

# ITACO on the Room: アンビエントな情報提供を行う 生物感のあるエージェントの提案

ITACO on the Room: Proposal of Information Retrieval Agent by Ambient Animacy

板垣 祐作<sup>1</sup> 小川 浩平<sup>1</sup> 小野 哲雄<sup>2</sup>

Yusaku Itagaki<sup>1</sup>, Kohei Ogawa<sup>1</sup>, and Tetsuo Ono<sup>2</sup>

<sup>1</sup>公立はこだて未来大学大学院

<sup>1</sup> Graduate School of Future University-Hakodate

<sup>2</sup>公立はこだて未来大学

<sup>2</sup> Future University-Hakodate

**Abstract:** Recently, an opportunity where a person is exposed to too much information is increasing. In this research, we suggest an interaction design named "ITACO on the Room" that makes a person's cognitive load in the interaction lower. In the concept of ITACO on the Room, an agent migrates to the room and expresses the reaction for information by breathing rhythm. We realize the reactive and ambient information retrieval agent by this design. Furthermore, we discuss a sense of security by interaction with the room. Now we develop a prototype system to build the environment of ITACO on the Room.

## 1. はじめに

Webなどの情報の増加、センサや計算機資源の小型高性能化による屋内のコンテキスト利用の増加など、将来的に個人が情報に接する機会が爆発的に増える傾向にある。しかし、情報を受け取る側の人間の能力にはさほど変化は無く、認知的なキャパシティも限られている。大坪[1]が「情報提供システムの半分はインタラクションでできているべきである」と述べる通り、情報提供時のインタラクションは人間の認知的な側面において重要であり、膨大な量の情報をいかにユーザにとって便利かつ快適なものにするかというインタラクションデザインを考える必要がある。

優秀な情報提供システムである“人間”は、インタラクションによって情報を求めるユーザの嗜好を引き出し、フィルタリングを行うことで、好みに合った情報を提供することができる。その一方、“人間”が個人的に情報に接することで一喜一憂し、その反応を見て他者が何か重大な情報が流れていることを知ることがある。そして情報に接している“人間”に対して「何かあったの?」と問いかけることでユーザがその情報を知ることがある。このように、直接的に情報を提供するだけでなく、情報に対する反応を見ることで情報の重要度を大まかに知ることができると考えられる。この二つの情報提供方法を本稿では、前者をプロアクティブ

な提供、後者をリアクティブな提供として区別する。リアクティブな情報提供では、システムは常に流れてくる情報に対して反応を示し、ユーザが情報に対して興味を向けた時のみ提供を行うため、ユーザにかかる認知的負荷が小さいという点がメリットとして挙げられる。

また、情報提供を考える上でのもう一つの軸として、MITの石井らが提案するTangible bits[2]で言及されているForegroundとBackgroundへの情報提供が挙げられる。ディスプレイへの表示、音声での会話など、情報を受け取るために意図的にアテンションを向けるForegroundのインタラクションに対し、空気の流れや光の揺らぎなどによって、明確ではない情報を気配のように伝えるBackgroundへの情報提供を提案しており、Backgroundへの情報提供を行うメディアをAmbient Mediaと名付けている。Ambient Mediaもまた、情報提供時にユーザのアテンションを引きつける必要がないことによる認知的負荷の小ささがメリットであるといえる。

本研究では、Ubiquitous Computing環境において、リアクティブでアンビエントな方法によって情報提供を行うインタラクションデザイン“ITACO on the Room”を提案する。ITACO on the Roomでは、エージェントはAmbient Mediaとして部屋に存在することが可能である。部屋に埋め込まれたデバイス全体を用い、呼吸リズムによる生物感の表現によっ

て、部屋をインタラクションの対象へと変化させる。そしてWebや室内のセンサから流れてくる情報に対して、ユーザの嗜好にそって評価を行い、その情報の重要度をエージェントの呼吸リズムの速さで表現する。このシステムによって、日常的な情報提供における認知的負荷の軽減の効果、またエージェントに包まれていることによる安心感などの効果がみられると考える。

