

知覚体験を拡大させるインタフェース・芸術表現

渡邊 淳司

(独) 科学技術振興機構 さきがけ / NTT コミュニケーション科学基礎研究所
(〒243-0198 神奈川県厚木市森の里若宮 3-1, watanabe@avg.br1.ntt.co.jp)

概要 本稿では「知覚体験を拡大させる」という言葉を、普段見えている、普段感じている世界がより豊かに、より深く感じられるようになるという意味で使用する。筆者は人間の知覚特性を利用したインタフェース・芸術表現の研究発表を通じて、人間の知覚世界の豊かさ・深みを表現できたらと考えている。我々人間は計測機械のように、世界を観測しているのではなく、興味の対象に対して眼球を動かし、耳を澄まし、手を伸ばすことで、視覚、聴覚、触覚から情報を得て、頭の中にひとつの世界を構築している。しかし、普段このような行動を意識することは少ない(例えば、日常生活において自分自身の眼球運動を意識することは殆どない)。これまで筆者らは、この能動的な探索行動を利用したインタフェース、芸術表現の研究を行ってきた。具体的には、視覚においてはサッカドと呼ばれる探索眼球運動を、聴覚においてはカクテルパーティ効果と呼ばれる聴覚の特性を、触覚においては物体表面をなぞる動作を利用した情報提示インタフェースを開発し、それを利用した芸術作品の制作を行った。本稿ではそれぞれの概要について述べる。

Interfaces and Artistic Expressions to Enhance Human Perceptiveness

Junji Watanabe

PRESTO Japan Science and Technology Agency / NTT Communication Science Laboratory
(〒243-0198 3-1, Morinosato Wakamiya, Atsugi-shi, Kanagawa, watanabe@avg.br1.ntt.co.jp)

Abstract: To enhance human perceptiveness means that human beings get to feel their surrounding environments more sensitively and deeply. Author has been intended to have people realize the affluence of their perceptual worlds throughout the presentation of the interfaces and artistic expressions, which are based on the perceptive insight.

Human beings don't observe the world as the measurement machines do. They explore the external world by moving their eyes, listening to the sound, and touching objects. They construct the representation of the external world using the obtained information by visual, auditory and tactile sensations. However, they are not conscious of the process of their perceiving the world. For example, they don't care of their own eye movements in daily life. I think that to recognize how they perceive the world can be an approach to enhance human perceptiveness. In order to realize it, we developed perceptive interfaces based on human saccadic eye movements, auditory perceptive features known as Cocktail Party Phenomenon, or exploring finger movements. Then, I executed artworks using the interfaces. In this paper the outlines of the interfaces and artworks are described.

1. はじめに

1.1 知覚体験を拡大させる

本稿のタイトルでは「知覚体験」という語を使用しているが、これは英単語の「Perceptiveness」から対応させて使用した。以下、「Perceptiveness」の訳語例を示す。

Perceptiveness **[名]** 知覚力, 洞察力, 直感的な鋭敏さその場の状況や他人の気持ちに対する「洞察力」をいう。この点で *sensibility* の類義語といえるが, *sensibility* が直感に焦点を合わせるのに対し, *perceptiveness* は視覚や触覚など身体的な知覚力を指すことが多い。(スペースアルク 英辞郎 On the Web[1] より)そして、「知覚体験を拡大させる」ということは、普段見えている、普段感じている世界が「こんなふうにも感じられるのだ」と、より豊かに、より深く体感できるようになることだと筆者は考える。筆者は人間の知覚特性を利用したインタフェース・芸術表現の研究発表を通じて、人間の知覚世界の豊かさ・深みを表現できたらと考えている。

