

## 脳波情報を利用したアバタの表情変化\*

4B-2-03

本田 研作 福井 健太郎 岡田 謙一†

慶應義塾大学理工学部‡

## 1 はじめに

近年, 仮想環境を利用するアプリケーションでは, ユーザはアバタと呼ばれるユーザの化身を利用して, 仮想空間上を活動する. アバタを利用することによって, ユーザの視線, 体の向き, ジェスチャー, 姿勢, 表情などのノンバーバル情報を提供することが可能になる. ノンバーバル情報を提供することによってあたかも仮想空間にユーザがいるような感覚を他のユーザと, ユーザ自身に与えることができる. しかし, 現状のアバタの表情変化はメニュー選択をユーザが手入力で行う変化であったり, 特定のバーバル情報が入力されることによって自動的に行う変化であるので実際のユーザのノンバーバル情報が反映されない. デバイスを装着することによってユーザの情報が反映されるものもあるが高価であったり, ユーザに負担がかかるという問題がある.

そこで本稿では, ノンバーバル情報の一つである表情に注目をし, 脳波情報を利用してアバタの表情を変化させる手法を紹介する. ユーザの脳波情報を解析し, アバタの表情としてリアルタイムに情報を表現する. これによって人間の心の状態や瞬き, 目の運動をアバタに反映させることが可能になる. 又, いままで医学的な知識の有る人しか理解できなかった脳波情報を, アバタに反映させることによって, 専門的知識が無くても理解が可能になる.

将来的にはこの手法を用いて, 仮想空間を利用したコミュニケーションシステムでの利用や自分の心を見ることにより, 脳波をコントロールするリラクゼーションとして使用が考えられる.

## 2 脳波とアバタの表情変化

## 2.1 脳波の発生

脳波とは脳細胞のニューロンとよばれる神経細胞の活動によって発生する. このニューロンは  $60 \sim 90\text{mV}$  程のマイナスの電位に保たれているが, 他のニューロンから刺激を与えられて興奮すると活動電位を発生し, 頭皮上に現れる. これが脳波である.

## 2.2 脳波インタフェース

近年, 脳波を利用したコミュニケーションツールとして BCI(Brain-Computer Interface) の研究が進められている. これらの研究は, 人間が脳を制御することによってコンピュータやアプリケーションシステム等を制御できるようにするインタフェースである. いままで研究されてきた BCI には, 脳波の  $\alpha$  波を用いて, Yes/No の 2 択スイッチを制御するもの [1] や, ある特定の周波数の脳波を自発的にコントロールしてコンピュータカーソルを移動させるもの [2] や, 眼球運動時の脳波を利用してコンピュータカーソルを移動させるもの [3] がある.

又, 脳波から感情を解析する研究には, 脳波の相関を計算する「感性スペクトラム分析法」という手法があり, 脳波から感情を表現することができる [4].

## 2.3 脳波情報の可視化

脳波を可視化する方法には図 3 のように脳波の周波数毎の電位をグラフで表示したものや, 3D の脳に脳波が発生している場所ごとの電位の強さを色で表現したものの等電位を可視化した手法は多く存在する.

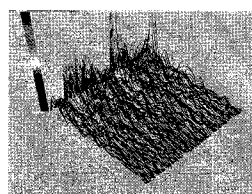


図 1: 脳波のグラフ表示

しかし, これらからは医学的知識がある人には情報を得ることができるが, 医学的知識の無い人は情報を得づらく, 例えば「 $\beta$  波のグラフが平均値よりも高く出ていると動揺している状態」という知識があったとしても, グラフや脳がいつ「動揺」の状態になり, いったいその状態でないのかわかりにくい. 脳波から心の状態を解析し, 表現したものもあるが, テキスト, グラフによる表示による表現などでしか存在せず, リアルタイムに変化する直感的な表示方法はなかった.

\*The facial expression change method of the avatar using EEG

†Kensaku Honda, Kentaro Fukui, Kenichi Okada

‡Faculty of Science and Technology, Keio University

### 3 アバタ表情変化手法

仮想空間を利用するコミュニケーションシステムなどではユーザはアバタを利用することによって仮想空間内を動き、他者とコミュニケーションをとる。仮想空間でコミュニケーションをとる際に、音声や対人距離は得ることができるが表情、身体的動作、体の向きなどのノンバーバル情報は欠如していた。アバタの身体的動作 [5] や、誰が誰を向いているか [6] などといったノンバーバル情報をサポートする手法は研究され、ユーザが直感的に感じる動きをアバタは行うことができた。しかし、仮想空間のアバタに欠如している大きな問題はアバタの表情に変化が乏しい点である。

アバタの表情変化の方法としては PAW<sup>2</sup> [7] 等のようにメニュー項目に表情のパターンが幾つかあり、その中からユーザが手動で選択し、その表情がアバタに反映されるという方法がある。