## 2. 関連研究

### Ubiquitous Computing

Mark Weiser[3]がUbiquitous Computingの概念を提唱してから20年近くたった現在、コンピュータの小型高性能化が驚くべき速度で進んでいる。Stanley Kubrick監督[4]の“2001年:宇宙の旅”に登場するHAL 9000のように、宇宙船全体を隈無く監視し、乗組員の作業を陰からサポートする（彼は最終的に暴走してしまっただが）強力な人工知能の実現はまだ遠いかもれない。しかし現在の情報家電の普及や、白物家電のネットワークによる連携サービス構想など、情報機器がネットワークを通じた連携によってユーザをサポートする未来は目前まで来ており、近い将来のUbiquitous Computingの実現を感じさせる。

研究レベルでは、実際にセンサや計算機資源を家庭内に埋め込んだ家を建てることで、長期的な実験を試みているプロジェクトがいくつか存在する。NICTが行っているゆかりプロジェクト[5]もそのような研究プロジェクトの一つである。ゆかりプロジェクトでは家全体を「家族を見守り必要な時にはさりげなく支援を行う母親のような存在」と捉えている。室内に置かれた洗濯機などの家電製品はネットワークに接続され、母親である部屋がその状況を監視する。万が一何かトラブルがあったときでも、母親が常に見ているため、生活者は安心して生活する事ができる。しかし、生活者と母親はインタラクションをする事はない。これは、一つには部屋は自身の存在をキャラクターライズしていないため、生活者はその部屋をインタラクションの対象とは捉えていないということである。もう一つには、もし部屋がキャラクターライズされていたとしても、部屋という捉えどころのない存在とインタラクションする事が奇妙であると生活者が感じるためである。そのため、ゆかりプロジェクトでは、インタラクションの対象として子供であるインタフェースロボットを置いてある。生活者はインタフェースロボットを通じて家の状況を知り、そして音声によるインタラクションをする事で室内の機器をコントロールするというインタラクションデザインとなっている。

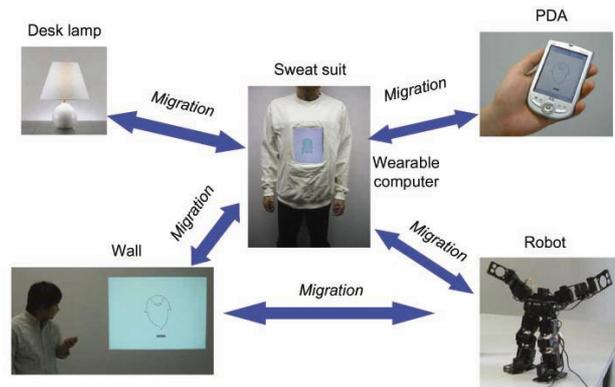


図1: ITACOシステム.

我々が提案するインタラクションデザインでは、母親に相当する部屋全体と、子供に相当するインタラクションの対象を同一のエージェントで実現する。部屋をインタラクションの対象とするために、部屋に生物感を持たせてキャラクターライズし、我々がITACOシステムで用いているAgent Migrationによって、部屋とのインタラクションを実現する。

### ITACOシステム

我々は過去にUbiquitous Computing環境内の様々なメディアにエージェントが移動することで、ユーザの日常的な支援を行うITACOシステム[6]を提案してきた。図1に示すように、普段は衣服に埋め込まれたディスプレイにいるエージェントが、ランプに移動することによって部屋を明るくしたり、ロボットに移動することによって身体的なサポートや遊びを行うことができるシステムである。実験では、ディスプレイに表示されたエージェントが画面から消え、卓上のライトが点くという動作に対し、被験者はエージェントがディスプレイからランプに移動したことを理解した。このことによって一般的にインタラクションがしにくいランプというメディアに対しても、Agent Migrationの手法を用いることでインタラクションの対象と捉える事ができたと考えられる。

