-like 検出器を使って領域ごとに顔のパーツを検出し、顔の領域を判別する。

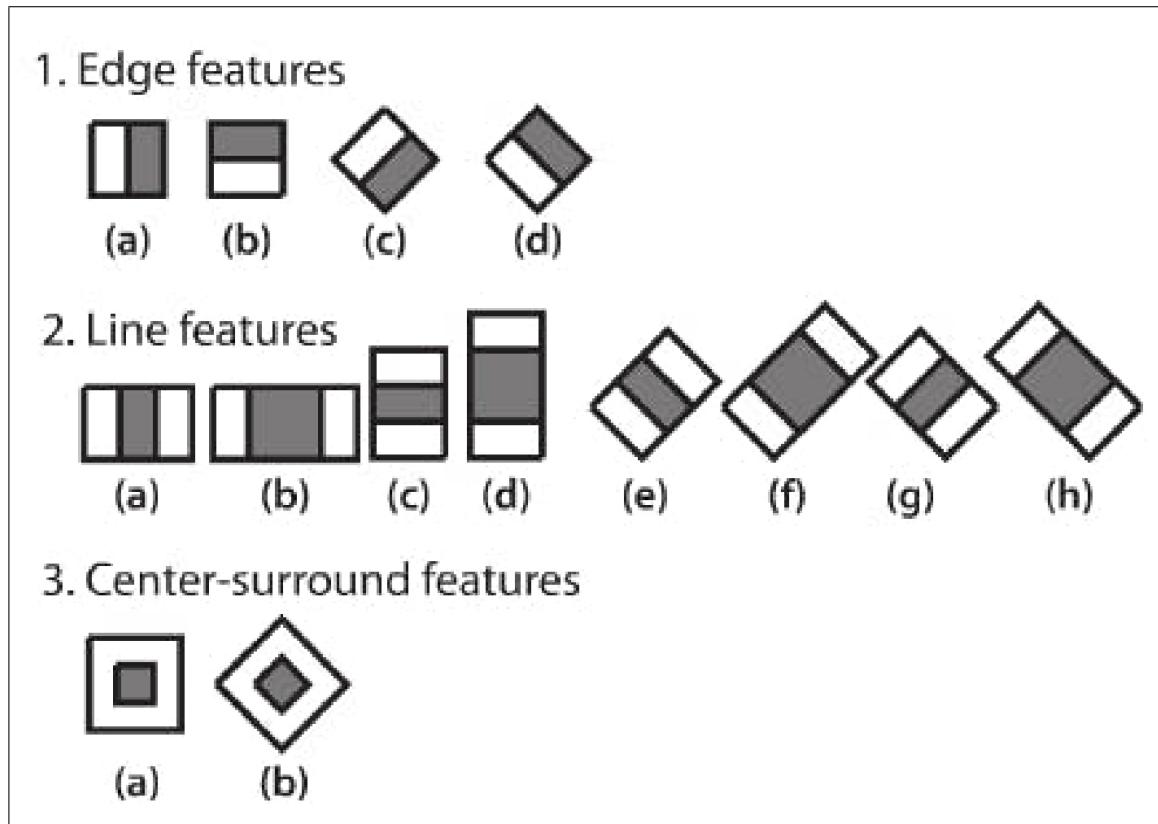


図 4.2: Harrlike 検出器

### 4.2.2 笑顔検出モジュール

顔検出モジュールで検出した顔の領域に対して、ユーザーの笑顔のタイミングを検出する処理を行う。笑顔処理を動画全体にかけると誤検出や、処理速度が落ちるため顔の領域のみ

に判別器をかける。リアルタイム検出のために、笑顔検出モジュールにはOpenCVのカスケードを使用する。Haar-like検出器を使って口の領域に対して処理を行い、口角の動きを検出し笑顔の判定を行う。この検出方法の有効性については、6章の予備実験において評価する。

#### 4.2.3 画像処理モジュール

中立の表情から、笑顔になるタイミングを連続時系列データでトータル20フレーム、そのうち笑顔は5フレーム保存し、各フレームに対してOpenFaceのFacial Action Unitの処理を行う。処理された結果は各フレームごとに、705個のパラメータについての値をCSVファイルにて返される。結果、20個のCSVファイルが作成されるので、それらのファイルを統合し1つのファイルを作成し、ユーザーの表情データとする。

#### 4.2.4 動画作成モジュール

保存したフレームをつなぎ合わせて1秒の動画を作成する。20fpsで検出し、笑顔を連続5フレーム検出した動画を本システムの笑顔動画のフォーマットとする。このフォーマットが表情遷移を記録する上で有効であるかどうかは6章の予備実験にて評価する。

#### 4.2.5 データ作成モジュール

動画作成と同時に、画像処理モジュールで算出したFacial Action UnitをCSVフォーマットで保存する。笑顔動画およびCSVデータをユーザーごとにファイリングを行い、データベースへ笑顔動画とCSVデータを紐づけて保存する。

#### 4.2.6 笑顔データ選択モジュール

OpenFaceの開発者であるTadas [22]によると、OpenFaceから取得可能なp\_scaleパラメータは、顔のパーツのバランスを示している。このパラメータは特徴点のx, y, zの3点座標を使用し、判定モデルのベースとなっている平均顔との差分 $\lambda$ であり、この顔の形状と表情のアイデンティティーを示す値とされている。以下の式、Xはモデル内における顔パーツの位置データの集まりを示している。

$$X = \begin{bmatrix} X_1, & X_2, & \dots & X_n, & Y_1, & Y_2, & \dots & Y_n, & Z_1, & Z_2, & \dots & Z_n \end{bmatrix}^T \quad (4.1)$$

p\_scaleの値を算出し、自分の笑顔動画データをふくむ5つのデータを選ぶ。選択の基準は、ユーザーのp\_scaleとの差分を計算し、差分の最小値(ユーザー自身)、第一四分位数、中央値、第三四分位数、最大値を選択する。

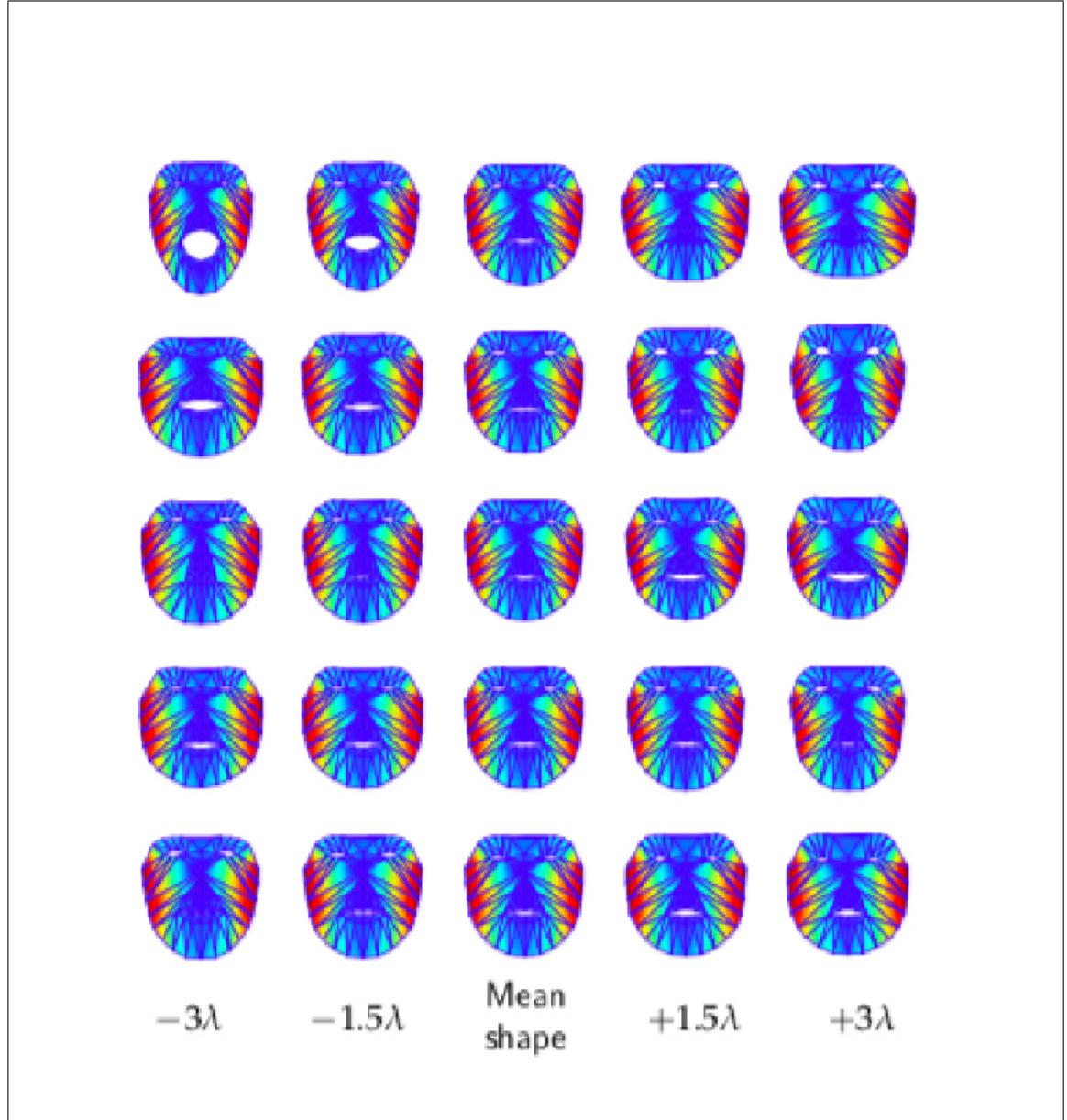


図 4.3: MultiPIE のデータセットから,  $\lambda$  の値を顔に反映させたもの

#### 4.2.7 表示データ作成モジュール

表情の動き以外のバイアスを削減するために、表情の動きは点描画のみで以下のようにな動画データを作成する。顔の特徴点のみを抽出し、表情の動きのみをユーザーに提示する。

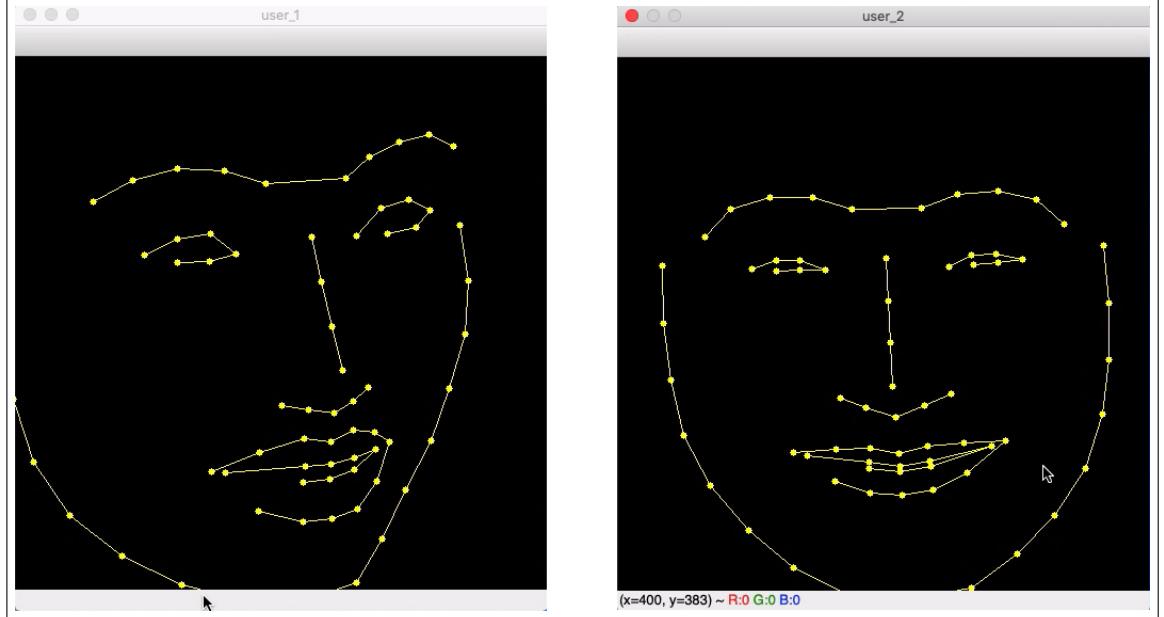


図 4.4: 点描画笑顔動画データ

#### 4.2.8 順位づけモジュール

ディスプレイに 5 種類の動画の中の 2 種類を表示し、左右どちらの表情の動きが好みか選んでもらう。左右比較を 4 回繰り返し、各点描画顔動画データに対して順位づけを行う。選択した順位データと画像の保存先の path を関連づけて保存することで、のちのデータ整理をする際にユーザーごとのデータとしてファイルリングを容易にすることができる。

#### 4.2.9 データ保存モジュール

ユーザーの笑顔動画データ、FAU 算出 CSV データ、5 つの笑顔動画データへの順位づけデータ、ユーザーの順位づけが一番高かった笑顔動画データおよびその FAU 算出 CSV データ、そして、ユーザーが順位づけしたその他の笑顔動画とその FAU 算出 CSV データを 1 つのディレクトリに格納し保存する。

#### 4.2.10 選択データ表示モジュール

ユーザーの笑顔動画データと、順位づけが一番高かった笑顔動画データを横にならべ動画データとし、ユーザーに表示する。本研究においては、自身の笑顔と、表情ベースにおける相手への嗜好分析を行う段階であるため、実際にユーザーへフィードバックするデータは一番順位づけの高かった笑顔動画データのみとし、その他の本システムで収集したユーザーのプライバシーが含まれる年齢などは公開しない。将来的に、本研究の結果を分析し、サービスや実証実験の場にて使用する時にはプライバシーポリシーに乗っ取りつつ、情報開示を行った分析も行っていくこととする。

### 4.3 データ分析機能

本節では、収集したデータを分析するためのモジュールについて説明をする。データを収集したのち、主に CSV ファイルを使用して値を算出するための機能である。

#### 4.3.1 FAU 値計算モジュール

取得した csv データから分析に必要なデータを取り出し、別の計算用の csv ファイルを作成する。嗜好傾向分析に使用する笑顔の FAU の値は、FAU06(眼窩部眼輪筋),07(眼瞼部眼輪筋),12(大頬骨筋),25(翼突筋+頸二腹筋) の 4 種類を扱う。各 FAU は AU\_r(0 から 5 のまでのスケール) と AU\_c(0 と 1 の 2 極地) の 2 種類の値を持っているため、合計 8 種類の値を生データから抽出する。ユーザー自身および選ばれた笑顔動画データの FAU データを抽出し、最大値、最小値、値の範囲、平均値、中央値、分散、標準偏差、不偏分散の値を計算する。8 種類の値をそれぞれの FAU データに対して求め、嗜好傾向との関連を考察する。

#### 4.3.2 データプロットモジュール

FAU 計算モジュールで算出した各ユーザーの FAU データおよび選ばれた笑顔動画データの FAU データの値を x 軸にフレーム、y 軸に FAU の値をプロットする。視覚的に FAU の値を処理し、データ分析をする方針を立てる。また上昇傾向、下降傾向などデータ全体の動きを把握する。

