

# ヘッドマウントディスプレイを装着した ユーザの表情の可視化の研究

伊藤 亘輝      南 慎也<sup>‡</sup>      羽田 久一<sup>†</sup>

<sup>‡</sup> <sup>†</sup> 東京工科大学 〒192-0914 東京都八王子市片倉町 1404-1

E-mail: †hadahskz@stf.teu.ac.jp, ‡{m011405551,m011442061}@edu.teu.ac.jp

**あらまし** ヘッドマウントディスプレイ（以下、HMD）を装着した際、ユーザの顔面の大部分を覆ってしまう為に、そのユーザの表情を外部から視認することが難しくなる。HMD を装着したユーザの表情を外部から可視化させる際、予めユーザの表情を撮影し HMD の前面に液晶で表示させたところ、表情が曖昧な場合に外部からユーザがどのような感情を抱いているかが不鮮明である。本研究では、これを克服する為、より効果的な表情の可視化方法として 8×8 のドット絵による表情の可視化を提案する。ドット絵によって、実写よりも微妙な表情が表示されない分、より分かりやすく、ユーザの表情を理解することが可能である。

**キーワード** ヘッドマウントディスプレイ、ドットマトリクス LED、表情の可視化、フォトリフレクタ、センサ

## Study on visualization of facial expression of user wearing head mounted display

Nobuteru ITO<sup>‡</sup> and Shinnya MINAMI<sup>‡</sup> Hisakazu HADA<sup>†</sup>

<sup>‡</sup><sup>†</sup>Tokyo University of Technology 1-2-3 Katakura,Hachioji-shi,Tokyo,192-0914 Japan

E-mail: †hadahskz@stf.teu.ac.jp, ‡{m011405551, m011442061}@edu.teu.ac.jp

**Abstract** When the head mounted display is attached, it interferes with the majority of the face of the user, so it is difficult to visually recognize the facial expression of the user. In this research, when the user's facial expression is photographed in advance and displayed with liquid crystal on the front of the HMD, the user's facial expression as seen from the outside when the user's facial expressions are ambiguous is not clear. Therefore, we propose visualization of facial expressions using 8 × 8 dot images as a visualization method of more effective facial expressions. Due to the dot image, subtle expressions are not displayed than the actual image, so it seems that you can more clearly understand the user's expression.

**Keyword** Head Mounted Display, Dot matrix Led, Facial Expression Visualization, Reflective Object Sensor

### 1. はじめに

HMD が誕生してから現在に至る HMD の特徴としての製品も HMD の内面に向けた開発を行っていたが、装着者の顔上面の表情を外部から判断する手段といった外面に向けた開発が行われていない為に外部からユーザの表情を可視化する事が出来ていない。

そこで本研究では、HMD を装着したユーザのより効果的な表情の可視化方法として 8×8 のドット絵による表情の可視化の研究を行う。

### 2 関連研究

多点配置フォトリフレクタによる非接触な顔面入力装置の試作[1]ではマスク状のオブジェクトに多点配置したフォトリフレクタとマイコンによって顔の各部位の動きを検出し、また顔面が作り出す表情をパラメータとして取得している。フォトリフレクタによって検知した動きをマスクの外側の動きとして出力する事でアニマトロニクスのようなエンターテイメントなデバイスへの応用を提案している。

Facial Expression Reading for Describing and Augmenting Interaction[2]では側頭筋、前頭筋上の生体信

号を計測する頭部装着型インターフェースを設計・運用する事によって実環境における自然な表情表出を提案し、バッテリー駆動や無線接続による空間的制約を受けないデバイスを提示している。

Kinect を用いた表情による入力インターフェースの提案 [3] では Microsoft 社製の「Kinect」と「Face Tracking SDK」を利用する事で、顔の「目」、「鼻」、「口」等の位置データを取得し、このデータを基に表情を決定する。Kinect にはマイクが搭載されている為に、声の大きさ、言葉などからの表情認識の応用を提案している。

仮面の表現創出を支援するインターフェース [4] では一般ユーザが容易に仮面による表現創出を体験可能なシステムを提案している。システムの動作はフォトリフレクタにより、瞬きする際の眉毛から反射される赤外線を検知し値が一定値を超えた時にアクチュエータを動かす仕組みとなっている。正確なユーザの瞬きを捉えるために、舞台上の様々な状況下での実験を行い、様々なユーザに対応できる形状のデバイスの研究を提示している。

