

# F.A.R. Vision : 拡張現実感の情報量を制御する眉間フェーダー

中村 裕美<sup>†</sup> 宮下 芳明<sup>†</sup>

## F.A.R. Vision: Glabellas Fader of Augmented Reality

HIROMI NAKAMURA<sup>†</sup>

HOMEI MIYASHITA<sup>†</sup>

### 1. はじめに

近年、拡張現実感 (Augmented Reality: AR) 技術の普及と発展が急速に進んでおり、それを利用した付加情報の表示技術や手法についても夥多な研究がなされている。しかし、表示する情報量の制御に対しては未だに考慮されていないのが現状である。

拡張現実感とは、基本的に実世界の視覚情報の上にさらに仮想世界の情報を重層表示する。よって、それらが複合された世界 (Mixed Reality: MR) での情報量は必然的に多くなってしまふ。爆発的な情報量増加によって現実世界の認識を妨げるほどの提示が起こることも十分に考えられる。そこで、様々なチャンネルから入力される音量を制御するミキサーのように、拡張現実感として提示される情報量もフェーダー操作できればよいのではないかと考えた。いわばこの Reality Mixer があれば、現実世界の上に徐々に拡張現実感情報を表示していくフェードイン、現実世界だけの情報に徐々に戻っていくフェードアウト、さらには異なる仮想世界同士を滑らかに接合するクロスフェードも可能となるはずである。

このフェーダー操作の役割を果たすインタフェースは、両手で作業中も調整可能となるようハンズフリーで制御可能なものが望ましいと考えた。また、ユーザによる恣意的な制御が行えるだけでなく、ユーザの意図をくみ取ってより自然に動作することが望ましい。そこで筆者らは、眉間の動きによるフェーダー操作として、拡張現実感における付加情報量を制御するインタフェース「F.A.R. Vision (Fader of Augmented Reality Vision)」を開発、発表した<sup>1)</sup>

本稿では、その装置の直感的かつシームレスな表示の制御に不可欠な、眉間フェーダーの動きの検出における精度と検出位置の最適化について検証する。

#### 1.1 背景

iPhone アプリとして配信中のセカイカメラ<sup>2)</sup>は、情報を得たい場所でカメラをかざすと「エアタグ」と呼ばれる付加情報を閲覧でき、ユーザ自ら書き込む事も可能である。さらに、情報と位置を表示する携帯端末向けシステム「実空間透視ケータイ<sup>3)</sup>」技術もβ版の配信が行われ、ユーザの関心も高い。このように拡張現実感の実用領域への進出が起こると共に、一方で付加情報付与によって閲覧が阻害されかねない事態も見受けられる。現にセカイカメラでは、配信から僅かな時間でユーザが書き込んだエアタグが膨大になった場所もあり、実空間への付加情報が逆に視界を妨げている。ユーザからの情報による CGM メディアとしては自由な書き込みの規制はされるべきでないが、それが原因で実空間情報や他のコメントさえ閲覧しにくい状態では、将来的に拡張現実感に対する嫌悪感を引き起こしかねない。

情報発信を規制せずに認知を妨げない表示を行うためには、情報の表示手法への工夫や情報量の制御が必須となる。前者の例としては、ユーザの興味に応じて付加情報の提供を行うという方法があげられる。実際にセカイカメラや実空間透視ケータイでは、付加情報を得たい時に閲覧のためのメディアをその方向にかざす。この方法は、ひとつのインタラクションデザインとしては有効だが、その都度デバイスを動かすことは直感性に欠けると同時にオンデマンド性も損なっており、加えて医療行為のように両手を用いて行う作業時には適さない。また HMD を常時装着する場合には、装着時には付加情報がいつでも見えているというのが現状であり、非表示にするためには一時的に取り外す必要がある。

情報量の制御手法としては、セカイカメラは日付や

<sup>†</sup> 明治大学大学院理工学研究科新領域創造専攻デジタルコンテンツ系

Program in Digital Contents Studies, Program in Frontier Science and Innovation, Graduate School of Science and Technology, Meiji University.