### 4.4 まとめ

本章では Delta Smile Facial Survey Analyzer の設計、各モジュールの役割について説明した。次章では実際に作成したシステムの動きや、工夫について説明をする。

# 第5章 実装

本章では、Delta Smile Facial Survey Analyzer の実装部分について説明する。まずユーザーインターフェースの実装について説明し、システム全体の画面遷移の流れを最初に示す。次にデータ収集機能の各モジュールの実装について説明し、最後にデータ分析機能の各モジュールの実装について説明する。

## 5.1 ユーザーインターフェースの実装

本システムではおよそ3分程度で一連のデータ収集機能のシステム処理を行う。開発言語はpythonを使用し、バージョンは3.6.1を使用した。実行コマンドは以下のように行う。mode\_numは0を引数に指定するとユーザーからのデータを収集し、1を指定すると既存の動画に対して処理を行いデータ形成を行うことができる。

- 実行コマンド

```
$ python dsfsa.py mode_num
```

ユーザーに見せるシーンとして全部で8種類のシーンが存在する。各シーンは全てオープンソースのOpenCVを使用して、ディスプレイeizo sx2761wに表示をしている。それぞれの表示内容、役割について以下に述べる。

### 5.1.1 ユーザーインターフェースシーン1

図5.1のシーン1はシステムを起動した最初のシーンである。実験の際に、個人情報である表情のデータを使うため、ユーザーの同意が必要である。パソコンのReturnキーを一回入力することで実験、データ提供への同意を得るように実装を行った。

### 5.1.2 ユーザーインターフェースシーン2

図5.2のシーン2はユーザーの基本情報を収集するためのシーンである。基本情報として、性別と年齢を何十歳の形で入力をする。入力したデータは.txtファイルとしてユーザーごとのフォルダーに保存するようにした。

### 5.1.3 ユーザーインターフェースシーン 3

図 5.2 のシーン 2 にて、基本情報を入力した後に、図 5.3 のシーン 3 へ自動で遷移する。このシーンでは実際にユーザーの映像が web カメラ,Logicool C920r の映像が映し出される。遷移と同時にカメラに映る一番大きな顔をユーザーの顔として認識をしトラッキングを行っている。

### 5.1.4 ユーザーインターフェースシーン 4

図 5.4 のシーン 4 では、図 5.3 のシーン 3 にて、笑顔が検出された場合にはユーザーの笑顔が検出されていることを知らせる小さいウィンドウが表示され、検出した口元に緑色の長方形が描画されるようになっている。

### 5.1.5 ユーザーインターフェースシーン 5

図 5.4 のシーン 4 にて、笑顔が一定フレーム以上検出された後、図 5.5 のシーン 5 へ移動する。シーン 5 が表示されている間にフレーム分析処理、動画作成処理、データ選択処理が行われており、およそ 20 秒ほど処理を待機する時間が発生する。

### 5.1.6 ユーザーインターフェースシーン 6

図 5.6 のシーン 6 はユーザーから入力を受け付けるシーンである。点描画によって映し出されている笑顔動画データに対して順位づけを行う。計 5 つ、4 回のキーボード入を行い、各笑顔動画データに対して順位づけデータを与える。

