

Straw-like User Interface: 吸飲感覚提示装置

橋本 悠希^{*1} 大瀧 順一朗^{*1} 小島 稔^{*1} 永谷 直久^{*1}
 三谷 知靖^{*2} 宮島 悟^{*1} 山本 暁夫^{*1} 稲見 昌彦^{*1*3}

Straw-like User Interface: The display of drinking sensation

Yuki Hashimoto^{*1}, Junichiro Ohtaki^{*1}, Minoru Kojima^{*1}, Naohisa Nagaya^{*1},
 Tomoyasu Mitani^{*2}, Satoru Miyajima^{*1}, Akio Yamamoto^{*1} and Masahiko Inami^{*1*3}

Abstract — Straw-like User Interface is a novel interface system that allows us to virtually experience the sensations of drinking. These sensations are created based on referencing sample data of actual pressure, vibration and sound produced by drinking from an ordinary straw attached to the system. This research of presenting virtual drinking sensations to mouth and lips is the first in the world to have attempted, and also holds high expectations academically. Moreover, due to the high sensitivity of mouth and lips, if used as a sensor, it is possible to develop many unique interfaces and extension of research fields in both interactive arts and entertainment.

Keywords : drinking sensation, tactile interface, lips and mouth

1 はじめに

口唇は触覚を最も鋭敏に感じる部位の一つであり、身体の中でも特に高度な触覚センサである指と同等の触覚認知能力があるとされている[1]。このことから、口唇への感覚提示は可能性に富む研究分野であるといえる。また、近年になって口を使ったインタラクションが多く見られるようになった。伊賀らによる kirifuki[2]は、頭部に装着された角度センサによりユーザの頭部位置や角度を認識し、口唇部に装着されたブレスマイクスイッチに向かって吹いたり吸ったりすることで、プロジェクターから机の上に投影された GUI を操作可能なシステムである。このシステムでは、ウィンドウの移動、拡大・縮小、アイコンのカット and ペースト、コマンド実行など基本的な操作であれば十分可能である。また、浅井らによる Jellyfish Party[3]は、ストローガンというデバイスに息を吹き込むことで、CG のシャボン玉を飛ばして楽しむインスタレーション作品である。シースルー型 HMD を通して見ることにより、体験者は現実空間内にシャボン玉が吹き出されたかのように感じる事が可能である。ストローガンには医療用の肺活量計に用いられている息量計測器が使用されており、これによって吹き込む息の量を測定し、より自然な吹き込み感を演出している。

これらは口の動作を入力として効果的に使用している。しかし、口唇への感覚提示という、口への情報出力までは行っていない。

口に触覚を提示する研究としては、岩田らによる食感提示[4]がある。これは、咀嚼感に注目して食品の力学的物性を提示するという新たな試みを行っている。製作された食感提示システムは、食品ごとの咬合力を圧力センサで記録し、装置を用いて記録通りの圧力値となるよう制御することで食感を提示というものである。しかし、このシステムでは咀嚼可能な硬さを持つ食品に対してのみ有効であり、やわらかい食品や飲料などに対しては未対応である。

口に味覚を提示する研究としては、Dan Maynes-Aminzade による Edible Bits[5]がある。これは、味覚を利用した情報提示を行うことを提案し、異なる味のビーンズにネットワークのポート情報を割り当て、ネットワークのモニタリングに使用したり、ディスプレイに風味のある液体を吹きかけ、ディスプレイを舐めることで味を提示するなどの試みを行っている。味を情報として使用するというコンセプトは非常に興味深い。しかし、提示方法や味を情報として使用することの有用性については検討の余地がある。

本研究では、人間にとって生得的な動作の一つである「吸い込む」行為に着目し、吸飲感覚を提示することを試みた。この「吸い込む」行為には、液体であっても固体であっても対応できるという優れたメリットがあり、どんな食品に対しても感覚を提

*1: 電気通信大学大学院 知能機械工学専攻

*2: 電気通信大学 知能機械工学科

*3: 科学技術振興機構 さきがけ

*1,*2: The University of Electro-Communications

*3: Japan Science and Technology Agency

示することが可能である。また、この行為は老若男女、誰もが可能であり、例えば咬む力のない乳児や咀嚼力が衰えた老人、病人などにも行うことが可能である。

このようなメリットを活かし、吸うという潜在的イメージをもっている「ストロー」を用いた食品の吸飲感覚提示デバイス：Straw-like User Interface(以下 SUI)を開発した。まず第 2 章で吸飲感覚提示の原理及び SUI の装置構成を説明し、第 3 章では吸飲感覚提示の評価実験について述べ、第 4 章では SUI を用いたインタラクティブ作品について説明し、その評価をまとめる。第 5 章でまとめと今後の課題について述べる。

2 Straw-like User Interface(SUI)

2.1 吸飲感覚

ストローでシェイクを飲む際、誰もが吸飲時に抵抗感を感じるだろう。また、ジュースはスッと入り、飲むゼリーなどはポコポコとした感触を受ける。このような、食品をストローで吸い込む際に口内や口唇へ伝わる感覚が吸飲感覚である。普段の食事では味や香りといった感覚が強く感じられ、吸飲感覚のような触覚情報を意識することはほとんどない。そこで、逆に意識し難い感覚のみを抽出・提示することで新鮮な体験が可能ではないかと考えた。

ストローで食品を吸飲する際に吸飲感覚を感じる要素として、

- ・ 食品が詰まる際に発生する口内の圧力変化
- ・ 食品の衝突や摩擦により発生する振動
- ・ 振動により発生する音

という 3 つの要素が挙げられる。このことから、実際の食品を吸飲してその際に発生する音・振動・圧力変化を記録し、装置を用いて再生することでリアリティの高い吸飲感覚が提示できると考えられる。