距離などの情報を用い情報を制限するフィルタ機能の  
スライダがある。しかしこれは情報の深度をダイナミ  
ックに制御することはできない。

## 1.2 先行研究

拡張現実感に関する学術的研究は数多く、加藤による  
マーカを画像認識し拡張現実感を表示する  
ARToolkit<sup>4)</sup>をはじめ、Klein らによるマーカレスに拡張  
現実感を表示する PTAM<sup>5)</sup>、中里らの再帰性反射材  
からなる不可視の画像マーカに赤外光を照射し、その  
反射を赤外線カメラで撮影・認識する不可視マーカ<sup>6)</sup>  
など、付加情報の提示技術とその特徴点に関するもの  
や、表示の精度向上のための技術も日々開発されてい  
る。拡張現実感が使用される状況としては、ギターの  
運指を拡張現実感によって投影し演奏の支援を行う  
AR Guitar<sup>7)</sup>のように音楽演奏中を想定したもの、  
HMD を用いた拡張デスクトップシステム<sup>8)</sup>のような  
オフィスでのシチュエーション、車載カメラからの映  
像に実時間画像処理で道路などの情報が加えられるシ  
ステム<sup>9)</sup>のように運転中といった状況も想定された研  
究が行われている。これらの多くは両手が使える状態  
を想定、または推奨している。

しかし拡張現実感によって表示する付加情報の"量"  
についての研究は少ない。天目らによるウェアラブル  
拡張現実感システムの為の注目オブジェクトへの直感的  
な注釈提示手法<sup>10)</sup>では、情報量について言及した  
上で、建物などの静的な現実オブジェクトを対象とし  
た付加情報の提示について、注目するオブジェクトを  
合成画像上の中央部で捉えたものとし、距離に応じた  
ハイライト表示等を行っている。しかし、これらはセ  
カイカメラのように一定範囲に付加情報が密集した部  
分には適応させにくい。また付加情報の ON/OFF の  
切り替え手法については言及されていない。

筆者らは、眉間を用いて拡張現実感を制御する装置  
の提案を行い、拡張現実感を用いた医療手術支援を例  
にあげてデモンストレーションを行った(図1)。こ  
れは凝視の際に起こる眉間の動きをフェーダー操作と  
とらえ、寄り具合で拡張現実感の情報の深度や透過度  
を段階的に制御するものである。表示手法として眉間  
を寄せない通常時では付加情報を見せないというマッ  
ピングも行っており、目に力を込めて"見る"と拡張現  
実世界が見えてくる超常的な感覚を提示している。無  
意識に大きさを変化させる瞳孔と異なり、意図的に動  
かすことができるのも眉間の特徴であり、興味等感情  
の表出としての凝視でない場合でも的確なコントロー  
ルが行える。提案システム名「F.A.R. Vision」は遠方視

力の意である Far vision と、Fader of AR vision, 複  
合現実感 (Mixed Reality: MR) 上にある現実世界と  
拡張現実世界をミックスするためのフェーダーという二  
つの意味の上にある。



図1 医療手術支援としてのデモンストレーション

類似したデバイスとして、こめかみの動きをセンシ  
ングするこめかみスイッチ<sup>11)</sup>があるが、瞳孔の例と  
は逆に「意識的な操作のみ」が対象となる。眉間による  
操作は、ユーザの無意識的な感情表出と意識的な操作  
のどちらにも対応したデザインであるといえる。

## 2. システム

提案システムは、凝視の際に起こる眉間の動きを検  
出し、その寄り具合に応じて、付加情報の量を段階的  
に制御する。眉間の動きの検出には眼鏡・HMD 等に  
装着したフォトリフレクタ (ROHM 製 RPR-220) を  
用い、眉間に当たる部分の表皮に赤外光を照射させ、  
皮膚の変動による反射量変化を赤外線センサにより非  
接触で検出している(図2)。

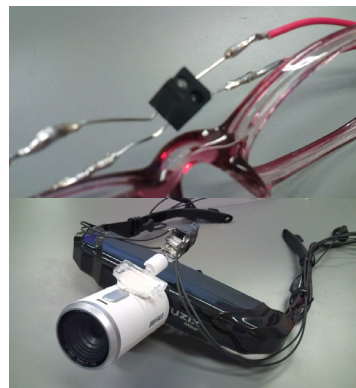


図2 眼鏡・HMDに設置した眉間フェーダー

## 3. 実験

提案システムの操作の直感性とシームレス性を向上  
させるには、1. 眉間フェーダーから得られる出力値

の幅を広げる, 2. 眉間の主観的な寄せ具合と表示する付加情報の対応付け, が重要である. システムでは眉間の動きでおこる反射量の変化を情報の深度と対応させているので, 皮膚の動きが激しいところから出力値を得れば, 付加情報をより段階的に制御できる. 眉間の寄り方には個人差があり使用時のキャリブレーションが必須なので, その為にも検出箇所を目安は必要となる.

また, 段階的な制御にどう表示をマッピングするかによって直感性は変化する. その為, 眉間の主観的な寄り具合に特徴があれば, それを考慮して付加情報をマッピングすべきである. そこで今回の実験では, 前者の改善のために, 複数の検出箇所ですべて眉間フェーダーから得られる出力値の幅を計測し, 検出を行う箇所について検討する.

