



## 2009 年度下期未踏 IT 人材発掘・育成事業 採択案件評価書

### 1. 担当PM

後藤 真孝 PM(産業技術総合研究所 情報技術研究部門  
メディアインタラクション研究グループ長)

### 2. 採択者氏名

チーフクリエイター: 三澤 加奈(東京大学大学院 学際情報学府)  
コクリエイター: なし

### 3. プロジェクト管理組織

株式会社創夢

### 4. 委託金支払額

3,000,000 円

### 5. テーマ名

立体顔ディスプレイの開発

### 6. 関連Webサイト

なし

### 7. テーマ概要

本事業では、顔の3Dスキャンデータをもとに立体顔スクリーンを作成し、実在感のあるテレプレゼンスを実現する。

ビジネスでは、相手先と会議をするのに、双方の予定を合わせ出張する必要があったが、時間的生産性の向上、コスト削減、移動の燃料による CO2 削減といった環境配慮の点で現在テレプレゼンスに注目が集まっている。従来のビデオ会議は画面越しで会話をするため顔つきやアイコンタクトといった細かな表情のコミュニケーションがとれず実在感のない会議になりがちである。本プロジェクトでは、顔の三次元情報を元に本人の顔ディスプレイを作成し、そこにプロジェクションを行う。主に、リアルタイムで動画の顔認識を行い、顔を切り出し、自然にみえるよう顔型に合わせてプロジェクションするソフトウェアを開発する。これによって、本人の立体的な顔型を通し、細かな表情を伝えることが出来る。表情以外の大きな動作で、首を横に振ったり、傾動作は、頭部運動を動画で認識し、顔ディスプレイ自体を駆動させる。

## 8. 採択理由

顔の3Dスキャンデータをもとに立体顔スクリーンを作成し、そこへ顔動画をリアルタイムプロジェクションすることで、実在感のあるテレプレゼンスを実現しようという提案である。位置ずれのないようにプロジェクションしたり、頭部運動を実現したりするところまでで満足するのではなく、立体顔スクリーン側をどこまで個人ごとに変える必要があるのか、そこまでがプロジェクションでカバーできるのか、といった実用性を増す上で必須の課題に取り組んでもらいたい。顔に限らず不定形のディスプレイ全般への考察を深め、是非その新たな可能性を探求して欲しい。

三澤さんは、既に石膏で顔ディスプレイのプロトタイプを試作して予備実験する等、着々と準備は進めており、計画通りに成果を出していけることが期待できる。あとは、どこまでそこを越えて大きな成果を掴み取ることができるかが本提案を成功させる上で求められ、例えば、代表となる数個の顔のテンプレートだけでも同様の効果が得られれば実用性は大幅に増す等、検討すべき課題は多い。自身の持てる力をすべて注ぎ込んで野心的に取り組むことで、大きな飛躍を遂げてくれるのが楽しみである。

## 9. 開発目標

本プロジェクトの開発目標は、以下である。

- 話者の動画の顔認識をリアルタイムで行う
- 顔認識した動画を切り出し、相手先へ転送する
- 不定形の顔ディスプレイに、動画をプロジェクションする
- 話者の頭部運動をリアルタイムで画像認識する
- 頭部運動の画像認識をし、話者の動きに合わせて顔ディスプレイを駆動させる

## 10. 進捗概要

未踏プロジェクト開始段階では、石膏を用いて型を取った顔型を用いた予備実験をしていたに過ぎなかったが、プロジェクト開始後、市販の顔認識ソフトウェア FaceAPI を用いて話者の顔の動画像中のリアルタイム認識をおこない、顔の切り出しを実現した。さらに、顔全体の重さのバランスを取るために重りやバネ等で工夫して、モーターで制御することで、顔スクリーンを上下左右に動かせる立体顔ディスプレイ装置のハードウェアを設計・制作した。