またITACOシステムのコンセプトでは、日常のインタラクションによる、コンテキストの創発と関係性の継承という事について言及している。エージェントが移動するそれぞれのメディアにはそれを利用するコンテキストが含まれていると言える。ランプは環境をユーザの好みの明るさにするメディアである。ユーザがランプとインタラクションを行う際には、ユーザの明るさに関する好みを、他のディスプレイなどといったメディアと比較してより顕在化させることができる。これを様々なメディアで行う事で、効率的にコンテキストを創発する事が可能だと考えている。また、長期的なインタラクション

によって築かれた愛着関係は、常に保持されたまま様々なメディアへと移動する。この事で、例えば「エージェントが掃除機でゴミを吸うのが楽しいと言っていたなあ」という理由で部屋を掃除するなど、エージェントとの関係を良くしようという能動的な動機によって、ユーザの行動を引き出す事が可能であると考えている。

今回提案するITACO on the Roomでは、部屋という漠然としたものとインタラクションを行う。一般的にはインタラクションの対象とは捉えにくい部屋も、Agent Migrationの手法を用いることによって実現が可能であると考えられる。また、Agent Migrationによる、コンテキストの創発、関係性の継承と言った点も部屋に適用できると考えている。

## Ambient Media

石井らがTangible bitsプロジェクトの中で提案するAmbient Mediaの代表例として、Pinwheels[7]が挙げられる。Pinwheelsは部屋に設置されたかざぐるまが、ローカルエリアネットワークのトラフィックに応じて回転するシステムである。このことによって、ビットの流れや人々の活動の様子を「意図的な意識の集中」つまりアテンションを向けることなく知ることができる。Ubiquitous Computing環境での情報提供をデザインする際には、この意図的な意識の集中を情報の種類や重要度によってうまくコントロールする必要があると考えられる。なぜならすべての情報をForegroundのインタラクションによって伝えることは、ユーザへ認知的負荷が多くかかることになり、情報疲れなど生活への支障がでると考えられるからである。Ambient Mediaによる情報提供は、そういった意味で認知的負荷の小さい情報提供方法であるといえる。

また、石井らは「どの情報ソースをどのAmbient Mediaにマッピングするか」という課題があると述べている。つまり、伝えたい情報によって逐一デザインやメディアから人への情報の伝わり方（プロトコル）を設定した上でAmbient Mediaをデザインしなければならないといえる。

本研究で提案するITACO on the Roomでは、ユーザに伝えるものは、エージェントの情報に対する評価である。Ambient Mediaでは、多種多様な情報をどう表現にマッピングするかという問題を孕んでいるが、情報に対する評価の場合は、インタラクションによって創発されたコンテキストに沿った表現、例えば、エージェントが掃除がしたくてうずうずしていると云ったような表現をおこなうため、情報のマッチングの問題を回避することが可能である。本

研究では、エージェントの情報に対する評価を伝達する方法として呼吸リズムという生物的な表現を用いる。

## 生物感

人が対象に意図や生物感を感じることをアニメーション知覚と呼び、古くからHeiderら[8]によって研究されている。Heiderらは、幾何学的な図形の意図を持った動きによってアニメーションを知覚させたが、物体の動き以外にも生物感の表現を試みる研究事例がある。植木ら[9]が開発した、生活に安らぎを与える照明器具というコンセプトのTabbyは、照明の灯りが呼吸のリズムで明滅し、それに合わせて照明を包む毛皮に風が送られ、全体が膨らむという表現を行う。触覚での表現としては、中田ら[10]の生物感提示装置がある。手のひらに収まる大きさのデバイスにスピーカを取り付け、0.5Hz程度の低い周波数で振動させることで、生物感を表現する。スピーカーによる振動は、心臓の鼓動を表現する動きと呼吸を表現する動きを用意したが、実験によって被験者は呼吸の動きをより生物的と感じることが確認された。この事から、呼吸リズムによる表現は、生物感の提示に有効であると考えられる。