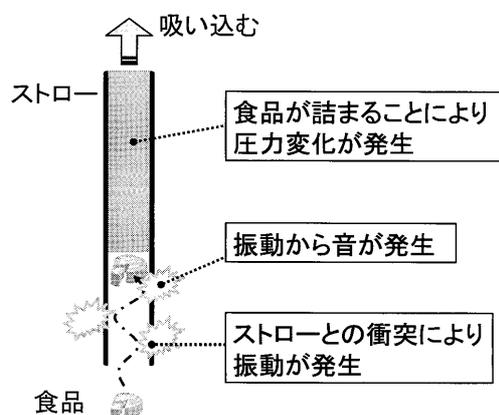


図 1 吸飲感覚の要素

Fig.1 Elements of drinking sensations

2.2 SUI の構成

SUI には、口内の圧力変化を提示し、口唇に振動を伝達する機能を実装した。吸飲感覚 3 要素の 1 つである音に関しては、音をクリアで且つ大音量で聞かせるため、SUI から出力することはせず、SUI の動作に合わせて別途外部スピーカから出力するようにした。SUI による吸飲感覚の体験には、プラスチック製で直径 6[mm]のストローを使用した。衛生面での問題を考慮し、ストローは体験者毎に交換可能な構造になっている。

SUI は、圧力センサ(フジクラ XFPM-115KPAR)、弁、弁を制御するプッシュ・プルソレノイド、R/C サーボ(ヨシオカモデル Atom49)、カム、スピーカからそれぞれ構成されている。

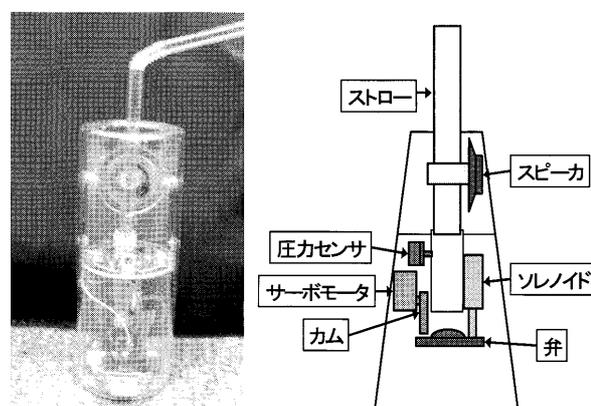


図 2 SUI の構成

Fig.2 Architecture of SUI

圧力変化は、SUI に取り付けられた弁の開閉を制御することで行っている。吸飲している際に弁を閉じるとストロー管内の圧力が下がり、弁を開くと圧力が上がる。このことを利用し、弁を自在に制御することで様々な圧力変化を生み出すことが可能である。

弁の動作は、ソレノイドと R/C サーボを制御することで行っている(図 3)。ソレノイドは弁の開閉を行う。弁の開閉間隔を制御することで圧力変化の波形を生成している。R/C サーボは管と弁の間の隙間を調整することに使用している。R/C サーボにカム状のホーンを取り付けて動的に回転させ、カムが弁を押し、隙間の幅を変化させる。この結果、滑らかな圧力変化の生成や最大圧力変化量の設定を可能としている。

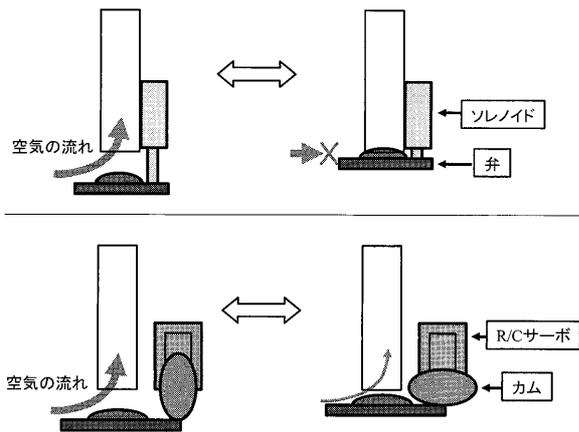


図3 SUIにおける空気流量の制御方法
上: ソレノイド 下: R/C サーボ

Fig.3 The method of air pressure control
Above: Use of a solenoid below: Use of a R/C servomotor

振動は、ストローを密着させたスピーカで出力している。出力された振動は、ストローを通じて口唇に直接伝達される。

また SUI は、圧力センサの値をトリガーとして「吸う」という動作を検出し、動作を行っている。このため、モードレスな動作が可能となっている。

2.3 全体のシステム構成

吸飲感覚提示における基本システムは、SUI、モータドライバ回路、マイコンボード、アンプ、PC、外部スピーカから構成されている。

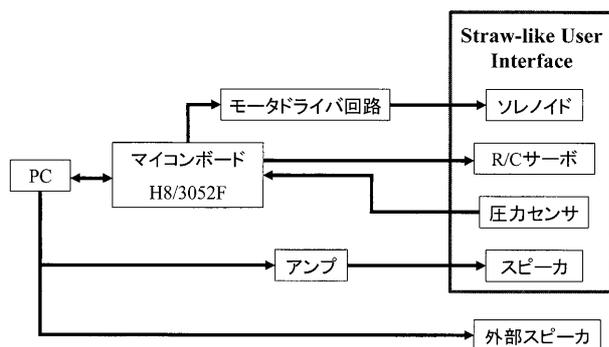


図4 システム図

Fig.4 Overview of this system

ソレノイドと R/C サーボ制御にはマイコンボード(秋月電子通商 AKI-H8/3052F マイコンボード)を使用し、PWM 制御を行った。ソレノイドの駆動用にはモータドライバ IC(東芝 TA8429H)を使用し、

