

## AgentBox: 人ともものとの新しいインタラクションのためのハードウェア

AgentBox: a Hardware for a Novel Interaction between Human and Artifacts

河村竜幸\*1      武田英明\*2      寺田和憲\*3      福原知宏\*1      近間正樹\*1  
 Tatsuyuki KAWAMURA      Hideaki TAKEDA      Kazunori TERADA      Tomohiro FUKUHARA      Masaki CHIKAMA

興石欣吾\*1      上岡隆宏\*1      濱崎雅弘\*1  
 Kingo KOSHIISHI      Takahiro UEOKA      Masahiro HAMASAKI

\*1 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科  
 Graduate School of Informaion Science, Nara Institute of Science and Technology

\*2 国立情報学研究所  
 The National Institute of Informatics

\*3 通信総合研究所  
 Communications Research Laboratory

This paper presents a concept of a novel interaction society design between human and artifacts. Agent-oriented interface technologies have been studied extensively in recent years. Intelligent artifact does not have both active action and passive action normally. We consider that an artifact does not only act passively when a user want to use it, but active action is also needed for interaction between the user and the artifact. We propose “mixed action” for human-artifacts interaction. We also discuss a human-artifacts interaction society in the real world. We have developed a prototype hardware.

## 1. はじめに

近年、家庭やオフィスのインテリジェント化に関する研究が盛んに行われている。このインテリジェント化には人の日常生活を豊かにしたり円滑にする機能を開発するという目的がある。一方、その従来研究に対してエージェント指向インタフェースの研究が行われている[間瀬 01]。これは人と実世界にあるもの(人工物)とのインタラクションを重視した研究である。また、寺田らは、人と人工物間のインタフェースの問題を解決するために人工物の身体性により人工物の役割を明確化し、能動的な行動を行う人工物を開発している[寺田 02]。

本稿では、知的人工物を実現するための新しいインタラクションと知的人工物との社会性を考慮したコンセプトを提案する。本研究では、新たな知的人工物の開発のために、“人の人工物に対する役割決定によるインタラクションの機能”と“人工物間で社会性を形成可能な機能”に着目した。

人は人工物に囲まれた実世界で、ある時には人工物の役割を決定しながら利用することで、日常生活を行っている。インタラクションの観点では、利用者が人工物の役割を決定するという行為が重要である。人工物の役割決定に対しては、利用者が机で勉強することや仮眠をとることが考えられる。複数の役割が決定可能である場合、能動的な行動を行う人工物を考えるより、利用者の行動によって人工物が自己の役割を認識する機能を持つ人工物を設計する必要がある。

人と人工物が共存する社会では、実世界に複数の人工物が遍在し、常にお互いが関連し合っていることが挙げられる。多数存在する人工物に対しては、机と電気スタンドの関係が想定できる。例えば、人は机で作業を行う一方、電気スタンドで作業領域を照らすということである。また、自己の状態をお互いに伝え合うことで、人と知的人工物同士が協調して作業する世界を構築できる可能性がある。本研究では、コンセプトに基づ

連絡先: 河村竜幸 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 知能情報処理学講座, 〒630-0101 奈良県生駒市高山町 8916-5 Tel:0743-72-5265, Fax:0743-72-5269, e-mail:tatsu-k@is.aist-nara.ac.jp

いたプロトタイプシステムを開発した。

本論文では、各章を以下の構成とした。2章ではAgentBoxのコンセプトについて述べる。3章ではAgentBoxのプロトタイプシステムのシステム構成と動作例について述べる。4章で本論文のまとめとする。

## 2. AgentBox: コンセプト

AgentBoxとは、人工物を知的人工物へと拡張するための装置のことである。特に、AgentBoxによって拡張された知的人工物はエージェントメタファーによって擬人化された存在として扱う。本論文ではAgentBoxによって拡張された知的人工物を従来の知的人工物と区別するため、Agentと呼ぶことにする。本章では、人工物をどのようなAgentへと拡張するのかという部分について、インタラクションと多数のAgentによって形成される社会について議論してゆく。