### 5.1.7 ユーザーインターフェースシーン 7

図 5.7 のシーン 7 は結果表示画面であり、ユーザーの笑顔動画データを左側、右側にユーザーが 1 番高く順位づけした笑顔動画データを並列で表示する。

### 5.1.8 ユーザーインターフェースシーン 8

図 5.8 のシーン 8 はシステム終了前のシーンである。笑顔動画データベースおよび収集した笑顔動画データの中に含まれる全ての笑顔フレームを表示する。

## 5.2 データ収集機能の実装

本節では、各モジュールの実装の詳細について述べる。

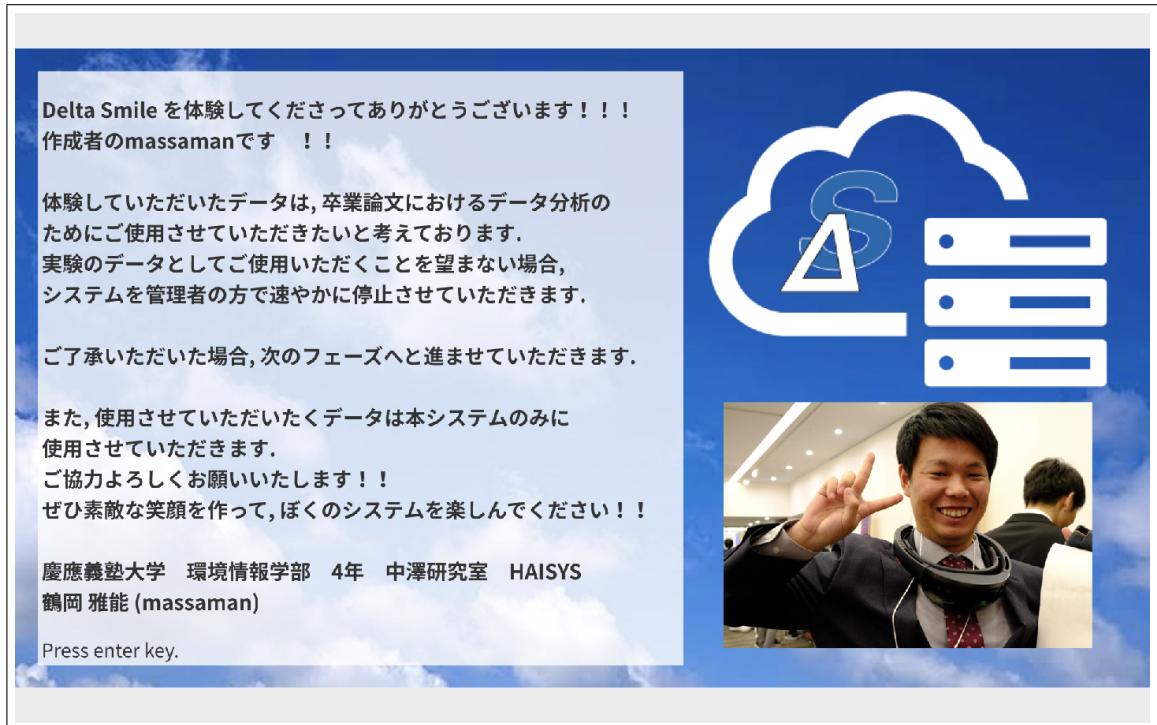


図 5.1: ユーザーインターフェースシーン 1

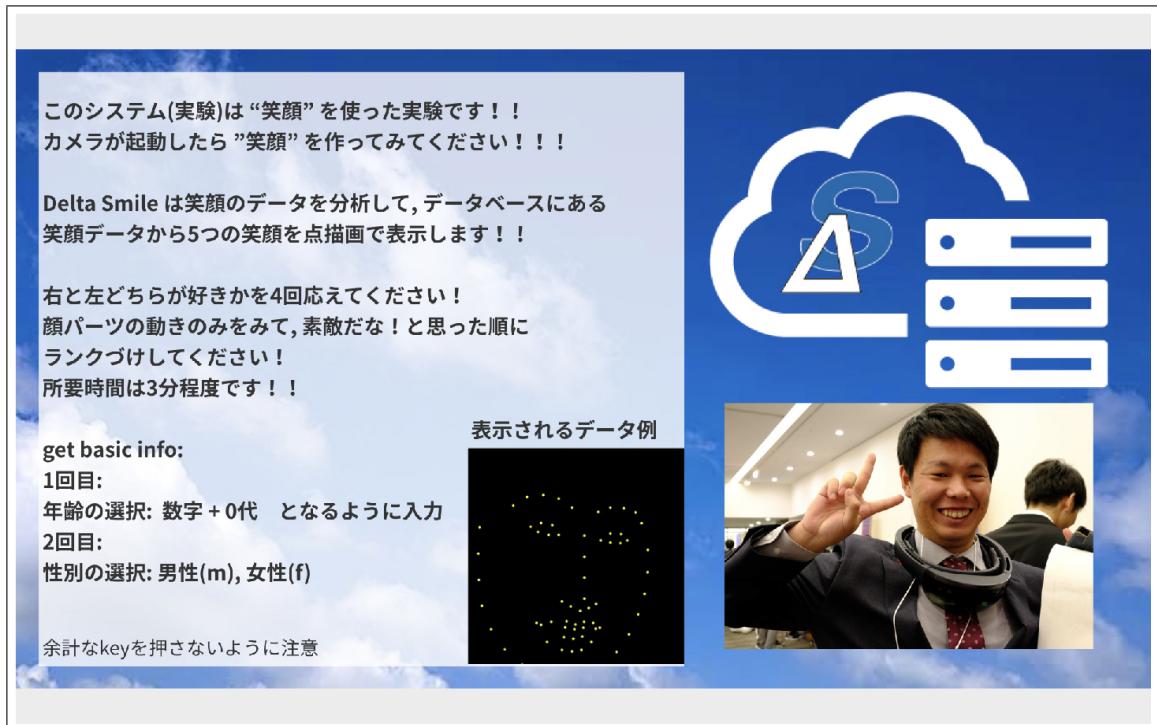


図 5.2: ユーザーインターフェースシーン 2



図 5.3: ユーザーインターフェースシーン 3

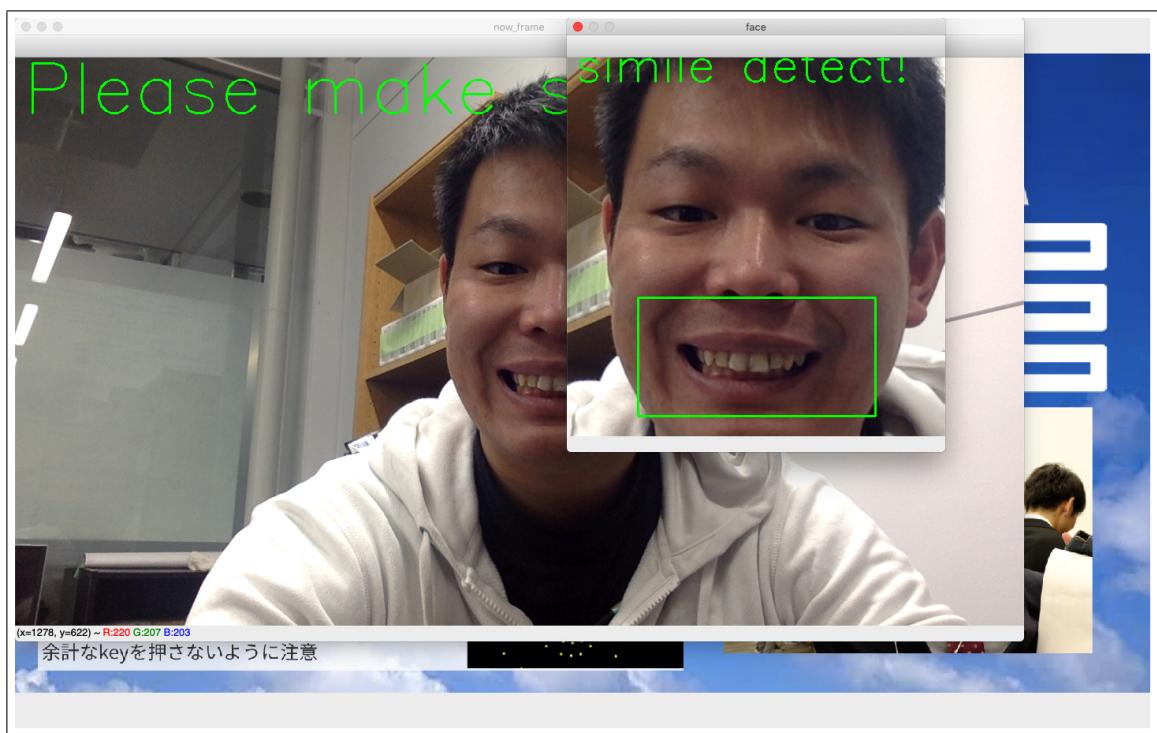


図 5.4: ユーザーインターフェースシーン 4

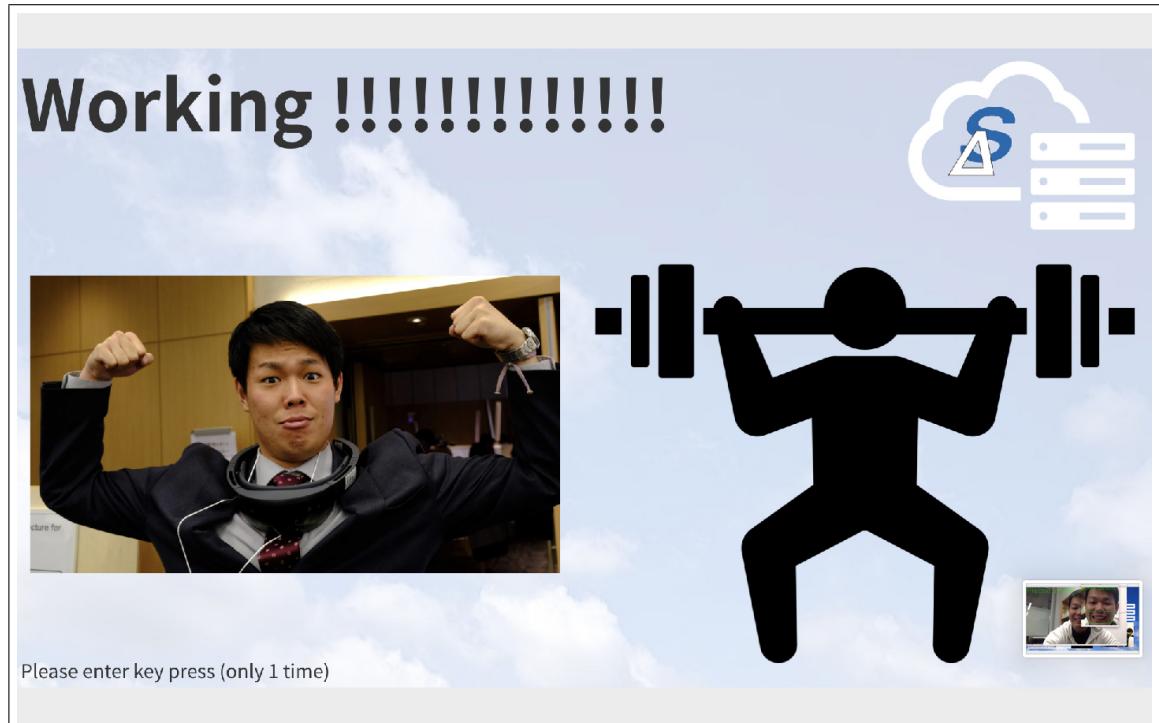


図 5.5: ユーザーインターフェースシーン 5



図 5.6: ユーザーインターフェースシーン 6

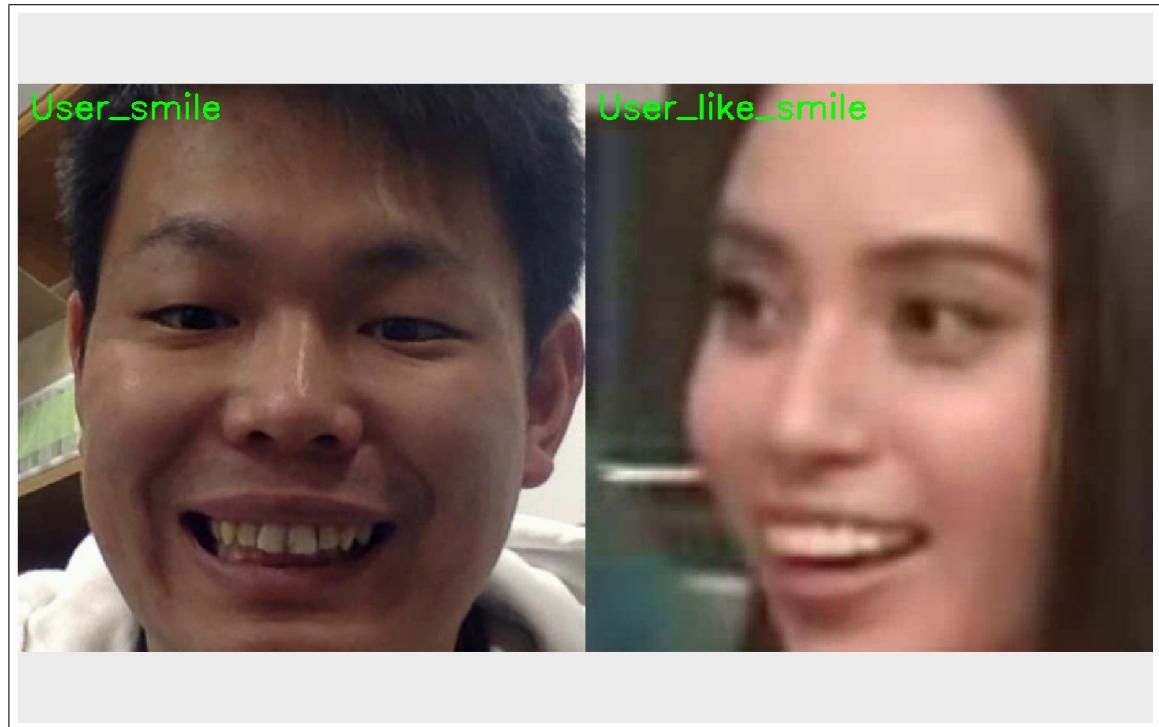


図 5.7: ユーザーインターフェースシーン 7



図 5.8: ユーザーインターフェースシーン 8

### 5.2.1 顔検出モジュールの実装

顔検出はオープンソースである OpenCV の中に含まれるカスケードである, haarcascade\_frontalface\_default.xml を OpenCV で読み込み使用する。読み込んだ全ての動画フレームに対して顔検出の処理を行う。

- 顔検出検出パラメーター

```
face_list = face_detect_cascade.detectMultiScale(  
    gray, scaleFactor = 1.21,  
    minNeighbors = 15,  
    minSize=(300,300)  
)
```

検出した全ての動画フレームに対して表示処理を行う場合、システムのラグが発生するため、表示は偶数フレームのみとした。返り値の画像に含まれる顔の左上の x 座標および y 座標、横幅と高さの値を次の関数へと引き継ぐ。

### 5.2.2 笑顔検出モジュールの実装

顔検出モジュールで得た返り値の値を参照し、顔のある領域のみに対して笑顔の検出処理を全てのフレームに対して行う。笑顔の判別は OpenCV の中に含まれる haarcascade\_smile.xml を読み込み使用する。このカスケードは顔の口の領域に対して処理を行い笑顔の検出を行う。web カメラから取得した画像全ておよび、全ての領域に対して笑顔検出の処理を行うことも可能であるが、実装のテスト段階で誤検出が多かったため、顔を検出しその 中でも誤検出が一番少ないパラメータ調整を行った。

- 笑顔検出パラメーター

```
smile_detector = smile_cascade.detectMultiScale(  
    face_gray, scaleFactor= 1.7,  
    minNeighbors=20,  
    minSize=(120, 120)  
)
```

顔を検出したフレームが 20 フレーム以上、および笑顔を検出したフレームが 5 フレーム以上になった場合に検出を終了する。

### 5.2.3 画像処理モジュールの実装

顔検出および笑顔検出モジュールで取得したフレームに対して、画像処理を行う。検出したフレームをコンパイルした OpenFace の FaceLandmarkImg 関数を使用して、全てのフレームから顔のパーツの動きを表した Facial Action Unit の値を csv ファイルに算出する。各

フレームごとに生成されるため、ユーザーごとに1つのファイルにマージする処理を行なう。

- OpenFace 算出パラメータ例:

```
frame, timestamp, confidence, success,gaze_0_x,  
gaze_0_y,gaze_0_z, gaze_1_x, gaze_1_y, gaze_1_z,  
pose_Tx, pose_Ty,pose_Tz, pose_Rx, pose_Ry,  
pose_Rz,x_0 , x_1 , ... x_67,y_0 , y_1 , ... , y_67 ,  
X_0 , X_1 ,..., X_67 , Y_0 , Y_1 ,..., Y_67 ,  
Z_0 , Z_1 , ... Z_67,p_scale, p_rx, p_ry, p_rz,  
p_tx, p_ty,p_0 , p_1 , ... , p_33 ,  
AU01_r, AU02_r, AU04_r, AU05_r, AU06_r ,  
AU09_r, AU10_r,AU12_r, AU14_r, AU15_r, AU17_r ,  
AU20_r,AU25_r,AU26_r,AU04_c, AU12_c, AU15_c ,  
AU23_c , AU28_c , AU45_c
```

#### 5.2.4 動画作成モジュールの実装

フレームごとに処理をした後、全てのフレームを時系列順に結合して笑顔動画データの作成を行う。フレームには保存時にファイル名で時系列順に番号を振っており、配列にデータを格納しソートすることで時系列順に処理を行うことが可能である。本システムにおいて, fps(Frame per Seconds) は 20 であったため 1 秒間の動画が生成される。

#### 5.2.5 データ作成モジュールの実装

一番最初に入力したユーザーの基本データ、画像処理モジュールで生成した CSV ファイルおよび動画作成モジュールで作成したユーザーの笑顔動画データをユーザーごとにファイルリングしてデータフォーマットとする。作成したデータは各ユーザーごと、各データの種類ごとの 2 通りの方法でデータを保存する。

- ユーザーごとのデータツリー構造:

```
user dirname  
└── FAU_data.csv(FAU から取得したデータ)  
└── FAU_data_plot.png(FAU の値を簡易プロットしたグラフ画像)  
└── user_info.txt(ユーザーの基本情報)  
└── rankingdata.csv(ユーザー順位づけデータ)  
└── output.mp4(ユーザーと選んだ笑顔動画データを並べて表示)  
└── user_smile_video.mp4(ユーザー単体の笑顔動画データ)
```

#### 5.2.6 笑顔動画データ選択モジュールの実装

画像処理モジュールで生成したデータの中にあるパラメータ p\_scale を使用する。各フレームの p\_scale を pscale\_i とし、フレームの総数を n とすると、笑顔データ選択の際に使用する

ユーザーごとの指標 user\_pscale を以下のように定義する.

$$pscale\_sum = \sum_{i=1}^n pscale\_i \quad (5.1)$$

$$user\_pscale = \frac{pscale\_sum}{n} \quad (5.2)$$

p\_scale は第 4 章で示した、図 4.3 の様に、差分  $\lambda$  で出力されるため、各笑顔動画データの  $\lambda$  同士を以下のように比較演算を行う。ユーザーの指標 user\_pscale、データベースの中にある笑顔動画データそれぞれの p\_scale の値を、each\_pscale とし、差分 difference を以下のように定義する。

$$difference = (user\_pscale - each\_pscale)^2 \quad (5.3)$$

数式 5.3 を各データごとにもとめ、配列格納し昇順にソートする。配列に格納されたデータを  $x_i$  と表し、5 つのデータを算出し、それぞれのデータの index を取得する。以下にデータを選出する際の計算式を記述する。

$$data_1 = x_1 \quad (5.4)$$

$$data_2 = \begin{cases} \frac{x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n+1}{2}}}{2} & (\text{データ数が } 2n \text{ の場合, } n \text{ は自然数}) \\ x_{\frac{n}{2}} & (\text{データ数が } 2n - 1 \text{ の場合, } n \text{ は自然数}) \end{cases} \quad (5.5)$$

$$data_3 = \begin{cases} \frac{x_n + x_{n+1}}{2} & (\text{データ数が } 2n \text{ の場合, } n \text{ は自然数}) \\ x_n & (\text{データ数が } 2n - 1 \text{ の場合, } n \text{ は自然数}) \end{cases} \quad (5.6)$$

$$data_4 = \begin{cases} \frac{x_{\frac{3n}{2}} + x_{\frac{3n+1}{2}}}{2} & (\text{データ数が } 2n \text{ の場合, } n \text{ は自然数}) \\ x_{\frac{3n}{2}} & (\text{データ数が } 2n - 1 \text{ の場合, } n \text{ は自然数}) \end{cases} \quad (5.7)$$

$$data_5 = \begin{cases} x_{2n} & (\text{データ数が } 2n \text{ の場合, } n \text{ は自然数}) \\ x_{2n-1} & (\text{データ数が } 2n - 1 \text{ の場合, } n \text{ は自然数}) \end{cases} \quad (5.8)$$

数式 5.4 は差分の最小値、つまりユーザーの値をもつ笑顔動画データを示す。数式 5.5 は、第 1 四分位数、数式 5.6 は中央値、数式 5.7 は第 3 四分位数、数式 5.8 は差分の最大値をもつ笑顔動画データをそれぞれ示す。上記の値によって取得した index を用いて、笑顔動画データを 5 種類選出する。

### 5.2.7 表示データ作成モジュールの実装

取得した 5 種類の笑顔動画データを点描画にするための処理を行う。python のライブラリ dlib を使用して顔器官検出を行う。モデルは shape\_predictor\_68\_face\_landmarks.dat を使用し、顔の特徴点のみを表示する。

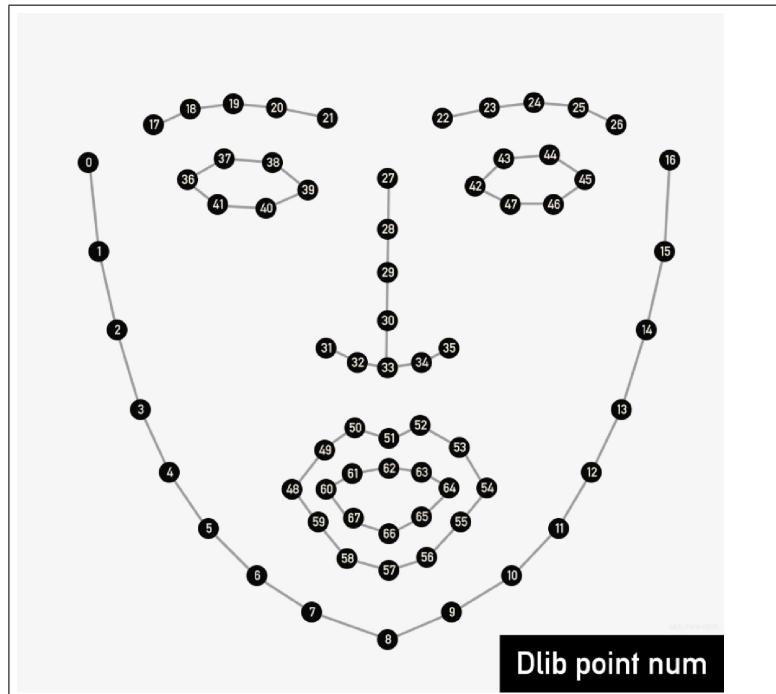


図 5.9: dlib を用いて特徴点検出

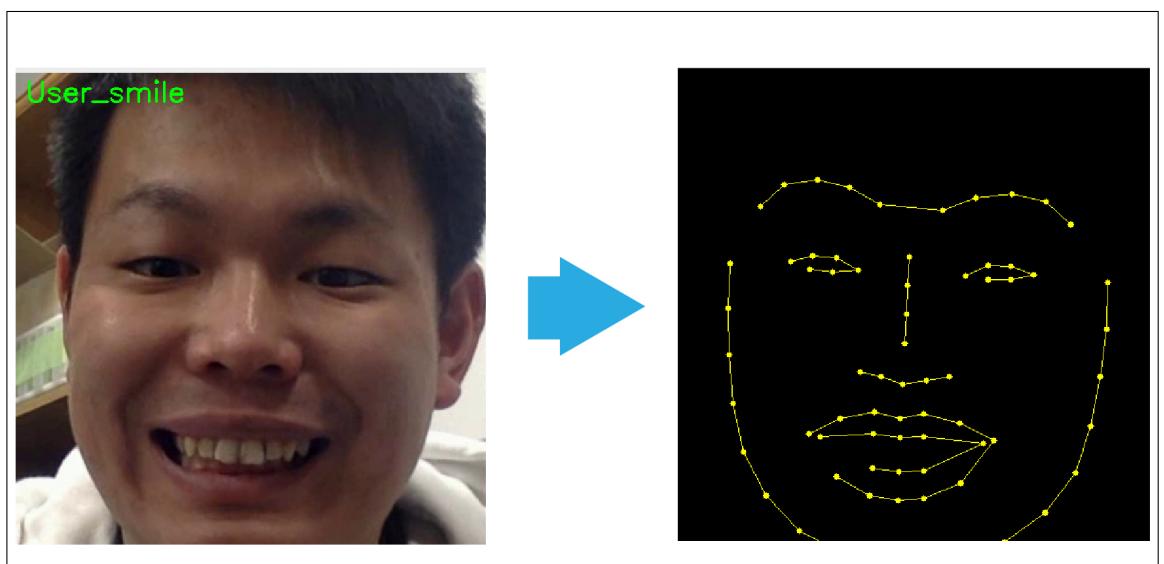


図 5.10: 変換後の動画例

### 5.2.8 順位づけモジュールの実装

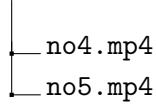
表示データモジュールで作成した動画データを2つずつユーザーに表示し,どちらのほうが好みかを答えてもらい順位づけを行う.右側を選んだ場合はR,左を選んだ場合はLをキーボードから入力し,選ばれなかった方の動画のpathを記録し,次の動画を表示する.4回比較を行い,ユーザーが最後に選んだものから逆順に1番から5番までの順位づけを行い,それぞれの動画のpathと結びつけた状態で順位づけデータとして記録する.

### 5.2.9 データ保存モジュールの実装

順位づけデータを取得したのち,データベースから記録された動画pathを使用してユーザーフォルダーにユーザー自身のデータを除く4データを保存する.また笑顔動画を解析した結果が記録されているCSVファイルも同時に保存し,分析に使うデータの整理を行う.