1.2 知覚世界を構築するために

我々人間は、計測機械のように世界を観測しているのではなく、興味の対象に対して眼球を動かし、耳を澄まし、手を伸ばすことで、視覚、聴覚、触覚から情報を得て、頭の中にひとつの世界を構築している。しかし、普段我々はこのような行動を意識することは少ない(例えば、日常生活において自分自身の眼球運動を意識することは殆どない)。筆者は、この視聴触覚の能動的な探索行動を利用したインタフェース・芸術表現の研究を行い、それを発表・展示することは聴衆・使用者の知覚体験を拡大する一つの手法だと考えた。具体的には、視覚においてはサッカードと呼ばれる探索眼球運動を、聴覚においてはカクテルパーティ効果と呼ばれる聴覚の特性を、触覚においては物体表面をなぞる動作を利用した情報提示インタフェースの開発し、それを使用した作品制作を行ってきた。本稿ではそれぞれについて概要を述べていく。

2. 視覚：サッカードを利用した情報提示インタフェース・芸術表現

2.1 インタフェースの情報提示原理

人間の網膜は中心部のみ感度が高く、周辺視野の物体を見るためには、そこに向けて眼球運動を行う必要がある。普段人間は、一秒に数回、興味の対象に向けて眼球運動を行っている。本研究ではこのような眼球運動、特にサッカードと呼ばれる高速眼球運動を利用した2次元視覚情報提示手法を実現した。

一般に2次元の視覚情報を提示するためには2次元の光源が必要となる。しかし、1列の光源がなん

らかの運動を行う、もしくは1列の光源が静止していても、眼球運動と結びつくことによって、1次元光源で2次元情報を提示することが可能となる。例えば、図1のように、1次元光源があるパターンで点滅しながら高速移動すると、各瞬間に光っている1次元パターンが、あたかも同時に提示されたように知覚され、2次元パターンとして認識される。このような視覚情報提示手法は既に実用化され、販売されている[2]。一方で、上記の手法とは逆に、1列の光点列を固定し、サッカードと呼ばれる高速眼球運動中に、光点列の点滅パターンを高速で時間変化させると、点滅パターンが眼球運動により空間パターンに展開され、2次元イメージが知覚される[3]。そこで筆者らは、眼球運動(サッカード)を情報提示のリソースとして利用することの可能性に着目し、その手法の有効性を探ってきた[4]。

サッカードを利用した情報提示手法の大きなメリットは、少ない空間のリソース(投影面なし)、少ないエネルギー(光源の少なさ)で情報提示が可能であるという点である。例えば、空中はもちろんのこと、窓ガラスなど現実空間に重ねて情報提示を行うことが可能である。また、本手法は、眼球運動を起こした人のみ視覚情報を知覚可能であり、全ての人に同じ情報を伝達することは不可能であるが、その情報提示の選択性から、提示する場所、情報の性質を選べばこれまでにない情報提示のあり方を実現するものである。そして、このような情報提示の個人性は新しい芸術表現の可能性を開くものである[5]。

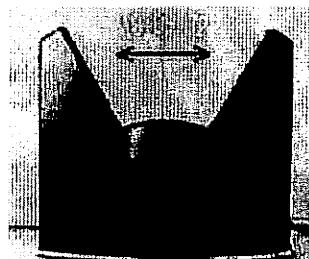


図1 光源運動を利用した視覚情報提示手法 (ISM Inc. Fantazein[2])

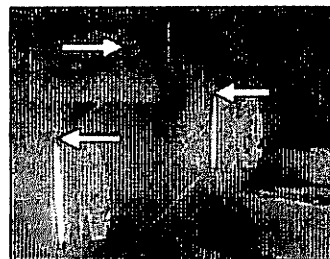


図2 眼球運動を利用した視覚情報提示手法

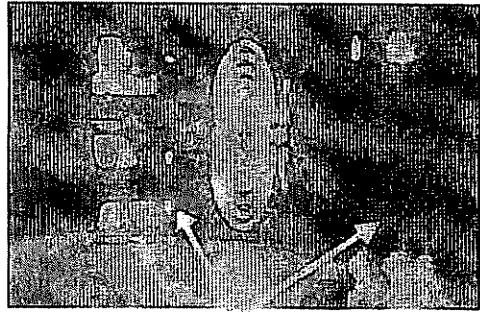
ただし、眼球運動時の2次元情報知覚を、ひとつの情報提示手法として考えると、眼球運動と光源の発光タイミングが合わない、2次元イメージが知覚されない、という問題点があった。そこで、情報提示の応用として、観察者のサッカードを計測し、それにあわせて情報提示を行う手法を実現した。具体的には、遠隔から高速カメラで眼球の位置を計測する手法[6]や、EOG計測をウェアラブルで使用する手法[7]によって観察者のサッカードを検出し、それと同時に光源を点滅させることで、確実な2次元視覚情報提示を実現した。