プッシュ・プル両方の動作を可能にした。ストロー内の圧力値は、圧力センサで監視している。振動は、PC からの音声出力をアンプで増幅し、SUI 内のスピーカにて出力している。また、出力を分配して外部スピーカからも同時に音を出力している。PC とマイコンボードの同期には、シリアル通信を用いた。

2.4 データの記録

SUI の動作に使用するデータとして、吸飲時におけるストロー管内の圧力変化と音を記録した。圧力変化の記録は、圧力センサ (フジクラ XFPM-115KPAR) をストローに装着し、実際に食品を吸飲することで行った。音の記録は、ピンマイクをストローに装着し、圧力値の記録と同時に行った。記録時、なるべく個人差が出ないように、被験者にはどの食品も急峻に吸飲するよう指示した。ストローは、プラスチック製で直径 6[mm]のものを使用した。また、ポップコーンやもちなどの体積が大きい食品に対しては、プラスチック製で直径 12[mm]のストローを使用した。また、食品にはなるべく手を加えず、普段我々が食べる際の状態で吸飲するようにした。

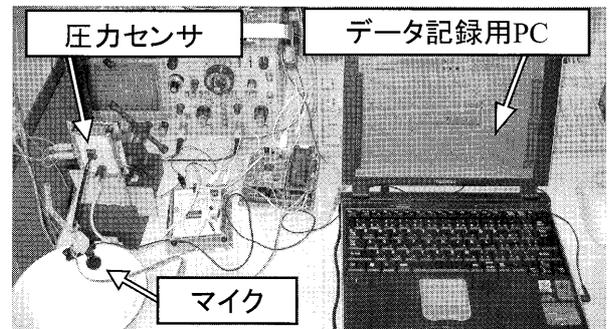


図5 記録装置

Fig.5 Experiment for recording



図6 記録の様子

Fig.6 Scene of recording

2.5 記録結果

データの記録は、現在までに約 60 種類の食品に対して行った。その結果、データが似通った傾向をしめす食品群があり、大まかに 3 つの食品群に分類することが推測可能であるとわかった。以下に、それぞれの分類における代表食品の圧力対時間のグラフを示す。グラフは、何度か記録したうちの最も特徴が出ているものを選んだ。

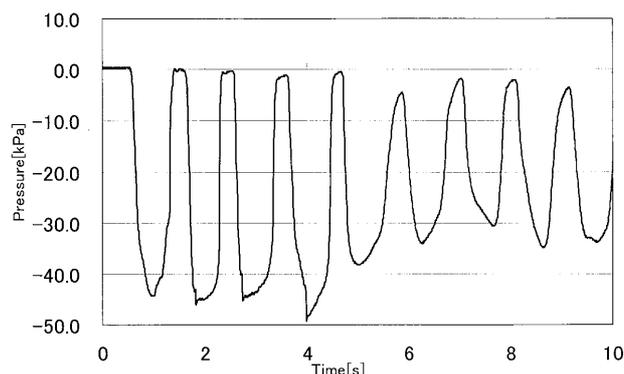


図7 シェイク (圧力対時間)

Fig.7 Recorded data (Shake)

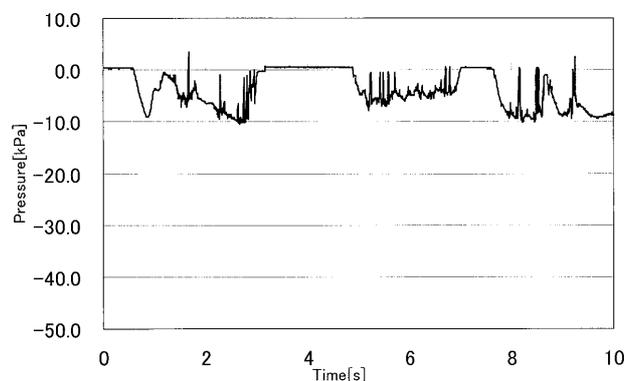


図8 カレーライス (圧力対時間)

Fig.8 Recorded data (Curry and rice)

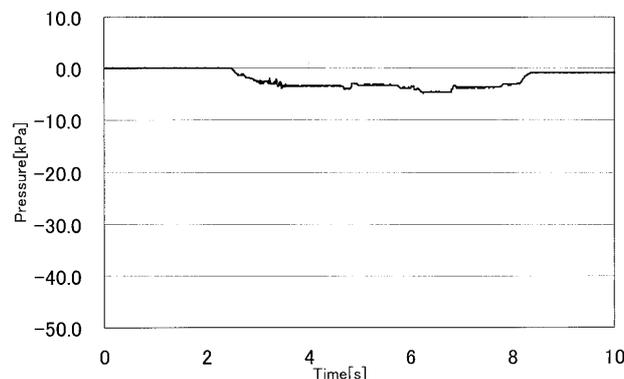


図9 キャビア (圧力対時間)

Fig.9 Recorded data (Caviar)

シェイクは、圧力の変化量が非常に大きかった(図7)。このことは、シェイクを吸い込む際の抵抗が大きかったことを示している。そのため、何度も細切れに吸い込む傾向が強く現れている。これと似たような傾向の食品として、生クリーム、もち、チーズなどが挙げられた。

カレーライスの波形は、圧力値の起伏が多いことが特徴である(図8)。これは、米とカレールーという、固形物と液体が混ざり合って吸い込まれていることが原因だと考えられる。これと似たような傾向の食品として、納豆、生卵、ラーメンなどが挙げられた。