- データ整理後のユーザーごとのツリー構造:

```
user_dirname
├── FAU_data.csv(FAUから取得したデータ)
├── FAU_data_plot.png(FAUの値を簡易プロットしたグラフ画像)
├── user_info.txt(ユーザーの基本情報)
├── rankingdata.csv(ユーザー順位づけデータ)
├── output.mp4(ユーザーと選んだ笑顔動画データを並べて表示)
├── user_smile_video.mp4(ユーザー単体の笑顔動画データ)
└── userFAUcsv
    ├── AU06_c.csv
    ├── AU06_r.csv
    ├── AU07_c.csv
    ├── AU07_r.csv
    ├── AU12_c.csv
    ├── AU12_r.csv
    ├── AU25_c.csv
    ├── AU25_r.csv
    └── merge.csv
    csvdir
    ├── no1.csv
    ├── no2.csv
    ├── no3.csv
    ├── no4.csv
    └── no5.csv
    videodir
    ├── no1.mp4
    ├── no2.mp4
    └── no3.mp4
```



### 5.2.10 選択データ表示モジュールの実装

最後にユーザーの順位づけデータを基に、順位づけが一番高かった笑顔動画データをユーザーの笑顔動画データと並べて表示する。output.mp4 の動画形式で保存しユーザーが点描画で選んだ笑顔動画データの基になっているオリジナルの動画データを表示することで、ユーザーへのフィードバックを行う。また、現時点では個人が特定できるような名前や年齢などパーソナルな情報は公開せずに、笑顔動画データのみを相手に表示する形を取っている。

## 5.3 データ分析機能の実装

本節では、収集したデータを分析するためのモジュール実装について説明をする。

### 5.3.1 FAU 値計算モジュールの実装

取得した csv ファイルから csv, numpy, pandas らのライブラリを使用してデータフレーム化を行う。4 種類の各 FAU の 2 種類の値をデータフレーム化した後、種類ごとにそれぞれ最大値 (max), 最小値 (min), 値の範囲 (range), 平均値 (mean), 中央値 (median), 分散 (pvariance), 標準偏差 (psrdeev), 不偏分散 (variance) の値を算出する。

算出する計算式は以下の通り。

(n は自然数,  $a_n$  はデータ配列とする)

$$range = max - min \quad (5.9)$$

$$mean(\bar{a}) = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} \quad (5.10)$$

$$median = \begin{cases} \frac{a_{\frac{n}{2}} + a_{\frac{n+1}{2}}}{2} & (\text{データ数が } 2n \text{ の場合, } n \text{ は自然数}) \\ x_{\frac{n}{2}} & (\text{データ数が } 2n - 1 \text{ の場合, } n \text{ は自然数}) \end{cases} \quad (5.11)$$

$$pvariance(s^2) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2 \quad (5.12)$$

$$psrdeev(s) = \sqrt{pvariance(s^2)} \quad (5.13)$$

上記の値は、statistics ライブラリを使用して算出をする。配列 (arr) を引数とし、指定した代表値が返り値として算出される。

- 代表値算出モジュール statistics 使用例:

```

max      = max(arr)
min      = min(arr)
range    = max - min
mean     = statistics.mean(arr)
median   = statistics.median(arr)
pvariance = statistics.pvariance(arr)
pstdev   = statistics.pstdev(arr)
variance = statistics.variance(arr)

```

### 5.3.2 データプロットモジュールの実装

FAU 計算モジュールで算出した各ユーザーの FAU データおよび選ばれた笑顔動画データの FAU データの値を x 軸にフレーム,y 軸に FAU の値を matplotlib を使用してプロットする. 各笑顔動画データの FAU 値を全て plot, ユーザーの笑顔動画データと選択されたそれぞれ笑顔動画データの 2 種類を plot する 2 種類を各データに対して作成する.

## 5.4 まとめ

本章では, 本システムにおけるユーザーインターフェースの実装および, データ収集機能の各モジュールの実装, データ分析機能の各モジュールの実装についてまとめた. 次章では本研究における予備実験について述べる.

# 第6章 予備実験

この章では本研究で行った予備実験について述べる。本予備実験の目的は、本実験の際に本システムの処理が妥当であることを証明するためのものとした。まず笑顔データを作成する際のフレーム数および秒数の指定についてシステムの予備実験を行い、次に笑顔の動画データを収集する際に使用する採用モデルの評価を行なった。

## 6.1 表情を作るのかかる時間

本システムはユーザーの顔を認識し、その表情の変化を記録し表情分析を行う。ユーザーへ笑顔動画データをフィードバックをする際には、人間が表情の変化を認識することができるフレーム数を確保しなければならない。織田らの瞬間に変化する表情を人がどの程度正確に認知することができるのかを検証した研究では、笑顔と怒りの場合は、200msまで高い認知をすることが可能であると述べている。<sup>[23]</sup>

### 6.1.1 実験

本システムを起動し、自身のラップトップPCがどれだけのフレームレート(fps)でユーザーの記録を行うことができるのかを検証する。取得したfpsの値を用いて、織田らが明示した1フレーム辺りの表示時間が200ms以上、つまりミリフレームレート(fpms)が200以下であることを確認する。

### 6.1.2 結果

- 実行結果

```
start_from_webcamの設定値、  
FPSvideo.get(cv2.CAP_PROP_FPS) : 20.0
```

本システムにおけるfpsは20であったため、1秒間に20フレームを取得することができている。よって、これをミリフレームレート(fpms)に変換すると、

$$fpms = \frac{1000.0}{20.0} = 50.0 \quad (6.1)$$

となる。よって、人が認知に必要な200ms以上フレームを取得し、表示することができているためこのシステムは人の表情の変化を知覚する条件を満たしていることが証明できた。

## 6.2 OpenCV を使った笑顔検出の妥当性

本システムでは収集した笑顔動画データを解析する際には, Cambridge 大学が開発したオープンソースの OpenFace を使用している. 頭パーツの位置や, Facial Action Units (以下 FAU) によって表情を判断するパーツの動きの強度を取得することが可能である. しかし, 開発途中のオープンソースおよび有用なデータを 1 フレームに対して, 711 個データを取得するため処理時間が長くなってしまう.

python の中に含まれる, cProfile を使用して静止画, 1 フレームの時間を取得すると, 平均約 4sec の処理時間がかかることが判明し, さらに本研究で採用している 20 フレーム分の処理を行なった場合, 20 秒の処理時間要することが判明した. 以上のことより, 笑顔動画データを作成するためのフレーム取得にはより処理速度の速い OpenCV の中に含まれる haarcascades haarcascade\_smile.xml の笑顔判定モデルを使用した.

- 処理時間時間計測

```
$ python -m cProfile -s tottime dsfsa.py
```

### 6.2.1 実験

OpenCv の笑顔判定モデルを使用して, 人が映っている動画データに対して笑顔検出を行う. 笑顔のフレームを一番最後に 5 フレーム含み, 全体 20 秒の笑顔動画データを作成する. 作成した笑顔動画データに対して OpenFace の処理を行い, 最後のフレームに対して笑顔の FAU である FAU06(眼窩部眼輪筋) と FAU12(大頬骨筋) の判定値が検出できるかどうかを判定する. 実験はテストデータ 3 つに対して行った.

### 6.2.2 結果

OpenCV の笑顔認識モデルを使用して作成した笑顔動画データに対して, OpenFace の処理を行なった結果を図 6.1, 6.2, 6.3 に出力した. 各データともに, FAU06 および FAU12(大頬骨筋) の値を検出することができた. よってデータ収集の際に, OpenCV の笑顔判別器を使用してデータ収集をすることは可能であることがわかった.

## 6.3 実験の結果・まとめ

本章では, 本システムが実験をする際の条件を満たしているかの予備実験を行なった. 次章では本システムを用いた評価実験について述べる.

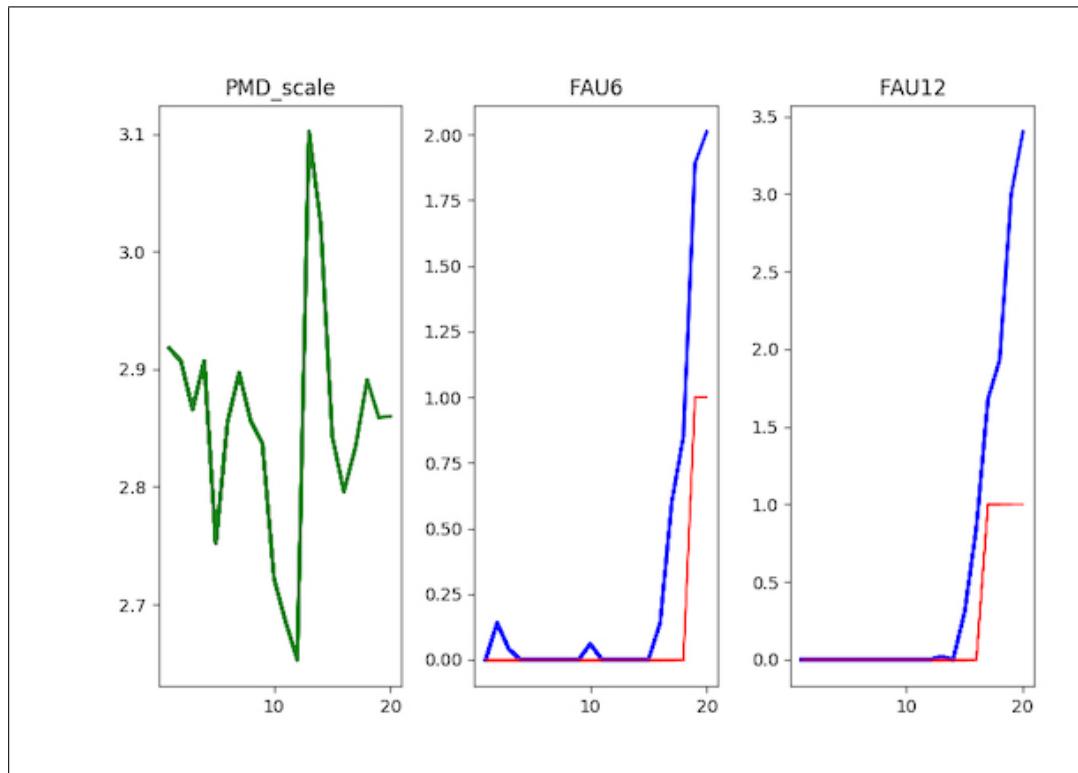


図 6.1: 笑顔動画データ 1

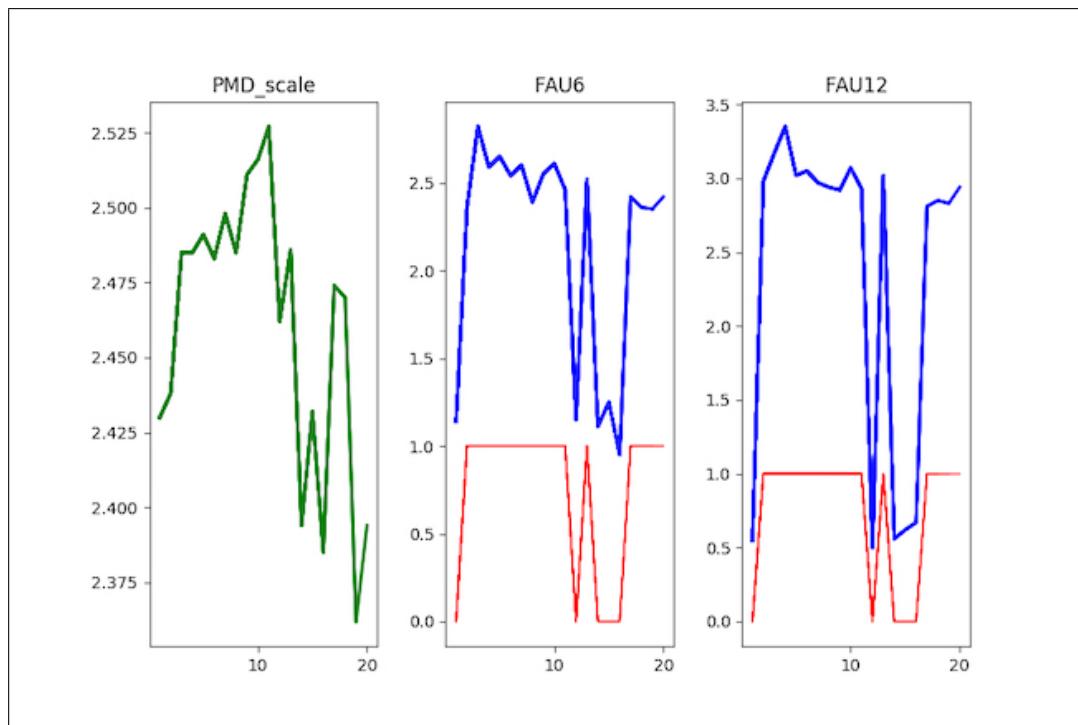


図 6.2: 笑顔動画データ 2

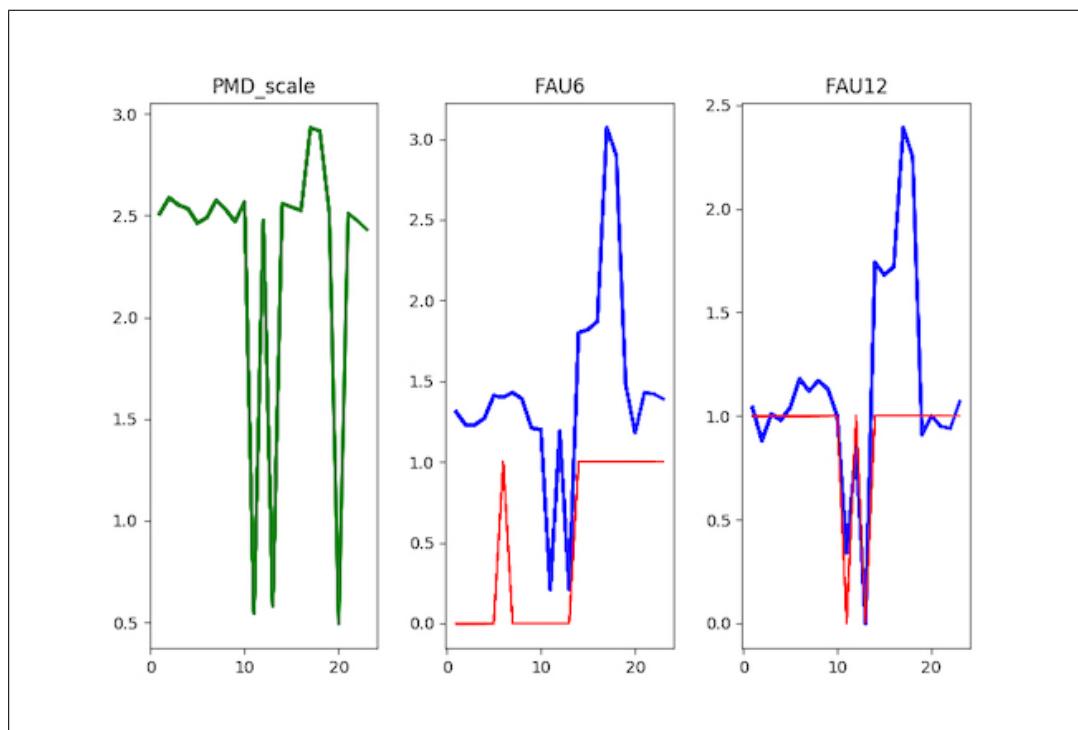


図 6.3: 笑顔動画データ 3

# 第7章 評価実験

この章では本研究で行った評価実験について述べる。

## 7.1 評価実験の概要

本研究で作成したシステム, Delta Smile Facial Survey Analyzer(DSFSA)を使用して, 慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスが主催するOpen Research Forumの来場者へむけたデモンストレーションを行いながら, ユーザーの笑顔動画データ収集およびシステムによって選ばれた笑顔動画データへの順位づけを行なった。収集したユーザー笑顔動画データをOpenFaceを用いて数値化し, 順位づけをした笑顔動画データとの間にある嗜好傾向を分析する。