インタラクションにおける呼吸リズムの効果として、岡山県立大学の渡辺らは、呼吸リズムの引き込みが円滑なインタラクションに重要な役割を果たすことを分析評価によって確認した [11]。また、仮想空間でアバターがコミュニケーションを行う、身体的バーチャルコミュニケーションシステムを用い、ユーザの呼吸をアバターの肩の動きによって視覚化することで、仮想空間上でも呼吸リズムの引き込みが起こることを示した [12]。

以上のことから本研究では生物感の表現方法として呼吸リズムを採用する。呼吸による表現は、生活空間である部屋に安らぎ、安心感を与える効果があると考えられる。また、部屋がゆったりとした呼吸リズムを表現することでユーザの呼吸も引き込まれ、リラックスできる環境を創り出す事が可能と考える。

## 3. インタラクションデザインの提案

本研究で提案するインタラクションデザインは、日常的なインタラクションの中で、膨大な情報をいかにユーザにとって便利かつ快適なものにするかという課題の解決を試みるものである。我々はAmbient Mediaの節で議論したBackgroundへの情報提供での認知的負荷の小ささと、生物感の節で議論した呼吸の引き込みによる安心感の2つを軸にインタラクションをデザインした。そしてこのインタラクションデザインをITACO on the Roomと名付けた。

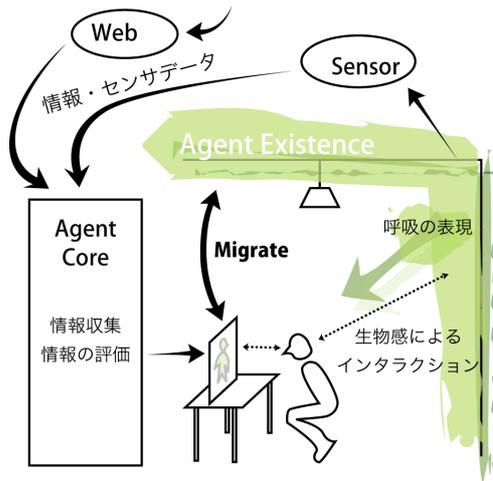


図2: ITACO on the Roomコンセプト

## ITACO on the Room

ITACO on the Room(図2)では、エージェントは“部屋”に存在することが可能である。ユーザに提供する情報の種類によって、エージェントはForegroundとBackgroundを自在に移動し、ユーザに対する認知的負荷の小さい形で情報提供を行う。

### インタラクションの流れ

ITACO on the Roomは以下の流れでユーザとインタラクションを行う(図3)。

#### ▶ Foreground Interaction

ユーザが明示的なサポートを求める際は、ディスプレイなどを用いたForegroundでのインタラクションを行う。エージェントはここでのインタラクションを通して、ユーザから好みや興味を引き出す。(コンテキストの創発)

