

戦略的創造研究推進事業 CREST
研究領域「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」
研究課題「オンラインゲームの制作支援と評価」

研究終了報告書

研究期間 平成17年10月～平成23年3月

研究代表者：松原 仁
(公立はこだて未来大学、教授)

§ 1 研究実施の概要

このプロジェクトでは、将来のネットワーク社会における QOL の向上に向けて、“Universal Game for Life”という概念を新たに提唱し、オンラインゲームの周辺技術として最新のインタラクション技術とその応用について新たに研究開発し、その成果を論文として発表することあるいはデモンストレーションを実施することによってその有効性を検証した。

実際には、この成果を学際的研究と（従来のゲーム業界だけでない）多様な業界との連携、具体的には広い意味でのゲームに関係する研究者と業界があるべきゲームの実現に向けてともに頑張る場の提供という形で実現しつつある。

本研究の提案において我々は、TV ゲームの中でも「オンラインゲーム」に焦点を当て、(1) オンラインゲームには社会的に有用な良い面が存在することを示す。また、その有用な良い面を引き出すようなソフトウェア、デバイスのあり方を追求する(オンラインゲームの悪い面と指摘されている現象が減少するあるいはなくなるようなソフトウェア、デバイスを開発する)、(2) オンラインゲームの効率的な制作方法論の確立を目指す(オンラインゲームの制作費を下げるための手法を開発する)ことを目標としてきた。そして、研究を推進してきた結果、「人生のさまざまな場面でさまざまな形でゲームに親しむ社会を実現することが QOL (Quality of Life) を向上させる」という考え方に至った。この意味での(広い)ゲームをここでは“Universal Game for Life”と呼ぶことにする。

本研究プロジェクトでは、この“Universal Game for Life”を実現するために、現実世界とゲームの世界との間の適切なインタラクションを実現するという観点からオンラインゲームの問題点を打開することを目標として、次世代のオンラインゲームに資する研究を実施した。

なお、研究期間中にユビキタスなネットワーク環境の進展や、ポータブル・デバイスの普及やウェアラブル・デバイスが登場し、プレイヤーが現実世界内存在でありつつ、同時にモバイル環境を媒体として仮想世界との「関わり」を生成し、仮想世界内存在となることが可能となってきた。このような動きは、現実世界とゲームの世界との間の適切なインタラクションを実現するという観点にたつわれわれの方向と符合し、これを支持するものである。

研究当初の段階では、全方向的に技法やツールの作成、教育効果の測定を行なってきたが研究の進捗の結果、オンラインゲームが目指すべき今後の方向として、3つの要素が重要であることが明らかになった。すなわち、(1) 仮想世界は、現実世界から遊離しておらず、ある程度の合一性を有している(「あちら」と「こちら」が分断されていない)、(2) 他のプレイヤーと共同して仮想世界と関わる、あるいは現実世界での協働を行うといった要素を有している(「ひとり」に籠らない)、(3) 仮想世界との関わりや現実世界での協働関係の構築の際に身体性のあるインタフェースもしくは活動がある(「存在」の実感)である。このうち、(1) は現実世界との関わり、(2) は他のプレイヤーとの関わり、(3) は身体性のあるインタラクションによる両者の統合である。

そこでわれわれは、今後のオンラインゲームの方向性を、「インターネットを經由して現実世界および他のプレイヤーとのインタラクション(関わり)が生成されるオンラインゲーム」としてとらえ、これへ向けてこれまでの研究成果を(1)インタフェース開発・評価、(2)ビヘイビア形成支援、(3)インタラクション開発・評価の3つのコアプロジェクトに集約した。

「(1)インタフェース開発・評価」のコアプロジェクトにおいては、現実世界との関わりからのマルチモーダルインタフェース/デバイスの開発・評価・改良の研究を行なった。具体的には、位置計測技術としてモーショントラッキング手法、超音波による位置計測手法(特に移動体に対する実時間で高精度位置および速度推定を可能にする基本アルゴリズム)、磁気式レゾルバの仕組みを光で実現した光レゾルバ、また、回転角度を取得するセンサに用いられる絶対角度取得手法を、空間座標をリアルタイムに取得することに応用した投影型空間エンコーダなどを新たに開発した。また、振動触覚と骨伝導による音声情報提示の併用による歩行者ナビゲーションシステムや渦輪衝突による香り場生成と歩行者の軌道予測との非装着検出技術を組み合わせによる歩行者本人だけに香り提示を行うシステムなども新たに開発した。

「(2)ビヘイビア形成支援」においては、他のプレイヤーとの関わりからの観点から、MMORPG (Multi Modal Online Role Playing Game)の実際のゲームのログを用いた解析とそれに基づく運用支援

の研究を行なった。具体的には、オンラインゲーム制作会社に対して、ヒアリングを行ない、解析技術が適用できる問題点の抽出を行なった。行動ログとチャットログの実際のもの提供を受け予備的な解析を実現した。平穏時のデータを元に予備解析を進め、現象のモデル化を行なった。さらに問題のある事案が含まれたデータに対して適用し、モデルの妥当性を検証しつつある。

「(3) インタラクション開発・評価」においては、「現実世界、他者との連帯をもったインタラクション」へ向けた、愛着とその持続を促進するユーザーインターフェース (KUI) の研究を行なった。具体的には、愛着の感じられる人工物の形姿、触感、振る舞いについて、ユーザの直感的な印象を評価し、メカニズムを解明した。

コアプロジェクト以外では、モバイル/ユビキタス機器なども統合的に利用して実世界における複数プレイヤーの交流を促進することに重点を置いて、これまでの表現技術の研究成果の完成度を高めるとともに、オンラインゲームの実現例を示すための準備を進めた。逆運動学計算と動力学シミュレーションに基づく動作生成手法を開発するとともに、視覚的・触覚的注意を統合し、感覚運動系のシミュレーションに基づくバーチャルクリチャーの動作生成を実現した。

§ 2. 研究構想

(1) 当初の研究構想

本研究プロジェクトは、研究開始の段階においては、様々なゲームの中でも「オンラインゲーム」に焦点を当て、

- ・ オンラインゲームには有用な良い面が存在することを示す。また、良い面を引き出すようなソフトウェア、デバイスのあり方を追求する（オンラインゲームの悪い面と指摘されている現象が減少するあるいはなくなるようなソフトウェア、デバイスを開発する）
- ・ オンラインゲームの効率的な制作方法論の確立を目指す（オンラインゲームの制作費を下げるための手法を開発する）ことを目標とした。

そして、以下の4つのサブグループで研究を実施した。

- (1) オンラインゲームの教育目的利用の研究（サブリーダー： 東京大学 馬場章）
- (2) 人工知能技術のオンラインゲームへの適用の研究（サブリーダー：公立はこだて未来大学 松原仁）
- (3) オンラインゲームの表現に関する研究（サブリーダー：筑波大学 星野 准一）
- (4) 実世界を志向したオンラインゲームデバイスの研究（サブリーダー：名城大学 柳田康幸）

以下でそれぞれのサブグループの研究内容を述べる。

(1) オンラインゲームの教育目的利用の研究

今日制作・販売されている多くの電子的ゲームは、業務用アーケード機や家庭用コンソール機を問わず、エンタテインメントを主な目的としている。しかし、近年では、エンタテインメントに教育目的を結びつけたエデュテインメント、あるいは医療・リハビリテーション利用を結びつけたリハビリテインメントのゲームが開発され、一部実用化されている。このようなエンタテインメント以外の利用目的あるいは使用効能を有するゲームをシリアスゲームという名称で捉え、その開発技術や効果測定を行う研究が世界的に盛んになりつつある。

シリアスゲームの研究者・開発者による国際的な交流組織としてシリアスゲーム・イニシアティブが組織され、わが国にもシリアスゲーム・ジャパンが設置されている（<http://anotherway.jp/seriousgamesjapan/>）。

わが国は、電子的ゲームのハード機・ソフトウェアともに、これまで世界的に優れたゲームを開発してきた実績を有する。しかし、近年では、開発経費の高騰や国内市場の縮小、さらに東アジアにおける競争の激化によって、わが国の優位な立場が脅かされつつある。新技術がゲーム開発に必ずしも結びつかず、新技術に基づく優れたゲームが開発されても、それが普及する条件が十分に整っていないという現状がある。とくに電子的ゲームに対する負の言説は、その科学的根拠が薄弱であるにも関わらず、きわめて深刻な影響を及ぼしている。

以上のような状況を背景に、本サブグループの目的は、最新のゲームタイプである MMORPG (Massively Multiplayer Online Role Playing Game, 大規模多人数参加型ロールプレイングゲーム) に注目し、それをプレイすることで、単にエンタテインメントだけではなく、それに加えて教育的効果が存在することを実証して、電子的ゲームの未知の可能性を科学的に解明し、新たなゲーム開発に結びつけることにある。MMORPG は、一度に多人数のプレイヤーがインターネットによってサーバにアクセスし、サーバ上に構築されたゲームの世界（サイバーコミュニティ）でゲームを展開する新しいタイプのオンラインゲームであり、ゲーム開発者の精緻な世界観とプレイヤー間のコミュニケーションを特色とする。

本サブグループでは、わが国の高等学校において市販の MMORPG を生徒たちに自在にプレイさせ、その結果を心理学・社会学・教育学など諸科学の観点から、主として質問紙法と重回帰分析統計法などによって集計分析し、MMORPG の教育効果を検証する。ゲームソフトは、歴史シミュレ

ーションゲームあるいは経済シミュレーションゲームを予定しており、歴史学・経済学の分野における教育効果の測定を行う。ゲームソフトならびにプレイログに関しては、株式会社コーエーからの協力の内諾をすでに得ている。

本サブグループが仮定する MMORPG の教育効果は以下の四段階である。

- ① 学習に対する学習者のモチベーションの形成
- ② 学習者の各分野における新知識の獲得
- ③ 学習者の協調性やコミュニケーション能力の獲得など社会集団の一員としての自覚と社会的スキルの涵養
- ④ ①～④を総合した生徒の人格の形成

本サブグループでは、限定された大学生や一般人を被験者とするパイロットテストを実施したのち、正確な統計処理に必要な高校生の母集団を確保し、プレイレベルや経験値、指導者の有無などに応じてグループに分類した上で、検証のための実験を行う。また、歴史的基盤や社会制度・教育制度が類似しつつも、わが国と比較してオンラインゲームが著しく普及している韓国においても同様の実験を行い、わが国と比較した上で、オンラインゲーム普及の要因を解明する。

(2) 人工知能技術のオンラインゲームへの適用の研究

オンラインゲーム、特に MMORPG のゲームにおいては多数の登場人物（キャラクタ）がゲームに関わるのが一般的である。そしてそれぞれの登場人物は、ゲームをプレイしている一人一人の人間に対応している。それらの登場人物が形成する社会の面白さがオンラインゲームの大きな特徴の一つだが、この特徴はオンラインゲームの反社会性にもつながる危険がある。すなわち、社会の一員として登場人物のゲーム内での地位を確保するためには、ゲームから離れることが許されず、長時間にわたってゲームをプレイし続けなければならないのである。多くのプレイヤーがゲームをしていないと登場人物が少なく面白くないという現象も生じる。これがいわゆる「引きこもり」現象の原因となっていると指摘されている。

このサブグループでは、人工知能の技術を用いることによって一部の登場人物を人間ではなくソフトウェアによって動かすことを目指す（PC=プレイヤーキャラクター=と区別つかない NPC=ノンプレイヤーキャラクター=の実現を目指す）。同時に、人間のプレイヤーのチャット（プレイヤー同士の会話）を人工知能技術によってソフトウェアで実現することを目指す。また、優秀な人間のプレイヤーの戦略を模擬する NPC の実現を目指す。これらの技術が実現できれば、人間は気軽にオンラインゲームを中断できる（ソフトウェアにその間の対応を任せられることができる）ようになり、また少数の人間で（「さくら」となるソフトウェアのプレイヤーの助けを借りて）オンラインゲームを楽しめるようになり、反社会性が軽減できるものと期待される。

具体的には、

- ① 既存のTVゲームにおける人工知能技術の利用状況について、人工知能を用いて数多くのTVゲームをデザインしている研究メンバーを中心に調査する。
- ② 遺伝的アルゴリズム、強化学習などの機械学習やエージェント技術を用いて自立的なキャラクタを実現する手法を研究する。
- ③ 最新の統計的な自然言語処理の手法を用いて人間とある程度の時間にわたってチャットが実現できるような手法を研究する。
- ④ データマイニングの手法を用いて人間がオンラインゲームをプレイしているときの戦略について分析し、その分析結果に基づいてソフトウェアが人間の戦略を模擬する手法を研究する

という形で研究を実施する。このサブグループのメンバーはゲームやソフトウェアエージェントを対象とした人工知能の研究を実施してきており、その知見をこの研究に生かすことができる。

理想的な目標としては人間の関与なしの自立的なソフトウェアプレイヤーの実現であるが、そこまでいかなくともある程度人間の代理をしてくれれば十分に有用であることが期待される。また、制作コストの削減にもつながると期待される。前述のように現役のゲームのデザイナーが加わ

っているので、この方法論を使ったオンラインゲームを試作して評価する予定である。

(3) オンラインゲームの表現に関する研究

オンラインゲームのキャラクターのいわば内面に相当する部分は(2)のサブグループで研究を実施するが、内面以上にゲームの面白さに関係するのがキャラクターの外側である。すなわち、キャラクターがいかにかリアルな行動を取るか、リアルな動作をするかがオンラインゲームの見栄えを決め、それが最終的にそのゲームの面白さを決めていると言える。オンラインゲームの制作費のかなりの多くはリアルな映像の実現にかかっているのが現状である。いかにか優れたアイデアのゲームでも、映像がリアルでないとユーザの満足度が低くなってしまふ。ハードウェアの性能が一層高くなる次世代ゲーム機ではゲーム制作者側の負担がさらに増えることが危惧されている。また、詳細な分析はまだされていないものの、同じように「リアル」と言っても望ましいリアルさと望ましくない(反社会性を助長するような)リアルさが存在すると考えられる。

このサブグループではオンラインゲームのリアルな表現を研究対象とする。最終目標は人間の介在なしにソフトウェアだけで(望ましいタイプの)リアルな表現を作り出すことであるが、そのための前段階として半自動的に(望ましいタイプの)リアルな表現を作り出すことを目指す。そのことによってオンラインゲームの制作コストを削減し、それと同時にオンラインゲームの有用性を高めることができると考える。このサブグループのメンバーは従来からCGやバーチャルリアリティの技術を用いたリアルな表現について研究をしており、その知見を生かすことができる。

具体的には、

- ① 既存のオンラインゲーム(TVゲーム)の「リアル」な表現について調査し、望ましいリアルさについて分析して(可能であれば)定義づけする。
- ② 外面的なリアルな表現を実現するための内部モデルを設計する。(2)のサブグループとも連携してこの内部モデルを生成する手法を確立する。
- ③ ②で生成した内部モデルから実際に(望ましいタイプの)リアルな行動や動作を効率的に生成する手法を開発する。

(4) 実世界を志向したオンラインゲームデバイスの研究

オンラインゲームを適切に楽しむためには、ソフトウェアだけではなく、デバイスのあり方も非常に重要である。いまのオンラインゲームのユーザがネットワーク社会の中に「引きこもり」がちになるのは、ゲームのコンテンツもさることながら、暗い室内にこもってプレイさせているデバイスの方にも問題があると考えられる(オンラインゲームは特に長時間室内に閉じこもりがちになる)。現在のデバイスを少しでも実世界志向に改良することによって、オンラインゲームの社会性や安全性を高めることが期待される。

このサブグループでは、実世界を志向したオンラインゲームのデバイスを研究対象とする。オンラインゲームのための新たなデバイスを提案する。そのデバイスは屋外で使うことを想定している点で実世界志向である(同時に屋内でも使えるようにする)。このデバイスに求められる条件は、

- ・ 携帯性 屋外で使うので携帯可能でなければならない。
- ・ 操作性 モダリティを拡張して直感的に操作できること。
- ・ 社会性 屋外などでのプレイ中に社会との関わりを持てること。
- ・ 安全性 周囲への注意を失わないようになっていること。

である。試作、評価、改良という循環を繰り返すことでより良いデバイスの提案につなげていく。本サブグループのメンバーは、アプリケーションはゲームではないものの、これまでに上記の性質を有するさまざまな新しいデバイスを提案してきており、それらの知見をこのデバイスの設計に生かすことができると考える。

具体的には、

- ① オンラインゲームの既存のデバイス(携帯ゲーム機、携帯電話などを含む)を分析し、その問題点を明らかにして提案するデバイスが満たすべき機能を洗い出す。
- ② 既存のデバイスに代わる実世界志向のデバイスを設計、試作する。
- ③ 試作したデバイスを用いて実際にオンラインゲームをプレイしてもらって評価する。