## 7.2 評価実験の目的

この実験の目的は, ユーザーと表情ベースにおけるユーザーの人への嗜好傾向を明らかにすることである。本論文の第1章で述べた仮説は, 「表情が似ている人には好意を抱きやすい」であった。以下では仮説検証をするとともに, 自身の表情と表情ベースにおける相手への嗜好の関係性を明らかにする。

## 7.3 実験手法

本論文の第5章で述べた本システムDSFSAを使用してデータの収集を行う。まずユーザーの中立の表情から, 笑顔になる動画データ(以下, 笑顔動画データとする)を取得する。次に取得したフレームに対してOpenFaceを用いた処理を行い, 各FAUの値およびp\_scaleの値を取得する。取得したp\_scaleの値を元に, ユーザー自身のデータを含む5つの笑顔動画データをシステムが選択し, 表情以外のバイアスを軽減するために顔の特徴点のみを表示した点描画をユーザーにむけて表示をする。5つのデータに対して順位づけを行い, ユーザーの笑顔動画データのFAU, 選択された笑顔動画データのFAUおよび順位づけデータをもとに分析を行い, ユーザーの笑顔の作り方と嗜好傾向を明らかにする。

## 7.4 ORF(Open Research Forum) におけるデータ収集

2019年11月22日金曜日と、23日土曜日に六本木東京ミッドタウンにて慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスが主催する Open Research Forum(以下 ORF) にて本研究のデモンストレーションおよびポスター展示を E44 ブースにて行なった。ORF にて来場者およびブースに訪れた出展者の48名に対して本システムを使用してもらった。48個のデータの内、破損データ7つを除く41人のデータを取得した。さらに取得フレーム数が短い7つのデータを除く34人のデータに対して、それぞれの表情データを基にし嗜好傾向分析を行なった。

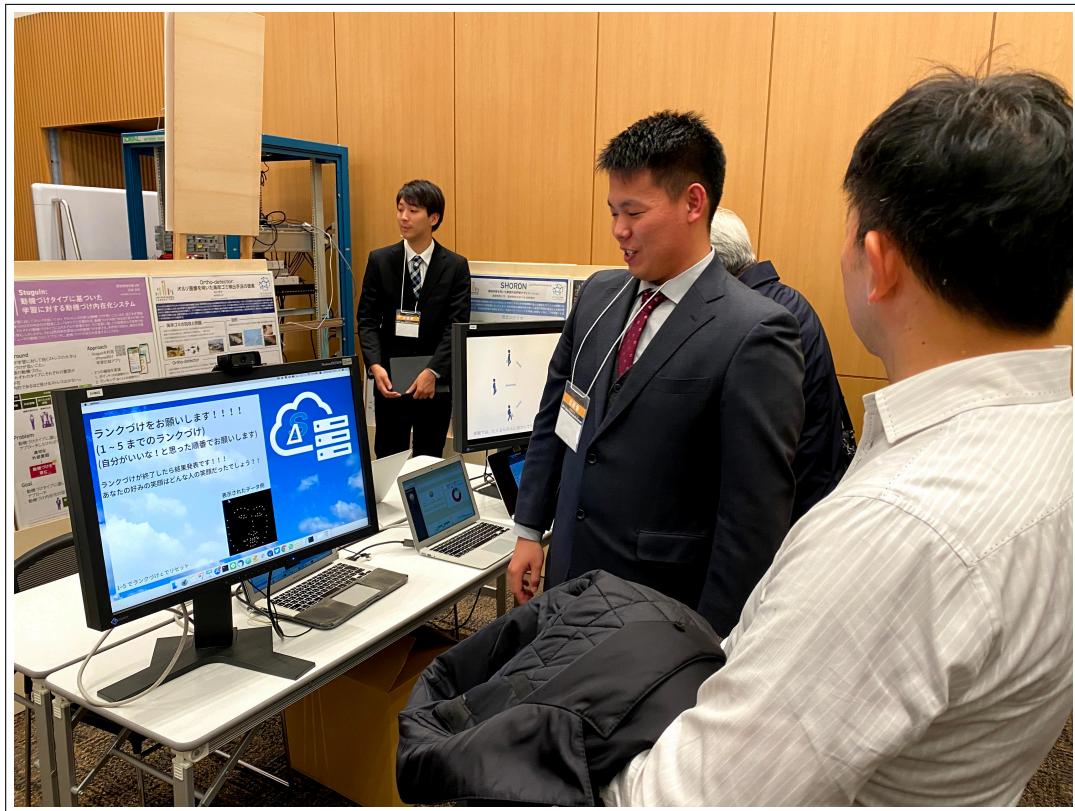


図 7.1: ブースの実験の様子 1

表 7.1: 被験者データ性別・年齢内訳

	10代	20代	30代	40代	50代以上	合計
男性	5	14	0	4	5	28
女性	3	9	0	0	1	13
合計	8	23	0	4	6	41

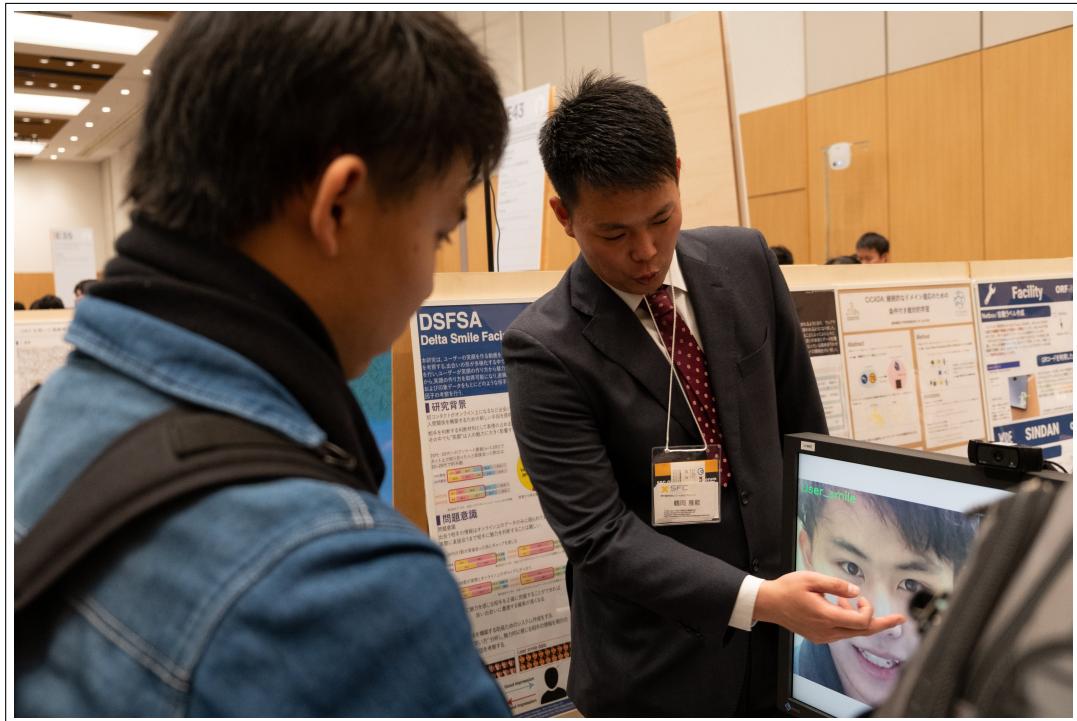


図 7.2: ブースの実験の様子 2

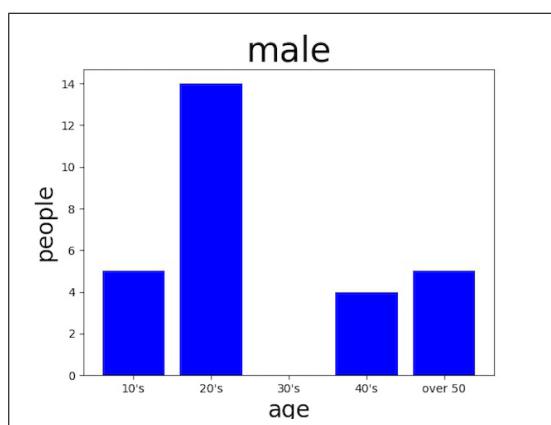


図 7.3: 男性被験者データ (n=28)

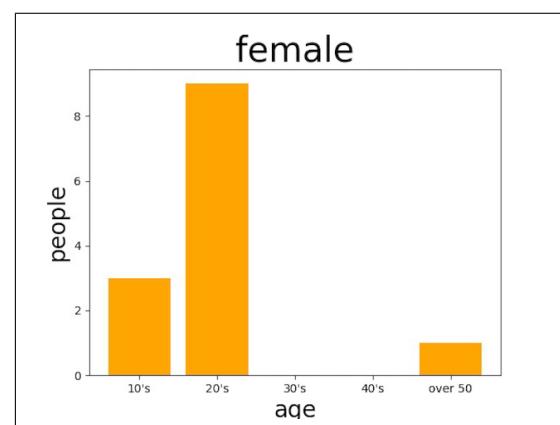


図 7.4: 女性被験者データ (n=13)

## 7.5 ユーザーの笑顔の作り方の分析

本節ではユーザーの笑顔分析をする際に使用する FAU について述べる。そして、ORF で取得したデータのグループ分けを行う。

### 7.5.1 本評価実験で使用する FAU の種類

ORF の出展にて取得したユーザーの笑顔動画データに OpenFace を使って, Facial Action Units(以下 FAU) の値の算出を行なった。41 名のユーザーデータに対して笑顔の FAU 値, FAU06(眼窩部眼輪筋), 07(眼瞼部眼輪筋), 12(大頬骨筋), 25(翼突筋 + 頸二腹筋) を取得した。さらに、ユーザーが順位づけした笑顔動画データに対しても同様の処理を行い、ユーザーの FAU の値と選んだそれぞれのユーザーの FAU の値を比較し傾向分析を行なった。

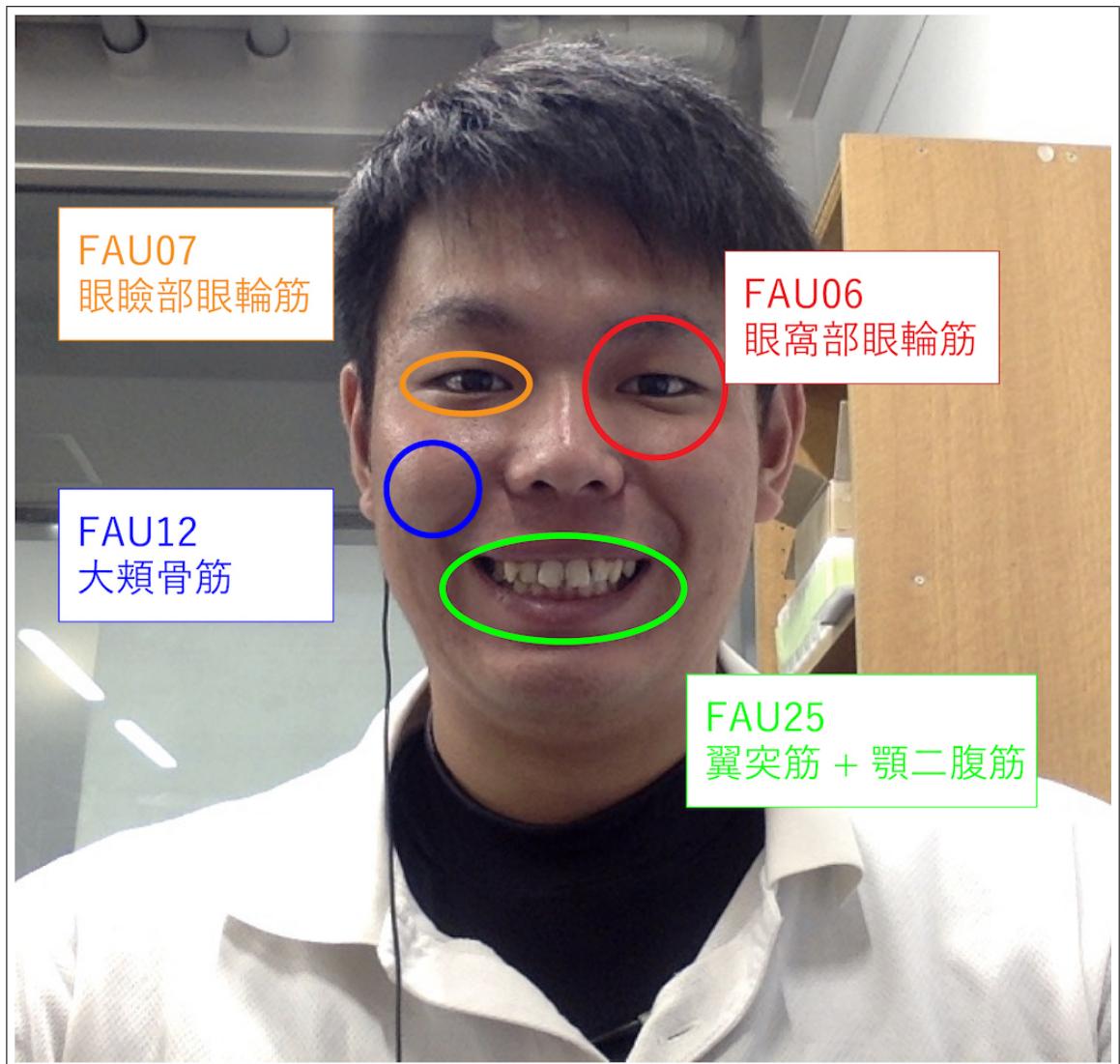


図 7.5: 本研究で使用する FAU のパート

### 7.5.2 ユーザーのグループ分け

取得した順位づけデータをもとにユーザーを自分自身の笑顔動画データを最上位に位置づけしたユーザーとそれ以外の2種類のグループへ分類した。人数の内訳は以下のようになつた。

表 7.2: ユーザーの笑顔動画データをもとにした分類

	ユーザー自身	それ以外	合計
男性	11	17	28
女性	4	9	13
合計	14	27	41

上記の分類の結果より、男性は4割、女性は3割のみが自身の笑顔動画データを選択した。本研究の仮説である「表情が似ている人には好意を抱きやすい」は立証されなかつた。次節では、それぞれのグループごとにFAUのデータを使用して自身と似通つた笑顔を持つユーザーとそれ以外のユーザーとの嗜好傾向の差分や、共通傾向を明らかにする。以下にはそれぞれのユーザーの4つFAUの値、それぞれ2種類のデータを表示する。AU\_N\_c(NはFAUの番号)はFAUの値を2極値で判定をした値、AU\_N\_r(NはFAUの番号)はFAUの動きの強度を表す値である。