3月にプロジェクトレビューをした際に、実機でのデモンストレーションを交えた有意義な議論ができ、その後、開発者がフランスに移住して生活の立ち上げに苦労していたようだが、無事開発を継続し、話者が左右上下に顔を動かしたときに生じる画像の歪みを修整し、さらに、顔の画像を撮影して取り込む送信側と、それをプロジェクタで顔スクリーンに投影する受信側を、別々のプログラムに分離して遠隔間での通信に対応する等、着実にプロジェクトを進めた。成果報告会前には、3D スキャナーと 3D プリンタを活用することで顔スクリーンの制作を短時間で可能にし、成果報告会では実機デモンストレーションを交えて魅力的に成果を発表した。

## 11. 成果

立体的な顔型のディスプレイを用いて実在感のあるテレプレゼンスコミュニケーションを実現させた(図 1)。3D スキャナーや3D プリンタを使用して人の顔型のスクリーンを作成し、頭部の動きに同期し駆動する顔ディスプレイのハードウェア作成を行った。また、話者の顔画像と頭部の動きをリアルタイムで相手先へ通信するための画像処理と通信に関するソフトウェアを開発した。



図 1:使用風景

#### ◆顔スクリーンの作成

3D スキャナーや3D プリンタを使用し顔型のスクリーン(図 2)をいくつか作成し見え方や素材を検討した。顔のスキャンは、目を開けていても人体に影響のないレーザー光の強さに調節し、測定を行っている。1回のスキャン時間が2.5秒であり、非常に高速で顔のスキャンが行える。取得した3次元データを3Dプリンタに入力し、大きさ、作成方法を設定すれば造形が開始される。出来た雄型に熱可塑性の型取りシートを使用して型取りを行えばスクリーンの完成である。



図 2:3D スキャナー、3D プリンタで作成した顔スクリーン

#### ◆顔ディスプレイ装置の開発

頭部の動きに同期し駆動する顔ディスプレイのハードウェア作成を行った(図 3)。顔の動きには、X 軸方向の頷く動作と Y 軸方向の首を振る動作、そして Z 軸方向の首を傾げる動作がある。今回は、X、Y 軸で駆動するように設計を行った。プロジェクターの位置が顔の真後ろにあり、Z 軸方向の駆動を入れるとプロジェクターの陰になってしまうためである。そのため、Z 軸方向に顔が傾いたときは、正面に顔画像を回転させるようにしている。使用したプロジェクターはレーザープロジェクターであり、スクリーンとの距離を変えても常にピントが合っているため、フォーカス調整をする必要がなく今回のように不定形のスクリーンに適している。駆動には、サーボモータを用いており、Arduino を使用して制御を行っている。上下左右に $\pm 45^\circ$ ずつ動作できるよう設定してある。

トラッキングで取られた頭部の X、Y 座標値を Arduino に送信しているが、時々飛び値があり突然急激に動いたり、データをそのまま送信していると、滑らかな動きができないためデータの平滑化を行っている。送信されたデータの平均値をとり、信号を送るようにしたところ、動きにつまる感じがなく滑らかに動作するようになった。

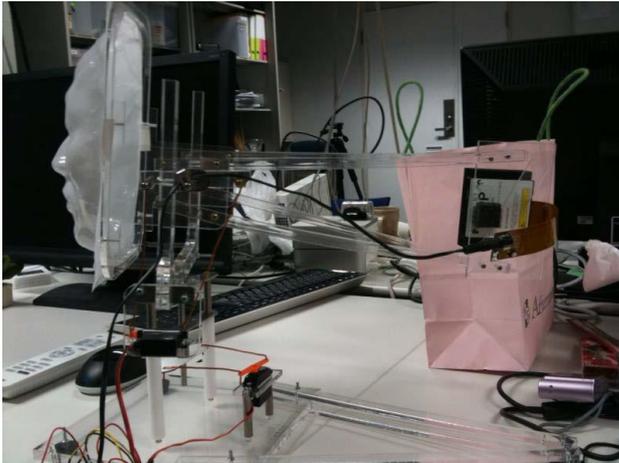


図 3:作成したハードウェア

#### ◆ソフトウェアの開発

話者の顔画像と頭部の動きをリアルタイムでトラッキングし、相手先へネットワークを介して転送するプログラムを開発した。システムの構成は図4のようになる。

顔と頭部の動きのトラッキングには、faceAPI という有償のソフトウェアを使用した。これは、顔のパーツと頭部の動きをリアルタイムでトラッキングできるソフトウェアである。また、faceAPI で取られている顔画像のデータを OpenCV の IplImage という画像を扱える型に渡し、値を操作できるようにした。