④ 評価結果を分析して新たな仕様を固め、②に戻る。
という形で研究を進めていく。

本サブグループでは上記のデバイスの提案と同時に、(3)のサブグループで設計したモデルの検証用として実世界とインタラクションするインタフェースを作成する。

(2) 新たに追加・修正など変更した研究構想

当プロジェクトは、ふたつの大きな目標を掲げて開始した。ひとつは、オンラインゲームには有用な良い面が存在することを示し、オンラインゲームの良い面1を引き出す、もしくは悪い面2と指摘されている現象が減少するあるいはなくなるようなソフトウェア、デバイスのあり方を追求・開発することであり、もうひとつはオンラインゲームの効率的な制作方法論の確立である。

この目標に沿って、当プロジェクトを構成する各グループにより、オンラインゲームとその利用・制作・運用に関する研究と開発が、多岐にわたり実施され、様々な成果を生みだしてきた。このなかで、オンラインゲームを取り巻く社会、関連する科学技術の状況が、本研究と並行するこの数年で大きく変化したことから、昨年度からは、主たる研究対象の定義を「インターネットを経由して現実世界および他のプレイヤーとのインタラクション（関わり）が生成されるオンラインゲーム」とした。具体的にはMMORPG(多人数同時参加型オンラインゲーム)をベースとしつつ、ユビキタスなネットワーク環境の進展や、ポータブル・デバイスの普及やウェアラブル・デバイスの登場への対応を可能とするように、各グループの研究・開発の課題を調整した。

また、前半までの研究の成果を基に、オンラインゲームが目指すべき今後の方向として、(1) 現実世界から遊離していない仮想世界の構築、(2) 仮想世界あるいは現実世界で他のプレイヤーとの共同関係の構築、(3) 身体性のあるインタフェースによる仮想世界との関わりや現実世界での協働関係の構築の三点を主たる方向性とした。

これらの方向性を具現化するために、昨年度からは、当プロジェクトでの多様な研究のなかから、コアプロジェクトを選定し、主たる方向性に合致するよう調整するとともに、これらに傾斜的に注力して研究を実施した。

コアプロジェクト

これまでの各グループの研究、特に馬場グループを中心とするオンラインゲームの社会的・教育的利用手法の研究から、オンラインゲームが目指すべき今後の方向として、以下の3つの要素が重要であることが明らかになった。すなわち、

- (1) 仮想世界は、現実世界から遊離しておらず、ある程度の合一性を有している（「あちら」と「こちら」が分断されていない）
- (2) 他のプレイヤーと共同して仮想世界と関わる、あるいは現実世界での協働を行うといった要素を有している（「ひとり」に籠らない）
- (3) 仮想世界との関わりや現実世界での協働関係の構築の際に身体性のあるインタフェースもしくは活動がある（「存在」の実感）

このうち、(1) は現実世界との関わり、(2) は他のプレイヤーとの関わり、(3) は身体性のあるインタラクションによる両者の統合である。コアプロジェクトでは、今後のオンラインゲームの方向性を、「インターネットを経由して現実世界および他のプレイヤーとのインタラクション（関わり）が生成されるオンラインゲーム」としてとらえ、これへ向けてこれまでの研究成果を集約する。

最終年度として、本年では、MMORPG(多人数同時参加型オンラインゲーム)をベースとしつつ、これに適切なインタラクションを促すインタフェース（ハードウェア、ソフトウェア）を付加してゆく。コアプロジェクトとして上記に対応させた研究の成果を、以下のように集約する。

なお、昨年度の計画においては、「コアプロジェクト(1):インタフェース開発・評価」の担当を稲見、長谷川としたが、本年は、稲見にはコアプロジェクト3においてKUIの概念の体系化に集中させること、また、最終成果報告書の構成等を鑑み、柳田・杉本へと担当を変更することにした。

コアプロジェクト(1):インタフェース開発・評価(柳田・杉本)

現実世界との関わりからの観点から「現実世界からの遊離を生じにくいインタフェース」として、

1 教育的効果、情報科学技術の総合性・応用性など

2 いわゆる引き込み、オンラインゲーム世界での不法行為など

マルチモーダルインタフェース／デバイスの開発・評価・改良の研究を進めてきた。本年は本研究プロジェクトの最終成果として、これまでの取り組みを集約し、「空間型インタラクション技術」として体系化する。実世界とゲームによるバーチャルな世界がシームレスに統合されるための架け橋となる技術を確立する。

コアプロジェクト（2）：ビヘイビア形成支援（松原・藤田）

他のプレイヤーとの関わりの観点から「良好な社会的関係性を構築・維持できるビヘイビアの形成支援」を目標にログ解析とそれに基づく運用支援の研究を進めてきた。本年は研究プロジェクトの最終成果として、これまでに進めてきたAIを応用したオンラインゲームの各種のログに関する分析の研究を統合化、体系化し、ログ解析技術として具体化する。また、RMT (real money trade) などの問題を検出するだけでなく、挙動が不審なプレイヤーの早期発見や、ゲーム世界内全体としての環境の状況把握などに応用することでオンラインゲーム世界の社会性の確立を支援する技術への道筋を提案する。

コアプロジェクト（3）：インタラクション開発・評価（稲見・棟方）

身体性のあるインタラクションの観点から「現実世界、他者との連帯をもったインタラクション」を目標に愛着とその持続を促進するユーザーインターフェース (KUI) の研究を進めてきた。本年は、プロジェクトの最終成果として、これまで取り組んできた愛着の感じられる人工物の形姿、触感、振る舞いについてのユーザの直感的な印象の評価、解明されたメカニズムについてまとめる。

§ 3 研究実施体制

(1) 「公立ほこだて未来大学」グループ

① 研究参加者

氏名	所属	役職	研究参加期間
松原 仁	公立ほこだて未来大学	教授	H17.10～H23.3
小野 哲雄	北海道大学	教授	H17.10～H23.3
イアン フランク	公立ほこだて未来大学	准教授	H17.10～H23.3
藤田 篤	公立ほこだて未来大学	准教授	H21.7～H23.3
岸本 章宏	東京工業大学	助教	H17.10～H22.3
松山 克胤	公立ほこだて未来大学	助教	H17.10～H23.3
小松 孝徳	信州大学	助教	H18.4～H22.3
棟方 渚	北海道大学大学院 情報科学研究科	助教	H18.4～H23.3
常盤 拓司	公立ほこだて未来大学	CREST 研究員	H22.4～H23.3
円山 寛子	公立ほこだて未来大学	研究補佐	H21.4～H22.3
森川 幸人	有限会社むーむー	プログラマー	H17.10～H23.3
畑 雅之	公立ほこだて未来大学	D3	H18.4～H23.3
五木 宏	公立ほこだて未来大学	D3	H18.4～H23.3

② 研究項目

- ・ 安全なオンラインゲームを確立するための技術

(2) 「東京大学大学院情報学環」グループ

① 研究参加者

氏名	所属	役職	研究参加期間
馬場 章	東京大学大学院情報学環	教授	H17. 10～H23. 3
橋元 良明	東京大学大学院情報学環	教授	H17. 10～H23. 3
藤原 正仁	東京大学大学院情報学環	特任助教	H17. 10～H23. 3
吉田 正高	東京大学大学院情報学環	特任講師	H17. 10～H20. 3
七邊信重	東京大学大学院情報学環	特任研究員	H18. 1～H21. 3
坂元 章	お茶の水女子大学文教育学部	教授	H17. 10～H23. 3
魏 昌玄	ソウル中央大学校経営学部	教授	H17. 11～H23. 3
新 清士	国際ゲーム開発者協会日本支部	代表	H17. 10～H23. 3
内田 由理子	香川高等専門学校	准教授	H18. 10～H23. 3
五十嵐 美香	東京大学大学院学際情報学府	D3	H18. 10～H23. 3
須田 一哉	東京大学大学院学際情報学府	D2	H18. 10～H23. 3
富安 晋介	東京大学大学院学際情報学府	任天堂株式会社	H18. 10～H22. 3
鎌倉 哲史	東京大学大学院学際情報学府	D1	H18. 10～H22. 3
Enrique Gonzalez	東京大学大学院学際情報学府		H21. 4～H22. 3
黎 肇聡	東京大学大学院学際情報学府	M2	H20. 4～H23. 3
李 紹輝	東京大学大学院学際情報学府	M1	H21. 12～H23. 3

② 研究項目

- ・ グループ統括(馬場章)
- ・ 実証実験の実施(橋元良明, 内田由理子)
- ・ 実態調査(吉田正高, 新清士, Enrique Gonzalez)
- ・ 研究全般(藤原正仁、七邊信重)
- ・ 研究全般の補助(五十嵐美香, 須田一哉, 鎌倉哲史, 黎肇聡)
- ・ 実験・集計補助(富安晋介, 李紹輝)
- ・ モデル構築(坂元章)
- ・ 日韓比較(魏昌玄)

(3) 「筑波大学」グループ

① 研究参加者

氏名	所属	役職	研究参加期間
星野准一	筑波大学システム情報工学研究科	講師	H17. 10～H23. 3
原田信行	筑波大学システム情報工学研究科	准教授	H20. 4～H23. 3
森博志	筑波大学システム情報工学研究科	産学連携研究員	H20. 4～H23. 3
白鳥和人	筑波大学システム情報工学研究科	産学連携研究員	H17. 10～H23. 3
濱名克季	筑波大学工学システム学類	D1	H19. 4～H22. 3
皆木 貴生	筑波大学工学システム学類	M2	H21. 3～H22. 3
楊 迪寧	筑波大学工学システム学類	M2	H22. 4～H23. 3
于 沛超	筑波大学工学システム学類	M1	H21. 3～H23. 3
馮 陳誠	筑波大学工学システム学類	M1	H21. 3～H23. 3
森 崇志	筑波大学工学システム学類	M1	H21. 3～H23. 3
中津留 義樹	筑波大学工学システム学類	M1	H21. 3～H23. 3
平松良介	筑波大学工学システム学類	M 2	H19. 4～H22. 3
佐々木翼	筑波大学工学システム学類	M 2	H21. 3～H22. 3
白石 英知	筑波大学工学システム学類	M 1	H21. 3～H22. 3
金 佑錫	筑波大学システム情報工学研究科	D3	H21. 3～H22. 3
和田七洋	鹿児島大学	講師	H19. 4～H21. 3
河村仁	筑波大学システム情報工学研究科	M 2	H19. 4～H21. 3
中谷知博	筑波大学システム情報工学研究科	M 2	H19. 4～H21. 3
藤枝知行	筑波大学システム情報工学研究科	M 2	H19. 4～H21. 3
長谷将生	筑波大学システム情報工学研究科	M 2	H19. 4～H21. 3
原田真由美	筑波大学システム情報工学研究科	研究員	H17. 10～ H18. 10
中野敦	筑波大学システム情報工学研究科	特別研究員	H17. 10～H20. 3
益子宗	筑波大学システム情報工学研究科	特別研究員	H18. 1～H20. 3
野間田佑也	多摩美術大学	助手	H17. 10～H20. 3

② 研究項目

- ・ オンラインゲームの表現に関する研究

(4) 「名城大学」グループ

① 研究参加者

氏名	所属	役職	研究参加期間
柳田 康幸	名城大学工学部情報工学科	教授	H17. 10～H23. 3
芹澤隆史	名城大学大学院理工学研究科	D2	H19. 4～H22. 9
安藤友二	名城大学大学院理工学研究科	M2	H20. 4～H22. 3
大島工	名城大学大学院理工学研究科	M2	H20. 4～H22. 3
船戸宏徳	名城大学大学院理工学研究科	M2	H20. 4～H22. 3
増田雄一	名城大学大学院理工学研究科	M2	H20. 4～H22. 3
佐合亮太	名城大学大学院理工学研究科	M2	H21. 4～H22. 9
中村聡志	名城大学大学院理工学研究科	M2	H21. 4～H22. 9
村井康治	名城大学大学院理工学研究科	M2	H21. 4～H22. 9
三浦達哉	名城大学大学院理工学研究科	M1	H22. 4～H23. 3
瀬古雅洋	名城大学大学院理工学研究科	M1	H22. 4～H23. 3
多治見充弘	名城大学大学院理工学研究科	M1	H22. 4～H23. 3
北野啓一	名城大学大学院理工学研究科	M2(離脱時)	H18. 4～H20. 3
久野慎平	名城大学大学院理工学研究科	M2(離脱時)	H18. 4～H20. 3
齊藤綾亮	名城大学大学院理工学研究科	M2(離脱時)	H18. 4～H20. 3

② 研究項目

- ・ マルチモーダルディスプレイ技術の研究

(5) 「東京大学大学院工学系」グループ

① 研究参加者

氏名	所属	役職	研究参加期間
杉本 雅則	東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻	准教授	H17.10～ H23.3
常盤 拓司	東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻	産学官 連携研 究員	H18.12～ H22.3
Dao Vinh Ninh	東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻	D1	H18.4～H23.3
Siriborvornr atanakul Thitirat	東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻	D1	H19.4～H23.3
米 海鵬	東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻	D1	H20.4～H23.3
伊藤 俊夫	東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻	M2	H20.4～H22.3
Nguyen Ngoc Tuan	東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻	M2	H20.4～H22.3
寺田 篤司	東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻	M2	H21.4～H22.3
佐藤 智彦	東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻	M1	H21.4～ H23.10
藤田 智樹	東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻	M1	H21.4～ H23.10
Laokulrat Natsuda	東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻	M1	H21.4～ H23.10
稲見 昌彦	電気通信大学電気通信学部知能情報工学科	教授	H18.10～ H19.3
竹内 雄一郎	東京大学大学院新領域創成科学研究科基盤 情報学専攻	D3	H17.10～ H20.3
細井 一弘	東京大学大学院新領域創成科学研究科基盤 情報学専攻	D3	H17.10～ H20.3
金子 歩	東京大学大学院新領域創成科学研究科基盤 情報学専攻	M2	H18.4～H19.3
中村 竜二	東京大学大学院新領域創成科学研究科基盤 情報学専攻	M2	H18.4～H19.3
屋比久 保史	東京大学大学院新領域創成科学研究科基盤 情報学専攻	M2	H18.4～H19.3
五十嵐 剛	東京大学大学院新領域創成科学研究科基盤 情報学専攻	M2	H19.4～H20.3
小浜 武史	東京大学大学院新領域創成科学研究科基盤 情報学専攻	M2	H19.4～H20.3
三浦宗介	東京大学大学院新領域創成科学研究科基盤 情報学専攻	D3	H18.10～ H21.3
Tulathimutte Kan	東京大学大学院工学系研究科電子工学専攻	M2	H19.4～H20.9
伊藤 俊廷	東京大学大学院新領域創成科学研究科基盤 情報学専攻	M2	H20.4～H21.3

佐藤 哲也	東京大学大学院新領域創成科学研究科基盤情報学専攻	M2	H20.4～H21.3
森 晶洋	東京大学大学院新領域創成科学研究科基盤情報学専攻	M2	H20.4～H21.3

② 研究項目

- ・ 空間的インタラクション技術の研究

(6) 「慶應義塾大学」グループ

① 研究参加者

氏名	所属	役職	研究参加期間
稲見 昌彦	慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科	教授	H19.4～H23.3
杉本 麻樹	慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究所	特別研究講師	H19.4～H23.3
小泉 直也	慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科	D1	H21.10～H22.3
古川 正紘	電気通信大学大学院知能機械工学専攻	D3	H19.4～H21.3
逆井 寛	慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科	M2	H20.10～H22.3
宮内 隆行	慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科	M1	H21.10～H22.3
根本 貴弘	慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科	M1	H20.10～H22.3
姚 孟欣	慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科	M1	H20.10～H22.3
佐藤 裕子	慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科	研究補助員	H21.4～H22.3

② 研究項目

- ・ Kawaii ユーザインタフェースの研究

(7) 「電気通信大学」グループ

① 研究参加者

氏名	所属	役職	研究参加期間
長谷川晶一	電気通信大学 知能機械工学科	准教授	H20.4～H23.9
高瀬 裕	電気通信大学大学院知能機械工学専攻	D1	H21.4～H22.3
時崎 崇	電気通信大学大学院知能機械工学専攻	M2	H20.4～H22.3
須佐 育弥	電気通信大学大学院知能機械工学専攻	M2	H20.4～H22.3
花岡 優介	電気通信大学大学院知能機械工学専攻	M1	H20.4～H23.3

② 研究項目

- ・ シミュレーションに基づいた動作・行動生成の研究

§ 4 研究実施内容及び成果

4. 1 安全なオンラインゲームを確立するための技術（松原（公立はこだて未来大）グループ）

（1）研究実施内容及び成果

我々本プロジェクトでは、オンラインゲームの良い面を助長すること、および、悪い面を減らすことを目指している。松原グループでは、MMORPG (Massively Multiplayer Online Role-Playing Game: 多人数同時参加型オンラインロールプレイングゲーム) における課題への対処の方法について研究を実施した。MMORPG は、国内で最もユーザ数が多いオンラインゲームのなかであり、それだけに課題の影響範囲が広いといえる。MMORPG における主たる課題としては、RMT、ハラスメント、および、オンラインゲームへの依存症が挙げられる。3つの課題のなかで第一に対処すべき課題は RMT であることが、MMORPG 運営者に対するインタビューを通じて明らかになっている。