### 2.1 人とAgentBoxとのインタラクション

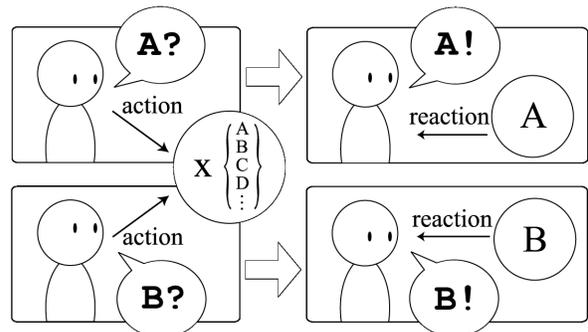


図 1: A concept of AgentBox for interaction

人工物は実世界に遍在している。この人工物は人が利用するために産み出されたものであり、人は人工物に対して役割を自由に決定することができる。本研究では、この役割決定の自由性と役割決定の容易性が重要であると考え。役割決定の容易性が低ければ、それだけ人工物を扱いつらくなり人に対する作業負荷も増大することになる。人工物を知的人工物に拡張す

る場合も同様に、役割決定の自由性と容易性を保つことが必要となる。本研究では、自由性と容易性を保ったインタラクシオンコンセプトを提案する。

利用者の目的により人工物の役割を自由に決定するという話は、従来の人工物においても成り立つものであり、その自由度は人工物を知的人工物へと拡張するときにも適応されるべきものである。従来の人工物を知的人工物へと拡張するとき、その知的人工物は能動的な行動と受動的な行動の選択が可能である。しかし、この知的人工物がどちらか一方の機能しか持たなければ、利用者が知的人工物の役割を柔軟に選択することは困難となる。利用者が人工物の役割を決定する以前では、人工物は何の役割も与えられていない物体にすぎない。役割決定という部分では人工物は受動的にしか振舞うことができない。逆に、知的人工物の役割が決定すると、知的人工物はインタラクシオンによるコミュニケーションという部分で能動的に振舞う必要性が発生する。本研究では、このような状況に合わせた知的人工物の行動を混合行動 (mixed action) と名づける。

混合行動は図 2 に人と AgentBox のインタラクシオンコンセプトによって示す。ある役割を与えられていない知的人工物の存在を設定する。本研究では、ある知的人工物は複数個の機能を有し、その人工物に与えられた役割によって機能を選択することができる。利用者が知的人工物の役割を想定し、その人工物に行動を起こすと、その人工物は役割に適合した機能を選択し利用者に対して反応を返す。

## 2.2 人と AgentBox との社会性

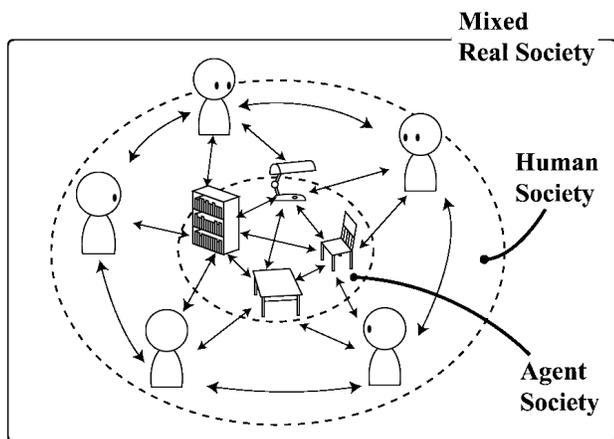


図 2: Socialized AgentBoxes in the real world

従来、人工物同士は意味的な関係を持つこともあったが、基本的に独立して互いの機能が扱われてきた。しかし、人工物が知的人工物へと置き換わり、知的人工物が遍在化し互いが接続されたとき、多数の人間と多種多様な知的人工物が共生した社会をもつ世界を考えることができる。その社会は、人が知的人工物と直接インタラクシオンしたり、知的人工物同士が協調したり、知的人工物を介して複数の人が関係したりする状況の干渉が生じる。

単純な社会的機能としては、次の例が挙げられる。ゴミ箱 Agent に捨てられたゴミが飽和したとき、人がその状態を直接的に知覚せずとも他の机 Agent や椅子 Agent などを経てゴミ箱 Agent の状態を知ることができる。また、人と机 Agent、電気スタンド Agent の関係を挙げることができる。人が机 Agent で書類を書いているときに手元が暗ければ、電気スタンド Agent が自動的に点灯し、書類を明るくする。また、人が眠くなり机 Agent でうつ伏せになったときには、電気スタンド Agent は自