#### ▶ Agent Migration

ユーザが別の作業を行っている時、エージェントは部屋へとマイグレートする。

#### ▶ Information Gathering & Evaluation

部屋に移動したエージェントは、部屋の状況や、ユーザが好む、もしくは興味のあるWeb上の情報を検索し、得た情報に対して評価を行う。

#### ▶ Ambient Animacy Expression

情報に対する評価に応じた反応を、呼吸のリズムによって表現する。呼吸のリズムは逐次入ってくる情報の評価によって変化する。

#### ▶ Reactive Support

ユーザがその反応に注意を向け、エージェントに対しての呼びかけがあった場合、エージェントはディスプレイなどのメディアにマイグレートして情報提供を行う。

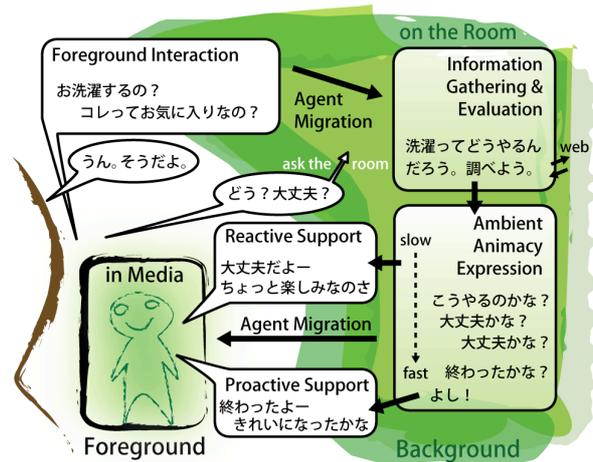


図3: インタラクションの流れ

#### ▶ Proactive Support

ユーザにとって重要度が高い情報の場合、エージェントは自律的にマイグレートを行い情報提供を行う。

### 情報提供システムとしてのITACO on the Room

ユーザがエージェントを必要としない他の作業をしている場合の情報提供を考えると、エージェントはBackgroundである部屋から認知的負荷の少ない方法で情報提供を行うことが最適であると考えられる。これは関連研究でも挙げたAmbient Mediaの手法であるが、大きな違いは次の2点である。

- ▶ 部屋に埋め込まれたデバイスからユーザに対して伝達されるものは、情報に対するエージェントの反応であり、呼吸リズムという生物感情情報によって表現されるため、プロトコルを設定する必要がない。
- ▶ 従来のAmbient Mediaの場合、ディスプレイのようなプロアクティブな情報提供のみ可能であるが、部屋というAmbient Mediaに対してエージェントの生物感を表現することによって、リアクティブな情報提供を行うことが可能となる。

このことで、ユーザは他の作業時のエージェントからの情報提供に対して認知的負荷を感じずに、作業に対してアテンションを向けることが可能である。作業からアテンションが解放された時、ユーザのアテンションは、エージェントの情報に対する反応に向くことになる。ここでエージェントに対して問いかけることで、エージェントからのリアクティブな情報提供が行われる。このようなインタラクションデザインのメリットとして、従来の情報機器のように、ブザーなどによってユーザのアテンションをコントロールするのではなく、ユーザが自身の

アテンション次第で、情報を受け取るかどうかを決定することができる点が考えられる。

### ルームエージェントとしてのITACO on the Room

エージェントが部屋に存在するという表現によって生じるメリットは次の2点が考えられる。

- ▶ ユーザはPCやロボットではなく、部屋に対してエージェントの存在を感じるため、部屋全体のデバイスを統制することが可能であるように感じる。
- ▶ ユーザは部屋というエージェントの体内で生活を行う。生物感の表現によってエージェントの鼓動を肌で感じ、常に守られているという安心感を感じる。

これらつまり、HAL 9000の宇宙船管理の信頼性や、ゆかりプロジェクトの母親メタファのような安心感を実際に与えるということである。

ロボットがUbiquitous Computing環境のインタフェースとなるというデザインでは、ユーザにとって部屋の中のセンサがロボットの一部であるとは感じにくい。しかしエージェントが部屋そのものという表現を行うことで、ユーザにとってセンサがエージェントの触覚のように感じると考えられる。例えば、部屋の中に非常に壊れやすい物があり、それには振動センサが積まれている。子供がそのデバイスを叩いたとき、それが壊れやすいものであるということを知らせるために、エージェントは「痛いっ」と声を出すことが可能である。インタフェースロボットの場合、センサは身体の外側にあり、同じ表現では奇妙に感じるため、「壊れちゃうよ。」といった客観的な警告や、「僕の大切な物なのに。」といったやや主観的な警告によってユーザの行動をコントロールするというデザインが考えられる。それに対し、エージェントが部屋という拡大された身体を獲得したという表現を行うことで、より主観的

に警告を与え、ユーザの行動に強く影響を与える事ができると考えられる。またそのような拡大された身体に包まれて生活を行い、さりげないサポートをエージェントから受けることで安心感を得ることが可能であると考えられる。