## 7.6 表情をベースによる嗜好傾向分析

本節では取得したデータから判明した傾向について述べる。まず、性別ごとの選択傾向、次に自身の笑顔データを選んだユーザーの選択傾向と、それ以外を選んだユーザーの選択傾向、最後に、共通した選択傾向について考察する。

### 7.6.1 性別ごとの選択傾向

本研究において、笑顔動画データにたいして順位づけをする際には、バイアスを軽減するために顔の特徴点のみを表示し、表情のみの判断を行なつてゐるため性別を判断することはできない。その上で、男性の約64%、女性の約61%無意識に同性を選んでいる弱い傾向が見られた。また先行研究で、U Dimbergらは、女性のほうが笑顔になりやすく、頬骨の筋電図に大きな刺激がでると述べておつり[24]、男性と女性では笑顔の際に筋肉の動きが少し異なることがわかっている。

また Hall, Judith らは女性のほうが感情判断に優れていると述べておつり[25]。しかし、L Forni-Santos らは表情の認知に関して、男性と女性で差はないと言つておつり[26]

よつて、表情ベースでの判断に性別は関係がないと考えられ、筋肉の動きが似ている方に惹かれる弱い傾向があると言える。

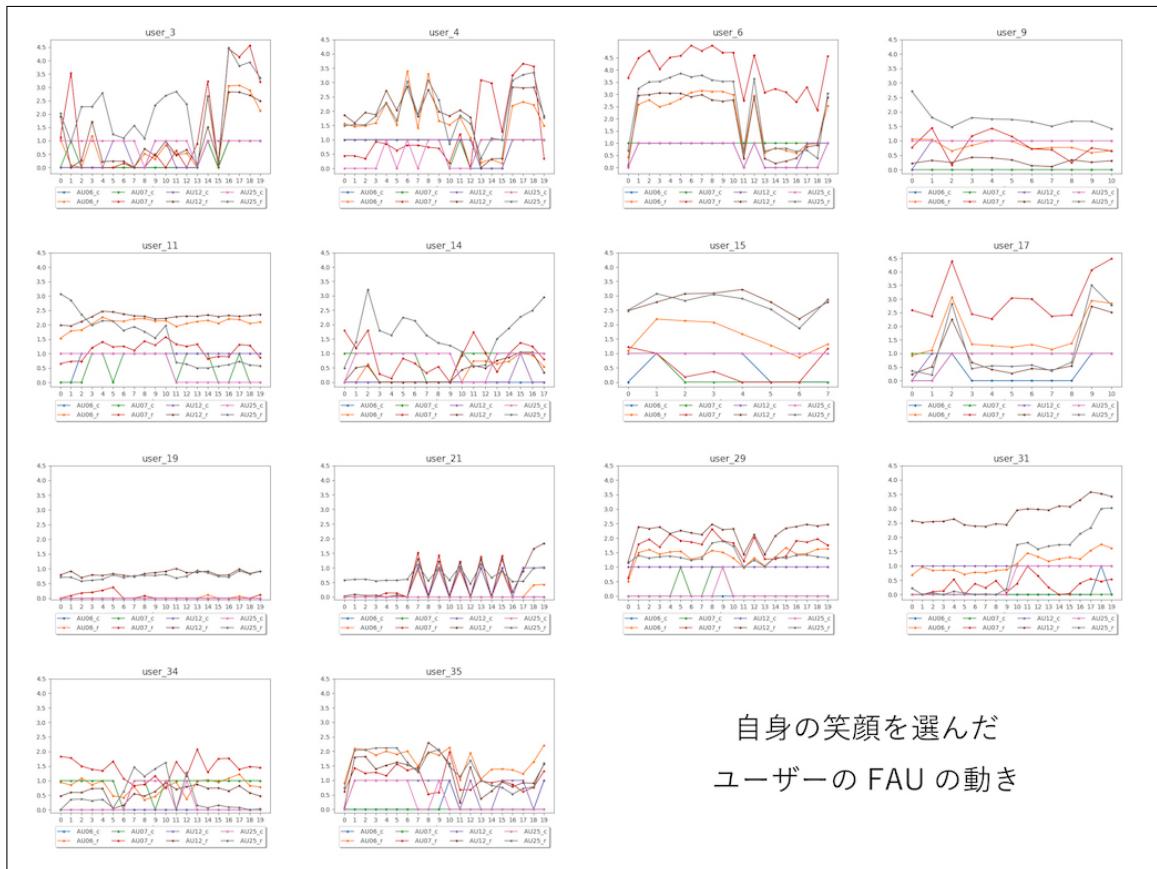


図 7.6: 自身を選択したユーザーの FAU データ

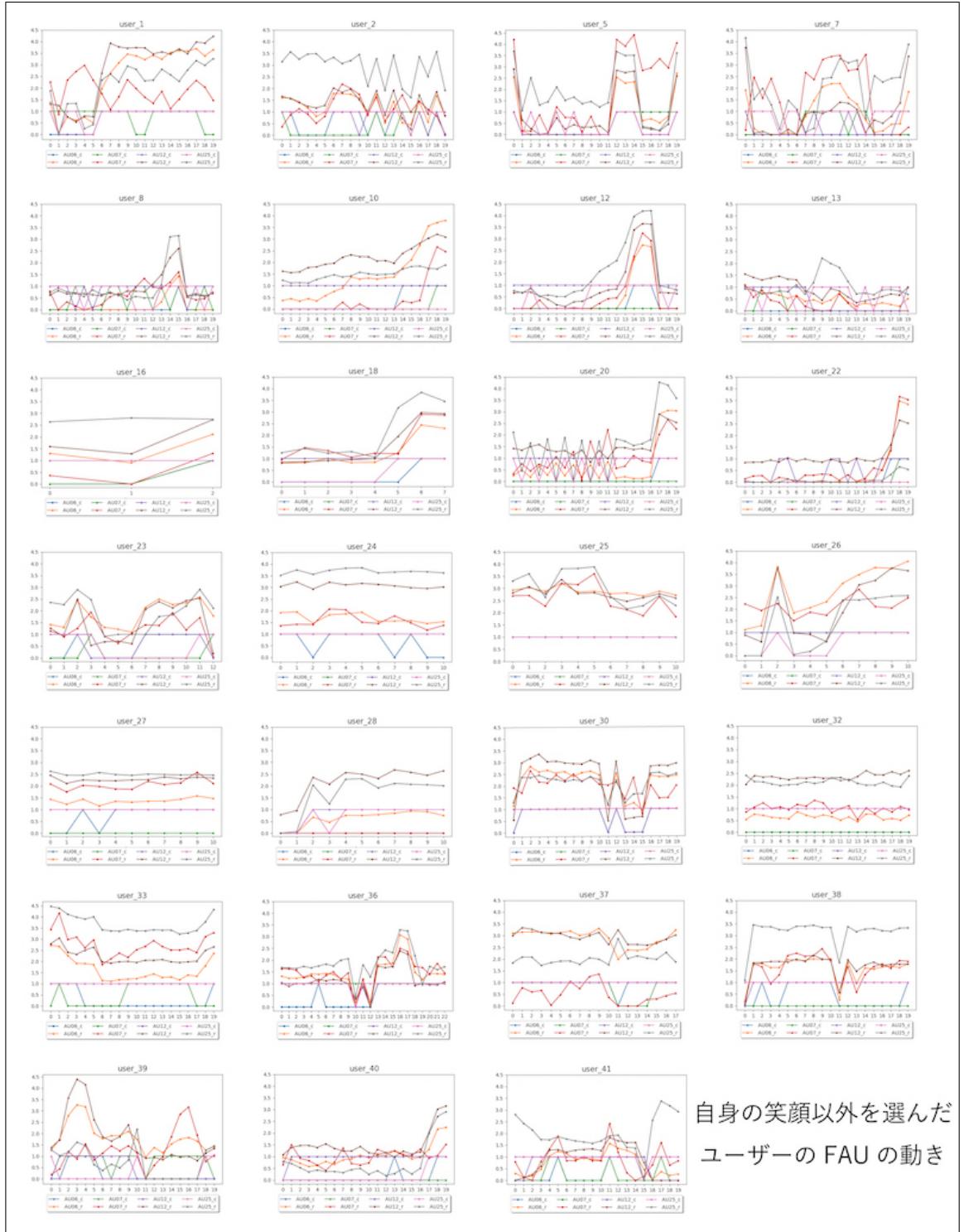


図 7.7: 自身を選択しなかったユーザーの FAU データ

自身の笑顔以外を選んだ  
ユーザーの FAU の動き

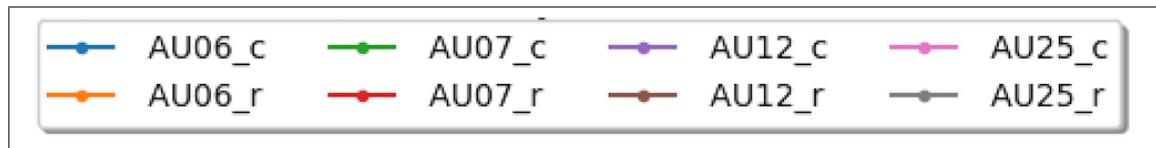


図 7.8: ユーザー FAU グラフ凡例

性別がわからない状態では同性を選ぶ傾向にあるが、性別を明らかにした場合は別の結果ができるかどうかを今後、明らかにすることができれば異性のパートナー探しをする際に、有用なデータをとることができると考えられる。

表 7.3: ユーザーの笑顔動画データをもとにした分類

	男性選択	女性選択	合計
男性	18	10	28
女性	5	8	13
合計	23	18	41

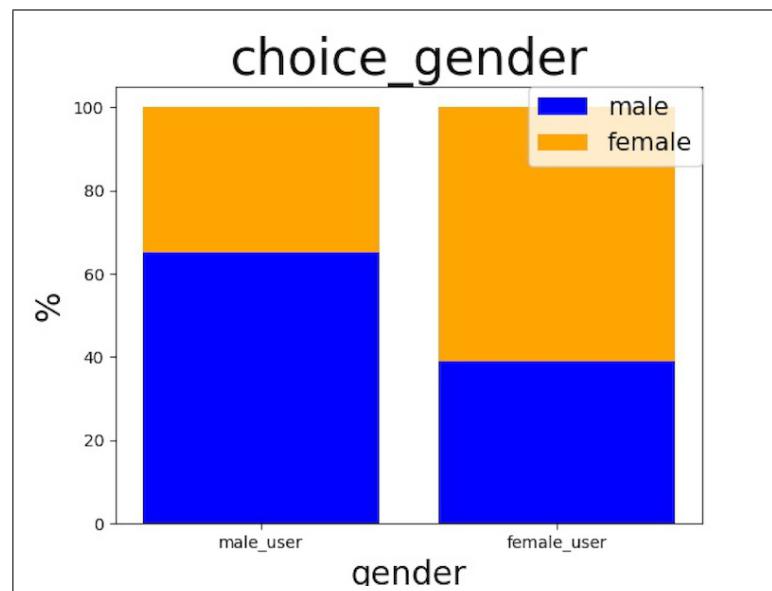


図 7.9: ユーザーの性別選択

## 7.6.2 自身を選択したユーザーの選択傾向

### (1) 自身を選んだユーザーの特徴的データの考察

自身を選択したユーザー全体の中で、よくみられたFAUの傾向は以下の通りである。青い折れ線グラフは自身を選択したユーザーを示しており、一番最後のフレームにおいてFAUの値が上昇傾向にあった。また、直前のフレームではFAUの値が減少し、一番最後のフレームとの差分が大きくなっていることが確認できる。他にも、FAUの変化の値が他のフレームよりも急上昇していることより、自分自身を選んだユーザーは笑顔の表情を作る筋肉の動きが速いこと、表情の筋肉を緩ませてから笑顔を作る表情の動きをしていることがFAUの値の変化から読み取ることができる。

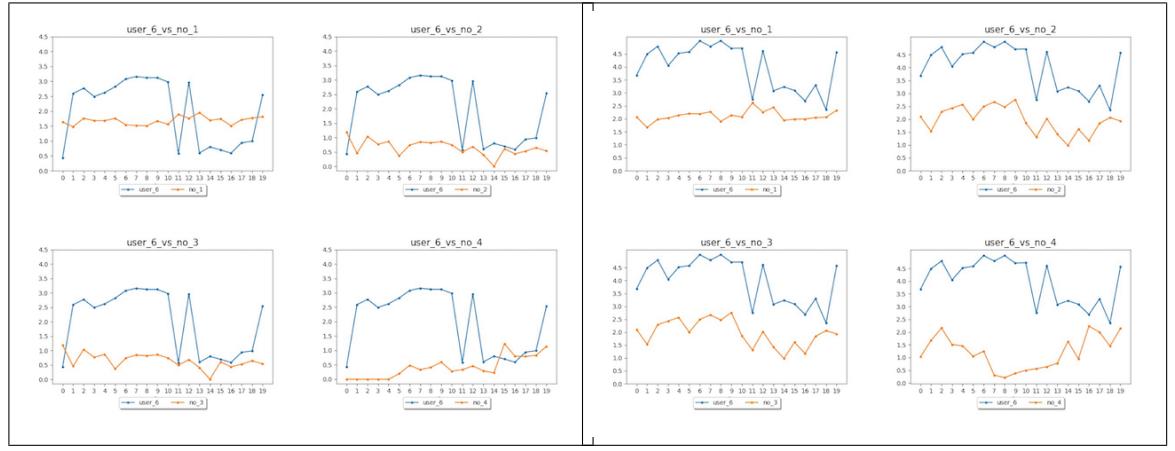


図 7.10: ユーザー FAU06

図 7.11: ユーザー FAU07

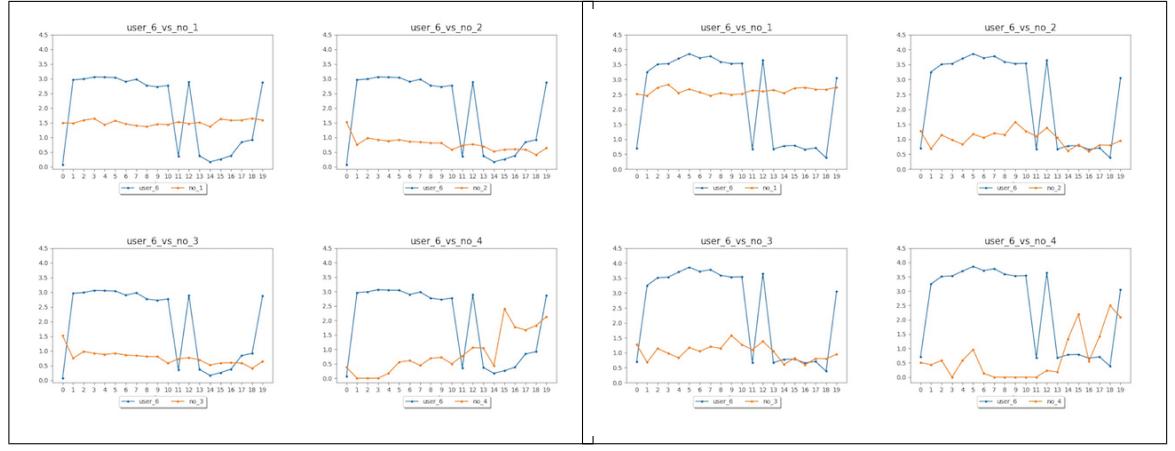


図 7.12: ユーザー FAU12

図 7.13: ユーザー FAU25

## (2) 自身を選んだユーザーの全体考察

自身の笑顔動画データを選んだユーザーの各  $FAU_r$  の値を取得し、最大値、最小値、範囲、平均値、中央値、母分散、標準偏差、不偏分散を算出する。算出した値の平均値は以下のようになつた。