faceAPI で得られた顔座標値を元に矩形範囲を設定し、顔画像の切り出しを行っている。また、首を傾げた顔画像を真っ直ぐに回転させて補正するため、顔の傾きの有無と回転方向を調べるために、任意の特徴点を3点取りなす角を調べている。取得した3点は、鼻の頂点、両目の中点、鼻の垂直方向上の任意の1点である。回転軸は鼻の頂点である。この3点から、変換行列を求め、アフィン変換をさせて回転させている。

切り出した画像は Jpeg 圧縮してから、頭部の X、Y 座標値とともに TCP 接続で繋がっている相手先の PC に送られる。受信側の PC では、受け取った圧縮画像をデコードし表示、頭部の座標値をハードウェアにシリアル通信で送信するように制御されている。

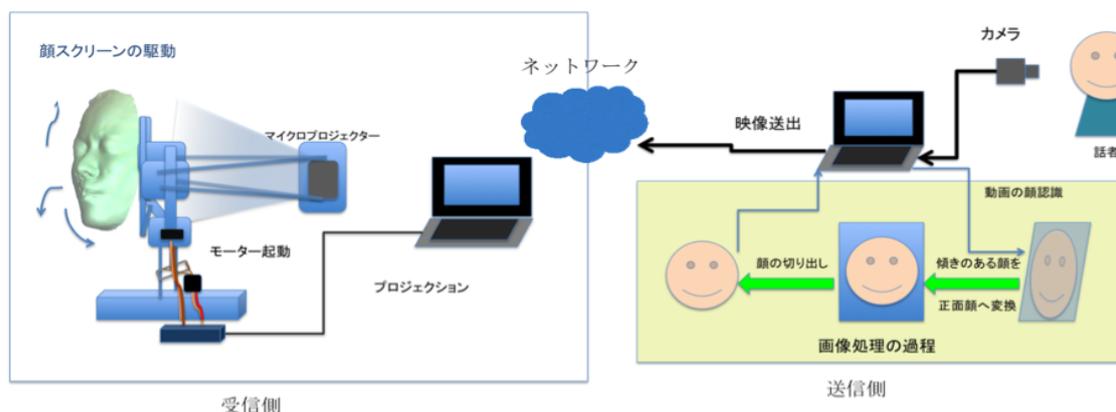


図 4:全体構成図

本システムでは、話している動作中リアルタイムで動画の顔認識を行い、顔部分を切り出し、自然にみえるよう顔型に合わせてプロジェクションを行う。これによって、話者の立体的な顔型を通し、細かな表情を伝えることが可能となっている。表情以外の大きな動作である、首を横に振る動作や、傾ける仕草は、頭部運動をヘッドトラッキングで追い、顔スクリーンを持ったハードウェア装置自体を駆動させることによって動作を同期させている。

## 12. プロジェクト評価

三澤さんは、ハードウェアとソフトウェアの両方の開発に着実に取り組み、試行錯誤をしながらバランス良くプロジェクトを進めることで、着実に良い成果を生み出した。その能力と粘り強さ、本気さを高く評価する。特に、試行錯誤により苦労してハードウェアとソフトウェアを制作しただけでなく、当初は開発内容として想定されてはいなかった3Dスキャナーと3Dプリンタの活用にも取り組み、スクリーンシートのプレスにおいても工夫をして、様々な顔スクリーン(厚さ、素材が異なるだけでなく、当初は議論していなかった小さい型も含む)をより容易に作成して比較検討をした点は優れている。まだ成果の対外的なアピールには目処が立っていないものの、成果報告会において、体験できる形で効果的なデモンストレーションを実演したことは、高く評価できる。

## 13. 今後の課題

今後どれぐらいこの技術を社会に根付かせようと考えているかによって、展開の仕方は変わるが、まずは学術発表を中心に検討し、その上でWebページやデモビデオの公開も含め、本プロジェクトの良さを一人でも多くわかってもらう工夫がなされることを大いに期待する。