

執務におけるコミュニケーションの定量評価手法の検討

高谷 友貴
Yuki TAKAYA

1 はじめに

近年のワークスタイルの変化に伴い、フリーアドレスオフィスやノンテリトリアルオフィスといったワークプレイスに高い関心が集まっている。これに対し、我々は配席ルールを付加したシステムによる交流機会の制御や新たな人間関係の構築の促進を実現する研究を行っている。従来、我々は交流機会の評価手法としてシステム利用者に対するアンケートを用いていた。しかし、アンケートによる評価はあくまで定性的な評価であるため、被験者の主観部分が大きい。そのため、実験結果の信頼性に課題があった。

そこで、我々はコミュニケーションを定量的に評価する新たな手法を提案する。提案手法では各執務者の使用する PC のフロントカメラによって目、鼻、口、輪郭、眉毛といった顔の各パーツにおける特徴量を取得し、これらの特徴量を用いて発話識別器を作成する。そしてこの識別器とリアルタイムに取得される顔の各パーツにおける特徴量を用いて発話を抽出し、執務者の発話量を計測する。本発表では、各執務者の使用する PC のフロントカメラによる顔特徴量の取得に関して述べる。

2 既存のコミュニケーション定量化手法

2.1 概要

オフィスにおける執務者のコミュニケーション定量化手法はすでにいくつか開発および実用化されている。本論文ではこれらのうち富士ゼロックスの Voistrap¹⁾ および日立製作所のビジネス顕微鏡²⁾ について述べる。

2.2 Voistrap

Voistrap は小型マイクを複数搭載したストラップと無線モジュールやマイコン等を搭載した名札型端末によって構成されるシステムである。名札型端末では 100 ms ごとに発話の有無を判定し、発話があった場合は執務エリア内に複数設置される無線基地局に発話データを送信する。Voistrap における無線基地局は半径約 15 m 以内における発話データを受信することが可能である。

2.3 ビジネス顕微鏡

ビジネス顕微鏡は赤外線センサ、加速度センサ、マイクおよび無線通信デバイスを搭載した名札型センサノードで構成されるシステムである。名札型センサノードを Fig.1 に示す。赤外線センサによって執務者同士の対面時間を、加速度センサによって執務者の行動に関するデータを取得する。

ビジネス顕微鏡では、各執務者が名札型センサノードを装着し通常業務を行い、通常業務における執務者同士の対面時間や動作に関するデータを取得する。そして、これら



Fig.1 名札型センサノード

のデータを解析することで執務者間のコミュニケーションを評価する。しかし、名札型センサノードや無線基地局といった特別な機器が必要となるため、これらのシステムによって執務におけるコミュニケーションを評価することは容易ではない。そこで我々は新たなコミュニケーションの定量化手法として、特別な機器を用いず、執務者の PC のみを用いた発話量抽出システムを提案する。提案手法では各執務者の使用する PC のフロントカメラを用いることで執務者の顔を追跡し、目、鼻、口、輪郭、眉毛といった顔の各パーツの特徴量を解析することで執務者の発話量を抽出する。

3 執務者の PC を用いた発話量抽出システム

3.1 概要

執務におけるコミュニケーションの定量評価を目的として、本研究では執務者の使用する PC を用いた発話量抽出システムを提案する。本システムは、執務者の使用する PC に搭載されるフロントカメラによって取得されるリアルタイム動画から執務者の発話量を抽出するシステムである。本システムは大きく 3 つのサブシステムに分割できる。システム概要図を Fig.2 に、各サブシステムを以下に示す。