## 4. プロトタイプの開発

ITACO on the Roomでは、部屋にエージェントがいることを表現するために、呼吸のリズムという生物感的情報を用いる。また呼吸リズムの表現には、LEDの明滅とFANの風を用いる。今回、表現力を検証するため、プロトタイプを開発を行った。プロトタイプは以下のような構成になっている。

### ▶ gainer I/O module

gainerはPCと接続可能なI/Oボードである。gainerには、analog I/O, digital I/Oがそれぞれ4系統ずつ用意されている。開発したプロトタイプでは、LEDをanalog output×3に接続し、FANを制御するリレー回路をdigital output×1に接続し制御を行った。

### ▶ フルカラーLED

LEDはRGBフルカラーのものを用いた。これは、ディスプレイで表示されるエージェントの外観と同じ色での表現を可能にするためである。

### ▶ FAN (60 mm x 60 mm)

FANは呼吸を表現するために用いた。FANによって送られる風と、FANが動作する際のモーター音によって呼吸を表現する。

今回のプロトタイプは、生物感表現の検証用に開発したため、呼吸による生物感表現の機構に絞り開発を行った。コンセプトで想定しているデバイスではこれらの他に、部屋の温度や湿度などの情報を得るセンサ、部屋の中にある様々な情報家電との通信連携機構、ユーザの動きや呼吸をセンシングするセンサが含まれる(図4)。

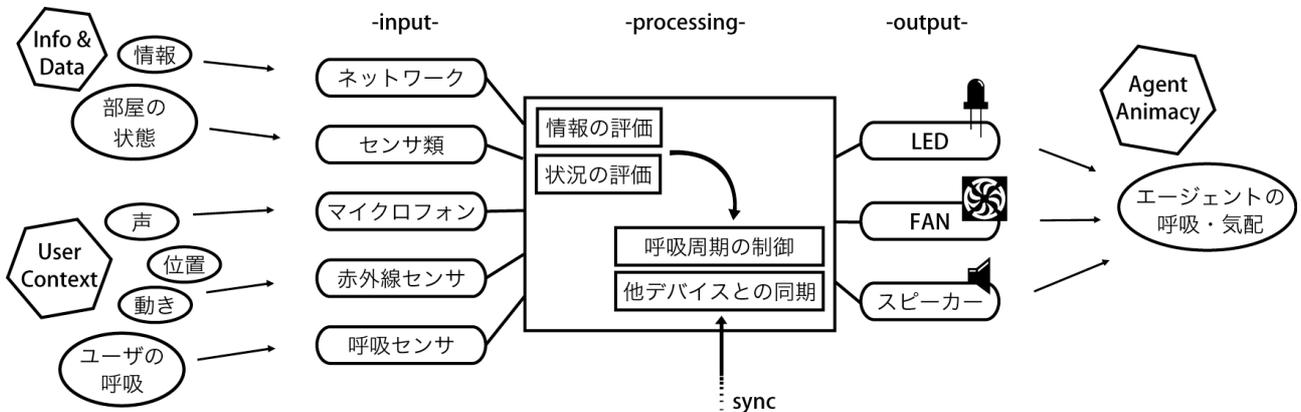


図4: デバイスのシステム図

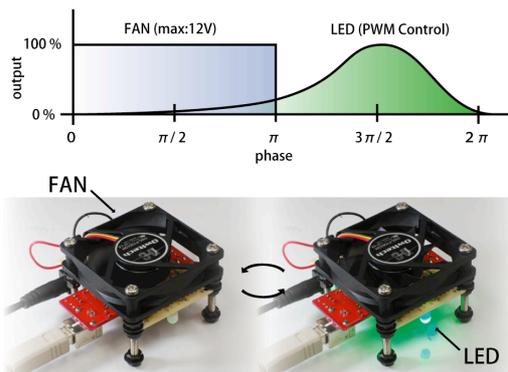


図5: プロトタイプデバイスの動作

## 呼吸リズムの表現

LEDとFANを交互に作動させることによって呼吸を表現した (図5). 呼吸周期の位相は他のデバイスとの通信によって同期する.