2.2 観客の眼球運動を利用した舞台演出

次にサッカードを利用した情報提示手法を舞台演出に利用し、観客個人と舞台上の視覚効果の相互作用を実現した例を紹介する[8][9]。これまで舞台芸術において、観客の動きによって舞台の状態が実時間で変化するという演出は、観客全体の動きに対してはその手法が提案されてきたが[10]、観客一人一人に対する相互作用は観客が多数存在する舞台芸術においてはあまり行われてこなかった。一般的な舞台芸術において、観客の座っている位置は固定であるが、観客のそれぞれの視線はパフォーマンスやスポットライト、音楽等によって興味の対象を追いかけるように様々なタイミング、様々な場所に移動する。そこで、この観客それぞれの視線の動きとサッカードを利用した情報提示手法を組み合わせることで、観客個人と舞台演出の相互作用を実現した。

実際の舞台では、高さ1.8mのLED列(1x128ピクセルの解像度)を4本舞台上に設置し、その前でパフォーマンスを行った(図3上)。LEDは高速に点滅しており、観客がパフォーマンスの動きに合わせて水平方向の眼球運動を起こすと、眼球運動によって、2次元イメージが知覚される(図3下)。知覚されるイメージの大きさ、形態は観客一人一人の眼球運動の大きさ、タイミングによって異なるため、全ての観客は、自身の眼球運動によって異なるイメージを知覚することになる。

これまでの多くのパフォーマンスは、舞台側から一方的にシーンを観客に提供するものであった。一方、本舞台は観客の眼球運動自体をもシーンの構成要素とし、観客と舞台との間に相互作用を導入した新たな特徴を持った舞台である。一般的には、観客がステージから受ける心的印象は異なることがあっても、舞台を見ることによる知覚は殆ど変わることはない。しかし、本舞台は、舞台から生じる印象だけでなく、見えているもの自体、知覚レベルで異なっている。



Performer

図3 観客の眼球運動を利用した舞台演出
(cell/66b Test-patches より“Buku Buku”
下の図はカメラを回転させて撮影したため
パフォーマンスがぶれて映っている)

3. 聴覚：カクテルパーティ効果に基づいた 情報提示インタフェース・芸術表現

3.1 インタフェースの情報提示原理

本章では聴覚の知覚特性に基づいたインタフェースについて述べる。人間の知覚可能な範囲はモダリティによって大きく異なっている。例えば、視覚では顔前面約160度の情報を見ることができるが、聴覚では全方向からの音を聞くことができる(図4)。筆者は、このような感覚間の違いを利用した新たな聴覚情報提示手法・コミュニケーションインタフェースの研究を行ってきた。具体的には、図5のように、聴覚情報の得られる範囲を視覚と同じように制限する(狭くする)ことで、顔の向いている方向の音だけが聞こえる頭部方向指向性聴覚情報取得インタフェースを実現した[11]。

インタフェースはヘッドフォン・マイク・赤外線受信部によって構成される。本インタフェースにおける聴覚情報の提示は、指向性・直進性の強い赤外線通信を利用して行った。インタフェースの赤外線受信部に音源からの信号が受信されると、その信号は聴覚情報に変換されヘッドフォンを通して装着者に提示される。ただし、本インタフェースの大きな特徴として、赤外線受信部は方向選択性を持って

いるため、本インタフェースの装着者は、自分の向いている方向の聴覚情報のみを聞くことができる。本インタフェースのもう一つの特徴として、装着者の発話情報はマイクを通して取得され、赤外線信号として発信される。そのため、本インタフェースはインタラクティブなカクテルパーティ効果を人工的に実現したものといえる。