サブシステム 1: 顔特徴量取得

執務者の顔における特徴量をカメラ画像から取得

サブシステム 2: 発話識別器

取得した特徴量を用いた発話識別器の作成および発話シーン識別

サブシステム 3: 発話量抽出

発話識別器によって取得した発話シーンのカウントおよび発話量の通知

本発表ではサブシステム 1 に関して開発を行い、顔追跡精度検証実験を行う。

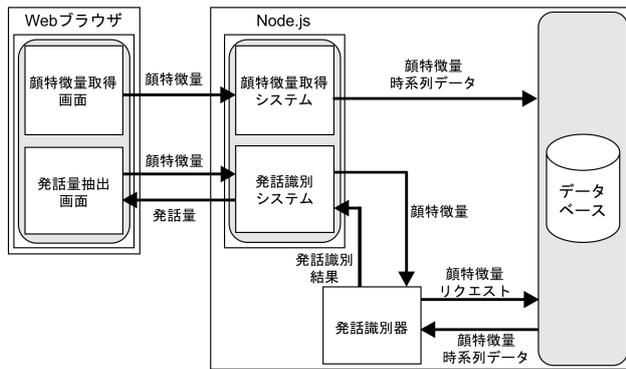


Fig.2 執務者の PC を用いた発話量抽出システム概要図

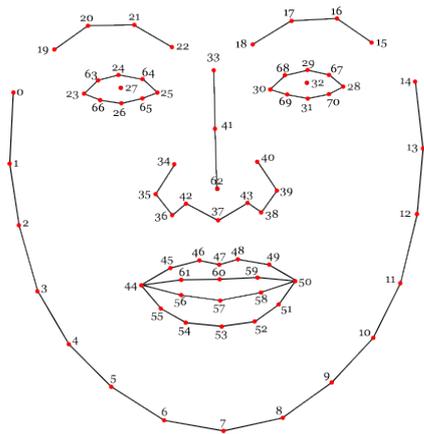


Fig.3 clmtrackr によって取得される顔特徴点 (全 71 点)

3.2 システム内容

本システムは the MUCT database を用いた Jason らが提案した Subspace Constrained Mean-Shifts³⁾ による顔特徴検出ライブラリである clmtrackr⁴⁾ を用いて顔特徴点を取得する。clmtrackr を用いることで目、鼻、口、輪郭、眉毛の認識およびそれらの位置ベクトルの取得を行うことができる。clmtrackr によって抽出できる顔特徴点を Fig.3 に示す。

本システムでは執務者の PC に搭載されるフロントカメラから取得されるリアルタイム映像に対して clmtrackr を適用し、各特徴点の位置ベクトルを時系列データとしてデータベースに保存する。

4 顔追跡精度検証実験

4.1 実験概要

本システムによる執務における顔追跡精度検証実験を行う。本実験では Web カメラを内蔵したノート PC を使用し、30 分間執務を行う。そして、執務中に clmtrackr による顔追跡ができなかったフレーム数をカウントする。本システムは 50 fps に固定しているため、30 分間で合計 90,000 フレーム取得できる。この 90,000 フレームに対する顔追跡ができなかったフレーム数の合計を評価指標として用いる。本実験は執務の際に外部ディスプレイおよび外部キーボードを使用する執務者 A、外部ディスプレイおよび

Table1 clmtrackr による顔追跡精度

	追跡失敗フレーム数	顔追跡失敗率 [%]
被験者 A	1385	1.5
被験者 B	1986	2.2
被験者 C	4309	4.8
平均	2560	2.8

び内蔵キーボードを使用する執務者 B、ノート PC のみを使用する執務者 C に対して行う。

4.2 実験結果

Table.1 に示す実験結果より、顔追跡失敗率は最大で 4.8%、最小で 1.5% であることがわかる。これは 30 分の実験時間内において最大で約 90 秒間、最小で約 30 秒間、顔追跡に失敗したことを表す。顔追跡失敗の原因となる行為として以下の 2 つの行為が挙げられる。

- 手で顔を覆う、鼻をかむなどの顔全体もしくは顔の一部を隠す行為
- 後ろを振り向くといったカメラから顔を背ける行為

これらの問題は、事前に本システムの利用者に注意することで回避できると考えられる。また、本システムは起動時に目、鼻、口、輪郭、眉毛を検出することで顔領域の判定を行なっている。そのため、前髪で眉毛が隠れている場合や、マスクで顔を覆っている場合など顔領域判定に失敗し、顔追跡を開始することができなかった。

5 今後の展望

今回行った実験によって、執務における執務者の顔追跡および顔特徴点の取得が可能であることが明らかになった。今後は本システムを用いて執務者の顔特徴量を収集し、発話識別器の作成を行う。また、発話量とコミュニケーション量および質の関係性の検証を行う。

参考文献

- 1) 原田陽雄, 米山博人, 下谷啓, 藤居徹, 西野洋平. コミュニケーション可視化技術「Voistrap」. Fuji Xerox Tech Rep, Vol.22, pp.88-97, 2013.
- 2) 早川幹, 大久保教夫, 脇坂義博. ビジネス顕微鏡; 実用的人間行動計測システムの開発. 電子情報通信学会論文誌. D, 情報・システム vol.96(10), pp.2359-2370, 2013.
- 3) J.M Saragih, S.Lucey, J.F Cohn. Face Alignment through Subspace Constrained Mean-Shifts. Computer Vision, 2009.
- 4) clmtrackr. <http://github.com/auduno/clmtrackr>.
- 5) J.M Saragih, S.Lucey, J.F Cohn. Deformable Model Fitting by Regularized Landmark Mean-Shift. International Journal of Computer Vision, Vol.91(2), pp.200-215, 2011.