RMT とは、仮想世界内の通貨やアイテム、キャラクターの交換を、現実世界内の貨幣により決済する行為である。現在、国内で運営されている MMORPG においては、多くの運営者が RMT を禁止している。その理由は、RMT が MMORPG のプレイおよび運営に対して次の 3 種類の問題をもたらすと考えられるためである。すなわち、ゲーム内の経済の不均衡を招く、ゲームバランスを崩す、プレイヤーのモチベーション低下を招く、である。

ゲーム内の経済の不均衡とは、RMT 実施者によるゲーム内の通貨やアイテム、キャラクターの大量生産や収奪行為により、現実経済と同様に、ゲーム内経済にインフレーションが起き、アイテムの価格が高騰して、一般プレイヤーがアイテムを容易には購入できなくなる状態である。

また、ゲームバランスの崩壊とは、RMT により、ゲームの設計やレベルデザインの時点では想定されていないほどのゲーム内通貨やアイテムを保有したプレイヤーが存在したり、RMT での販売を目的として、不正行為や一般プレイヤーの迷惑になる行為が誘発されたりする状態である。不正行為としては、「チート」と呼ばれる、プレイヤー側からの不正なデータ送信によるサーバ側データの改竄行為が挙げられる。迷惑行為としては、「ボット」と呼ばれるソフトウェアを使ってのゲーム内通貨やアイテムの収集が挙げられる。また、運営者によって対応は異なるが、ゲーム内通貨・アイテムを強奪する、また、もしくは、「狩場」と呼ばれるゲーム内通貨収奪の場の確保のために、他の一般プレイヤーを攻撃する「プレイヤーキラー (PK)」も迷惑行為のひとつとして挙げられる。

これら、ゲーム内経済とゲームバランスの崩壊により、一般プレイヤーのプレイが阻害される。これにより、一般プレイヤーのゲームプレイへのモチベーションが低下してしまう。また、RMT という規則違反の行為を行っているプレイヤーのほうが有利な状況は、一般プレイヤーに不公平感を与え、モチベーション低下の一因となる。プレイヤーのモチベーションが低下することにより、プレイヤーのゲームプレイの頻度が低下し、最終的にはその MMORPG をプレイヤーがプレイをしなくなる場合もある。これは、MMORPG のプレイヤーにとっても、運営者にとっても大きな問題である。すなわち、プレイヤーにとっては時間と労力をかけて育成してきたゲーム内のキャラクターを放棄することであり、運営者にとっては顧客としてのプレイヤーを失い、経済的な打撃を被ることになるからである。

以上のように、RMT は一般のプレイヤーのプレイを阻害し、さらには MMORPG の運営を阻害するものである。このため、上述の理由から、多くの MMORPG 運営者は、RMT 実施者を発見し、ゲームに参加する権利を抹消するなどの対処を行う必要がある。

MMORPG の世界を健全に保ち、運営を維持し拡大するために、MMORPG 運営者は RMT 実施者を発見し、対処する必要があるが、しかし、RMT 実施者の発見は容易ではなく、MMORPG 運営者は RMT 実施者の発見のために多大な労力と時間を費やさざるを得ない状況にある。

そこで、本研究では、RMT 実施者の発見を支援することによりを通して、MMORPG における RMT の問題の軽減を図ることとした。具体的な支援の内容方法としては、MMORPG 運営者が RMT 実施者を特定し対処するために、作成する RMT 被疑者リストの生成の効率化としたのである。被疑者リストの生成の効率化には、ゲームログデータから RMT 実施者の特徴を抽出発見し、これを活

用することとした。以下に、RMTの実態と特徴の抽出手法、および、その効果についてのテスト実験結果を述べる。

ログデータの解析による RMT 被疑者の発見支援 分析対象

RMT 実施者の特徴的行動傾向を抽出するにあたり、本研究ではコーエーテクモホールディングス株式会社の MMORPG である『大航海時代 Online』のログデータを利用した。『大航海時代 Online』は、15 世紀から 17 世紀の大航海時代を舞台としたゲームである(図 4.1.1, 図 4.1.2)。プレイヤーは冒険家や商人、軍人、海賊などの職業を持ったキャラクターとして、ゲーム内での交易や探検、戦闘などを行い、ゲーム内通貨やアイテム、スキルを獲得する。現在、同ゲームは日本を含む複数の国でサービスが提供されており、38 万人以上のプレイヤーが登録している。

RMT 実施者情報については、同社が 2009 年 8 月 30 日から 2009 年 9 月 13 日までの期間のログデータをもとに実施した RMT 実施者の特定およびアカウント取消措置作業一回分のデータの提供を受けた。このデータは、RMT 実施者と認定され、対処された 29 キャラクターとそれぞれの RMT における役割が記録されている。役割の内訳は、販売キャラクター：10、集金キャラクター：4、金策キャラクター：15 であった。

ログ情報としては、プレイヤーの活動履歴を記録した行動ログデータおよび、プレイヤーのチャットを記録したチャットログデータの提供を受け、これを利用した。ログデータについては、2009 年度 1 年分の提供を受けたが、上記の RMT 実施者の特定および対処作業の期間のログデータを対象として解析をおこなった。



図 4.1.1 『大航海時代 Online』パッケージ画像
(C) 2005-2010 TECMO KOEI GAMES CO., LTD. All rights reserved.



図 4.1.2 『大航海時代 Online』 サンプル画面
(C) 2005-2010 TECMO KOEI GAMES CO., LTD. All rights reserved.

統計量の算出

提供されたログデータをもとに、RMT 実施者と一般のプレイヤーを区別するための統計量を算出した。多くのオンラインゲームのログは、時間軸をもとに格納されており、『大航海時代 Online』のログデータも時間軸をもとに格納されている。しかし、時間軸をもとに格納されたデータでは、本研究の目的であるキャラクタの行動傾向の抽出には適さない。そこで、キャラクタごとに、特定の期間全体に対する 4 種類の統計量を算出した。処理されたログデータは、約 3.3 億行の行動ログ、約 885 万行のチャットログであり、16054 キャラクタについてのデータが抽出された。ちなみに、このキャラクタ数は『大航海時代 Online』の中から、限られた期間、限られたワールドの条件の下に抽出したものであり、『大航海時代 Online』の規模を表すものではない。以下、算出した各統計量について述べる。

総行動ログ量 (TAC)

対象期間内において、プレイヤーがなんらかのアクションをとると、ログデータファイルには、一行のアクションログが記録される。この行数を集計したもので、プレイヤーのゲーム内での総活量の指標として利用する。

活動時間 (AT)

対象期間内において、プレイヤーがゲーム内において活動したと考えられる時間の合計。少なくともなんらかの活動ログが記録された時間を分単位で集計したもの。例えば、あるプレイヤーが 1 分間に 1 アクションを行った場合も、1 分間に 2 アクション以上を行った場合も、そのプレイヤーの活動時間は 1 分として集計される。活動時間の計測方法としては、ゲームサーバへのログイン、ログアウトの時間から計算する方法もあるが、本研究では、以下の理由からこれを採用しなかった。すなわち、プレイヤーが端末の前に不在で実際にはゲームを行っていない時間も加算されてしまうこと、および、ログイン、ログアウトのシークエンスに不整合がある場合の計測が不完全になることである。

総チャットログ量 (TCC)

対象期間内において、プレイヤーが発話した回数の合計。発話の区切りは、総行動ログ量と同じく、チャットログデータファイル上での 1 行を単位とした。

総通貨操作量 (TCH)

対象期間内において、プレイヤーが他のプレイヤーやゲームシステムとやり取りしたゲーム内通貨の

総量。ログデータ上は、プレイヤーのゲーム内通貨の所持量の増減として記録されており、これを合計したもの。

RMT 実施者の行動傾向の発見

16,054 キャラクタのうち、RMT 実施者を含む総通貨取扱量の上位 1,000 キャラクタについての比較の結果を以下に示す。RMT 実施者 29 名は全員、この上位 1,000 キャラクタに含まれることから、絞り込み要素として、これを利用することとした。

表 4.1.1 は、総行動ログ量、活動時間、総チャットログ量、総通貨操作量の平均値についての比較である。は以下の 4 点の特徴を表から読み取ることができる。

- ・総通貨操作量に関しては、RMT 実施者は一般プレイヤーのおよそ 3 倍以上の額を操作している (TCH)
- ・販売キャラクタと集金キャラクタは、金策キャラクタや一般プレイヤーよりも行動量が少ない (TAC, AT)
- ・集金キャラクタは多くの時間をゲームに費やし、行動量も多い (TAC, AT)
- ・RMT 実施者はほとんどチャットを行わない (TCC)

表 4.1.1 各統計量の平均値

	n	TCH	TAC	AT	TCC
販売キャラクタ	10	12,209.2	254.4	55.8	1.3
集金キャラクタ	4	23,247.0	745.5	138.3	46.8
金策キャラクタ	15	13,438.7	106,137.8	16,772.5	11.0
一般プレイヤー	971	3437.5	74,431.1	3,862.8	923.8

次に、散布図を描くことにより、統計量の分布状態を観察した。

図 4.1.3 は、総通貨操作量と総行動ログ量に関する散布図である。縦軸が総通貨操作量、横軸が総行動ログ量である。販売キャラクタと集金キャラクタのグループに関しては、一般プレイヤーに比べて、総通貨操作量に対する総行動ログ量の比率が小さいことが図から読み取れる。金策キャラクタに関しては、販売キャラクタと集金キャラクタのグループよりは総行動ログ量が多いものの、一般プレイヤーと比べると、総行動ログ量に対して総通貨操作量が大きいことが読み取れる。

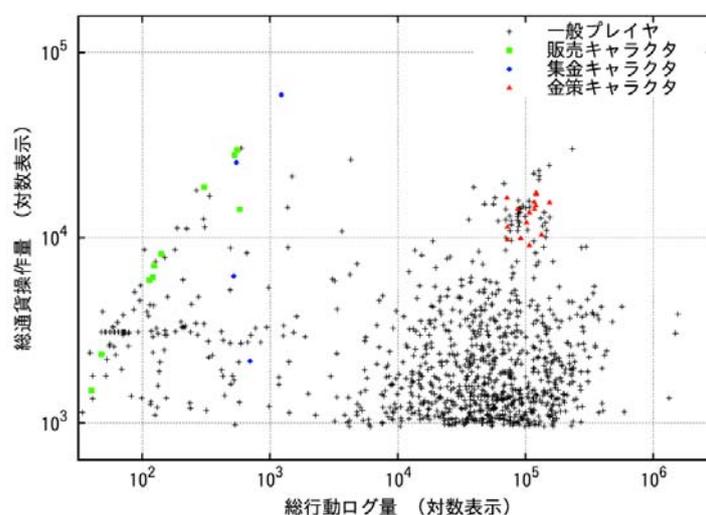


図 4.1.3 総通貨操作量と総行動ログ量

図 4.1.4 は、総通貨操作量と活動時間に関する散布図である。縦軸が総通貨操作量、横軸が活動時間量である。ここでも、販売キャラクタと集金キャラクタのグループに関しては、一般プレ

イヤに比べて、総通貨操作量に対する活動時間の比率が小さいことが読み取れる。さらに、金策キャラクタに関しては、長時間にわたって通貨獲得活動を行ない、大量のゲーム内通貨を操作している実態が読み取れる。

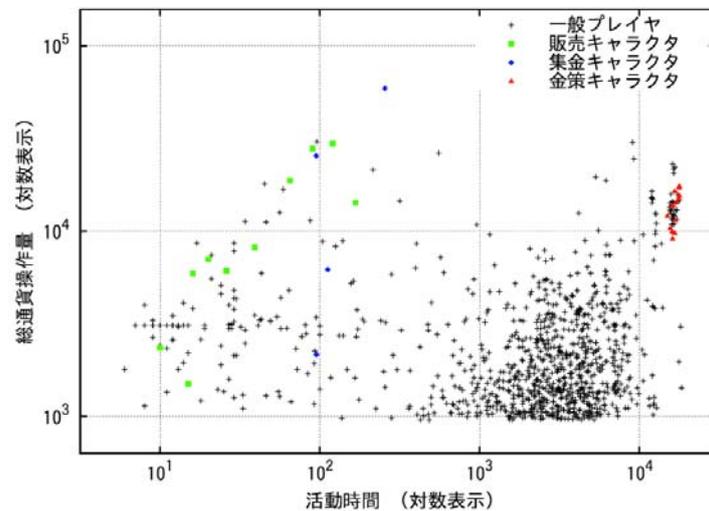


図 4. 1. 4 総通貨操作量と活動時間

図 4. 1. 5 は、総通貨操作量と総チャットログ量に関する散布図である。縦軸が総通貨操作量、横軸が総チャットログ量である。ここで明らかなことは、RMT 実施者はほとんど、チャットを行わないという事実である。

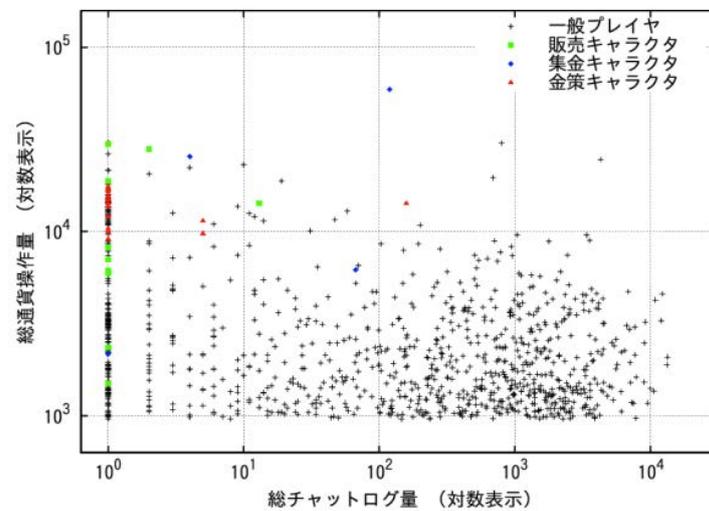


図 4. 1. 5 総通貨操作量と総チャットログ量

図 4. 1. 6 は、活動時間と総行動ログ量に関する散布図である。縦軸が活動時間、横軸が総行動ログ量である。金策キャラクタは一般キャラクタに比べて、より長い時間をかけてゲーム内通貨を獲得していることが読み取れる。

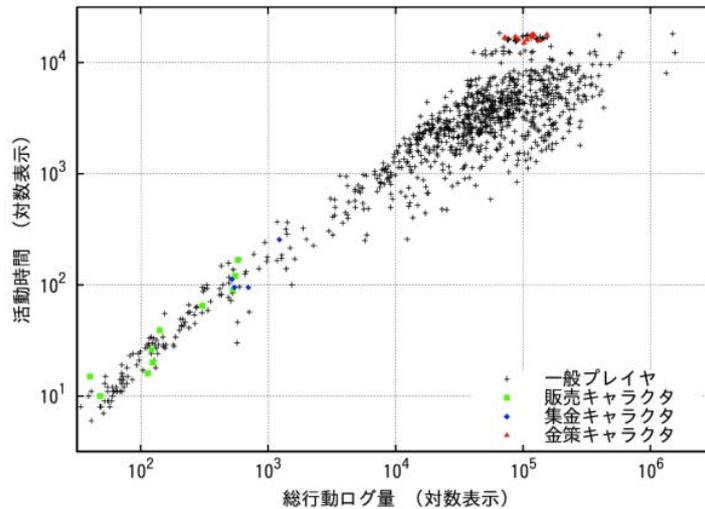


図 4.1.6 活動時間と総行動ログ量

これらの特徴をまとめると、RMT 実施者の行動傾向は、より少ない労力、より短い時間で最大の利得を得ようとする行動原理の現れと言える。つまり、不必要な行動やチャットは極力行わず、その一方で大量のゲーム内通貨を操作しているのが、RMT 実施者の平均像である。ただし、金策キャラクタについては、大量のゲーム内通貨を獲得するために、長時間の活動を余儀なくされており、これがボットやチート、PK などをを行う動因となっていると考えられる。

各統計量に基づくキャラクタのランキング・テスト

発見された RMT 実施者の特徴を表す統計量が、RMT 被疑者の絞り込みに有効であることを確認するためのテストを実施した。

テストは、各 RMT キャラクタに特徴的な統計量を指標としてキャラクタのデータをランキングし、発見されている各 RMT キャラクタを全て含むようなランキングの上位 N 位を各指標による RMT 検出結果とする方法で行った。テストの対象データは、RMT 実施者を含む上位 1000 キャラクタのデータとした。これは、RMT 実施者の特徴を表す統計量の発見に使用されたデータと同一であり、当テストはクロズドテストであった。

ランキングには 7 つの指標を使った。すなわち、総通貨操作量 (TCH)、総行動ログ量 (TAC)、活動時間 (AT)、総チャットログ量 (TCC)、総行動ログ量あたり総通貨操作量 (TCH/TAC)、総チャットログ量あたり総通貨操作量 (TCH/TCC)、および、活動時間あたり総通貨操作量 (TCH/AT) である。

各指標によるランキングによる N の値を表 4 に示す。この表から、各 RMT キャラクタの発見を支援する際に有効な統計量の指標は以下の通りであることが明らかになった。