生物の呼吸リズムの周期は体重の1/4乗に比例するということが言われている[13]. また梶本らは, デバイスでの表現についても, この式が当てはまることを検証した. ITACO on the Roomでの部屋の呼吸リズムに関しても, どの程度の速さが違和感なく呼吸していると感じるのか検証する予定である.

## 5. まとめ

本稿では, ITACO on the Roomというエージェントの部屋へのマイグレートによるインタラクションを提案した. そしてプロトタイプを開発を行った. 最後に, 実際に部屋にプロトタイプを設置し, 動作させた際の写真を掲載する(図6).

今後は以下の点について検証を行う.

### ▶ 呼吸リズムの表現力

今回開発を行ったプロトタイプを用いて, 部屋に生物感を与える. その際のデバイスの表現力を検証する.

### ▶ マイグレーションによる存在の認識

ITACOシステムでは, Agent Migrationによってランプへの移動を理解したが, 部屋へのマイグレーションでも可能かを検証する.

### ▶ ITACO on the Roomのメリットの検証

インタラクションデザインの提案(3章)で述べたITACO on the Roomのメリットである, 認知的負荷の軽減や安心感などの検証を行う.

### ▶ 身体性の大きさと呼吸リズムの関係の検証

部屋にマイグレートした際の主観的な身体性の大きさと, それに対する自然な呼吸の周期との関係について検証を行う.



図6: エージェントの部屋へのマイグレーション

## 参考文献

- [1] 大坪 五郎: 「人間」に情報を推薦することについて考える, ヒューマンインタフェース学会誌, Vol. 9, No. 4, pp. 251-256, (2007)
- [2] 石井 裕: Tangible Bits: 情報の感触/情報の気配, IPSJ Magazine, vol.39, No.8, pp. 745-751, (1998)
- [3] Mark Weiser: The Computer for the Twenty-First Century, Scientific American, pp. 94-10, September, (1991)
- [4] Stanley Kubrick Collection Official Authorized Site (Warner Bros), <http://kubrickfilms.warnerbros.com/>, Warner Bros, 2008/11/07.
- [5] 美濃導彦: ユビキタスホームにおける生活支援, 人工知能学会誌, Vol.20, No.5, pp.579-586, (2005)
- [6] 小川浩平, 小野哲雄: ITACO: メディア間を移動可能なエージェントによる遍在知の実現, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.8, No.3, pp.373-380, (2006).
- [7] Ishii, H., Ren, S. and Frei, P.: Pinwheels: Visualizing Information Flow in an Architectural Space, in Extended Abstracts of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '01), ACM Press, pp.111-112, (2001)
- [8] Heider, F. and Simmel, M.: An experimental study of apparent behavior, Am.J. Psychology, Vol. 57, No. 2, pp. 67-70 (1944)
- [9] Atsuro Ueki, Kotaro Watanabe, Masa Inakage: CREATUREs - Designing of Interactive Interior Lamps, ACM SIGGRAPH 2006 Sketches, July 30-August 03, (2006)
- [10] 中田 五月, 橋本 悠希, 梶本 裕之: 鼓動・呼吸運動を模した触覚刺激による生物感の提示, エンタテインメントコンピューティング 2008, (2008)
- [11] 渡辺 富夫, 大久保 雅史: コミュニケーションにおける引き込み現象の生理的側面からの分析評価, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.5, pp.1225-1231, (1998)
- [12] 渡辺 富夫, 荻久保 雅道, 石井 裕: 身体的バーチャルコミュニケーションシステムにおける呼吸の視覚化と評価, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.3 No.4, pp.105-112, (2001)
- [13] 本川 達雄: ゾウの時間 ネズミの時間, 中公新書, pp. 4-5, (1992)