AffectiveWear：装着者の日常的な表情を認識する眼鏡型装置 [5] では装着者の表情を識別できるスマートアイウェアを提案しており、ハードウェアは小型のフォトリフレクタと 3D プリントした眼鏡のフレームにより設計されており、精度評価と日常における装着者の感情の分布を記録する実験を行い、多数の光センサと機械学習によって感情を識別する事で表情の時間的変化を記録・解析することが可能であることを示した。

Facial Performance Sensing Head-Mounted Display [6] では仮想空間における臨場感のある対話を可能とする為に HMD を装着したユーザの表情を捉える必要があるが、顔の主な部分は HMD に遮られるので顔上面に歪みセンサ、顔下面に RGB-D カメラを用いた HMD を設計した。歪みセンサと RGB-D カメラから得られた値を合わせる事で生成された顔のアニメーションは最先端の深度センサによって生成された顔補足システムと視覚的に同等であり、仮想世界における対話に適している事を提示している。

装着型表情識別インターフェースによる表情知覚支援への応用 [7] では他者と表情を共有するための新しい装着型インターフェースの提案と開発を行っている。顔表面上を伝播する生体信号のパターンに基づき表情を識別し、LED や振動デバイスを通じて自分と他者の表情の共有を可能としている。表情を共有するにあたって光と振動の 2 種類の知覚を用いる事で視覚障害者への支援や表情知覚支援の早期介入及び未就学児への適用を示した。

顔の表情を取得する多くの研究は行われている。また、HMD を装着した複数人で行うコンテンツも注目されている。HMD は顔の大部分の面積を隠してしまうため、HMD を装着したユーザの表情は、第三者から認識することは難しい。

図 1 は Oculus Rift DK2 を装着したユーザの写真である。そこで、HMD を装着しているユーザの表情を第三者から理解することできる、表情の可視化を提案する。



図 1 HMD を装着したユーザ

### 3 事前実験

#### 3.1 実験の目的

本稿ではドットマトリクス LED を用いた表情の可視化を提案する。この実験は、HMD の前面にユーザが事前に撮影した表情を、ドットマトリクス LED と液晶画面に表示される実際のユーザの表情を用いて、表情の比較を行う。表示デバイスを取り付けた際に、外部からユーザの表情をより分かりやすく理解できるかを調査することを目的とする。

#### 3.2 実験の手順

事前にスマートフォンで HMD を装着する人の驚いた表情を撮影し、その表情をスマートフォンの液晶の前面に表示した上で HMD の前面に貼り付けた。図 2

HMD を装着した状態で事前の表情と同様の表情を行い、外部から撮影を行った。次にドットマトリクス 2 台を用いて、ユーザの表情である目にあたる部位をドット絵によって表示させ、同様に HMD の前面に貼り付けた。図 3 この二つの表情の可視化の比較を行う。



図2 驚いた表情のユーザ

### 3.3 実験の結果

表情が表示されたが、表情が曖昧な為に本来は適切な表情であったとしてもユーザが意図した通りにドットマトリクス LED のドット絵によって、実写よりも微妙な表情が表示されない分、ドットマトリクス LED を用いた表情の可視化のほうが、より分かりやすく、ユーザの表情を理解することが可能であるといえる。