- ・販売キャラクタについては、TCH/TAC を指標とすることにより N が最も小さくなる
- ・集金キャラクタについては、TCH/AT を指標とすることにより N が最も小さくなる
- ・金策キャラクタについては、TCH を指標とすることにより N が最も小さくなる

なお、今回の調査は 15 日間分のログデータを対象として行ったが、この期間設定の妥当性については今後議論が必要である。

表 4.1.2 ランキングに使用した指標と N の値

指標	販売キャラクタ	集金キャラクタ	金策キャラクタ
TCH	639	452	80
TAC	998	889	360
TCC	1000	1000	1000
AT	990	891	48
TCH/TAC	72	133	419

TCH/TCC	226	347	349
TCH/AT	81	123	643

(2) 研究成果の今後期待される効果

本研究では、ログデータの解析により、問題行動をとっている可能性の高いプレイヤーを発見する手法に関する知見が得られた。この知見を適用することにより、健全かつ安全で快適なゲーム世界の実現が期待できる。

今後、RMT 実施者の事後的発見の精度の向上もさることながら、RMT を行う可能性のあるキャラクターを事前に推定する技術へ発展させることにより、RMT に対する予防的対処ができるようになることが期待される。

さらに、MMORPG をはじめとするオンラインゲームに限定することなく、様々な仮想社会での問題行動への対策を考案するにあたり、ログデータから問題行動をとるキャラクターの特徴を抽出し、これを活用する手法としての展開が期待できる。

4. 2 オンラインゲームの教育目的利用の研究（東京大学 馬場グループ）

（1）研究実施内容及び成果

馬場グループでは、オンラインゲームの社会利用研究の一環として、オンラインゲームの教育目的での利用という課題に取り組んだ。本グループの研究目標は次の3つとした。すなわち、1. オンラインゲームの教育効果を科学的・客観的に解明すること、2. 解明された結果を、オンラインゲームを用いた授業カリキュラムの評価基準の確立に結びつけること、3. 解明された結果を、オンラインゲームの教育効果についての評価基準の確立に結びつけること、である。

この目的の達成に向けて、MMORPG（大規模多人数同時参加型オンラインロールプレイングゲーム）を利用して、教育利用の効果の検証と評価方法の検討を行い、さらに、これらの研究成果の普及活動を行った。

本研究はすべて、オンラインゲームの教育効果は以下の四段階を経て達成される、との仮説に基づいている。

1. 学習者の学習に対するモチベーションが形成される
2. 学習者が各分野における新知識を獲得する
3. 学習者の世界観・歴史観が形成される
4. 学習者の協調性やコミュニケーション能力の獲得など社会集団の一員としての自覚と社会的スキルが涵養される

実証実験の概要

前項の仮説を検証するために、香川高等専門学校（香川県三豊市）、および東京都品川区立立会小学校（品川区東大井）を対象として、4年間にわたってさまざまな実証実験を行った。（香川高等専門学校は、平成21年に詫間電波工業高等専門学校と高松工業高等専門学校が統合された学校である）

主な実証実験内容は次の通りである。

- (1) オンラインゲーム体験を用いた歴史授業教育
- (2) 情報モラル教育
- (3) 漢字教育ゲームソフトの開発と教育効果の測定

また、実証実験により得られた知見の評価指標への反映についての検討もあわせて行った。

(1) オンラインゲーム体験を用いた歴史授業教育

香川高等専門学校において、1, 2年生を対象として、株式会社コーエーテクモゲームスの市販の歴史MMORPG『大航海時代 Online』を用いた授業を、新たな歴史教育の手法として提案し、4回にわたって実施した。教育効果の測定には質問紙法を使用した。

第1回実験、第2回実験（平成18年度実施）の分析結果から、単に生徒にオンラインゲームを自由に遊ばせるよりも、教師が指導してカリキュラムと関連する課題を行わせる方が、長期的なモチベーション形成や歴史知識の増大・定着という目的には有効であることが示唆された。

そこで、第3回実験では、授業の中でオンラインゲームと組み合わせる課題について検討し、オンラインゲームと壁新聞作成・発表という課題を組み合わせた授業と別に、オンラインゲームとプレゼンテーションツール（PowerPoint や Open Office）を用いたスライド作成・発表を組み合わせた授業を新たに加えた。また、質問紙に加えて、成果物（壁新聞、スライド）やプレゼンの評価も行い、両者の総合による教育効果の評価法の開発を目指した。実験群は、1年生2クラス、2年生2クラスである。

1. 2週間目（200分）とも、通常の歴史授業（統制群）
2. 1週間目（100分）、生徒4名のグループでMMORPGを利用した課題、
2週間目（100分）、前週のテーマに関する壁新聞を作成・発表（実験群壁新聞群）
3. 1週間目（100分）、生徒4名のグループでMMORPGを利用した課題、
2週間目（100分）前週のテーマに関するスライドを作成・発表（実験群スライド群）

3の実験群スライド群については、生徒たちはグループで表紙・感想をまとめるとともに、一人一枚、課題に関するスライドを作成した。

集計の結果、(1)歴史関心度、大航海時代関心度、学校生活満足度、社会的スキルが、統制群よりスライド群で統計的に有意に上昇した。(2)歴史関心度、学校生活満足度、その他歴史関心度が、壁新聞群よりスライド群で有意に上昇した。しかし、第3回実験では、短縮授業などの影響で壁新聞やスライドの発表が予定時間内に終わらず、実験操作が適切でなかった可能性が存在した。



図 4.2.1 授業の様子（高等専門学校）



図 4.2.2 スライド群の発表（高等専門学校）

平成 19 年度には、平成 19 年 7 月と平成 20 年 1 月に第 4 回の実証実験を行い、①、②、④の仮説を中心に検証を行った。詫間電波高専の日本史・世界史の授業において、2 週間（1 クラス通算 100 分間）にわたり、『大航海時代 Online』を用いた授業を受けてもらい、プレイの前後に、「社会的スキル」「歴史関心度」「学校満足度」などの尺度を含む質問紙調査を実施した（統制群を含む 1, 2 年生 307 名の生徒が対象）。ちなみに、『大航海時代 Online』は、歴史学習に役立つという定評が生徒たちにあり、ゲームレベルも高校生相当と考えられることから、継続して実験に使用した。実験計画法としては、事前事後テスト・統制群法を用い、群ごとに授業方法を変えて、どの群でもっとも高い教育効果が得られるかを分散分析の手法を用いて検証した。ちなみに、平成 20 年 1 月に行った第 4 回実験では、第 3 回実験と基本的に同じ実験デザインを取り、同様の結果を得られるか確かめる実験を行った。ただし、第 3 回実験の反省を踏まえ、①壁新聞やスライドの作成は、1 週目の授業後、放課後に生徒に行わせる、②授業担当教員にあらかじめ中間成果物を見せ、適切なコメントを用意してもらい、③2 週目のグループ発表と教員からのコメントの時間を十分に取る、という対策をとって実験を改善した。

第 4 回実験においては、次の結果が得られた。

- ・ スライド群において教科書群と比較し、歴史関心度が向上した
- ・ 第 4 回実験ではスライド群と壁新聞群の間には統計的な差は見られなかった
- ・ 第 3 回実験で見られた、スライド群における社会的スキル・学校生活満足度の向上は第 4 回実験では確認されなかった

また、実験全体を通じて次の知見が得られた。

- ・ グループ課題を課し成果を発表させることが、長期的なモチベーション形成や歴史知識の増大・定着という目的には有効である
- ・ ゲームを一人で自由に遊ばせる授業デザインと比較して、グループ課題を課し成果を発表させることでゲーム内体験をクラス全体で共有してゆく授業デザインの方が微弱ながらも支持されている
- ・ オンラインゲームを用いた教育効果は、学習環境デザインに大きく影響を受けるものである

(2) 情報モラル教育

小学校 6 年生を対象に新たな情報モラル教育の手法として、オンラインゲーム（ゲームタイトル“Tales Weaver” 株式会社ネクソン社）体験を用いた情報モラル教育を提案し、その教育効果を質問紙法やインタビューによって測定した。



図 4.2.3 授業の様子（小学校）

(3) 漢字教育ゲームソフトの開発と教育効果の測定

第三に、小学校 2 年生を対象とする「漢字教育ゲームを開発し、小学生にプレイしてもらって、質問紙法やインタビューなどにより、教育効果を実証した。

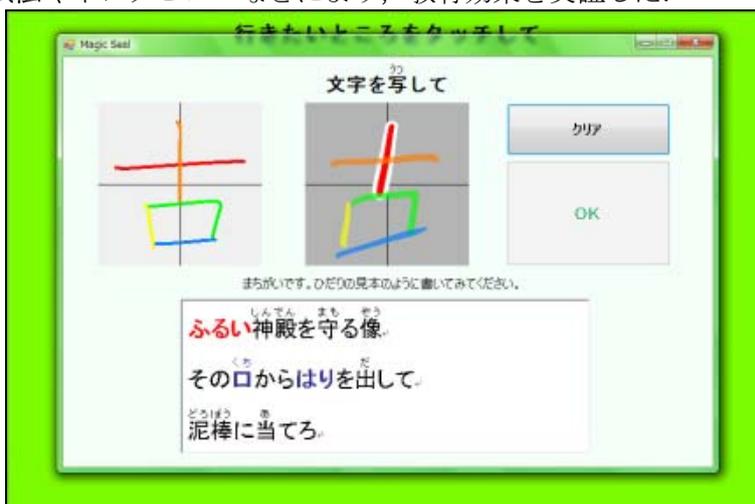


図 4.2.4 漢字教育ゲーム

実証実験実施上の課題

また、実証実験を行う際に、次の課題が明らかにされた。第一に、実験対象校の設備についての調査とメンテナンス、第二に、質問紙調査実施時の生徒の感情への配慮が必要であること、そして第三に、実験対象校の教員や PTA など、被験者のステークホルダーからの理解を得ることが科学的な実証研究を行う上で非常に重要である。

本研究では、質問紙法やインタビュー調査を中心に実施したが、多面的に教育効果を検討していくためには、録画ビデオや IC レコーダーの内容分析、生徒たちの成果物の客観的評価、パネル調査などの実施が求められる。

研究成果の普及活動

さらに、研究成果の普及として、「オンラインゲームの教育利用～なぜオンラインゲームは教育に役立つのか？」日韓国際シンポジウム」をはじめとして、国内外において研究成

果の発表を行った。



図 4.2.5 日韓国際シンポジウム（東京大学）



図 4.2.6 e-Learning Asia Conference（韓国）

（2）研究成果の今後期待される効果

本研究によって、オンラインゲームを学校教育に導入する際の基本的な知見が獲得された。この知見は、市販のオンラインゲームを教育手法の開発、および学校教育に対する親和性とゲームとしての完成度を担保した新たなオンラインゲーム開発に対しての応用が期待される。

4. 3 オンラインゲームの表現の研究（星野（筑波大学）・長谷川（電通大）グループ）

オンラインゲームにおいて、ゲームキャラクタの役割は重要である。プレイヤーが操作するキャラクタは、ゲーム内におけるプレイヤー自らの分身（アバタ）として存在し、感情移入の対象である。また、ゲームソフトウェアにより制御されるNPC（Non Player Character）は、そのゲームの世界観を体現し、プレイヤーの没入感を左右する。近年の端末機器の高度化とネットワークの高速化により、オンラインゲームにおける表現の可能性は飛躍的に高まった。それにともない、キャラクタの生成や制御、さらには感情をも含む表現の高度化が必要とされている。

そこで、当グループでは、ゲームキャラクタの構築技術、およびインタラクションの高度化の実現を目指して研究を実施した。具体的には、ゲームキャラクタ構築技術としては、エピソード行動制御技術、心理状態を表現するジェスチャ生成、協調視線モデル、事例に基づく行動学習の研究を実施した。また、多様なインタフェース・インタラクションに対応したキャラクタ動作の生成の技術として、剛体と多次元キーフレームの連動による反応動作生成、および、身体と感覚運動系のシミュレーションによる反応動作生成について研究を実施した。さらに、派生的な研究として、ウェルネスエンタテインメントの実現を目指して、ボクササイズにゲーム要素を付加したフィットネス支援ゲームによる健康運動支援、および、ゲーム技術を利用したコミュニケーション重視の第2言語学習システムによる学習支援の研究も実施した。

4. 3. 1 星野(筑波大学)グループ

(1) 研究実施内容及び成果

ゲームキャラクタ構築技術

エピソード行動制御技術

ゲームキャラクタの行動には、プレイヤーからの働きかけによる即時的な反応や、イベントやストーリーを表現するための一連の行動群、街での日常生活場面などの繰り返しの行動など様々なものがある。これらの様々な階層の行動をダイナミックに連結していくことで、多様な振る舞いを生成することができる。

本手法では、エピソードツリーと名付けた複数のイベントの流れを AND/OR の条件によって表したツリー構造の制御モデルを用いる。ツリーの種類にはストーリー、リアクション、スケジュールの3つがある。ツリーの末端にはイベントを配置し、3種類のツリーのイベントを個々のキャラクタが選択していくことで、大局的なストーリーが生成される。ストーリーツリーはストーリー性を持ったツリーで多くのキャラクタが関与したメインストーリーを生成する。リアクションツリーは、挨拶や蝶を追いかけるなどのリアクションを生成する。スケジュールのツリーは特殊な出来事が無い場合の日常生活行動を生成することができる。

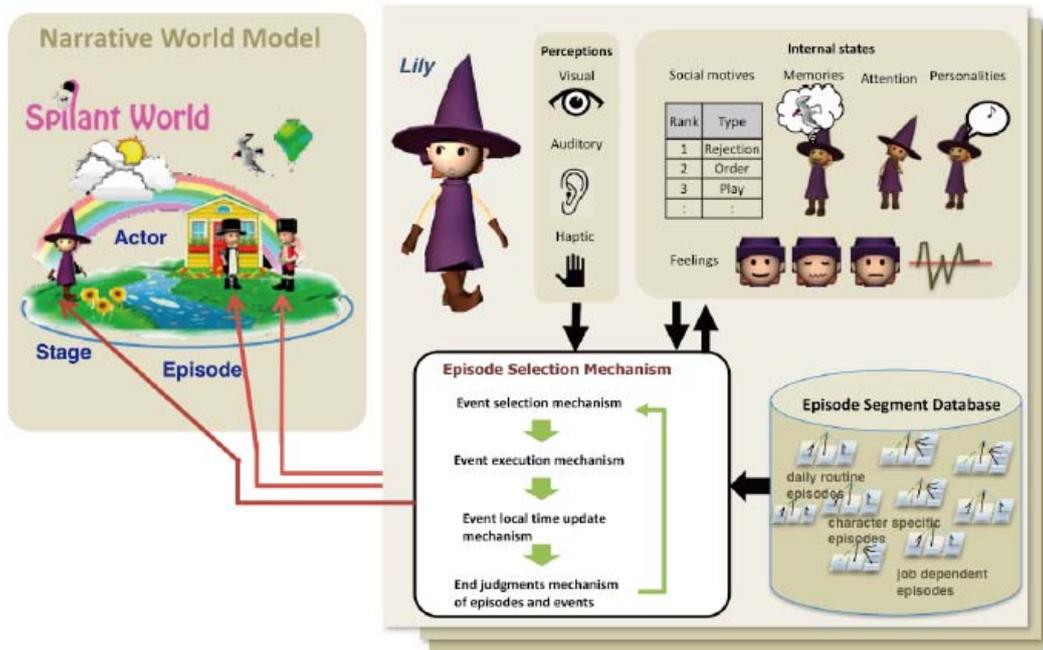


図 4.3.1.1 エピソード行動制御技術の概念図

心理状態を表現するジェスチャ生成

最近のゲームにおいては、ゲームキャラクタには発話とともにその感情などを表現した動作を行うものも多いが、プレイヤーの発話やイベントなどに対して決められている動作をするだけのものが多く、心理状態を人間らしく表現していなかったり、伝わりにくかったりするという問題がある。また発話動作間の聴取状態、待機状態のいわゆる待ちポーズは、直立姿勢で固定、あるいは時間経過等に連動して決められた動作をするものが多い。

本手法では、ゲームキャラクタの対人感情などの心理状態やキャラクタごとの人格などをより上手くプレイヤーに伝えるための手法として、“姿勢”、“しぐさ”を用いた会話動作を生成する。まず、数十パターンの姿勢を用意し、それらに、見た目から受ける印象、たとえば「興味を持っているか/退屈か」、「リラックスしているか/緊張しているか」、「上品/下品」などの評価値を設定し、キャラクタの心理状態や人格に対応させて割り振る。また、中、長期的な身体位置の変化である“姿勢”に対し、短期的な“しぐさ”も評価値や“姿勢”との関連によって割り振り、“姿勢”の上に“しぐさ”を合成する。これによってゲームキャラクタの心理状態などを会話動作に自然に反映させることができるとともに、プレイヤーにより上手くゲームキャラクタの心理状態などを伝え、ゲーム環境への没入感を高めることが期待できる。