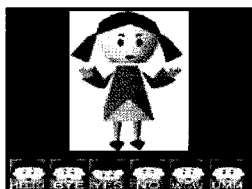


図 2: メニュー選択による表情変化

この方法だとユーザが手動で行うために必ずしもその人の現実の状態を表現しているとは言い難い。また、テキストチャットで特定の文字を入力すると登録された表情をアバタが表現するという手法がある [8]。このようなバーバル情報をノンバーバル情報に対応させる方法もユーザの現実の状態が反映されるとは言い難い。

そして、アバタにノンバーバル情報である「瞬き」、「目の運動」を反映させる手法としては視線検出器を使用したものがある [9]。しかし、これは目の近くにデバイスをつけるため、ユーザが束縛感を感じ、又、高価な装置であるため手軽に利用することが困難である。

### 4 新しいアバタの顔変化方法の提案

脳波は人間の心の状態によって変化を起こす。よって、脳波計を使用し脳波を測定することで人間の心の状態の情報を得ることが可能である。又、脳波計で脳波を測定する際に瞬きをしたり、目を動したりするとノイズが生じる。このノイズが発生した時を検出することによって、瞬き、目の運動発生の情報として用いることが可能である。

そこで本稿では脳波計を使用し、脳波から抽出した情報を利用してアバタの顔を変化させる手法を提案す

る。脳波から心の状態、瞬き、目の運動を解析し、アバタの顔にそれを反映させる。

いままでアバタに人間の実際の心の状態が反映されることが難しかったが、脳波によってアバタに実際の心の状態を反映させることが可能になる。又、瞬き、目の運動を反映させるため、現実空間のユーザに近い感覚、人間味を与えることが可能である。脳波というものはいままで医学的な知識の無い人しか理解できなかったが、アバタの表情を見ることによって、脳波情報を知識の無い人も得ることが出来る。脳波計はワイヤレスで軽量なものを使用すれば、ユーザに装着時の負担がかからずすむ。又、最近では脳波計は比較的安価なものも出てきているので手に入れやすいという利点がある。

## 5 実装

### 5.1 実装環境

実装では主にプラットフォームに依存せず利用できる JAVA を使用した。アバタの構築に関しては 3D グラフィックソフト LightWave で作成し、JAVA の標準 3 次元グラフィック API である JAVA3D で LightWave データを取り込むプログラムを作成し、Java で統一を図った。

### 5.2 脳波入力インタフェース

ユーザの脳波を測定する脳波計には IBVA を利用した。

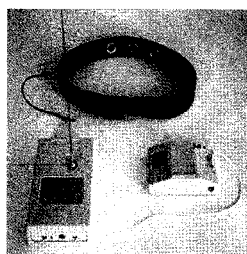


図 3: 脳波計 IBVA [10]

IBVA は 3 つの電極をつけたヘッドバンドを頭に巻いて、前頭葉の電位を測定する。ヘッドバンドに接続した送信機から PC のシリアルポートに接続した受信機へデータがリアルタイムに送られる。いままでの脳波計はコードの付いたネットをかぶったり、頭皮に電極をつけるのに時間がかかったり負担、手間がかかった。この IBVA はヘッドバンドを装着するだけであり、ワイヤレス、軽量なので使用するユーザに負担がかからないというメリットがある。



図 4: IBVA 装着図

### 5.3 脳波解析

IBVA の送信機から送られる情報をリアルタイムに利用するために、受信機から送られてくるデータを受け取り、リアルタイムにデータを解析するプログラムを作成した。脳波計 IBVA の送信機からシリアルポートに送られたデータに窓関数ハニングウィンドウをかけ、リアルタイムにかつ、より多くのデータ数が得られるように 128 ポイント、オーバーラップ 75 パーセントで高速フーリエ変換 (FFT) 解析し、0Hz から 60Hz のリアルタイムの電位データを得ることができる。0-1Hz は目運動帯域、1-4Hz デルタ波、4-8Hz シータ波、8-12Hz アルファ波、12-20Hz ベータ波低帯域、20-30Hz ベータ波中帯域、30-40Hz ベータ波高帯域、40-60Hz ノイズである。ノイズ以外の周波数のデータ 0-40Hz を利用した。

### 5.4 解析情報の視覚化

0-40Hz のデータを利用して最初に脳波の周波数ごとのグラフ表示を作成した。これを利用して、閾値の設定を行った。心の状態、瞬き、目の運動を閾値を設定し、抽出するのであるが脳波は個人差、体調などによって測定結果に影響が出る。多くの心の状態を判別するのは難しいので、ユーザの心の状態は抽出のしやすい「リラックス」、「動揺」状態のみを本稿では得ることにした。

3D ポリゴンで作成したアバタはデフォルトの状態では図 5 のように表示した。



図 5: アバタ (デフォルトの状態)