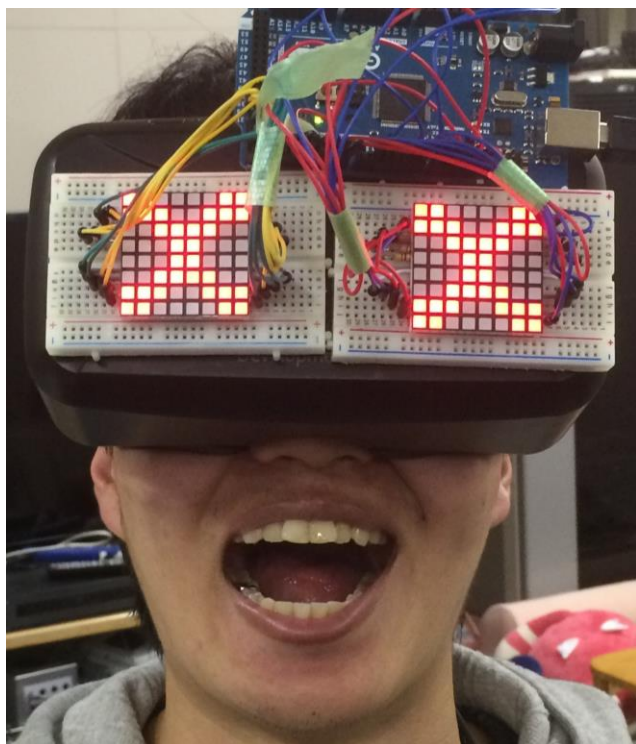


図3 HMD にマトリクス LED を設置したユーザ

## 4. システムの概要

本研究は HMD を装着したユーザの表情を、顔面の凹凸を数値として計測する事で一定数値の場合に表情が外部に可視化される仕組みとなっている。

表情認識には HMD の内側に Arduino MEGA とフォトリフレクタ用いたデバイスを制作し、HMD の前面にはドットマトリクス LED を設置した。ユーザの表情変化によって生じる皮膚の凹凸に対してフォトリフレクタは照射された赤外線が皮膚に反射し受光するまでの時間を値として計測し、一定の値に対してドットマトリクス LED が点灯する仕組みとなっている。ドットマトリクス LED は 8×8 のドットになっており図 3 のように表情を外部に向けて可視化する事が可能となっている。

## 5. デバイスの動作

ユーザが HMD を付けて眼を見開いている状態の平均値を基準値とし 2 基のドットマトリクス LED に一定の表情を表示させる。ユーザが驚愕や哀愁といった表情を行うと皮膚の凹凸から読み取る値が変化し対応した表情がドットマトリクス LED に表示される仕組みとなっているが、適切な表情を表示させるには装着する個人毎に閾値を設定する必要がある。図 3 は驚きの表情を表しているが、他にも喜びや哀しみといった表情の実装を行った。

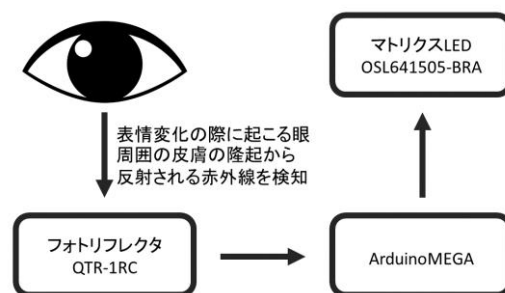


図4 ユーザの動作からデバイスの動きの流れ

## 6. 考察

フォトリフレクタを使用してユーザの顔面の凹凸から読み取った値によってドットマトリクス LED に表情を表示することが出来た。

本研究の HMD を装着したユーザの表情の可視化により、例えば、親が子どもに HMD を与えた際に、子どもがどのような表情をしているかが従来の HMD では不明瞭であるの

に対して、HMD に表情を創出する機能を搭載する事によって子供の表情や様子が分かるので、親子のコミュニケーションを促進させる事が出来る。また、HMD を装着した集団学習やサバイバルゲームにおいて、MMORPG のゲーム内のアバターのように、第三者から見ても、HMD を装着したユーザの表情を視覚化が可能になる。

## 7. おわりに

本稿では、HMD を装着したユーザの表情の可視化についての出力機構の制作を行い、提案を述べている。本研究では、HMD を装着したユーザの顔面の動きを、表情として、よりわかりやすく第三者に伝える出力機構を制作することを目的として研究を行った。

今回用いたセンサは装着するユーザによって値が異なるため、今後、より多くのユーザに向けて様々な表情が対応できる、出力機構の制作を試みたいと考えている。

## 文 献

- [1] Yoshiike, T., Shoji, R., Suketomo, A., Taiget, S., Nishikawa, T., Kikukawa, Y., ... Kushiya, K. (2011). 多点配置フォトリフレクタによる 非接触な顔面入力装置の試作, 2011(10), 8-13.
- [2] Suzuki, K. (2014). Facial Expression Reading for Describing and Augmenting Interaction, 1-5.
- [3] Sdk, K. (2014). Kinect を用いた表情による入力インターフェースの提案, 76, 109-110.
- [4] Ryo, T., & Tetsuaki, B. (2016). 仮面の表現創出を支援するインターフェース, 393-395.
- [5] Masai, K., Sugiura, Y., Ogata, M., Kunze, K., Inami, M., & Sugimoto, M. (2016). AffectiveWear: Recognizing Wearer's Facial Expression by Embedded Optical Sensors on Smart Eyewear, 21(2), 385-394.
- [6] Li, H., Trutoiu, L., Olszewski, K., Wei, L., Trutna, T., Hsieh, P.-L., ... Ma, C. (2015). Facial performance sensing head-mounted display. ACM Transactions on Graphics, 34(4), 47:1-47:9. <https://doi.org/10.1145/2766939>
- [7] Engineering, I. (2016). Device-Assisted Perception of Facial Expressions Using a Wearable Interface Based, (1), 67-75. <https://doi.org/10.14923/transinfj.2015HAP0021>