図 4.3.1.2 心理状態を表現するジェスチャ生成

協調視線モデル

ゲームキャラクターの視線移動のアニメーション作成は、発話内容や会話状態など多くの要素を考慮する必要があるため、多くの時間や手間がかかるといった問題がある。この手法では、視線の動きにおける眼球と頭部の協調動作に注目し、視線方向によって眼球と頭部の回転の割合を動的に変更する「動的負担比」、頭部動作に連動した眼球の回転である「前庭動眼反射」を考え、頭部と眼球の複合的な動作を生成する。またゲームキャラクターの頭部・眼球動作を生成する 2 つのモジュールが同一の会話状態を共有することによって、会話状態に連動した動作を生成する。会話の状態や周囲の環境の変化に応じて注視位置を動的に変化させるために注視候補マップを用いた注視点の選択を行い、注視点の重要度によりキャラクターの頭部と眼球の協調関係を動的に変更する。

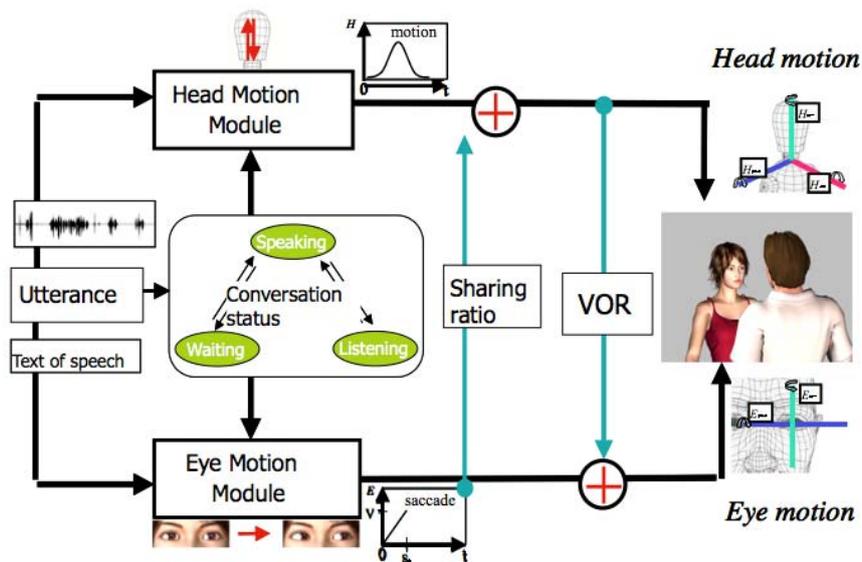


図 4.3.1.3 協調視線モデルの構成

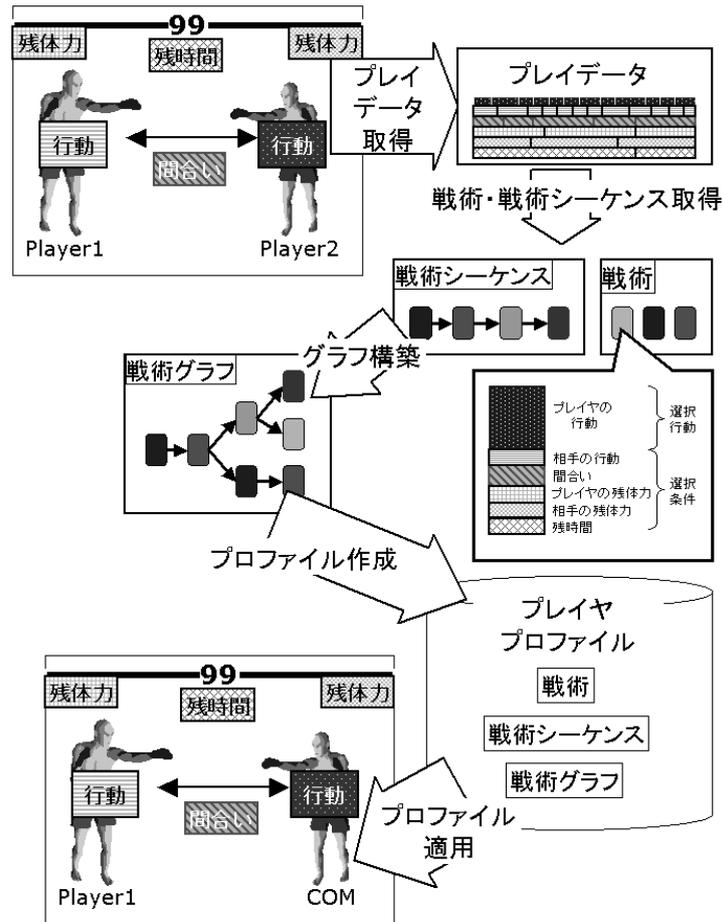


図 4. 3. 1. 4 ゲームキャラクターの行動学習

事例に基づく行動学習

格闘ゲームのような対戦型のアクションゲームにはコンピュータと対戦する対コンピュータ戦と人間同士で対戦する対人戦がある。対人戦の場合、対戦相手によって行動パターンが異なるのに対して、対コンピュータ戦では、コンピュータの行動パターンは有限状態マシンやスクリプトによってあらかじめ書き込まれており静的であるため、ある程度プレイすると多くのプレイヤーは飽きてしまう。本稿では特定のプレイヤーのプレイデータからプレイヤーの戦術と戦略を取得し、それらをコンピュータの行動制御に適用することでそのプレイヤーを模倣するアクションゲーム AI について述べる。あるプレイヤーのプレイデータから取得した戦術・戦略をそのプレイヤーのプレイヤープロフィールとして、プロフィールを入れ替えることで対コンピュータ戦においても様々な行動パターンを持つ相手との対戦を可能にする。本システムでは、特定のプレイヤーの行動とその時の状況をプレイデータとして記録し、そのプレイデータからある状況に対する行動（戦術）とプレイヤーの戦略の一部である戦術シーケンスを取得する。プレイデータから得た戦術シーケンスの中には類似したものがあり、そのようなシーケンスをマージすることによってプレイヤーの戦略を表す戦術グラフを構築する。プレイデータより得られた戦術、戦術シーケンス、戦術グラフに基づきコンピュータの行動を決定することで特定のプレイヤーの振る舞いを模倣する。さらに、特定のプレイヤーの戦術、戦術シーケンス、戦術グラフをそのプレイヤーのプレイヤープロフィールとして保持し、プロフィールを入れ替え、コンピュータの行動制御に適用することで様々なパターンの相手との対戦を実現する。

ウェルネスエンタテインメントの実現

近年のゲーム分野では、楽しさ・面白さに加えて、日常生活に対してプラスアルファの価値を持つものが期待されている。本稿では、これを「ウェルネスエンタテインメント」と呼ぶことに

する。ウェルネスとは身体的な健康のみでなく、身体的・精神的・社会的に良好な状態を意味する。

健康運動支援の具体例

運動が不足すると健康が阻害されることが知られ、室内で手軽に利用できる運動器具が普及している。しかし、どのような運動をどれくらいの時間行えばよいかといった運動処方を知るためには専門的知識が必要であり、過度な運動による事故や十分な運動効果を得ることが困難であった。そのため、運動効果が得られるよう運動器具の負荷を自動制御するフィットネスマシンや、運動にゲーム性をもたせることで継続的な運動を促すことが提案されている。しかし、運動が単調であるために運動の達成感が得られず運動を継続できないことや、あらかじめ設定されたゲームの難易度が個人の運動習慣や心肺能力によって異なる有効心拍数を考慮していないために、ユーザによっては十分な運動を行うことができず運動効果が得られない。そこで、実時間で計測したゲームプレイ中のユーザ心拍数を運動強度の指標とし、心拍数に応じてゲーム内容を動的に変更することで、ユーザ個々にあった運動効果と運動達成感を与えるゲーム制御手法を提案した。ボクササイズにゲーム要素を付加したフィットネス支援ゲームを構築した。

学習支援の具体例

日本で従来行われてきた伝統的な英語学習において、学習者はコミュニケーションの機会を十分に得ることができず、語学学習がコミュニケーション能力の向上に結びついていないという欠点があった。一方、タスクベースの学習は、コミュニケーションの機会を学習者に与えるだけでなく、従来の学習で得た知識を学習者が運用することを可能にする。それによって学校教育の英語を無駄にせず利用しつつコミュニケーション能力の効率的な向上が可能となる。ゲーム技術を利用したコミュニケーション重視の第2言語学習システムでは、タスクベースのシラバスと柱に据え、サポートするシラバスとして場面シラバスを採用している。学習者はゲームのキャラクターとなり、ゲーム内の他のキャラクターとコミュニケーションをとりながらゲームを進めていく。タスクのゴールはステージごとのミッションとして学習者に与えられ、ミッションを完了させることでゲームを進めることができる。ミッションの完了には他のキャラクターとのコミュニケーションが必須となる。

(2) 研究成果の今後期待される効果

ゲームキャラクター構築技術の研究により、オンラインゲーム分野で課題となるキャラクターのビヘイビアのデザインを支援するための基礎的知見と技術が獲得された。獲得された技術および研究開発の過程で生じたノウハウ等は、今後のゲーム開発への応用が期待される。

また、新たに提案するウェルネスエンタテインメントは従来のゲームの楽しさに付加価値を加えることで、QOLの向上を娯楽という観点からだけでなく、健康増進のための活動知識生活のための活動に対して高く貢献することが期待できる。

4. 3. 2 長谷川(電気通信大学)グループ

(1) 研究実施内容及び成果

多様なインタフェース・インタラクションに対応したキャラクター動作の生成

近年、技術の高度化と普及により、利用者や利用状況に応じた様々なヒューマンインタフェースデバイスやインタラクションが利用されるようになってきた。例えば、家庭用ゲーム機でも身体性のある3次元入力が可能となっている。このようなインタラクションの幅の広がりにより、体験者はゲーム世界との密なインタラクションを容易に享受できるようになった。これは一方で、ゲームソフトウェアが、より多様なインタラクションに対応することを要求されるようになっていくことを意味する。

オンラインゲームの世界は、背景や物体、キャラクター(動物、人物など)などの要素で構成されている。これらの中で、キャラクターは、プレイヤーの注目を集め、インタラクションの対象とな

り、プレイヤーの感情移入や情動の対象にもなるものである。魅力的なゲームを制作する上で、キャラクターはインタラクションの対象として重要な要素である。このため、リアリティが高く、感情移入しやすいキャラクターを実現することが、魅力的な体験を提供するために重要になる。

前述したようにヒューマンインタフェースの進展により、バーチャル世界とのインタラクションに、フィジカルな（身体性があり直接的な）要素が付加されつつある。このため、体験者からのフィジカルなインタラクションに対して、キャラクターが多様な反応動作をし、それによりキャラクターのリアリティを高めることが必要となっている。

そこで3次元位置入力インタフェースや力覚インタフェースを用いたインタラクション手法に対応可能な反応動作生成手法について二つの研究を行なった。

手法1：剛体と多次元キーフレームの連動による反応動作生成

ゲームではキャラクターモーションはキーフレームアニメーションの組み合わせで作ることが多い。そこでまず手法1として、キーフレームアニメーションと整合性が良い、剛体モデルと多次元キーフレームの連動による手法を提案する。この手法では、細部の動作はキーフレームの再生によって生成するため、デザイナーによる作り込みにより魅力的な動作を生成することができる。また、剛体運動のシミュレーションによりキャラクターを押す・倒すなどといったキャラクターの体全体に対するインタラクションに対応した多様な反応動作を生成できる。

提案手法の実装例として、作品“Kobito - Virtual Brownies-”のキャラクター Kobito の動作生成を挙げる。この作品では、テーブルの上の紅茶缶が、触れてもいないのに動き出す。ディスプレイ“Kobito Window”を通して見ると、キャラクター Kobito が紅茶缶を押して運んでいる様子が見える。紅茶缶を手に取り、Kobito を紅茶缶で押し返したり Kobito に紅茶缶をぶつけて転倒させたりするなど、紅茶缶を介して Kobito とのフィジカルなインタラクションができる。物理シミュレータには、Springhead を用いた。Springhead は、一般的な PC 程度の計算資源でリアルタイム動作する剛体運動シミュレータであり、ペナルティ法による衝突計算を備えている。



図 4.3.2.1 Kobito-キャラクターモデル

手法2：身体と感覚運動系のシミュレーションによる反応動作生成

手指でキャラクターの体の一部をなでたり、つついたりするといったより精緻なインタラクションを行うためには、動作の細部にも多様性が求められ、キーフレームによる手法では作り込みが膨大になってしまう。そこで、精緻なインタラクションをキーフレームによらずに生成する方法について研究した。この手法は、キャラクターの身体と感覚運動系のモデルをシミュレーションすることで反応動作を生成するバーチャルな生き物、バーチャルクリーチャ(以下 VC と略記)を作り動作を生成する。

研究では、次の3つの要求を満たすVCの実現を目指した。

- 手指による身体の一部との接触を伴うフィジカルインタラクションに対し、状況に応じて多様な反応動作を行うこと
- 動物と同様の感覚のモデルに基づいて行動決定・動作生成を行うこと
- VC 自身の注意・関心を動作で表出すること

これらの要求を実現するため、リアルタイム物理シミュレータ、物理動作コントローラ、感覚・注意モデル、キャラクタ AI を用いて VC を構築した。

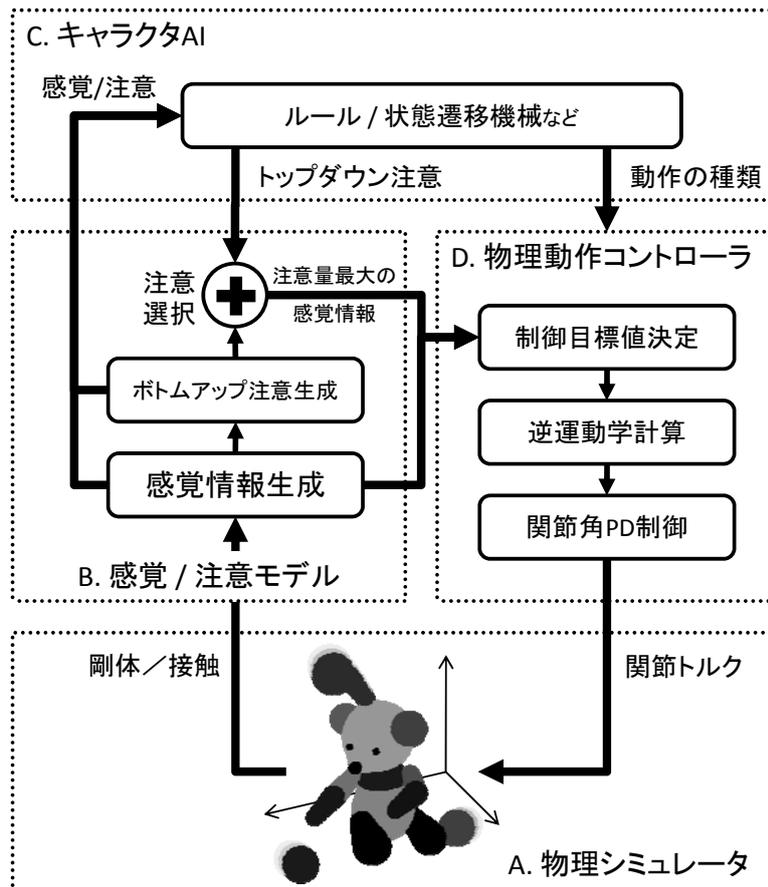


図 4.3.2.2 提案手法の全体像

(2) 研究成果の今後期待される効果

手法 1 は従来のキーフレームアニメーションの自然な拡張になっており、実際の作品に容易に応用できると考えられる。

一方、手法 2 では、感覚運動系やキャラクタ AI のパラメータ調整、プログラムの修正による動作を調整する必要があるため、現状では反応動作の調整には高度な知識と時間が必要となる。今後、キャラクタの感覚運動系の可視化と、キャラクタ AI の記述方法の改良により、反応動作の設計を容易にすることで、VC の普及が期待できる。

4. 4 オンラインゲームのインタラクションのマルチモーダル化 (柳田 (名城大)・杉本 (東京大学大学院工学系研究科)・稲見 (慶應義塾大学) グループ)

4. 4. 1 柳田 (名城大) グループ

(1) 研究実施内容及び成果

オンラインゲームを夜間部屋に引きこもってプレイするのではなく、昼間外出先でも可能にすることを目指して、視覚のみに依存せず五感を活用して情報提示を行う手法について研究した。

オンラインゲームは現代社会のエンタテインメントとして広く普及しており、多数のプレイヤーがこれを楽しんでいる。オンラインゲームにおいてリッチなコンテンツと密度の高いインタラクションを楽しむためには、高性能な端末と高速な通信回線が要求されるため、つい最近までは固定端末を利用する必要があった。プレイヤーは自室に設置したパソコンに毎夜釘付けになりがちであったため、「引きこもり」現象が生じていると批判する声も存在した。しかしながら、近年の急速な無線ネットワークインフラの普及と携帯端末の高性能化に伴い、オンラインゲームは(コンテンツにもよるが)自室を出て公共空間でも楽しめるようになりつつある。さらに、こうした背景の下に、現実世界とは切り離されたネット上の「仮想世界」のみを舞台としたオンラインゲームから、現実世界とリンクしたAR (Augmented Reality, 拡張現実感)型のオンラインゲームへの展開も期待される。