キャビアの波形は、ほとんど変化がなかった(図9)。これは、粒子が小さすぎるためストローに詰まることもあまりなく吸い込めてしまうことが原因だと考えられる。これと似たような傾向の食品として、ゴマ、しゃけフレーク、ジュースなどが挙げられた。

以上から、食品による圧力変化の特徴を踏まえた制御を行うことで、リアリティのある吸飲感覚を提示可能であると推測される。

3 実験

3.1 圧力変化の再現性

SUI における圧力変化の再現性を検証するため、実際の食品を吸飲した際の圧力変化と、SUI を用いて提示した圧力変化を比較する実験を行った。今回は、圧力値の起伏が多く、圧力変化量も比較的大きいことから、実験に使用する食品を生卵とした。

まず、実際に食品を吸飲して圧力を測定した。次に、食品の圧力データを用いて SUI を動作させ、ストロー内の圧力を測定した。SUI での吸飲時、吸飲力によらず一定時間感覚提示するように設定した。被験者には、実際の食品を記録した時と同様、急峻に吸飲するよう指示した。実際に生卵を吸飲した場合と SUI にて吸飲感覚提示を行った場合の圧力対時間グラフを図10に示す。

実際に食品を吸飲した場合の最大圧力変化は、11.6[kPa]であった。これに対し、SUI で提示した場合の最大圧力変化は 10.7[kPa]だった。よって、SUI における圧力変化量の再現性は、ほぼあるといえる。また、圧力変化の周期については、SUI の周期が最高で約 11[ms]と実測値の最高周期と同程度であった。よって、圧力変化における周期の再現性もあることが確認された。

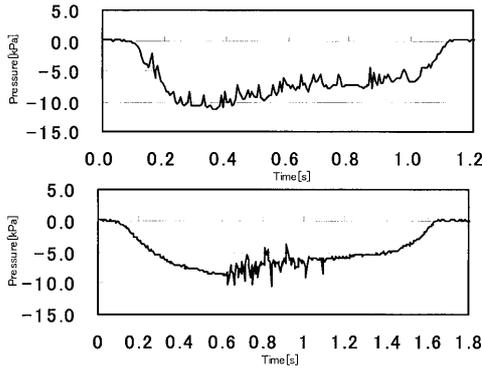


図 10 上：実測圧力変化 下：提示圧力変化

Fig.10 Original value and reproduced value

3.2 SUIによる食品弁別

SUIによる感覚提示によって人間がどの程度食品を弁別することが可能かを調査するため、食品の感覚をランダムに提示し、どの食品の感覚だと思ったかを回答させるという実験を行った。実験は、以下の3条件に分けて行った。提示する音に関しては2.4にて記録した、吸飲時にストロー中を食品が移動する際の音を使用した。

- 条件1： SUIによる圧力・振動の提示のみを行い、外部スピーカからの音提示を行わない場合
- 条件2： 圧力・振動の提示を行わず、外部スピーカからの音提示のみを行う場合
- 条件3： SUI及び外部スピーカにより、圧力・振動・音全ての提示を行う場合

3.2.1 6種類の食品による弁別

まず、6種類の食品についてランダムに感覚提示を行った。提示する食品は、2.5にて推測した食品群ごとに2種類ずつ選んだ。選んだ食品は、「ラーメン・生卵」「コーラ・ポップコーン」「シェイク・もち」とした。実験では、提示条件ごとに20回ずつ感覚提示を行い、回答してもらった。以下に、各感覚提示における正答数と平均正答数、正答率をまとめた表を示す(表1)。また、それぞれの食品において、提示した感覚に対する食品の回答率を図11~13に示す。

表1 6種類の食品における弁別実験結果
Table.1 Experimental result (6 kinds of foods)

	条件1	条件2	条件3
被験者A	8	16	19
被験者B	5	15	16
被験者C	3	6	10
被験者D	5	6	6
被験者E	3	14	6
平均正答数	4.8	11.4	11.4
平均正答率	24[%]	57[%]	57[%]

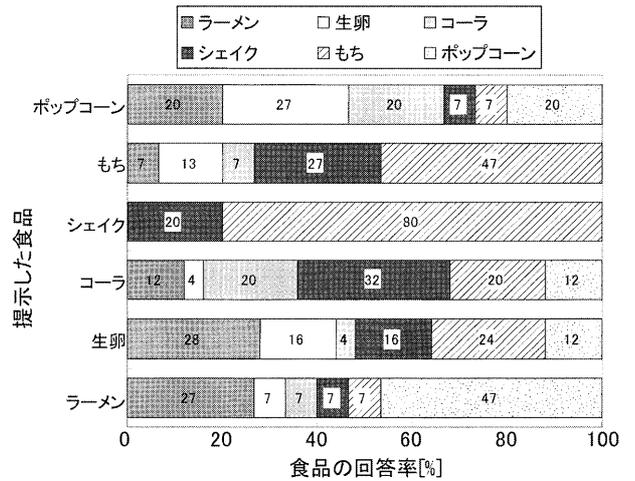


図 11 回答率：条件 1

Fig.11 Response rate (condition 1)