動的に消灯する。このように、人は机 Agent に対する行動しか起こさなくても、机 Agent が電気スタンド Agent に人の状態を傳達して問題を解決することができる。

BraveらはTangible Bitという世界観で、人工物を介して物理的に離れてる人同士の行動を、人の触覚を介して伝達できるデバイスを開発した [Brave 98]。このように人と知的人工物の間の関係だけでなく、人工物を介して人の関係付けが行える可能性を持っている。もし、知的人工物に感情などのパラメータがあれば、人が特定の Agent を楽器と想定して扱うとき、その Agent の感情状態が良好であれば、他のエージェントが奏でている曲に同調してくるかもしれない。逆に、Agent の感情状態が悪化しているならば、目の前の利用者を無視して他の人が行っている行動に同調してしまうかもしれない。しかし、知的人工物が独立して動作するよりも効率の良い社会的な協調行動をする枠組みを実現させれば、実世界における人と人工物との新たな関係を築くことが可能であると考ええる。

## 3. AgentBox: プロトタイプシステム

### 3.1 システム構成



図 3: An appearance of the AgentBox

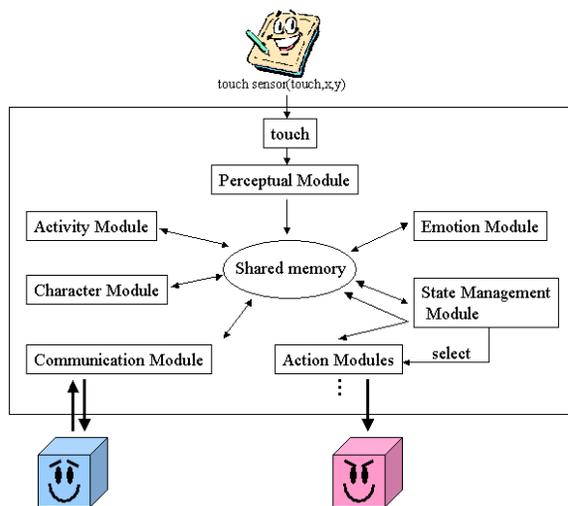


図 4: A system components of the prototype system of AgentBox

図 3 に AgentBox プロトタイプシステム (以降、本章では AgentBox) の外観を示す。AgentBox は一辺 50cm の立方体で形成されている。骨格にはアルミが用いられている。各面はアクリル板で囲まれている。背面と下面を除く四面には MicroTouch 社製のタッチパネルが貼り付けられている。このタッチパネル

は利用者が AgentBox を叩いた、撫でたや AgentBox に座ったなどを知覚するためのセンサである。AgentBox 内の中心には PC を配置されている。PC の内部にはスピーカが装着されている。AgentBox 自身の出力にはこのスピーカを用いる。

AgentBox のソフトウェアは図 4 のように構成される。それぞれのモジュールはスレッド化され動作する。本論文のコンセプトを実現するために、AgentBox の役割を選択する複数の Action Module が設定されている。また、他の AgentBox と状態のやり取りができるように Communication Module が用意されている。

### 3.2 システム動作例

AgentBox では、リラクゼーション椅子とインタラクティブ打楽器の機能を実装した。利用者が AgentBox を打楽器または椅子と想定し、行動することで AgentBox は役割を決定し、その機能を実行する。一度 AgentBox の役割が決定すると、利用者が AgentBox との関わりを解消するか AgentBox の状態が変化するまで、AgentBox の役割は継続される。

#### リラクゼーション椅子

リラクゼーション椅子は、利用者が Agent を椅子と想定して、AgentBox に座ったときに役割決定がなされる。リラクゼーション椅子は、利用者が一定時間座っていると、そのときの AgentBox の性格や感情を表現した音楽を奏でる。

#### インタラクティブ打楽器

インタラクティブ打楽器は、利用者が AgentBox を打楽器と想定して、AgentBox をリズム良く叩いたときに役割決定がなされる。インタラクティブ打楽器の機能は、1) リズム (4, 8, 16 分) とテンポは利用者が自由に決定できる。2) AgentBox は利用者のテンポに合わせて曲を作り、MIDI 音源を鳴らす。3) AgentBox は利用者のテンポのずれに動的に対応できる。4) インタラクティブ打楽器とのコラボレーションの中で引き込み現象 [渡辺 98] を利用することで、利用者は AgentBox との関係築き、より深いコミュニケーションが可能となる。