しかし、ゲームインタフェースが、従来通り、情報のほとんどを画面表示によって得るような形式では、プレイヤーが公共空間へ出たときに問題が生じる可能性がある。すなわち、街を歩きながら携帯端末画面を注視していると、他の人とぶつかったりするなど危険であり、プレイヤーを街へ引っ張り出したことに対する新たな社会的批判も生まれかねない。そこで、プレイヤーが街中へ出た状況を想定し、画面表示という視覚情報だけに頼らないマルチモーダルな情報提示の手段について研究を行なった。

香りの局所提示技術

香りは従来、空間全体を香りで満たすか、香りを発する物体を手にとるか鼻を近づけて嗅ぐ形で鑑賞するものであった。前者は対象者本人にだけ情報を伝える手段として不適格であり、後者は情報を得るために対象者の能動的な動作を必要とするところに難点がある。そこで本研究では、特定の個人だけに対して、特別なデバイス装着を要求することなく、香り提示を行うことを目標に設定した。

我々は、先に「香りプロジェクト」と名付けた香り提示手段の提案と技術開発を行っており、この技術を本研究の基盤技術として利用した。香りプロジェクトは、理科実験教室の題材として有名な空気砲の原理を利用し、空気砲から射出される渦輪の中に香り付き空気を閉じ込めることによって極めて局所的に香りを搬送し、対象者の鼻先へ香りを届けるものである。

しかしながら、従来の香りプロジェクトはデスクトップ環境での利用や、止まっているユーザーを対象としていたため、歩いている特定の対象者めがけて香りを提供できるものではなかった。そこで本研究では、下記の研究開発を行った。

- 香りプロジェクトの射出方向制御の高速化
- 歩行者の検出と追跡
- 歩行者待ち受け型香り場生成
- 歩行者の識別

これらを組み合わせ、街中を行く歩行者に対して香りを空間マーカーとして提供するシステムの構築を行った。

香りプロジェクト射出方向制御の高速化

以前に試作された香りプロジェクトは、空気砲ユニット全体を2自由度雲台の上に載せていたため、射出方向を変更するためには空気砲全体の方向を制御する必要があった。そこで、空気砲の駆動機構(モータおよびクランクピストン)は固定ながら、射出方向をパン・チルトの2軸制

御可能なシステムを試作した。

試作システムでは、空気砲本体を2組のジャバラで構成し、後側のジャバラをクランク・ピストン機構で押し込むことにより容積変動を発生させる。後側のジャバラおよび射出動作用モータ、ピストン保持機構はベースに固定してあり、射出方向制御を行う際に動かす必要がない。前側のジャバラの前面を2軸ジンバル機構に取り付け、射出口の方向を2軸制御可能にした(図4.4.1.1, 4.4.1.2)。この構造により、従来の射出方向制御機構に比べて、射出方向を制御するために動作させる部分の質量が減少し、高速な射出方向の制御動作が可能になった。

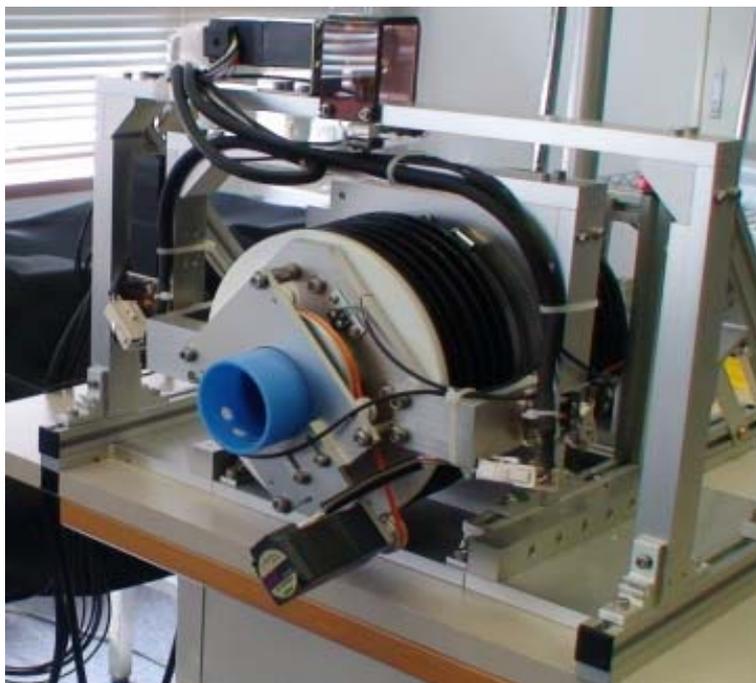


図 4.4.1.1 射出方向制御高速化香りプロジェクト

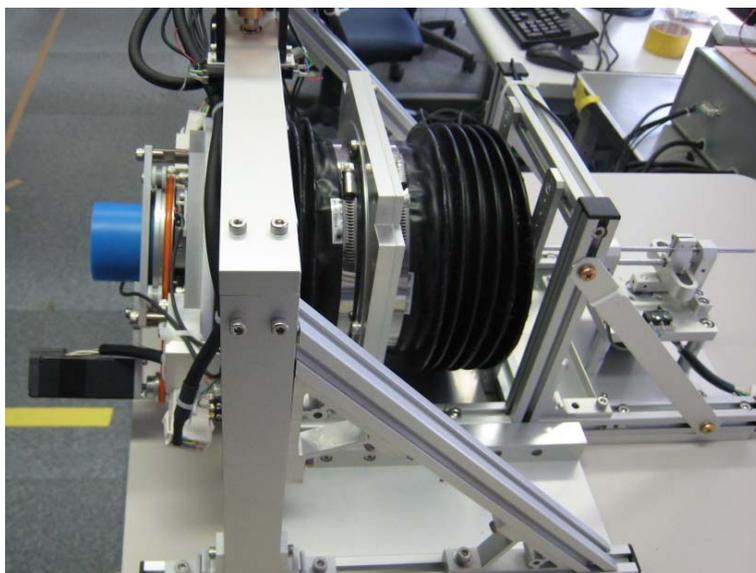


図 4.4.1.2 射出方向制御高速化香りプロジェクトの射出口の方向制御機構(右)

歩行者の検出と追跡

歩行者検出と歩行軌道予測を行う機能を追加した。Time-Of-Flight (ToF)方式の距離画像カメラを利用して現在の距離画像を取得し、ユーザがカメラ画像内に存在しない時に取得した距離画像との背景差分をとることによって、ユーザの存在と位置を把握する。ToF方式の距離画像カメラは、赤外光を発射し、対象に反射してカメラに届く光の到達時間を計測することにより、画素単位で対象までの距離を算出し、距離画像として出力する(図4.4.1.3)。このため、ユーザの着衣や照明条件などによる影響が比較的小さく抑えられる。距離画像カメラ導入後、当初は決められたコースに沿って一直線に歩くことを仮定した上で、歩行者の速度を算出して歩行者の顔をめがけて香りを射出するシステムを構築し、2008年7月の「予感研究所2」で技術展示を行った。その後さらに、歩行者の位置検出履歴を元に任意の歩行軌道へ対応するよう拡張した。

歩行者の軌道予測に基づき、空気砲から射出される渦輪の進行速度を考慮しつつ照準点を定め、その方向へ空気砲を向けて適切なタイミングで射出動作を行うことにより、歩行者に対する香りの局所提示が可能になった。

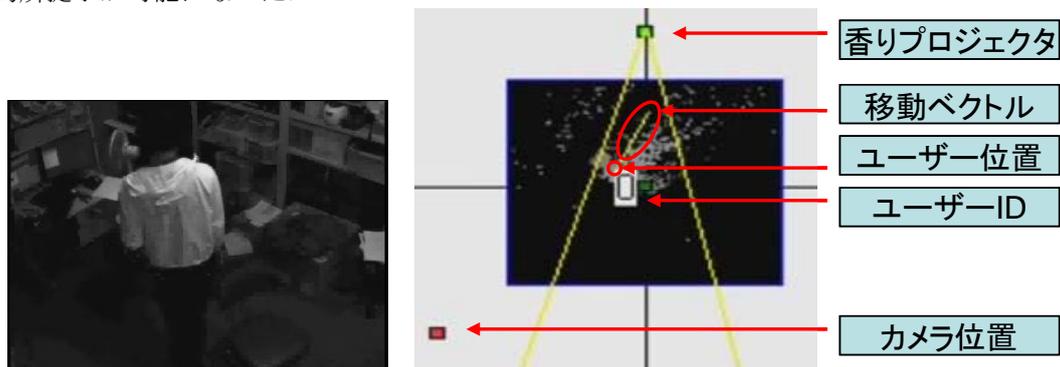


図4.4.1.3 距離画像カメラを用いた歩行者軌道予測：
(左)撮影画像，(右)処理結果

歩行者待ち受け型香り場生成

歩行者の位置検出精度が不十分で、目標位置通過のタイミングずれが原因で、香りを含む渦輪を確実に顔面へぶつけることができていない場合に対処するため、複数の香りプロジェクトを使って渦輪同士を衝突・崩壊させ、香りを滞留させる「香り場生成方式」を適用することにした。渦輪衝突・崩壊による香り場生成の概念を図4.4.1.4に示す。歩行者の軌道を予測することは前方式と同様であるが、渦輪を直接顔面へぶつけるのではなく、歩行者が目標点に達する直前に渦輪を衝突させ香りを滞留させる。歩行者軌道に対して横または斜め方向から渦輪を射出すると、わずかなタイミングの差が生じて歩行者の顔面へ渦輪をぶつけることができないのに対し、本方式では歩行者の速度に関する誤差の許容範囲が広がることを期待した。この方式を適用した結果、香り提示の成功率は50%程度から80%程度へ改善した。

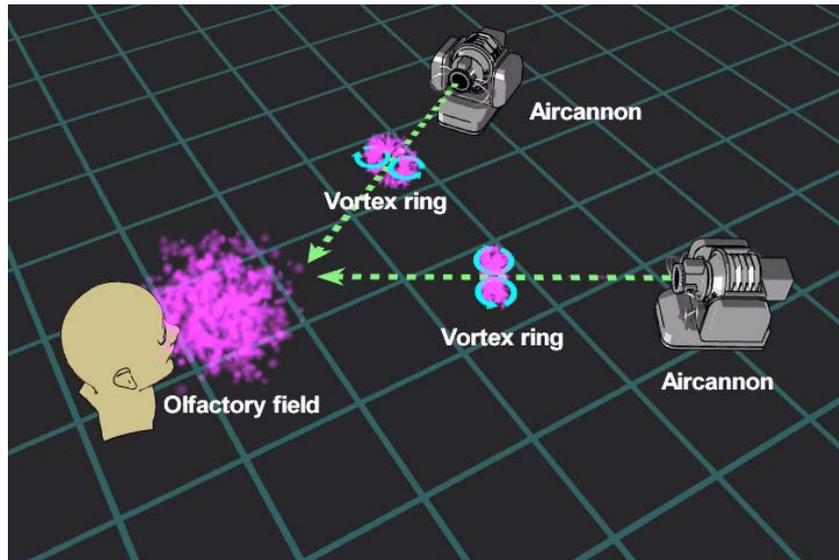


図 4. 4. 1. 4 渦輪衝突による香り場生成

歩行者の識別

歩行者の識別を行うために、RFID タグにより対象者の識別を行う方式について研究した。完全なデバイス等の非装着という理想からは一步後退するが、ゲーム参加者に ID を持たせることは差し支えない範囲であること、および、動いている歩行者を顔画像により識別することは現時点では技術的課題が多いことから、対象者に RFID タグを持たせることを許容した。これにより、単一の参加者であればそれが誰であるかを識別し、香りを提示することが可能になった。

振動触覚提示の改善

公共空間において、情報を伝えたい本人のみに伝える手段として、振動刺激の利用は有望である。実際、携帯電話の着信（マナーモード）などにおいてごく一般的に使用されている。しかしながら、いくつかの問題点も存在する。

第一の問題は、提示可能な情報のバリエーションが少ないことである。携帯電話の着信の場合、パターンを何種類か設定することは可能であるが、単一の振動子による振動の時間パターンによって区別を行う限り、情報の受け手による記号的な解釈が必要であり、空間に関連した情報を伝えたい場合、直感性に欠ける。

第二の問題点は、刺激の安定性がある。携帯電話をマナーモードに設定しておいて、しばしば着信に気づかないことがある。これは、振動デバイスと身体との接触状態にも強く依存するが、刺激が単純であるという側面も原因の一つと考えられる。

そこで、本研究では、第一の問題に対する対応策として、振動刺激を複数利用し、方向などの情報を提示する可能性を探った。方向提示を行う場合、身体に多数の振動子を配置し、指示したい方向に近い振動子を駆動させる方法も考えられるが、ここでは、複数の振動子を適切なタイミングで順番に駆動することによって、あたかも刺激点が動いているかのような感覚をもたらす「仮現運動」を利用する。仮現運動を利用すると、身体性を利用してさまざまな情報提示が可能になる。本研究においては、普段あまり利用されることのない脚部への刺激によっても同様に仮現運動が生起することを確認した。

第二の問題点への対応策として、第一の問題の解決策と同様に、仮現運動を利用することによって刺激をモゾモゾと動かした場合、刺激の存在を認識しやすくなるかどうかについて調査した。

着座状態の被験者の背部に 2 点の振動モータを配置して振動刺激を与えると同時に、椅子全体を振動させる外乱振動を加えた。実験の結果、外乱振動を与えない場合と外乱振動を与えた場合を比較すると、刺激が弱くなっていった時、いずれの場合も仮現運動の方がはっきり感知できること、外乱振動が加わったときに単点振動や 2 点振動（いずれも動きは感じられない）と比べて仮現運動を用いた場合に感知率が著しく向上する傾向が確認された。

骨伝導方式による音声情報提示

公共空間での情報提示を行う際、音声の利用で問題になるのは、通常のヘッドホンやイヤホンでは耳を塞ぐ形になるため周囲の状況を把握しづらくなり、危険を招くおそれがあることである。一方で、前述の香りや振動による情報提示は伝達可能な情報量が十分でない状況も考えられる。

そこで、耳を塞がずに音声による情報提示を行う手段として、骨伝導ヘッドホンの適用を検討した。例題として GPS を利用し、歩行者を音声により目的地まで誘導するシステムを構築し実験を行なったところ、骨伝導ヘッドホンは耳を塞がないため、周囲の環境音を遮ることがなく、安心して使用できるとの感想が得られた。実験で使用した GPS の精度が数 m～十数 m であるため、高精度な誘導には十分とは言えないが、GPS の誤差の範囲で、歩行者を目的地まで音声情報により誘導することが可能であった。また、比較対象として、密閉型ヘッドホンの外側にマイクロホンを取り付け、「トークスルー」機能を実装したシステムを試用したところ、耳介全体がヘッドホンに覆われるため不安感を訴える被験者が少なくなかった。このことから、耳を塞がない骨伝導方式による音声情報の提示は、一定の効果が期待できると考えられる。

マーカーレスモーショントラッキング

視覚に頼らない情報提示という枠には収まらないが、人間に対するインタラクション技術の一環として、ユーザにマーカーを装着させることなく、かつユーザに関する事前情報を一切必要としないモーショントラッキング技術を開発した。

既存手法の画像ベースによる顔検出を起点とし、おおまかな距離情報を使用しつつエッジペア探索を行うことにより体幹と四肢の姿勢推定を行うアルゴリズムの改良を行った。その結果、ステレオカメラを頭部に装着したユーザの目の前に別の人間が入ってくると、即座にその人間の姿勢を推定し、CG キャラクタと置き換えることが可能になった (図 4.4.1.5)。

本手法は、実世界に存在するプレイヤー同士をアバターに変換し、ゲーム内のキャラクタとしてインタラクションを行う、実世界連動型ゲームの手段として利用可能である。ただし、モーションキャプチャとしての精度自体は高くないため、そのままモーションキャプチャとして利用するのではなく、セッションスタート時の初期姿勢キャリブレーション代替手段として利用し、別のアルゴリズムが必要とする「事前情報」を収集する手段として使用することも検討している。