## 5.5 心の状態

### 5.5.1 リラックス

人がリラックスをしている時、脳波はあまり発生せず、穏やかな波になると言われる。そこで脳波が閾値より平均して低い電位の状態が一定時間続いた時を「リラックス」の状態と定義した。脳波からリラックスの情報を検出すると図 6 のようにアバタは眉があがり、口を軽く開き、リラックスした表情へ変化する。閾値を一定時間越えなければ再びデフォルトの状態へと戻る。



図 6: アバタ (リラックスの状態)

### 5.5.2 動揺

人間が動揺した時、脳波には大きな乱れが生じ電位が高くなる。そこで動揺時の電位の平均値をとり、そこを閾値に設定して、閾値を越えた状態を「動揺」とした。脳波から動揺の情報を検出すると図 7 のようにアバタはショックを受けた表情を示す。



図 7: アバタ (動揺している状態)

## 5.6 瞬き

瞬きをすると脳波計の低い周波数 (0 ~ 12Hz 近辺) にノイズが生じ、それらの周波数の電位が高くなる。瞬き状態の平均電位から閾値設定し、それを越えた時を瞬きの状態とする。瞬きの情報を検出すると図 8 のようにアバタは目を開閉し、瞬きを表現する。



図 8: アバタ (瞬きの状態)

## 5.7 目の運動

脳波計はユーザが眼球を動かした時にも低い周波数にノイズが生じる。瞬きによるノイズと眼球運動によるノイズは電位の大きさと発生する周波数帯が異なるため、眼球運動によるノイズとして取り出すことができる。この眼球運動によるノイズ発生時を目運動の状態とし、アバタに反映させる。脳波から目運動の情報を検出すると図 9 のようにアバタは目を動かす。目運動の情報は目を動かしたという情報のみであり、動かした方向は得ていないので、方向はランダムに変化をあたえた。

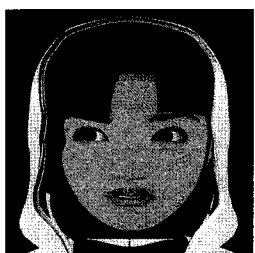


図 9: アバタ (目を動かしている状態)

## 6 まとめ

本稿では、アバタの表情に変化を与える新しい手法として、脳波情報を利用する方法を提案した。ユーザの脳波情報を解析し、リアルタイムに情報を 3D のアバタに反映した、医学の専門的知識の無い人にも脳波情報を認識できるように表現した。

## 7 今後の展望

現状では動揺、リラックスしか心の状態が解析できなかったが、今後、脳波を利用して得られる心の状態の情報を増やしていき、それに対応した表情をアバタに反映させていきたい。我々は今後遠隔コミュニケーションシステムへアバタ表情変化方法の適用を考えて

おり、人間のコミュニケーションにおいて、どのような影響をもたらすかを調査し、評価を行うつもりである。

## 参考文献

- [1] Kirkup L., Searle A., Craig A., Mclsaac P., Moses P.  
“ EEG-based system for rapid on-off switching without prior learning ”,  
Medical and Biological Engineering and Computing, Vol.35, pp.504-509, 1997.
- [2] Wolpaw J.R., D.J. McFarland D.J.  
“ Multichannel EEG-based brain-computer communication ”,  
Electroenceph. clin. Neurophysiol, Vol.90, p.444-449, 1994.
- [3] 船瀬 新王, 八木 透, 久野 悦章, 内川 嘉樹,  
“ 脳波を用いたアイポイントに関する研究 ”,  
ヒューマンインタフェースシンポジウム, 1999.
- [4] T. Musha, H. Terasaki, H.A. Haque, G.A. Iwanitsk,  
“ Feature extraction from EEGs associated with emotions ”,  
Artificial Life and Robotics, Vol.1, p15-19, 1997.
- [5] 本田 新九郎, 木村 尚亮, 大沢 隆治, 太田 憲治, 岡田 謙一, 松下 温,  
“ 人間の現実動作の仮想空間への反映手法 ”,  
日本バーチャルリアリティ学会論文誌 Vol.4, No2, p377-388, 1999
- [6] 福井 健太郎, 喜多野 美鈴, 岡田 謙一,  
“ Gaze Awareness を利用したコミュニケーションの実現と評価 ”,  
情報処理学会第 6 3 回全国大会, 2001.
- [7] 内藤 剛人, 松田 晃一,  
“ エージェント指向仮想社会の構築 -PAW- ”,  
日本バーチャルリアリティ学会論文誌 Vol.4, No.2, p399-406, 1999.
- [8] J.CASSELL, H.VILHJALMSSON,  
“ Fully Embodied Conversational Avatars: Making Communicative Behaviors Autonomous ”,  
Reprinted from Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, p45-64, 1999.
- [9] 磯 和之, 鈴木 由里子, 八木 貴史, 小林 稔, 石橋 聡,  
“ 利用者の視線と音声を用いた表情付きアバタの実現 ”,  
情報処理学会第 6 3 回全国大会, 2001.
- [10] <http://www.ibva.com/>  
(2002年1月14日現在)