表 7.4: 自身を選択したユーザーの FAU の値平均値 (n=15)

	max	min	range	mean	median	pvariance	psrdeev	variance
AU06	2.032	0.595	1.437	1.281	1.239	0.322	0.469	0.343
AU07	2.288	0.489	1.799	1.229	1.093	0.505	0.587	0.536
AU12	2.274	0.768	1.506	1.519	1.506	0.367	0.495	0.389
AU25	2.724	0.634	2.090	1.543	1.548	0.595	0.658	0.632

算出した平均値より、自身の動画データを選んだユーザーの 07(眼瞼部眼輪筋), 25(翼突筋+頸二腹筋) の分散および標準偏差が大きくなっている。つまり、自身を選んだユーザーは FAU の強度にバラつきがあり、FAU の動きが多いと考えられる。

### 7.6.3 自身以外を選択したユーザーの選択傾向

#### (1) 自身以外を選んだユーザーの特徴的データの考察

自身以外を選択したユーザー全体の中で、よくみられた FAU の傾向は以下の通りである。青い折れ線グラフは自身を選択したユーザーを示しており、一番最後のフレームにおいて FAU の値が下降傾向にあった。また、直前のフレームでは FAU の値が上昇し、一番最後のフレームよりも値が大きくなっていることが確認できる。他にも、値が安定せず値が前のフレームと値が変化するケースが多く見られる。

順位づけした FAU の観点より考察すると、このユーザーが一番上位に順位づけした笑顔動画の FAU は右下の値である。前節でのべた傾向と同じように、最後のフレームに置いて増加傾向にあるユーザーを選んでいる傾向がみられる。

#### (2) 自身以外を選んだユーザーの全体考察

自身の笑顔動画データを選んだユーザーと、ユーザーが選んだ笑顔動画データの各  $FAU_r$  の値を取得し、最大値、最小値、範囲、平均値、中央値、母分散、標準偏差、不偏分散を算出する。算出した値の平均値は以下のようになつた。

算出した平均値より、選ばれた笑顔動画データは FAU06(眼窩部眼輪筋), 12(大頬骨筋) の分散、標準偏差の値が自身の FAU の値に比べ小さくなっている。さらに値の範囲(最大値-最小値)の値も、ユーザーのデータよりも小さい値を示している。これより、自身以外のデータ

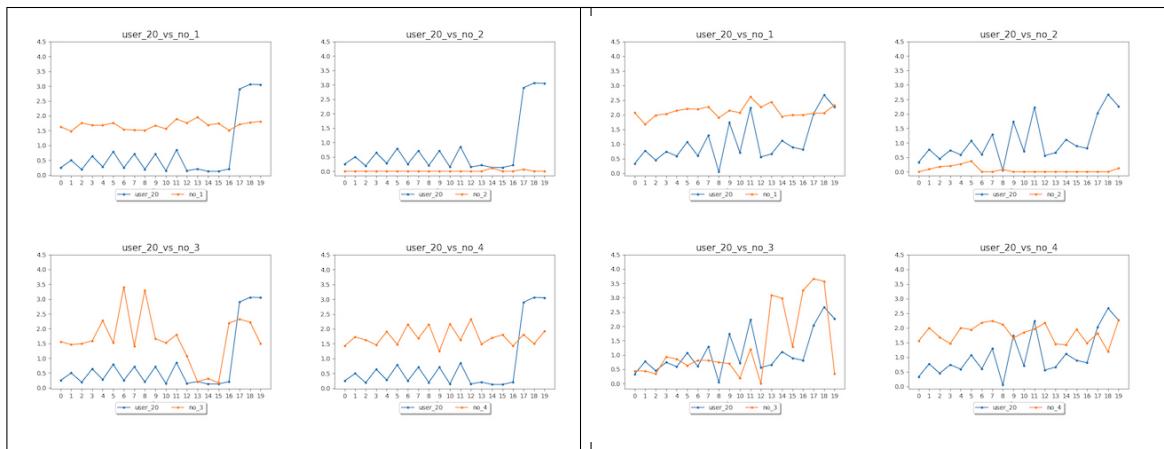


図 7.14: ユーザー FAU06

図 7.15: ユーザー FAU07

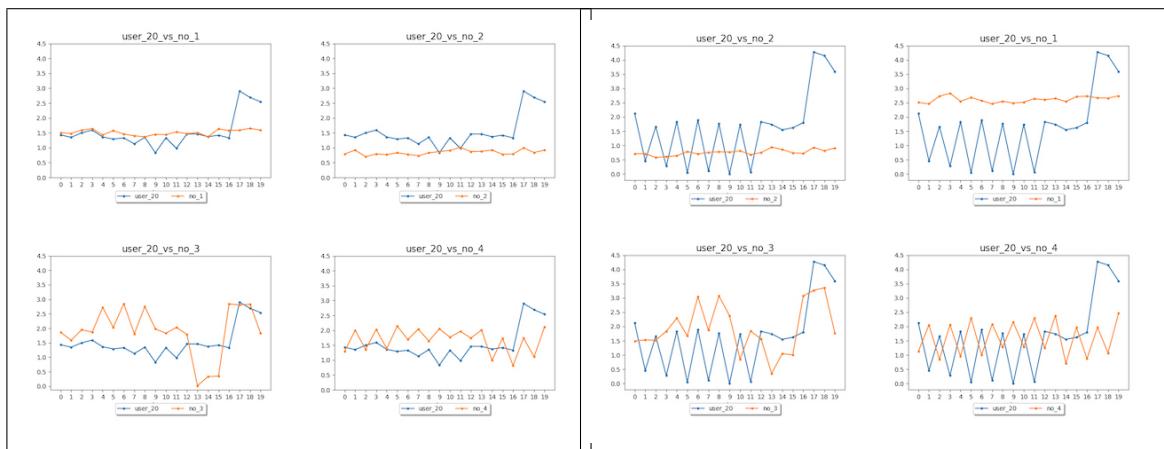


図 7.16: ユーザー FAU12

図 7.17: ユーザー FAU25

表 7.5: 自身以外を選択したユーザーの FAU の値平均値 (n=21)

	max	min	range	mean	median	pvariance	psrdeev	variance
AU06	2.364	0.368	1.996	1.147	1.066	0.489	0.621	0.516
AU07	2.510	0.311	2.199	1.204	1.092	0.537	0.625	0.566
AU12	2.860	0.690	2.170	1.608	1.562	0.540	0.659	0.570
AU25	3.030	0.764	2.266	1.810	1.780	0.557	0.660	0.588

表 7.6: 自身以外を選択したユーザーが選んだ笑顔動画データの FAU の値平均値 (n=21)

	max	min	range	mean	median	pvariance	psrdeev	variance
AU06	1.889	0.754	1.135	1.242	1.194	0.193	0.338	0.204
AU07	2.535	0.877	1.658	1.692	1.680	0.430	0.481	0.454
AU12	2.121	0.778	1.343	1.352	1.278	0.295	0.407	0.312
AU25	2.907	1.370	1.538	2.182	2.251	0.365	0.444	0.385

を選んだユーザーは表情の変化が小さいデータ、また安定した表情の動きをした笑顔を好む傾向があることがわかった。

#### 7.6.4 共通した嗜好傾向

ユーザーの FAU 値において、両グループともに順位づけが一番高いデータは最後のフレームとその前のフレームとの FAU の値の差分が大きく、かつ上昇傾向であるデータであることが確認できる。つまり、一度顔の筋肉を弛緩させてから笑顔になる笑顔動画データが選択されることが本実験でわかった。各グループの 4 つの FAU 値の平均値の差分は以下のようにになった。表 7.7 より、自身以外を選択したユーザーのほうが FAU の値は平均して高く、値が分散していることがわかる。

表 7.7: FAU 平均値差分 [(自分自身選択ユーザー)-(自身以外選択ユーザー)]

	max	min	range	mean	median	pvariance	psrdeev	variance
AU06	-0.332	0.227	-0.558	0.134	0.172	-0.167	-0.152	-0.173
AU07	-0.222	0.177	-0.399	0.025	0.001	-0.032	-0.038	-0.030
AU12	-0.586	0.078	-0.664	-0.088	-0.056	-0.173	-0.164	-0.181
AU25	-0.306	-0.130	-0.176	-0.268	-0.233	0.038	-0.002	0.044

## 7.7 自身の表情の作り方と好感をもつ笑顔との関係性

上記の分析結果より、人は一度顔の筋肉を弛緩してから笑顔になるユーザーに対して嗜好傾向がある可能性を本研究において示す。表 7.8 に順位づけデータが 1 番上の各 FAU\_r 最大値、最小値、範囲、平均値、中央値、母分散、標準偏差、不偏分散の平均値を算出した。嗜好傾向にある笑顔は、笑顔の基準 FAU06(眼窩部眼輪筋), 12(大頬骨筋) の分散値が小さく、最大値および最小値が表の値に収束するような値が望ましいと言える。

表 7.8: 嗜好傾向にあった動画データの FAU 平均値 (n=36)

	max	min	range	mean	median	pvariance	psrdeev	variance
AU06	1.948	0.688	1.261	1.258	1.213	0.247	0.393	0.262
AU07	2.432	0.715	1.717	1.499	1.436	0.461	0.525	0.488
AU12	2.185	0.774	1.411	1.422	1.373	0.325	0.444	0.344
AU25	2.831	1.063	1.768	1.916	1.958	0.461	0.533	0.488

## 7.8 まとめ

本節では評価実験についてまとめ、結果と分析結果からわかる可能性について述べた。次章では、本研究における結論および今後の展望について述べる。

# 第8章 結論

この章では本研究における結論について述べる。まず今後の展望について述べ、次に具体的なデータの収集・活用方法について述べる、最後に本研究のまとめを行い、卒業論文とする。

## 8.1 今後の展望

第7章の評価実験において、人は一度顔の筋肉を弛緩してから笑顔になるユーザーに対して嗜好傾向がある可能性を示した。しかし、本研究では被験者41人、有効データ36個と非常に傾向分析には少ないデータとなってしまっている。さらに、データの大半は20代および男性のデータが約68%と偏りのあるデータとなってしまっている。今後、追加データを取得する際には設置場所を考慮し、バランスのとれたデータを取得する必要がある。また、本研究は表情ベースでの判断のみになってしまっており、この内面状態やどのような基準で順位づけを行っているのかを考慮することができていない。Open Research Forumにおいてユーザー1人、1人へインタビュー調査を行うことは叶わなかったため、今後は表情ベースの判断に加え、内面的状態を考慮してデータを提案することが可能なシステム構成を考える必要がある。

### 8.1.1 TEAM Smileとの連携

私は慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス中澤仁研究室が関与している健康情報コンソーシアムの中にあるTeam SMILEに参加し、SmileMeterの開発に携わっている。<sup>[27]</sup> SmileMeterとは自分の笑顔状態を把握し、自分で安全に保存・蓄積できる、素敵なキオスクデバイスである。今までに玉川高島屋や、イオンモール幕張新都心、地域のイベントなどに出展をし、笑顔と健康の大切さを伝える活動を行っている。今後、TeamSmileの活動が発展していく上でも多く、精度の高いデータを集取し活動に活かすために本システムで作成したOpenFaceを使用した表情解析モジュールをSmileMeterに組み込む予定である。実証実験の場が今後増えていき、より多くのデータを取得することが見込まれる。本研究では40人といった小規模実験を行ったが、より多く幅広い年齢・性別のデータを分析することでより人と人との繋ぐシステムを構築するためのデータを取得する。



図 8.1: 玉川高島屋の出展



図 8.2: イオンモール幕張新都心の出展



図 8.3: 板橋区イベントの出展

### 8.1.2 1月下旬に行った実証実験について

TeamSMILE の共同研究をしている福岡の株式会社 LMO の九州良縁フェスティバルに 2020 年 1 月 18 日鹿児島, 19 日熊本に参加した。本イベントは, 20 代以上の独身男女が参加する結婚活動イベントであり, TeamSMILE は SmileMeter を展示し, 来場者にむけて実証実験を行った。将来のパートナーを決める際には, 自分の運命を大きく作用するため相手選びがより慎重になる。重要な選択をする際に, 自身や相手の根本的な部分を表情によって分析し, 情報提供をすればより自分にも相手にとっても良好な人間関係の構築をすることが可能になる。実際に, SmileMeter を体験したカップルには笑顔が増えシステムがお互いにコミュニケーションのきっかけとなるような働きをしているように思われた。今後, 本システムの表情解析モジュールを導入し, 良縁な関係を築いていくきっかけになる, そしてユーザーごとの引き合わせをすることができるシステムの構築を将来的な展望とする。

## 8.2 本論文まとめ

本研究は自身の笑顔の作り方と表情ベースによる嗜好判断分析を行った。41 人に対して, 36 個の有効笑顔動画データおよび FAU 値を取得することができた。取得したデータの分析により, 人は一度表情の筋肉を弛緩してから笑顔になる笑い方に惹かれている傾向がみられた。今後, TeamSmile の活動等を通じて多くのデータを取得し, 本研究, 本システムが人と人とを繋ぐ役割を担うようなシステムになることを期待して卒業論文とする。



図 8.4: 株式会社 LMO との共同イベント



図 8.5: 株式会社 LMO との共同イベント当日

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導を頂きました慶應義塾大学環境情報学部教授中澤仁博士に深く感謝いたします。また、慶應義塾大学環境情報学部教授高汐一紀博士、慶應義塾大学環境情報学部准教授大越匡博士には、本論文の執筆に当たって御助言を賜りました事を深く感謝致します。慶應義塾大学中澤研究室の諸先輩方には折りに振れ貴重なご助言を頂きました。特に慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科陳寅特任助教、慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科研究員柘植晃氏、慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科研究員伊藤友隆氏には本論文を執筆するにあたってご指導頂きました。ここに深く感謝の意を表します。そして、慶應義塾大学大学院博士佐々木航氏、慶應義塾大学大学院博士課程磯川直大氏、慶應義塾大学大学院博士課程井村和博氏、慶應義塾大学大学院博士課程河崎隆文氏には、本研究に対し、多くの時間を割いていただきご指導を頂きました。ここに深く感謝の意を表します。グループの垣根を超えて様々な助言をいただいた栄元優作氏、本木悠介氏、三上量弘氏、小澤遼氏特にメンターとして様々な助言、ご指導いただきました片山晋氏に心よりに深く感謝致します。また野田悠加氏、菅原メリッサ沙良氏、山根卓氏をはじめとする研究室の後輩たち、特にグループ HAISYS のメンバーには様々な面でご協力をいただきました。そして、同じ研究室の同期として様々な助言をしていただいた、海法修平氏、柿野優衣氏、川島寛乃氏、谷村朋樹氏、羽柴彩月氏、中村拓朗氏、沼本獎太郎氏、山田佑亮氏、勝又健登氏、姜欣怡氏に深く感謝致します。最後に、大学4年間に渡る生活を支えてくれた家族に感謝致します。

2020年1月28日

鶴岡 雅能

## 参考文献

- [1] 株式会社マンダム. 出会いとデジタルコミュニケーションにおける調査. 2018.
- [2] chane claire. シャンクレール調査. 2019.10.
- [3] World Health organization. World health statistics overview2019.
- [4] Nagesh Belludi. Albert mehrabian's 7-38-55 rule of personal communication. *Internet. Disponivel em: <http://www.rightattitudes.com/2008/10/04/7-38-55-rulepersonal-communication/> (consultado em 12 de setembro de 2016)*, 2008.
- [5] The Mail on Sunday and Metro Media Group. Associated newspapers ltd part of the daily mail.
- [6] Bruno Laeng, Oddrun Vermeer, and Unni Sulutvedt. Is beauty in the face of the beholder? *PloS one*, 8(7):e68395, 2013.
- [7] 齊藤勇. 恋愛心理学. ナツメ社, 2005.
- [8] Ulf Dimberg and Sven Söderkvist. The voluntary facial action technique: A method to test the facial feedback hypothesis. *Journal of nonverbal behavior*, 35(1):17–33, 2011.
- [9] Alicia A Grandey, Glenda M Fisk, Anna S Mattila, Karen J Jansen, and Lori A Sideman. Is “service with a smile” enough? authenticity of positive displays during service encounters. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 96(1):38–55, 2005.
- [10] David Mechanic. The concept of illness behavior. *Journal of chronic diseases*, 15(2):189–194, 1962.
- [11] Denise Fisher-Beckfield and Richard M McFall. Development of competence inventory for college men and evaluation of relationships between competence and depression. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 50(5):697, 1982.
- [12] Anthony C Little, D Michael Burt, and David I Perrett. Assortative mating for perceived facial personality traits. *Personality and Individual Differences*, 40(5):973–984, 2006.