### 3.1 実験方法

被験者の左右の眉頭を結んだ線を水平の基準, 眉間の中心を 0mm と定めた. そしてそこから 2mm ごと合計 10 箇所を, 図 3 下に示されるような装置を使用し計測を行った.

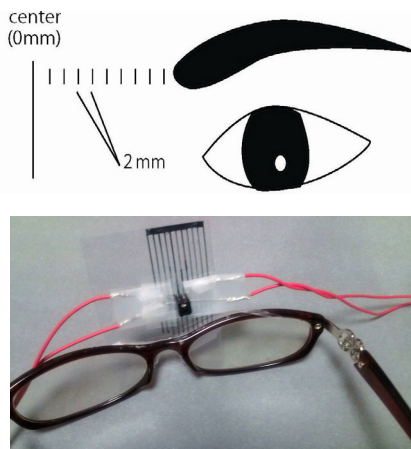


図3 実験での眉間の動きの検出箇所と測定用装置

装置を手で固定した状態で眉間を寄せない - 限界まで寄せる - 寄せないという運動を1セットとし, 合計3セット行ってもらい, 出力値を得た. 検出箇所の順序は被験者ごとにランダムにし, 眉間フェーダーの出力値表示やそれを利用した画像変化などの視覚的なフィードバックは行わない. 被験者は19歳から24歳までの大学生・大学院生7人(男性4人, 女性3人)である.

### 3.2 "出力値の幅"の算出方法

10箇所全てにおいて, 図4のように出力値の幅を算出する. 初めに, 計測した3セットのデータから, 各セットの最大値と最小値を求める. 次に得られた3

つの最大値と最小値から, 「最も小さい最大値」と「最も大きい最小値」を出力値の最大と最小として認め, その差から出力値の幅を求める.

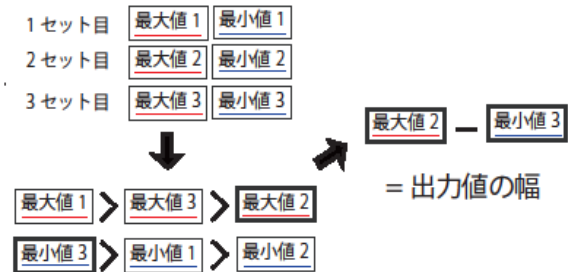


図4 出力値の幅の算出

### 3.3 実験結果

表1 実験結果

被験者	A	B	C	D	E	F	G
出力値の幅が最大になる箇所 (mm)	14	16	14	16	14	16	18
最大箇所の出力値の幅	49	89	32	32	71	26	80
眉間中心部 (0mm) の出力値の幅	18	30	13	26	23	10	29
中心部と最大箇所での比率	2.72	2.97	2.46	1.23	3.09	2.60	2.76

表1は各被験者における出力値の幅が最大となる箇所(中心からの距離)と, 該当部の出力値の幅, 比較として眉間中心部での出力値の幅と, 最大箇所と眉間中心部での出力値の幅の比率である. 今回の実験で計測した7人の被験者において, 出力値の幅が最大になる箇所は, 眉間の中心から14mmが3名, 16mmが3名, 18mmが1名と, 14mmから18mmの間に集中している. また, 眉間の中心部の出力値の幅に比べ, 概ね2倍以上の値を得られている.

また, 被験者Aにおける検出箇所ごとの出力値の幅は図5のとおりである. 眉間の中心からの距離と出力値の幅は被験者により個人差があるが, グラフのように眉間の中心部より少し離れた箇所から最大となりやすい14mm~18mmの手前までで, 出力値の幅が一度減少する傾向が見られた被験者が複数いた.

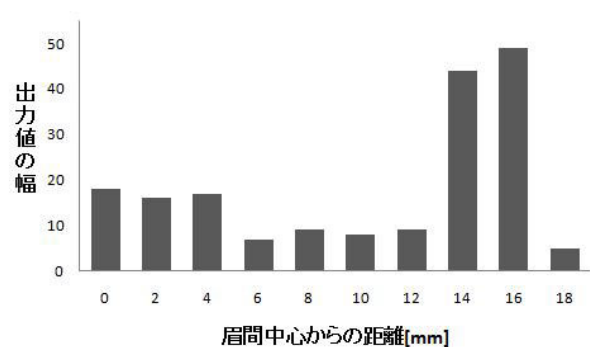


図5 眉間の中心からの距離と出力値の幅

#### 4. 考察

今回の実験で、眉間の中心部より眉頭の脇あたりに相当する 14mm~18mm の方が出力値の幅が広いという結果を得られた。これには眉間部の皮膚の動きの特徴が影響していると考えられる。図6のように、眉間を寄せると中心部の皮膚が隆起し、眉頭の脇あたりに皺が寄る。このとき隆起した中心部よりも眉頭の脇の方が皮膚の動きが激しく、それによる反射量の変化も増大する。このため出力値の幅が最大になる箇所は眉間の中心から離れたと考えられる。