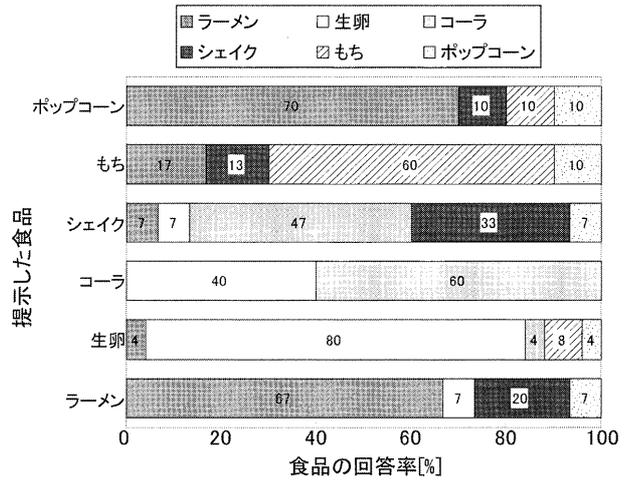


図 12 回答率：条件 2

Fig.12 Response rate (condition 2)

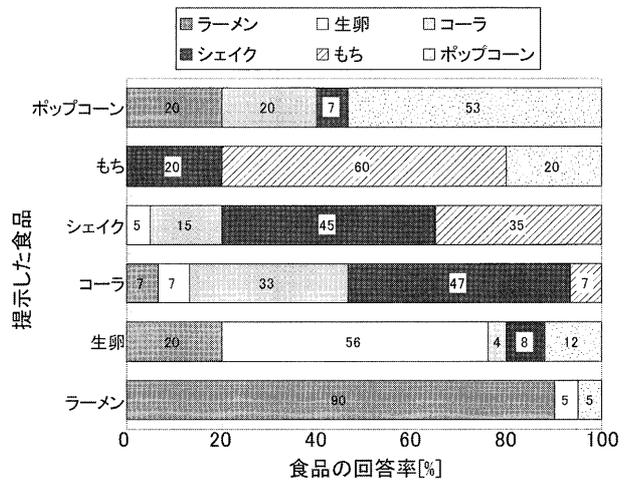


図 13 回答率：条件 3

Fig.13 Response rate (condition 3)

表1を見ると、どの感覚提示の場合でも平均正答率は6割未満であった。また、条件1の場合に比べ、他の条件の提示では正答率が2倍近い値を示した。これは、圧力や振動に比べて音の方が馴染み深いため、区別しやすかったことが原因だと考える。普段の食生活を見ても、咀嚼の際などに発生する音を意識して聞くことはあっても、圧力や振動をのみを味わうことも意識することも殆ど無い。そのため、種類が多く、似通った感覚を含む食品群の中から圧力や振動のみで食品を当てるのは困難だったようである。一方、条件2よりも得られる情報量が多いはずの条件3でも、正答率は上がらなかった。この原因として、この実験では似通った食品が含まれているため、情報量が多いと逆に惑わされる要素が増えてしまい、回答にブレが生じたということが考えられる。その証拠として、条件2のグラフに比べ、条件3のグラフでは回答された食品の分散がやや大きい傾向が見られた(図12, 図13)。しかし、条件3において最も高い回答率の食品を見てみると、コーラ以外の5項目では提示した感覚と同一の食品が最も回答率が高かった(条件2は4項目、条件1は1項目)。コーラについても2番目に回答率の高い食品がコーラ自身であった。このことから、条件3の弁別精度が最も高かったと考えられる。

次に、条件3のグラフから食品ごとの親密度を求めた。親密度の算出には、求める2食品における相手食品の回答率を足し合わせ、2で割ったものを用いた。例えば、ラーメンの感覚提示に対してコーラと答えた率が15%、コーラの感覚提示に対してラーメンと答えた率が5%の場合、両者の親密度は $(10+5)/2=10\%$ となる。求めた結果を表2に示す。

表2 食品ごとの類似度
Table.2 The rate of familiarity

食品の組み合わせ	親密度[%]
ラーメン - 生卵	12.5
ラーメン - コーラ	3.3
ラーメン - シェイク	0.0
ラーメン - もち	0.0
ラーメン - ポップコーン	12.5
生卵 - コーラ	5.3
生卵 - シェイク	6.5
生卵 - もち	0.0
生卵 - ポップコーン	6.0
コーラ - シェイク	30.8
コーラ - もち	3.3
コーラ - ポップコーン	10.0
シェイク - もち	27.5
シェイク - ポップコーン	3.3
もち - ポップコーン	10.0

表2より、大まかに「ラーメン・生卵・ポップコーン」「もち・シェイク・コーラ」群に食品を分けることが可能であることが分かった。更に細かく見ていくと、ラーメンと生卵、もちとシェイクは結びつきが相対的に強かった。ポップコーンはラーメンとの結びつきが最も大きい、値はコーラの場合とほとんど変わらず、全ての食品とも多少の結びつきがあった。コーラに関しては、シェイクと最も結びつきが強かった。これは、飲物同士であるということから、実験中シェイクの感覚提示の前にコーラの感覚提示があった場合、コーラをシェイクと誤ってしまうケースが多かったことが原因だと思われる。また、出力された振動が似通っていたことも影響していると推測される。シェイク以外を見てみると、コーラはポップコーンと最も結びつきが強く、全ての食品と多少の結びつきがあることがわかる。一方、ポップコーンも同様の傾向を示していた。よって、似通った特徴を持つコーラとポップコーンを1組とすると、実験結果より得られた食品の特徴別の分類が2.5にて推測した分類分けと一致した。圧力の他に振動や音といった要素があるため多少の誤差はあるものの、圧力変化のパターンによる分類分けはある程度有効であることが確認できた。

3.2.2 3種類の食品による弁別

3.2.1により、食品の分類分けが有効であることが示された。よって次に、似通った感覚の食品を排除した状態で食品を弁別可能か、実験により調査した。食品は、3.2.1で用いた食品の中から、更に食品群ごとに1種類ずつ選んだ。選んだ食品は、「生卵」「ポップコーン」「シェイク」である。被験者には、条件ごとに10回ずつランダムに提示し、回答してもらった。以下に、各感覚提示における正答数と正答率をまとめた表を示す(表3)。