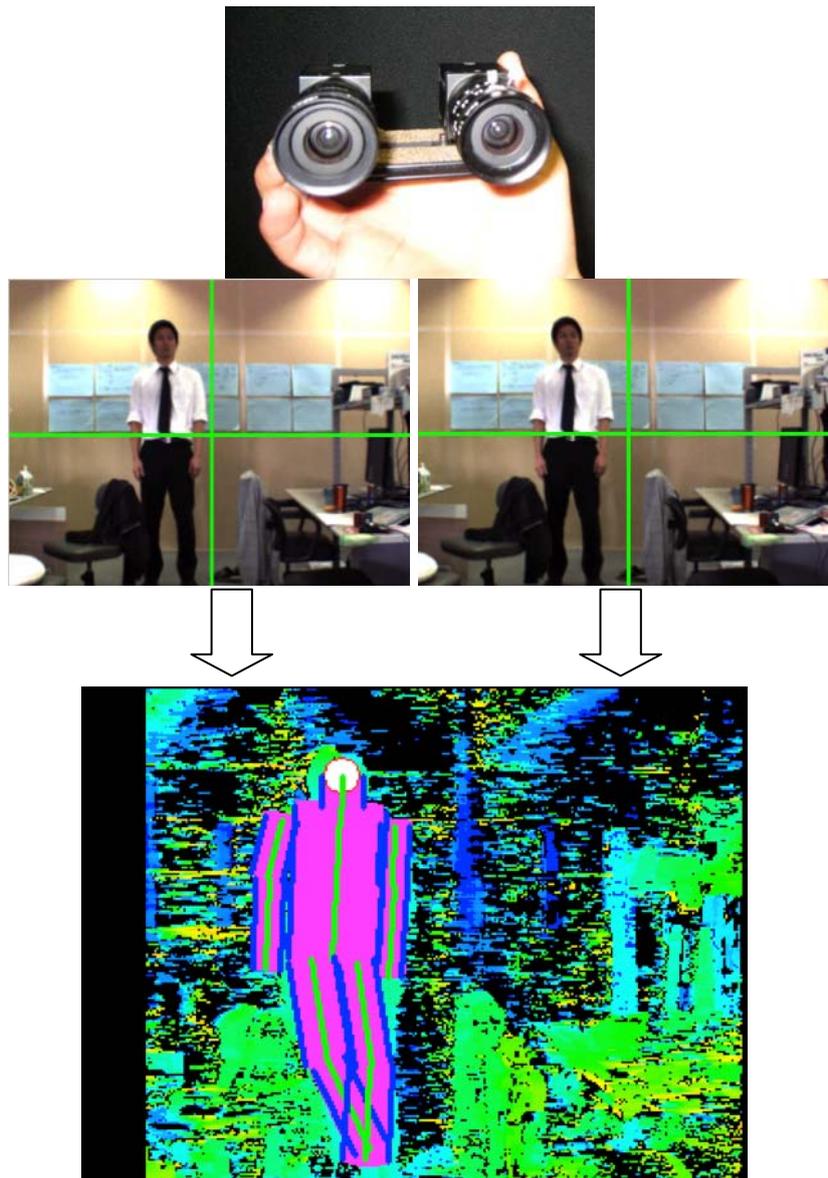


図 4.4.1.5 一人称視点で動作可能なマーカーレスモーショントラッキング

ポインティング動作・文字入力統合型デバイスの開発

現在のオンラインゲームでは入力インターフェースとして、キーボードとマウスが多く用いられている。オンラインゲーム、特に 3D ゲーム空間におけるプレイの問題点として、アバターの操作とチャットを同時に行う際に、プレイヤーはマウスとキーボードの間を行ったり来たりしなければならないという煩雑さが挙げられる。そこで、アバター操作に必要なポインティング動作と、テキスト入力をシームレスに切り替えつつゲームプレイを行えるデバイスの研究を行なった。

目標とする機能は、(1) ポインティング動作とテキスト入力の切り替えが、「その場で」、すなわち手を移動することなく行えること、(2) 3D ゲーム空間へ対応するため、純粋な 2D ポインティングだけでなく、3D へのある程度の拡張性を有すること、である。第 2 点に関しては、既存の 3D ポインタの多くが「空中動作」または「速度入力」を必要とすることから、改善の余地があると考えられたため、目標機能とした。

これらの機能を実現するため、磨りガラス状の半球型ドームの上に手を載せる方式のデバイスを考案した。適度な光透過度をもった材質で作られたドーム内部に、魚眼カメラを設置し、ドームの内側表面の画像を取得する。取得された画像の各部位の鮮明度から、ドーム外側表面上で、

プレイヤーの手が接触している部分とそれ以外の部分の区別をすることができる。この画像を処理し、手の位置、向き、指先の位置、さらには指先の接触領域とシルエット（接触していない部分も含む指の輪郭）を検出することにより、さまざまな動作が可能となる。ドーム表面をなでるような動作を行うと、システムが手の移動方向を検出してポインティング動作を行う。指先のシルエットに対する接触領域の相対位置から、指先の剪断力が判別できる。位置指関節（第二関節）を浮かすと文字入力モードに切り替わり、手を移動させることなく瞬時にポインティング動作とテキスト入力動作を切り替えることができる。

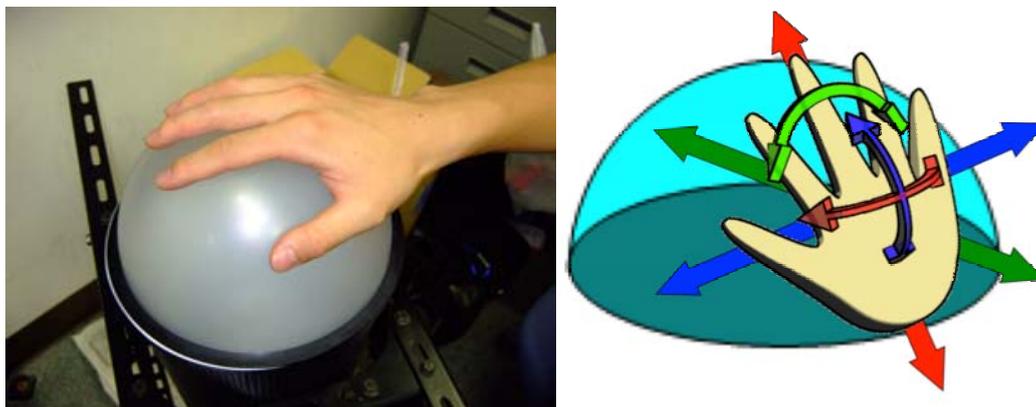


図 4.4.1.6 ポインティング・文字入力統合型入力デバイス KHAKI

(2) 研究成果の今後期待される効果

本担当テーマでは、オンラインゲームのプレイヤーが街中など公共空間へ進出した場合を想定し、それをサポートする感覚提示技術、およびインタラクションのための動作・指示入力技術に関する一連の研究開発を行った。本研究で手がけた技術についても改善すべき問題が多数残されているが、ゲーム進行のほとんどを画面表示により確認するという現在のスタイルに対して問題を投げかけ、五感を利用しつつメインの行動を邪魔しない形で情報を提供するという新たな方向性を提案した。

香りの局所提示技術については、車のドライバに対してピンポイントで届けることにより、ドライバの覚醒を促す効果について検証した。香りを単純に車内へ充満させた場合、香り刺激呈示後数分間で効果が低下するのに対し、香りを1分間隔で局所的に提示した場合、より効果が持続する傾向が確認された。香りの覚醒作用が応用できる分野は車のドライバ以外にも想定される。

振動触覚提示については振動触覚提示における2つの重要な側面、すなわち刺激のバリエーションと安定性に関して興味深い知見が得られた。脚部に対する仮現運動についての知見は、身体性を利用した直感的な方向誘導などへの利用が想定される。また、刺激の安定性についての知見は、携帯電話のバイブレータ等への応用が想定される。

骨伝導方式による音声情報提示については、歩行者ナビゲーションの手法として音声を利用する際の課題となってきたヘッドホンの問題を解決することから、新たなナビゲーションシステムへの応用が期待できる。

4.4.2 杉本（東京大学大学院工学系研究科グループ）

(1) 研究実施内容及び成果

オンラインゲームのプレイヤーが引きこもりがちになるという社会的な問題に対し、仮想的なゲーム世界を実世界と結び付けることで、実世界でのインタラクションを積極的に行える仕掛けの検討を進めた。そして、仮想世界のゲームを実世界へ、実世界のイベントを仮想世界のゲームへと拡張することが、健全なオンラインゲーム設計のための有用な解決策の1つであると考えた。その際の技術的な要件として、複数のプレイヤーの実世界での出会いを認識できること、つまり位置認識技術が挙げられる。

実世界での位置認識には、GPS が広く普及している。しかし、その誤差は 100 メートルにも及ぶ場合があり、プレイヤーの出会いを判定する技術として十分とは言えない。そこで、我々は、以下の設計要求を基に新しい位置認識技術の構築を目指し研究を行なった。

- 高精度な位置認識により複数のプレイヤーの出会いを判定できること（最大でも誤差 1 メートル以内）
- プレイヤーがどの方向を向いている（別のプレイヤーの方を見ているのかどうか）を判定できること
- 位置認識システムは携帯型のゲームデバイスに搭載可能な程度にコンパクトで軽量であること
- なるべく安価で実現できること

本研究の第一の成果としては、これらの 4 つの要件を満たす基盤技術の構築が挙げられる。次に、この基盤技術を拡張し、移動状態のプレイヤーへの対応やジェスチャ認識への応用が可能であることを示せたのが、第 2 の成果である。さらに、構築した基盤技術を用いたアプリケーション開発を通して実用性を明らかにしたことを第 3 の成果とする。以下では、これら 3 つの成果について述べる。

超音波による高精度位置認識手法の実現

主な位置認識技術としては、電磁波を用いる方法（無線 LAN, GPS など）、光学的な方法（カメラ）などが挙げられる。一般に電磁波を用いる方法は測距性能の点で十分な精度が出ないことが多い。これは光速で飛来する信号の TOF (Time of Flight) 判定が容易ではないこと、無線 LAN 等多くの信号では帯域制限により十分な距離解像度を得られないこと、などが挙げられる。カメラを用いる測距手法の問題としては、安価な（単眼）カメラでは奥行き方向の距離精度が十分でないこと、照明条件の変化に弱いこと、などが挙げられる。

そこで我々は、従来からユビキタスコンピューティングやロケーションウェアコンピューティングの研究コミュニティで利用されている超音波位置認識技術に着目した。超音波の特徴は、光速に比べて音速が小さいために計算機による処理が比較的容易なことが挙げられる。また、狭帯域の超音波トランスデューサは安価である（1 個 600 円程度）ことも利点の一つである。一方、狭帯域であることは、従来の手法では十分な距離分解能を得るのが難しいことを意味する。そこで、本グループでは位相一致法と呼ばれる独自の手法を構築した。

提案手法

位相一致法で用いる超音波信号は、sync pattern と呼ばれるバースト信号である。これは、周波数が近接した 2 つの正弦波が形成する”うなり波“の 1 周期分の信号である。2 つの正弦波の位相は特定の時刻で一致し、sync pattern に 1 つだけ存在する。この位相一致点（epoch）を受信時刻の基準点とする。以下に、位相一致法の原理を示す。sync pattern は、下式で示すような正弦波の和で表現される。

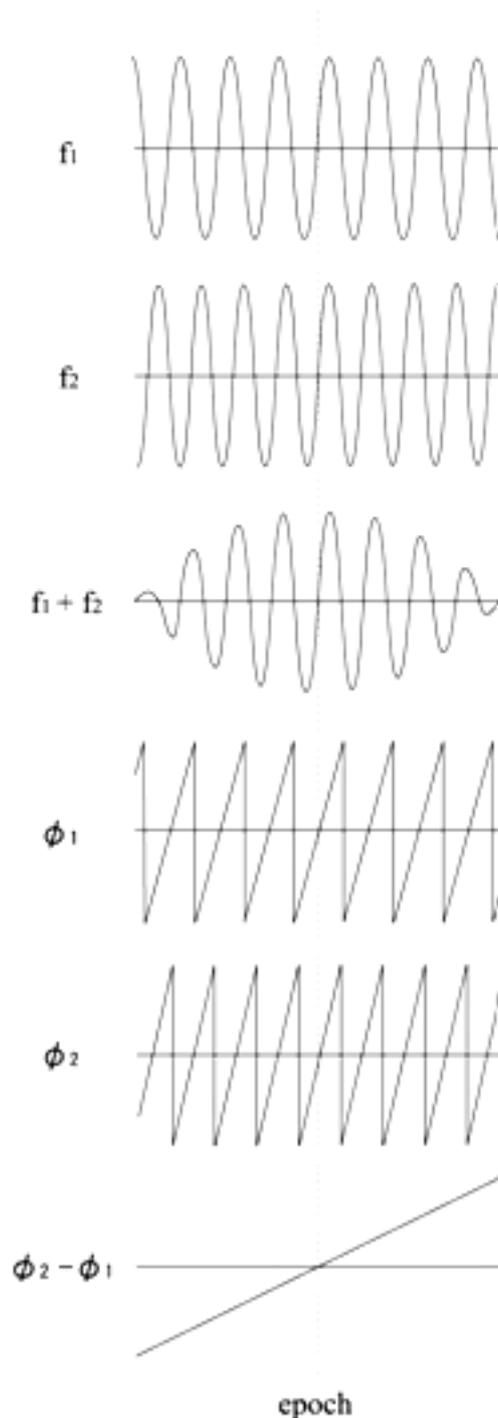


図 4.4.2.1 位相一致法の原理(送信波)

$$s(t) = a_1 \sin(\omega_1 t + \phi_1) + a_2 \sin(\omega_2 t + \phi_2)$$

ここで、 a_1 、 a_2 は振幅、 $\omega_1 = 2\pi f_1$ 、 $\omega_2 = 2\pi f_2$ は互いに近接した角周波数である。位相 ϕ_1 、 ϕ_2 は sync pattern を特定の周波数で直交検波することによって得られる。この直交検波は送信信号との内積演算として与えられる。例えば、複素正弦波 $e^{j\omega t}$ を用いた直交検波は次式で表現される。

$$\langle s(t), e^{j\Omega t} \rangle = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} s(t) e^{-j\Omega t} dt = I + jQ$$

上式において T は積分窓（矩形）の幅である．直交検波に用いる複素正弦波の周波数を参照周波数と呼ぶことにする． $\omega_1 = 2\pi f_1$ $\omega_2 = 2\pi f_2$ を参照周波数として直交検波すると，次式を得る．

$$a_1 e^{j\phi_1} = 2j \langle s(t), e^{j\omega_1 t} \rangle, \quad a_2 e^{j\phi_2} = 2j \langle s(t), e^{j\omega_2 t} \rangle$$

この2式の右辺は複素数であり，実部・虚部の方程式に分離することにより振幅 a_1 ， a_2 ，位相 ϕ_1 ， ϕ_2 を求めることができる．これにより，積分窓の中心から位相一致点までの厳密な到来時刻 t_e は次式で与えられる．

$$t_e = -\frac{\phi_1 - \phi_2}{\omega_1 - \omega_2}$$

よって，既知である積分窓の中心の時刻に t_e を加えることで，送信された信号の受信時刻を高精度に推定することが可能となる．

移動体への対応

上述の提案手法は，静止状態の送受信機では極めて高精度で位置と方向を認識する．しかし，移動可能な送受信機での送受信では，ドップラーシフトが発生する．そのため，参照周波数と実際に送受信される2つの超音波の周波数にずれが生じる．これにより，移動状況における提案手法の精度は静止状態よりも1～2桁悪化することが，実験により確認された．一方，実世界での利用を考えると，プレイヤーが移動しつつ他のプレイヤーと出会うという状況は十分想定される．よって，移動状態においても，静止状態とほぼ同程度の性能を示すことが必須となる．そこで，本グループでは，位相一致法による測距手法を移動体に適用可能となるよう，拡張を行った．

新たな提案手法では，sync pattern の各振幅の二乗である受信電力 a_1^2 ， a_2^2 に注目する．上述の測距手法では，直交検波を行っている．このとき得られる受信電力は，たとえ周波数シフトを起こしていても本来は不変のはずである．したがって，もし静止時に $a_1^2 = a_2^2$ であれば移動時も $a_1^2 = a_2^2$ でなければならない．一方，移動時に求まる受信電力 a_1^2 ， a_2^2 は，周波数つまり移動速度の関数となっており，正しい移動速度 v_T が与えられたときに $a_1^2 = a_2^2$ となる．このことを利用して， $a_1^2 = a_2^2$ を条件に正しい移動速度 v_T を求めるというのが基本的な考え方である．

ドップラーシフトによって，sync pattern の各角周波数がそれぞれ ω_1, ω_2 から ω'_1, ω'_2 に変化したとし，以下の式で表す．

$$s(\omega'_1, \omega'_2, t) = a_1 \sin(\omega'_1 t + \phi_1) + a_2 \sin(\omega'_2 t + \phi_2)$$

上述の提案手法と同様に，静止状態の周波数に等しい参照周波数で直交検波する．ここではこれを $\Omega_A = 2\pi \times 39.75$ kHz として表現すると，直交検波から以下の実部 I_A ，虚部 Q_A を得る．

$$I_A = \frac{1}{2} \left\{ \text{sinc}(\omega'_1 - \Omega_A) \frac{T}{2} + \text{sinc}(\omega'_1 + \Omega_A) \frac{T}{2} \right\} \cdot a_1 \sin \phi_1 \\ + \frac{1}{2} \left\{ \text{sinc}(\omega'_2 - \Omega_A) \frac{T}{2} + \text{sinc}(\omega'_2 + \Omega_A) \frac{T}{2} \right\} \cdot a_2 \sin \phi_2 \equiv r_A(\omega'_1) a_1 \sin \phi_1 + r_A(\omega'_2) a_2 \sin \phi_2$$

$$\cdot a_1 \cos \phi_1 + \frac{1}{2} \left\{ -\text{sinc}(\omega_2' - \Omega_A) \frac{T}{2} + \text{sinc}(\omega_2' + \Omega_A) \frac{T}{2} \right\}$$

$$\cdot a_2 \cos \phi_2 \equiv i_A(\omega_1') a_1 \cos \phi_1 + i_A(\omega_2') a_2 \cos \phi_2$$