- [13] Paul Ekman and Dacher Keltner. Universal facial expressions of emotion. *Segerstrale U, P. Molnar P, eds. Nonverbal communication: Where nature meets culture*, pages 27–46, 1997.
- [14] Wataru Sato, Sylwia Hyniewska, Kazusa Minemoto, and Sakiko Yoshikawa. Facial expressions of basic emotions in Japanese laypeople. *Frontiers in psychology*, 10:259, 2019.
- [15] 高木幸子. コミュニケーションにおける表情および身体動作の役割. 早稲田大学大学院文学研究科紀要. 第1分冊』早稲田大学大学院文学研究科編, 2005.
- [16] Eduard Royce, Iwan Setyawan, and Ivanna K Timotius. Smile recognition system based on lip corners identification. pages 222–225, 2014.
- [17] I Gede Aris Gunadi, Agus Harjoko, Retantyo Wardoyo, and Neila Ramdhani. Fake smile detection using linear support vector machine. pages 103–107, 2015.
- [18] Neelesh Bhakt, Pankaj Joshi, and Piyush Dhyani. A novel framework for real and fake smile detection from videos. pages 1327–1330, 2018.
- [19] Paula M Niedenthal, Martial Mermilliod, Marcus Maringer, and Ursula Hess. The simulation of smiles (sims) model: Embodied simulation and the meaning of facial expression. *Behavioral and brain sciences*, 33(6):417, 2010.
- [20] Kazunori Okada, Johannes Steffens, Thomas Maurer, Hai Hong, Egor Elagin, Hartmut Neven, and Christoph von der Malsburg. The bochum/usc face recognition system and how it fared in the feret phase iii test. pages 186–205, 1998.
- [21] 高橋裕樹. 顔情報処理技術. 映像情報メディア学会誌, 61(4):447–452, 2007.
- [22] Tadas Baltrušaitis. Automatic facial expression analysis. 2014.
- [23] 織田朝美, 向田茂, and 加藤隆. 表情の瞬間的変化の認知. 認知心理学研究, 3(1):1–11, 2005.
- [24] Ulf Dimberg and Lars-Olov Lundquist. Gender differences in facial reactions to facial expressions. *Biological psychology*, 30(2):151–159, 1990.
- [25] Judith A Hall and David Matsumoto. Gender differences in judgments of multiple emotions from facial expressions. *Emotion*, 4(2):201, 2004.
- [26] Larissa Forni-Santos and Flávia L Osório. Influence of gender in the recognition of basic facial expressions: A critical literature review. *World journal of psychiatry*, 5(3):342, 2015.
- [27] 健康情報コンソーシアム. teamsmile. 2019.

# 付録A 野中葉研究会ムスリム共生プロジェクト

中澤仁研究室に加え、私が参加していた慶應義塾大学総合政策学部教授野中葉博士が持つ研究会、「野中葉研究会 ムスリム共生プロジェクト」の活動について述べる。まずははじめに、Halal Guide Project について述べ、次に私が作成した訪日・在日ムスリムむけ web アプリケーション「Halal Checker」について述べる。最後にまとめおよび野中葉研究会への謝辞を述べる。

## A.1 HalalGuideProject

野中葉研究会ムスリム共生プロジェクトには4つのプロジェクトが存在する。(2020年1月28日現在) 「Welcome Muslim Friends」, 「MUSLI-MAP PROJECT」, 「Nonakalab Channel」に加え、私は「Halal Guide Project」に参加し、訪日ムスリムにむけた情報提供型おもてなしを情報技術を使って行った。3年生の春学期より4年生春学期までプロジェクトリーダーを務めさせていただき、プロジェクトの進行、発展のため活動をした。次節では、4年時に作成した訪日・在日ムスリム向けアプリケーション「Halal Checker」について記述する。

## A.2 Halal Checker

本節では訪日・在日ムスリム向けアプリケーション「Halal Checker」について述べる。最初に概要を述べた後、背景と現状日本にいるムスリムがかかえる問題点を挙げ、本プロジェクトの目的およびアプローチを述べる。アプリケーションの実装を説明した後、最後に今後の展望について述べる。

### A.2.1 概要

本プロジェクトは、訪日・在日外国人ムスリムへむけた食品ラベルから、イスラームの教えに反した成分を検出し、日本語がわからないユーザーにピクトグラムによる情報開示を行うアプリケーションである。年々増加傾向にあるムスリムが日本を快適に楽しむために、開発したアプリケーションである。

## A.2.2 背景・問題

年々、世界のムスリム人口は急激に増加している。現在は、世界人口の4人に1人がイスラーム教徒と言われており、近い将来3人に1人がイスラーム教徒になるとされている。イスラーム国家と言われる東南アジアのインドネシアとマレーシアからの訪日外国人が増加しており、訪日イスラーム教徒が日本でも増加傾向にある。しかし、訪日ムスリムを受け入れる

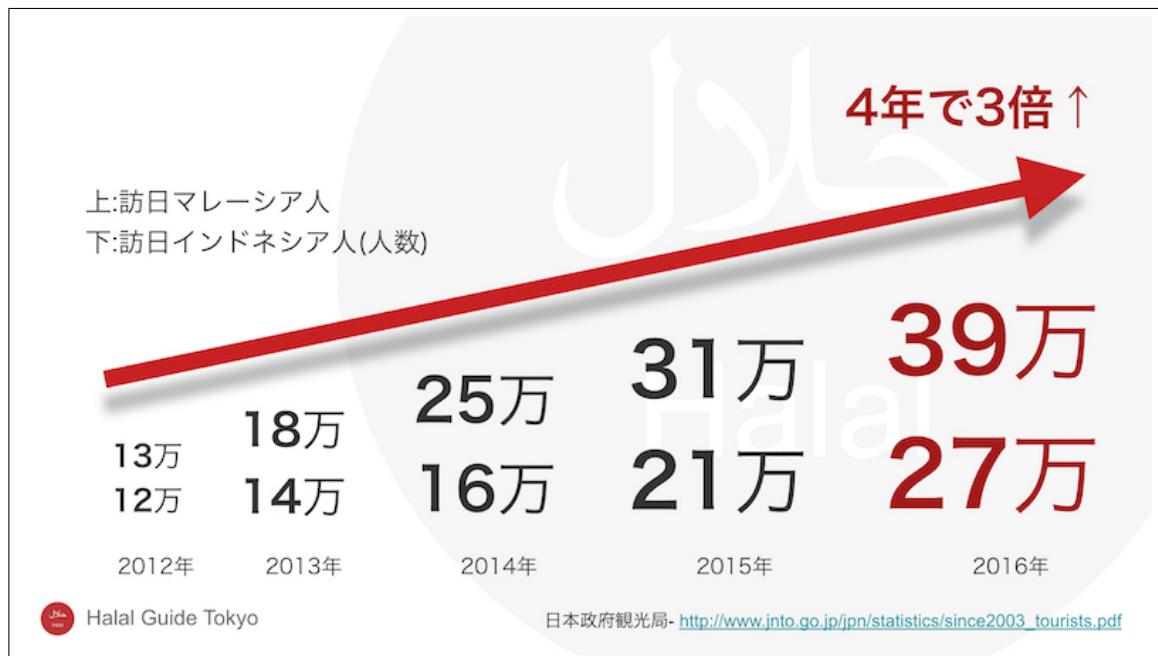


図 A.1: 東南アジアからの訪日ムスリム数

ための準備が日本ではまだ不十分である。礼拝スペースの確保や、外国語の表記など対応がまだまだ進んでいない。その中でも、食事に関してイスラームの教えに反する豚やアルコール成分が含まれる商品を訪日・在日外国人ムスリムが自分で判別することは困難である。特にコンビニエンスストアなど自身で食品ラベルを確認して、含まれる成分を判断することは漢字表記など複雑にかかれているため外国人が解読するには難しい。

## A.2.3 目的・アプローチ

本プロジェクトの目的は、訪日・在日外国人ムスリムが日本で快適に過ごすために、自身による食選択の判断を助長することである。食品ラベルからイスラームの教えに反する食品成分を検出し、ムスリムのユーザーへ情報を開示するシステムの開発を行う。

#### A.2.4 実装

システム構成図を図 A.2 に示す。食品ラベル画像を撮影し、画像処理を行い OCR 処理を google cloud vision を用いて行う。受け取った文字配列にイスラームの教えに反する文字列が含まれた場合、ムスリムユーザーへ成分が含まれることをピクトグラムで表示する。

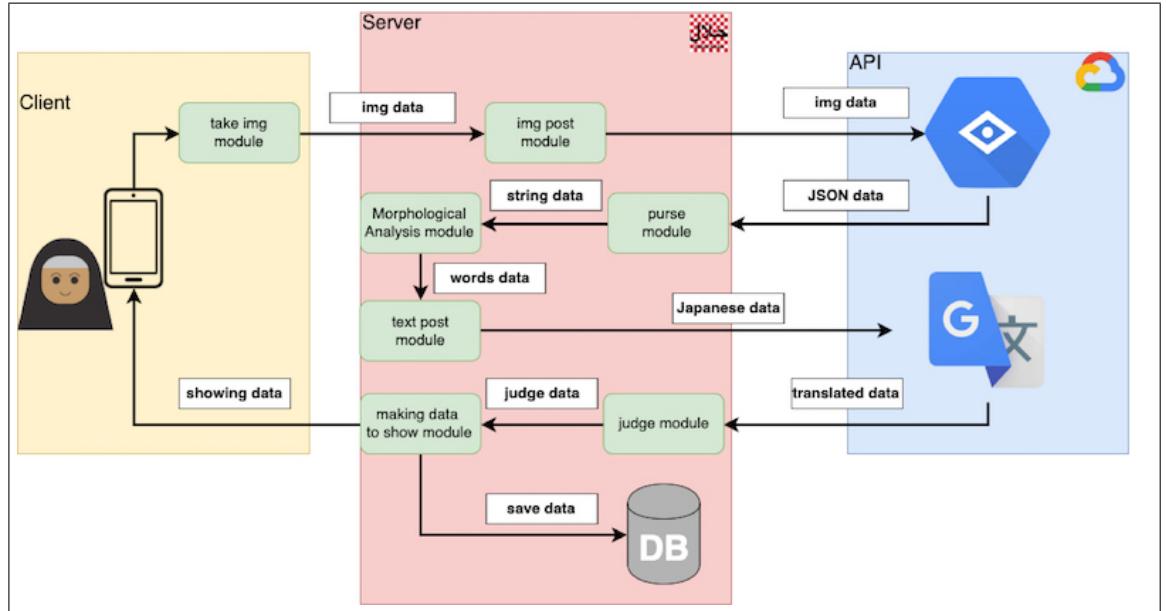


図 A.2: Halal Checker システム構成図

#### A.2.5 今後の展望

今後はこのシステムを野中葉研究会のサーバー内の本番環境に設置し、一般向けに公開をする。また今後、観光事業を行う企業との共同研究を行い、実際に訪日ムスリムの目に届くところへ情報開示を行う予定である。

### A.3 まとめ

増加するイスラーム教徒、そして訪日イスラーム教徒の増加に伴い日本社会において彼らとの共生は必要不可欠である。日本で生活する彼らのために日本人としておもてなしをするツールの作成を行った。今後、私のイスラームを信仰する異国の人たちが日本に訪れやすくなり、日本社会ではマイノリティーであるイスラーム教徒の方々が日本で生活する不安が少しでも緩和することを期待する。

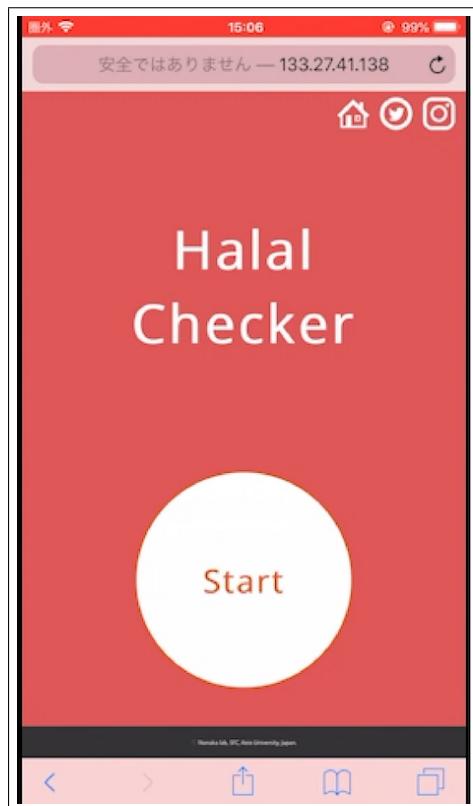


図 A.3: ユーザーインターフェース:タイトル 図 A.4: ユーザーインターフェース:結果画面

#### A.4 謝辞

中澤仁研究室に所属しながらも、研究室の1メンバーとして受け入れてくださった慶應義塾大学総合政策学部教授野中藁博士に深く感謝いたします。また2年半の間、一緒に活動した野中藁研究会ムスリム共生プロジェクトメンバーへ深く感謝の意を表します。そして、同じ研究室の中核として様々な助言をしていただいた、平松耕介氏、託見美由氏、栗原美優氏、土屋優介氏、徳山健輔氏、に深く感謝致します。