表3 3種類の食品における弁別実験結果
Table.3 Experimental result (3 kinds of foods)

	条件1	条件2	条件3
被験者A	7	7	9
被験者B	4	4	9
被験者C	5	7	7
被験者D	7	9	9
被験者E	6	6	8
被験者F	9	9	7
被験者G	0	0	9
被験者H	8	7	9
被験者I	5	5	5
被験者J	4	5	0
被験者K	5	8	7
平均正答率	55[%]	61[%]	72[%]

表3から、全ての条件における平均正答率が表1と比較して上昇していることが分かった。これは、選んだ食品がそれぞれ固有の特徴を持っていることを表しており、分類分けの有効性がここでも示された。特に、条件1での上昇率が大きく、前回の実験結果の2倍以上となった。これは、被験者が圧力変化や振動の違いを感じ取ることができていることを示しており、似通った食品が無いために正確に弁別できるようになったことで正答率の向上に繋がったと考える。よって、圧力変化や振動も、食品の弁別に重要な要素であることが示された。また正答率は、条件1<条件2<条件3の順に高くなっており、全ての感覚を提示した場合が最も正答率が高かった。これにより、圧力変化・振動・音が吸飲感覚の提示に必要な要素であるということが証明された。

4 SUIを用いたインタラクティブ作品

4.1 作品概要

我々は、SUIを用いた吸飲感覚を多くの人に体験・評価してもらうため、SUIを用いたインタラクティブ作品を制作・展示した。制作した作品の概要は以下の通りである。

- ・複数の食品群の中から、好みの食品を選択する
- ・SUIを用いて吸い込み、選択した食品の吸飲感覚を味わう

展示のシチュエーションや使用可能な機材、スペース、対象年齢などから、現在までに3種類の形態を制作した。

4.2 作品形態1

4.2.1 概要

作品形態1は、体験する楽しさを追求したものとなっている。内容は、食品を背負ったキャラクターをリアプロジェクションスクリーンに投影し、そのキャラクターをSUIで捕らえ、吸い込むというものである。この形態の特徴は、キャラクターが常にスクリーン内を動き回っているため、追いかけて捕まえないといけないというゲーム性を有していることである。この形態は、現在までに国際学生対抗バーチャルリアリティコンテスト(IVRC)2004及びARS Electronica 2005(年間常設展示)にて展示を行った。

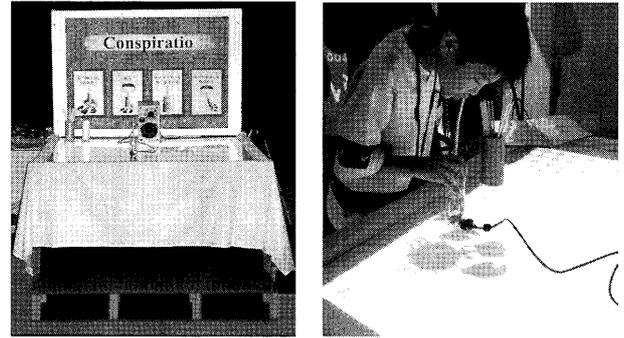


図14 左：作品外観 右：体験風景

Fig.14 Appearance (format 1) and scene of experience

4.2.2 システム

このシステムの特徴は、大きなリアプロジェクションスクリーンと、SUIでキャラクターを捕らえる動作に必要なトラッキングシステムである。

- ・スクリーン

大型のスクリーンに後ろからプロジェクタで映像を投影している。2[m]×2[m]以内というスペース中に全ての装置を納めつつ大きな映像を投影可能にするため、鏡を三枚使ってプロジェクタの投影光を反射させ、投影距離を確保した。こうすることで60インチの画面サイズを実現した。

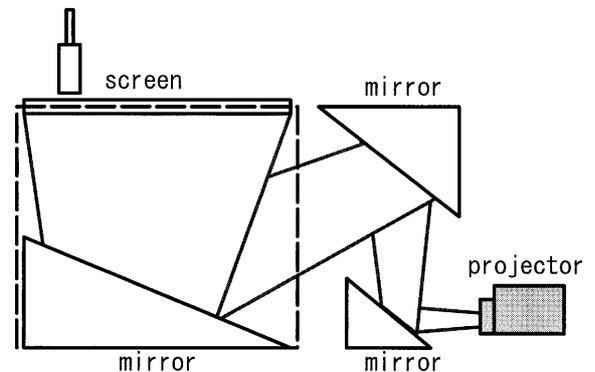


図15 映像の投影方法

Fig.15 Method of projection

- ・トラッキング

SUIをキャラクターの上に置くことで、そのキャラクターを捕らえることができるという要素を実現するため、暦本らによるHoloWall[6]を参考に、CCDカメラと赤外LEDを用いたトラッキングシステムを考案した。まずスクリーンの四隅とSUIの底面にそれぞれ赤外LEDを取り付け、スクリーンの下部にCCDカメラを設置した。CCDカメラには赤外線のみを透過するフィルタを取り付けた。次に、CCDカメラの映像をPCでキャプチャーし、画像処理を行うことでスクリーン上での座標を算出した。