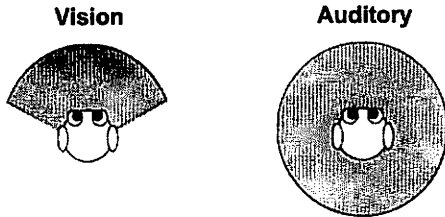


図4 視覚と聴覚の情報取得範囲

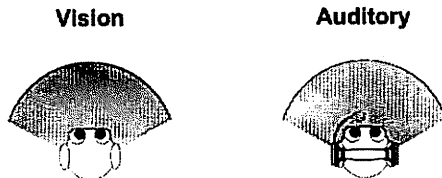


図5 本インタフェースの情報取得範囲

3.2 コミュニケーションインタフェースへの応用

本インタフェースの応用として、美術館などで自分の興味の対象の方向を向いたときに、その説明が聞こえてくる、頭部方向指向性の情報提示が考えられる。音源は赤外線信号を発する装置が設置できれば形状を選ばず、絵画などに赤外線発信装置を設置することが可能である。

また、本インタフェースは聴覚情報の受信だけでなく、発話情報を送信することができるため、お互いの方向を向いている装着者同士のみが会話することが可能となる。本インタフェースを使用した会話は空気の振動によって媒介される声ではなく、赤外線信号によってなされるので、物理的には声の届かない位置にいる人同士や周りの騒音が大きな環境でも会話を行うことが可能である。

さらに、絵画等の見る対象に信号受信機を付加することで、一人の装着者の発話情報が向いている対象に受信され、それがさらに対象から他の装着者に送信されることで（あたかも見ている対象に信号がリレーされるように）、同じ対象を見ている別の装着者に伝達される。つまり、本インタフェースの装着者同士は、同じ対象の方向を向いている、同じものに興味を向けているときにも会話が可能となる。

本インタフェースは視界を共有し、興味を共有する人同士を結びつけるインタフェースと解釈することもできる[12]。

3.3 自分の後ろとだけ会話ができる

新たな知覚体験として、本インタフェースの方向選択的な聴覚情報取得機能を拡張し、装着者の後方みの音が聞こえ、後方のみ発話情報を発信できるインタフェースを実装し、後ろ向きでだけ会話ができるという体験をしてもらった。装着者は、後方選択性のインタフェースの他にライトを背中に装着し、暗い部屋の中に入る。そうすると、ライトが音声信号の方向性と一致し、図6のように相手のライトの中に入ることが、その相手と会話を始めることを意味する。見ることで聞くことが一致しない環境でのコミュニケーションは、装着者にとって新鮮な体験となるようであった。

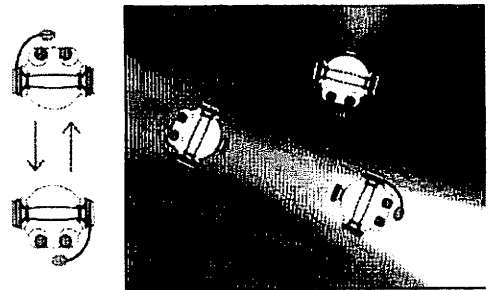


図6 自分の後ろの人とのみ会話ができる状況

4. 触覚：なぞり動作を利用した情報提示インタフェース・芸術表現

4.1 インタフェースの情報提示原理

次に触覚の能動的なぞり動作を利用した情報提示手法について述べる。触覚によって物体の形状を認識する際、能動的ななぞり動作は重要な役割を果たしている。日常生活において、手を静止させて物体の形状を知覚することは少なく、物体表面に沿って指を動かし、なぞり動作を行うことで、指先よりも大きい物体形状をも知覚している。そこで本研究では、なぞり動作時に生じる錯触現象に着目し、新たな触覚ディスプレイ、特に、任意の物体幅を提示するディスプレイを実現した[13]。

図7(a)のように、なぞり動作時に接触対象が指と同じ方向に移動すると、指がもう一方のエッジに到達するまでの指の移動距離は増加し、知覚される物体幅は広く知覚される。また、逆に図7(b)のように、接触対象が指運動と逆方向に移動すると、エッジに到達するまでの指の移動距離は減少し、接触対象の物体幅は狭く知覚される。そこで、指の動きに合わせて制御可能なニアステージを用いて、指と接触対象との相対速度を変化させることで、様々な物体幅を提示することが可能となる。