インタラクティブ打楽器を実装するためにはテンポを認識する必要がある。AgentBox は利用者が叩く信号から曲を作成するために基準となるテンポを設定する必要がある。従来研究にもリズムを認識する手法が提案されているが [小谷 98, Goto 98, 大槻 02]、本研究では、利用者が AgentBox を叩く信号を直接観測できること、利用者が叩くリズムに即応的に反応する必要があることから、独自のテンポ認識手法を提案する。人が AgentBox を打楽器とみなす行動により生じるタッチパネルへの接触がビートに相当する。曲は AgentBox がそのときの性格や感情を考慮して作成する。

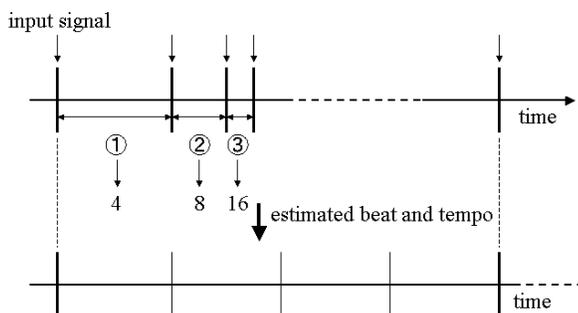


図 5: An estimation of a beat and a tempo

AgentBox は利用者と音楽のコラボレーションを行うために利用者のテンポを認識する必要がある。利用者が 4, 8, 16 分のいずれかで叩いていると仮定すると、図 5 のように、最低 4 回、利用者が AgentBox を叩くだけで AgentBox はテンポを決定できる。ここで利用者が叩くテンポが 61 から 239 の間に存在すると仮定し、最も長い間隔が設定するテンポの範囲に入る組み合わせを全て探索する。該当する組み合わせの内、最も誤差の少ないパターンを利用者が打ち込んだリズムとして採用する。利用者が AgentBox を叩く信号の観測は 4 回を 1 セットとした。一定時間、入力信号が無い場合は曲の生成を停止する。これにより、疲れなどによる利用者の動的なテンポ変化に対して対応が可能である。また、人は正確にリズムを刻むことができず、入力信号が推測されたリズムからずれることがある。このビートずれの調整のために計算された理想的な 4 分音長リズムの片側 12% 以内の前後のずれは AgentBox 側で調整することができる。

## 4. おわりに

本論文では、人ともとの新しいインタラクションのための混合行動を提案し、そのインタラクションについて議論した。また、そのインタラクションによって形成される人ともとの社会性について議論した。本研究では、AgentBox のプロトタイプシステムを開発した。

本研究では、AgentBox の汎用拡張可能なハードウェアの開発、インタラクションや社会性を実現可能なソフトウェアの構成、AgentBox の社会に対する影響の調査、が今後の課題として挙げられる。

## 謝辞

本研究は 2000 年度奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科研究育成基金の支援によるものである。

## 参考文献

- [Brave 98] Brave, S. and Ishii, H.: Tangible Interface for Remote Collaboration and Communication, *In Proc. of the 1998 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW'98)*, pp.169-178, 1998.
- [Goto 98] Goto, M. and Muraoka, Y.: An Audio-based Real-time Beat Tracking System and Its Applications, *In Proc. of the 1998 International Computer Music Conference*, pp.17-20, 1998.
- [大槻 02] 大槻知史, 齋藤直樹, 他: 隠れマルコフモデルによる音楽リズムの認識, *情報処理学会論文誌*, Vol.43, No.2, pp.246-255, 2002.
- [小谷 98] 小谷亮: エージェントとユーザの共同演奏システム, *情報処理学会論文誌*, Vol.39, No.5, pp.1547-1555, 1998.
- [寺田 02] 寺田和憲, 西田豊明: 人工物の身体的コミュニケーション, *人工知能学会研究会資料, SIG-KBS-A101-4*, pp.19-24, 2002.
- [間瀬 01] 間瀬健二: インタラクションを通じた人の行動・意図の認識, *情報処理学会研究報告 CVIM129-21*, pp.151-156, 2001.
- [渡辺 98] 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.1255-1231, 1998.