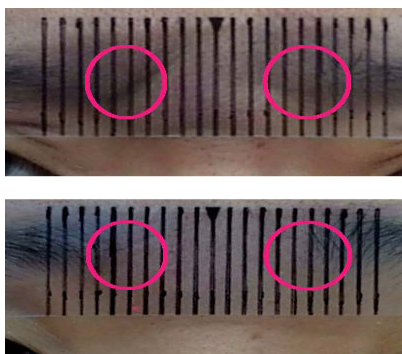


図6 眉間を寄せた際にできる皺の部位

(上:眉間を寄せた時 下:通常時)

また、個人差はあるが、表に挙げた出力値の幅が最大となる箇所、最低 26、最高 89 段階の出力値の検出が可能である。仮に情報量を百分率で出力値にマッピングすると、1 段階が 1.15%~4%に相当する。表示させるコンテンツや状況にもよるが、本稿で取り上げたアプリケーションの場合、情報量の制御を行うには十分であると考えられる。

以上より、検出箇所を眉頭の脇あたり（眉間の中心から 14mm~18mm）にすることで、シームレスな情報量の制御が可能であるといえる。なお今回の実験では、男女差および年齢差については特別な傾向は見受けられなかった。

#### 5. まとめと展望

本稿では、先に開発、発表を行った眉間を用いた拡張現実感制御装置「F.A.R. Vision」における、段階的制御の精度を左右する眉間の動きの検出箇所について、実験を行った。個人差はあるものの眉間を寄せた際皺ができる眉頭の脇あたりが、出力値の幅が広く段階的制御に適するという結果が得られた。前回デモンストレーション時に検出箇所としていた眉間の中心部と比較すると、概ね2倍以上の精度向上となる。これによ

り当装置を用いたアプリケーションがより細かく制御可能となった。

もちろん、操作の直感性向上には、先に述べたようにマッピングの行い方にも考慮が必要である。今後は当実験の更なる検証と共に、マッピングを行う基準のひとつとして、使用者の主観的な眉間の寄せ具合と出力値の変化について実験を行い、操作性の向上を目指したい。

#### 参考文献

- 1) 中村裕美, 宮下芳明: 眉間を用いた拡張現実感を制御する装置の提案, エンタテインメントコンピューティング 2009 論文集, pp.187-188, (2009).
- 2) セカイカメラ  
<http://sekaicamera.com/SekaiCamera.html>
- 3) 実空間透視ケータイ  
<http://kazasu.mobi/>
- 4) 加藤博一: 拡張現実感システム構築ツール ARToolkit の開発, 信学技報 PRMU Vol.101 No.652, pp.79-86, (2002).
- 5) G. Klein and D. Murray: Parallel tracking and mapping for small AR workspaces, In Proc 6th IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR'07), (2007).
- 6) 中里祐介, 神原誠之, 横矢直和: 不可視マーカを用いたウェアラブル AR システム, 画像の認識・理解シンポジウム 2005 予稿集, pp.1614-1615, (2005).
- 7) 元川洋一, 斎藤英雄: AR Guitar: 拡張現実感を用いたギター演奏支援システム, 日本バーチャルリアリティ学会第 11 回大会論文集(2006 年 9 月), pp.73-76, (2006).
- 8) 坂根裕, 塚本昌彦, 西尾章治郎: アイコンの立体表示を可能にするウェアラブル拡張デスクトップシステム, 第4回プログラミングおよび応用システムに関するワークショップ(SPA2001), オンラインプロシーディング, (2001).
- 9) 澤野弘明, 岡田稔: 車載カメラによる実時間画像処理とその AR 技術に基づく表示方式によるカーナビへの応用, 芸術科学会論文誌, Vol. 5, No. 2, pp. 57-68, (2006).
- 10) 天目隆平, 神原誠之, 横矢直和: ウェアラブル拡張現実感システムのための注目オブジェクトへの直感的な注釈提示手法, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 10, No. 3, pp. 305-312, (2005).
- 11) 谷口和弘, 西川敦, 宮崎文夫: こめかみスイッチ:瞬きカチカチでスイッチカチカチな常時装用入力装置, インタラクシオン 2008 論文集, pp. 25-26, (2008).