参考文献

- [1]<http://www.alc.co.jp/> (2006年4月10日)
- [2]<http://www.fantazein.com/> (2006年4月10日)
- [3]W. Hershberger, "Saccadic eye movements and the perception of visual direction", *Perception & Psychophysics*, 41, 35-44, 1987.
- [4]渡邊 淳司, 前田 太郎, 館 暁, "サックードを利用した新しい情報提示手法の提案" 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 6, 79-87, 2001.
- [5]<http://www.exploratorium.edu/index.html> (2006年4月10日) Light stick by BillBell
- [6]J. Watanabe, H. Ando, T. Maeda, S. Tachi "Gaze-contingent Visual Presentation based on Remote Saccade Detection" *Presence*, (in Press)
- [7]安藤 英由樹, 渡邊 淳司, 雨宮 智浩, 前田 太郎, "ウェアラブル・サックード検出を利用した選択的視覚情報提示の研究" 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 10, 505-512, 2005.
- [8]渡邊 淳司, M. A. Verdaasdonk, 田畑 哲稔, 安藤 英由樹, 前田 太郎, 館 暁, "MultiMedia Performanceにおけるインタラクティブ性と美" 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 10, 3-9, 2005.
- [9]J. Watanabe, T. Tavata, M. A. Verdaasdonk, H. Ando, T. Maeda, S. Tachi, "Illusory Interactive Performance by Self Eye Movement" *Sketch, Siggraph 2004 Conference Abstracts and Applications*,
- [10]D. Maynes-Aminzade, R Pausch, S. SeitzK, "Techniques for Interactive Audience Participation", *Sketch, SIGGRAPH2002 Abstract and Applications*.
- [11]J. Watanabe, H. Nii, Y. Hashimoto, M. Inami, "Visual Resonator: Interface for Interactive Cocktail Party Phenomenon" *CHI2006 Extended Abstract*.
- [12]J. Watanabe, M. Sugimoto, "Visual Resonator", *Ars Electronica Cyber Art 2004*, 301, 2004.
- [13]安藤 英由樹, 仲谷 正史, 渡邊 淳司, 前田 太郎, 館 暁, "なぞり動作を利用した触形状提示手法の検討" 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 11, 91-94, 2006.

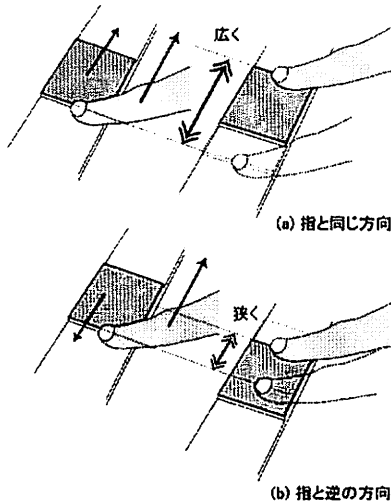


図7 なぞり動作時の錯触を利用した長さ提示

4.2 視覚情報の付与

さらに、液晶ディスプレイを接触対象にとりつけ、触覚に合わせて視覚情報も伸張するディスプレイを実現した。本手法では、液晶ディスプレイ自体をなぞり動作時に移動させながら、視覚情報もあわせて提示している。なぞり動作時には指腹の感覚は静止時に比べると鈍くなっていることが考えられ、ゴムのような柔軟な物体や、何かをこすったような視覚情報をうまく提示してやることで、触覚の表現能力が拡大することが期待される。

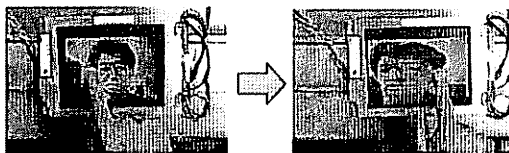


図8 視覚情報の付加

5. おわりに

筆者がこれまで行ってきた、人間の知覚特性を利用したインタフェース・芸術表現の概要を述べた。その研究発表を通じて、人間の知覚世界の豊かさ・深さが表現できればと考えている。