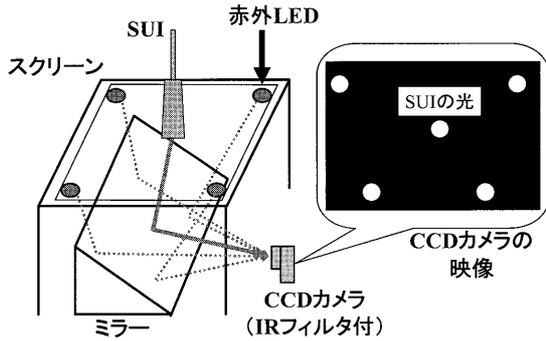


図 16 トラッキング方法

Fig.16 Method of tracking

4.3 作品形態 2

4.3.1 概要

作品形態 2 は、直感的な操作と吸飲感覚の体験に焦点を当てたものとなっている。タッチパネル式液晶モニター（タッチパネルシステムズ株式会社 1416TD17/U2-1）を用い、モニターに表示された食品画像の中から体験したいものを指で触ることで好みの食品を選択可能とした。この形態は、現在までに Laval Virtual 2005、ARS Electronica 2005（年間常設展示）、Digital Art Festival Tokyo 2005、第 9 回文化庁メディア芸術祭にて展示を行った。

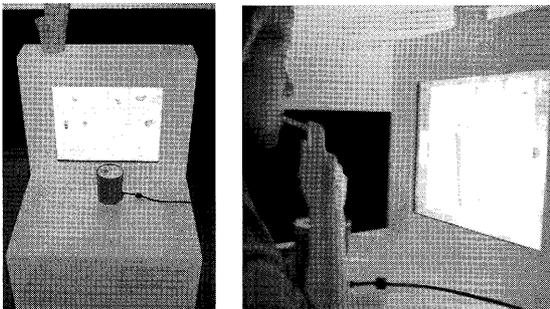


図 17 左：作品外観 右：体験風景

Fig.17 Appearance (format 2) and scene of experience

4.3.2 システム

このシステムの特徴は、体験者にとって自由で判り易い食品選択を可能にするインターフェースである。タッチパネル式液晶モニターの採用により、体験したい食品の選択を直感的で且つスムーズに行うことを可能にした。表示される画面構成も、食品の画像が並ぶのみというシンプルなものとし、操作説明をほぼ必要としないシステムとなった。また、モニターが前面に配置されているため、食品の画像が SUI に隠れて見えなくなってしまうことがなく、食品画像を常に見ながら体験することが可能である。これにより、体験者に食品のイメージを強く意識させ、より一層のリアリティを感じさせることに成功している。

4.4 作品形態 3

4.4.1 概要

作品形態 3 は、現在の食事形態を意識したものとなっている。モニターやプロジェクタなどの画像表示装置を一切使わず、食品の絵がプリントされた複数のコルク製円盤と皿、SUI がテーブルの上にあるのみという構成とした。体験者は好みの食品が描かれている円盤を皿の上に乗せることで食品を選択し、更にもその上に SUI を乗せて吸飲感覚を体験する。この形態は、現在までに SIGGRAPH2005 の Emerging technologies 部門及びインタラクティブ東京にて展示を行った。

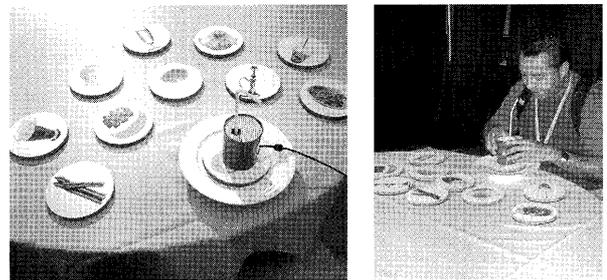


図 18 左：作品外観 右：体験風景

Fig.18 Appearance (format 3) and scene of experience

4.4.2 システム

このシステムの特徴は、実際の食器を用いるなど現代の食事形態に最も合わせた点である。食品の選択には RFID を用いた。皿の下に RFID リーダー（Phidgets 社製 PhidgetRFID）を配置し、食品が描かれた円盤には RFID タグを装着させておく。こうすることで、円盤が皿の上に置かれると皿の下のリーダーが RFID タグの ID を読み取り、食品の種類を識別するデータを得ることができる。これにより、食卓にあっても違和感のない外観を保ちつつ、直感的な食品選択を可能とした。

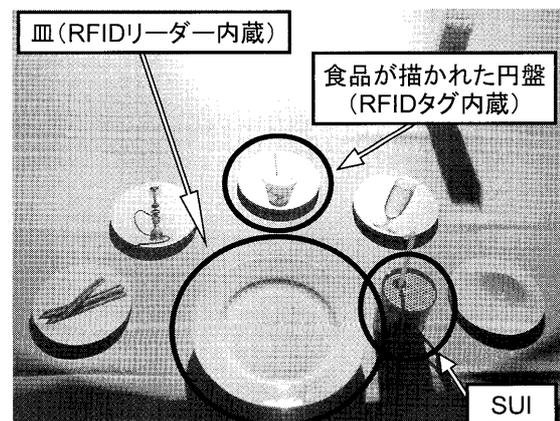


図 19 システム構成

Fig.19 System overview (format 3)

4.5 展示

我々は、日本を始め、フランス、アメリカ、オーストリアと様々な国で展示を行ってきた。その結果、どの国においても吸飲感覚の提示というユニークさと新規性が評価され、国際的にも受け入れられる感覚であることを確認することができた。作品形態2及び3においては、それぞれ吸飲感覚をスムーズに体験させることに成功した。作品形態1についても、エンタテインメントとして十分有用であることが確認された。作品の評価は非常に高かった一方、「匂い、味、熱の提示はないのか。また、今後取り入れるのか」という質問や意見が多く聞かれた。

特に匂いに関しては、非常に多くの体験者から質問や要望があった。嗅覚は、食品を味わうための要素として味覚に匹敵するほど重要な感覚であるため、匂いに関する質問が多かったのは当然と言える。しかし、この作品のポイントは味覚と嗅覚を分離し、吸飲感覚のみを抽出することで新しい感覚提示を可能としている点にある。その部分をより明確にすることが今後重要だと考える。しかし同時に、食に関して匂いという要素は非常に重要であることも認識しており、食品の吸飲感覚を行う限りは匂いの要素を取り入れることも今後検討していかねばならない。

5 おわりに

本研究では、吸飲感覚を提示する装置である SUI を開発し、その有効性を実験により確認した。また、この装置を用いたインタラクティブ作品を制作・展示することにより、吸飲感覚が国際的に受け入れられる感覚であること、エンタテインメントとして十分成り立つことが確認できた。今後は SUI を改良し、より再現性の高い吸飲感覚提示を目指す。また、食に関する疾患の治療や流動食の改善など、口への感覚に関する様々な分野に対して SUI が応用可能かどうかを追求していきたい。さらには、SUI を用いた匂いの提示についても検討する所存である。

(2006年1月31日)

[著者紹介]

参考文献

- [1] 大地陸男 : 生理学テキスト第4版(2003)
- [2] 伊賀総一郎, 伊藤英一, 安村通見 : Kirifuki 呼吸・吸気を利用した GUI 操作環境の提案, 情報処理学会研究報告, 2000-HI-87, pp.49-54(2000)
- [3] K.Aasai, Y.Okuno, H.Kakuta and T.Takayama : Jellyfish Party Blowing Soap Bubbles in Mixed Reality Space, Proc.ISMAR03, pp.358-359(2003)
- [4] 森谷哲朗, 矢野博明, 岩田洋夫 : 食感呈示装置の開発, 日本バーチャルリアリティ学会第8回大会

論文集, pp.17-20(2004)

- [5] Dan Maynes-Aminzade : Edible Bits: Seamless Interfaces between People, Data and Food, CHI2005(2005)
- [6] J.Rekimoto and N.Matsushita : Perceptual Surfaces: Towards a Human and Object Sensitive Interactive Display, Workshop on Perceptual User Interfaces, PUI'97(1997)
- [7] 西成勝好, 大越ひろ, 神山かおる, 山本隆 : 食感創造ハンドブック(2005)
- [8] 橋本悠希, 小島稔, 永谷直久, 三谷知晴, 宮島悟, 稲見昌彦 : Straw-like User Interface(SUI): 吸飲感覚提示装置, インタラクシオン 2005 論文集, pp.81-82(2005)
- [9] 橋本悠希, 小島稔, 三谷知晴, 宮島悟, 永谷直久, 山本暁夫, 大瀧順一朗, 稲見昌彦 : Conspiratio(コンスピラチオ) : 吸飲感覚提示によるインタラクティブなエンタテインメント, 情報処理学会研究報告 2005-EC-1, pp.9-12(2005)
- [10] Y.Hashimoto, M.Kojima, T.Mitani, S.Miyajima, N.Nagaya, J.Ohtaki, A.Yamamoto and M.Inami : Straw-like User Interface, SIGGRAPH2005 emerging technologies(2005)
<http://www.siggraph.org/s2005/main.php?f=conference&p=etech&s=etech18>

橋本 悠希 (学生会員)



2005年電気通信大学 電気通信学部 知能機械工学科卒業。現在、同大学大学院 電気通信学研究科 知能機械工学専攻 博士前期課程在籍。口唇への感覚提示、光を用いた通信システムなどの研究に従事。

大瀧 順一朝 (学生会員)



2005年 電気通信大学 電気通信学部 知能機械工学科卒業。現在、同大学大学院 電気通信学研究科 知能機械工学専攻 博士前期課程在籍。動画像による微小流路中の白血球計数法の開発に従事。

稲見 昌彦 (正会員)



1999年 東京大学大学院工学研究科博士課程修了。博士(工学)。東京大学リサーチ・アソシエイト、同大学助手、電気通信大学講師、同大学助教授、マサチューセッツ工科大学コンピュータ科学・人工知能研究所客員科学者を経て、'05年4月より電気通信大学知能機械工学科教授。科学技術振興機構さきがけ研究者を兼任。複合現実感、ロボットなどインタラクティブシステムに関する研究に従事。日本VR学会学術奨励賞、論文賞、IEEE Virtual Reality Best Paper Award、米「TIME」誌 Coolest Inventions など各賞受賞。

小島 稔 (学生会員)



2005年 電気通信大学 電気通信学部 知能機械工学科卒業。現在、同大学大学院 電気通信学研究科 知能機械工学専攻 博士前期課程在籍。プロジェクタを用いたロボットの位置計測及び制御に関する研究に従事。

永谷 直久 (学生会員)



2005年 電気通信大学 電気通信学部 知能機械工学科卒業。現在、同大学大学院 電気通信学研究科 知能機械工学専攻 博士前期課程在籍。前庭感覚提示を利用したインタフェースの研究に従事。

三谷 知靖 (非会員)



2001年 電気通信大学 知能機械工学科入学。現在に至る。

宮島 悟 (非会員)



2004年 東京都立大学工学部精密機械工学科卒業。2005年 電気通信大学大学院 電気通信学研究科 知能機械工学専攻 博士前期課程卒業。

山本 暁夫 (非会員)



2005年 電気通信大学 電気通信学部 知能機械工学科卒業。現在、同大学大学院 電気通信学研究科 知能機械工学専攻 博士前期課程在籍。ロボティックユーザーインタフェースに関する研究に従事。