もう一つの参照周波数 $\Omega_B = 2\pi \times 40.25 \text{ kHz}$ を用いて同様に導いた複素数 I_B , Q_B から、以下の式が得られる。

$$a_1 e^{j\phi_1} = \left\{ \frac{i_B(\omega_2') Q_A - i_A(\omega_2') Q_B}{i_A(\omega_1') i_B(\omega_2') - i_A(\omega_2') i_B(\omega_1')} \right\} + j \left\{ \frac{r_B(\omega_2') I_A - r_A(\omega_2') I_B}{r_A(\omega_1') r_B(\omega_2') - r_A(\omega_2') r_B(\omega_1')} \right\}$$

$$a_2 e^{j\phi_2} = \left\{ \frac{-i_B(\omega_1') Q_A + i_A(\omega_1') Q_B}{i_A(\omega_1') i_B(\omega_2') - i_A(\omega_2') i_B(\omega_1')} \right\} + j \left\{ \frac{-r_B(\omega_1') I_A + r_A(\omega_1') I_B}{r_A(\omega_1') r_B(\omega_2') - r_A(\omega_2') r_B(\omega_1')} \right\}$$

$r_A(\omega_1') \rightarrow r_{A_1}(v)$, $r_A(\omega_2') \rightarrow r_{A_2}(v)$ と表記し, a_1^2 , a_2^2 について解く.

$$a_1^2 = \left\{ \frac{i_{B_2}(v) Q_A - i_{A_2}(v) Q_B}{i_{A_1}(v) i_{B_2}(v) - i_{A_2}(v) i_{B_1}(v)} \right\}^2 + \left\{ \frac{r_{B_2}(v) I_A - r_{A_2}(v) I_B}{r_{A_1}(v) r_{B_2}(v) - r_{A_2}(v) r_{B_1}(v)} \right\}^2 \equiv a_1(v)^2$$

$$a_2^2 = \left\{ \frac{-i_{B_1}(v) Q_A + i_{A_1}(v) Q_B}{i_{A_1}(v) i_{B_2}(v) - i_{A_2}(v) i_{B_1}(v)} \right\}^2 + \left\{ \frac{-r_{B_1}(v) I_A + r_{A_1}(v) I_B}{r_{A_1}(v) r_{B_2}(v) - r_{A_2}(v) r_{B_1}(v)} \right\}^2 \equiv a_2(v)^2$$

よって移動速度 v_T を以下の式から求めることができる

$$a_1(v)^2 = a_2(v)^2 \Big|_{v=v_T}$$

実環境においては, sync pattern 送出時に振幅を $a_1 = a_2$ と設定しても, 受信センサの振幅-周波数特性によって受信時には $a_1 \neq a_2$ となる. しかし, この振幅の不一致はセンサの周波数特性を事前に求めておけば対応可能である. 静止時の振幅比 a_{10}/a_{20} を用いると, 上式は以下の式で書き換えられ, 実環境において送信ノードの移動速度 v_T を得ることが可能となる.

$$a_1(v)^2 = \left(\frac{a_{10}}{a_{20}} \right)^2 a_2(v)^2 \Big|_{v=v_T}$$

この方程式は解析的に解くことができないため, 本研究では v_T をニュートン法を用いて求めている. v_T によってドップラー補償された角周波数 ω_1' , ω_2' および 2 章の方法を用いることで, 移動体の位置認識を行うことになる.

提案手法を用いたアプリケーション

ロボットトラッキング

図 4.4.2.2 は、2008 年 7 月に日本科学未来館で行ったロボットトラッキングデモの様子である。このシステムでは、1 台のロボットをユーザがコントローラで操作し、そのロボットを 2 台のロボットで追跡する。天井に設置された 1 個のコンパクト (10cm x 10cm) なレシーバユニットが、3 台全てのロボットの位置をリアルタイムで認識する。

各ロボットには、超音波送信機および MICAz と呼ばれる無線送信ネットワーク mote が搭載される。ロボット上の各 mote からは、ロボット上の送信機からの sync pattern の送信時刻を受信機に知らせるための同期信号が送られる。受信機側ではロボットからの同期信号を受信してからカウントアップを開始し、超音波信号の受信時刻を正確に特定する。本ロボットトラッキングシステムは、Java (ロボット位置の視覚化およびユーザインタフェース)、nes C (Mote システムの制御) 等のプログラミング言語を用いて開発された。デモは 3 日間に渡り行われ、システムはほぼ終日稼働した。このことから、提案手法を用いた高精度ロボットナビゲーションおよびトラッキングへの応用、ならびに無線センサネットワークを用いたアプリケーションの構築手法およびその安定した運用が可能であることを示せた。



図 4.4.2.2 ロボットトラッキング

ジェスチャ認識

本研究で構築した手法は、移動物体の位置だけでなく瞬時速度を求めることもできる。したがって、たとえば、超音波送信機を移動物体に装着することで、その 3 次元での動きを正確に取得することが可能となる。そこで、将来のモーションキャプチャシステムへの展開を視野に入れつつ、まずはジェスチャ認識システムを実装、評価することとした。

図 4.4.2.3 は、ジェスチャ認識システムのプロトタイプ版である。ユーザには、超音波送信機が装着されたペン型のデバイスが与えられる。送信機から発せられる超音波を、コンパクトな受信ユニットで取得することで、デバイスの 3 次元位置および速度を高精度で求めることができる。この機能を利用し、プロトタイプ版ではパワーポイントでのプレゼンテーションシステム(直感的なジェスチャによるスライドの移動)を構築した。

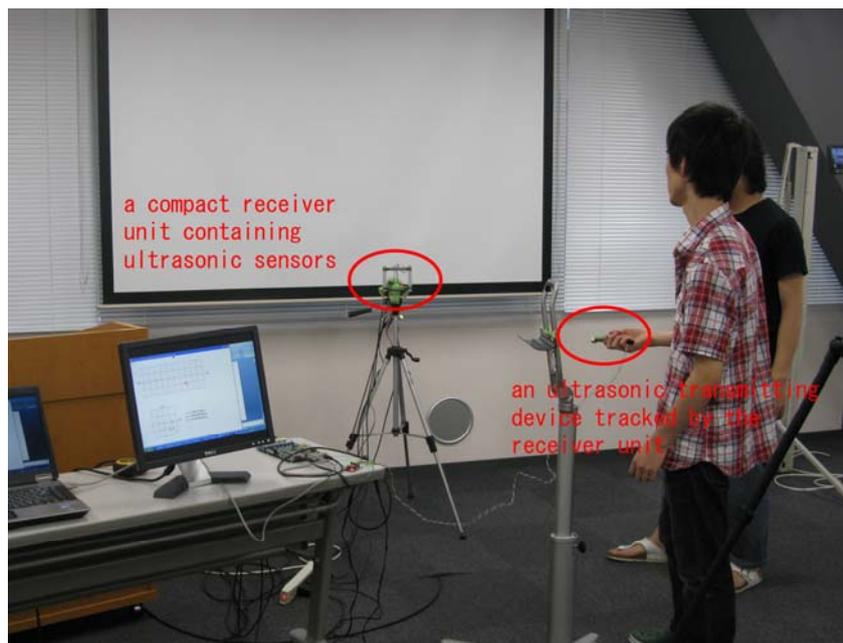


図 4.4.2.3 ジェスチャ認識

(2) 研究成果の今後期待される効果

ゲームの世界に引きこもりがちなプレイヤーに対し実世界での出会いやインタラク션을支援することを目指し、その基盤技術となる位置認識システムの研究を行った。構築された手法は、安価な狭帯域超音波センサを用いた測距技術あるいは位置認識システムとしては、研究グループが知る限りでは世界最高性能を示している。また、提案手法の実用性を確認するための第一段階として、2つのアプリケーションを構築した。

基盤技術の開発を主軸に研究を進めてきたことから、当初の目的である実世界と仮想世界の融合によるプレイヤーの支援の実現に向けた応用を検討する。

4.4.3 稲見（慶應義塾大学）グループ

(1) 研究実施内容及び成果

我々は、「現実世界，他者との連帯をもったインタラクシオン」へ向けた、「かわいい」という概念を考慮してゲームデバイスの設計・開発を行なうことで、女性や子供などが興味を持ちやすいインタフェースの構築を行うことを目的に、愛着とその持続を促進するユーザインタフェースとして KUI (Kawaii User Interface) に関して研究を行なった。

概念を実証するために、実際に「あるくま」、「Sticable Bear」、「Flaneur」、「ImpAct」などのコンセプトモデルを提案・製作した。また同時に KUI の位置を簡便に計測可能なインタフェースの試作を行った。具体的には磁気式レゾルバの原理を光学式に拡張することで位相情報から受信部の位置を計測する光レゾルバ方式、及び回転角度を取得するセンサに用いられる絶対角度取得手法を、空間座標をリアルタイムに取得することに応用した投影型空間エンコーダの開発を行った。

KUI (Kawaii User Interface)

対象とインタラクシオンを行おうという人間のモチベーションが維持されることで、その対象とのインタラクシオンが継続する状態のことを持続的なインタラクシオンという。持続的なインタラクシオンが実現されている例として、人間とペットとの関係が挙げられる。人間がペットに対して抱く「かわいい」という感情が、ペットと人間の持続的なインタラクシオンを可能にしている。それと同様に、人間と人工物との持続的なインタラクシオンを構築するには、インタラクシオンを行うことへのモチベーションを、人間に維持させなければならない。

そこで、愛着を持ちやすいシステムを実現するために「かわいい」の概念を積極的に設計に組

み込んだユーザインタフェースとして、KUI を提案した。以降、KUI の実装例として、「あるくま」 「Stickable Bear」 「Flauneur」 「ImpAct」 に関して述べる。これらの実装は、それぞれ「かわいいを評価するためのシステム」、「かわいい形状・動きを有する実世界指向インタフェース」、「かわいい体験を促進する街歩き支援システム」「かわいいCG と戯れるためのデバイス」である。

あるくま

提案する実世界指向型インタフェース“あるくま” のシステム構成を図 4. 4. 3. 1 に示す。ユーザは図のようにロボットを把持し、ロボットの両腕を動かすことでCG キャラクタを操作する。

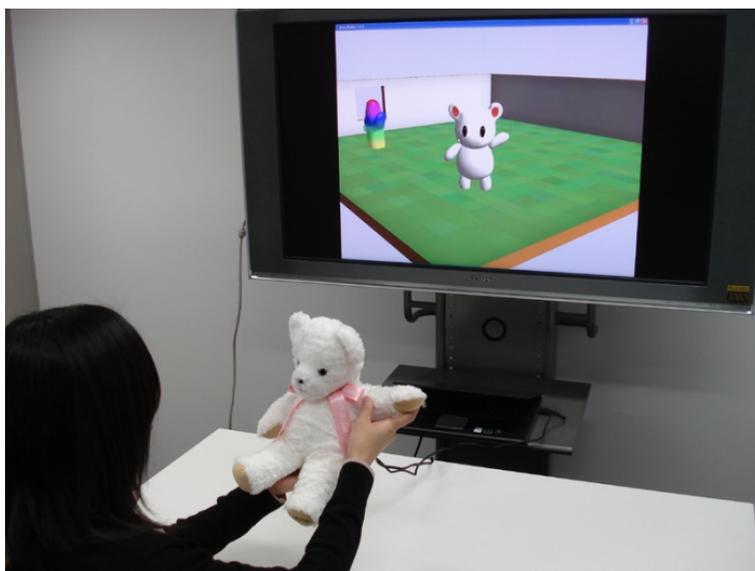


図 4. 4. 3. 1 あるくま

提案するインタフェース“あるくま” はテディベア型ロボット (IP ROBOT PHONE[関口 05], イワヤ株式会社), 構成:片腕 2 自由度× 2, 首 2 自由度, 計 6 自由度) をコントローラとし, その入力を CG キャラクタに反映させたシステムである。ロボットの両腕と頭部の動きを, CG キャラクタのそれぞれの部位の動作に反映させた。ロボットの首を 30 °以上回転させた場合は, CG キャラクタが回転し, その体の向きを変えることができる仕組みとした。また, ロボットの腕を動かすことで, CG キャラクタに同様の動きを反映させることができるよう設定した。そして, ロボットの両腕を交互に縦に振り, ロボットに歩くような動作を与えることで, CG キャラクタを歩かせることができる仕組みとした。そのとき, CG キャラクタが壁や障害物などにぶつかり, ロボットの両腕にトルクが働き, CG キャラクタが何かにぶつかったことを知らせるよう力覚をフィードバックさせた。CG キャラクタの歩行は, ロボットから取得した両腕の pivot 軸の角度から計算した。また, 角度は 10Hz の間隔で取得させた。歩行動作の判定は, 一方の腕の角度差分が 5 度以上, もう一方の腕の角度差分が-5 度以上の場合に歩行動作処理を行うこととした。移動方向は CG キャラクタが現在向いている角度方向とし, 歩幅については両腕の角度差分の絶対値を平均した値に比例させた。そのときの CG キャラクタの両足の角度はそれぞれ-(肩の角度/2)とした。この操作方法を用いることで, CG キャラクタの歩行速度を自在に制御できる。例えば, ロボットの両腕を小刻みに素早く交互に動かすと, CG キャラクタは早足で移動し, ロボットの両腕を大振りにゆっくりと動かすと, CG キャラクタは行進しているかのように大股で移動する。この操作方法を用いることで, CG キャラクタの両手や頭部それぞれの挙動を独立に制御することができるだけでなく, ロボットの両腕の動作の組み合わせによって, 様々な CG キャラクタの全身の挙動を制御することができる。

また本システムを用い, ユーザの愛着に関する評価を行った。具体的には, IP ロボットフォンをコントローラとして使用した場合と, 一般的なゲーム機のコントローラによって動かした場合について比較を行い, アンケート結果に対し分散分析を行った。体験した感想に関するアンケートでは, Q3 「クマの動きがかわいらしかった。」 ($F(1, 19) = 11.63, p < .01(**)$), Q4 「クマ

を動かすことが楽しかった。」(F(1, 19) = 16.68, p < .01(**)), Q5「もっと遊びたい」(F(1, 19) = 7.99, p < .05(*)) のそれぞれにおいて、有意差が確認された。質問紙の結果から、一般的なゲーム機のコントローラを使用した被験者群と比較すると、あるくまを使用した被験者群の方が、“あるくま”の体験に関して強い正の印象をもっていたことが示された。あるくまを使用した被験者群のユーザはCGキャラクターの操作を楽しんでおり、実験終了後も“あるくま”の体験の継続を所望していたことが示された。

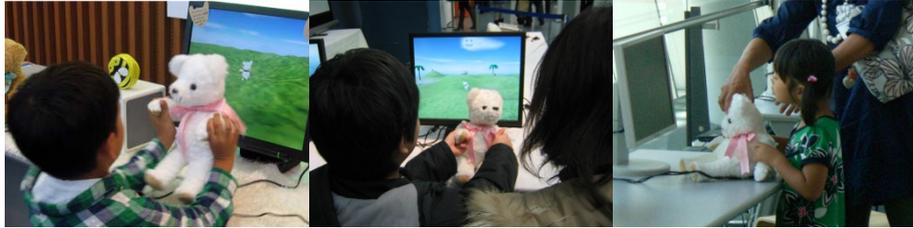


図 4. 4. 3. 2 フィールドテストの様子

本研究で開発したインタフェース“あるくま”について、上記の実験に加えて一般のユーザを対象にフィールドテストを行った。フィールドテストは日本科学未来館、札幌青少年科学館で行われ、一般の来館者の中から体験希望者に対してのみ実施した。実験は2歳から80代のお年寄りの約450人が体験された。フィールドテストの結果から、幼児からお年寄りまで、様々な年齢層のユーザが“あるくま”の操作方法を習得し、CGキャラクターの挙動を自在に動かしていることが示された。展示体験者約450人のうち、129人から簡単な質問紙の回答を得られた。質問紙に協力してくれた来館者の年代の分布は、幼児18人(母親が代筆)、小学生44人、中学生20人、高校生14人、大学生・専門学校生2人、一般11人であった。実施した質問紙では“あるくま”の体験に対する感想を記述してもらい、最後に「とても良い」を100点として、「とても悪い」を0点とした場合の“あるくま”体験の評価を行った。質問紙の結果から、平均92/100点(内訳90-100点:83人, 70-89点:21人, 50-69点:5人, 無回答:10人)という結果が得られた。最高点100をつけた被験者(61人)の“あるくま”を体験した感想(自由回答)では、「おもしろかった」、「もう一度やりたい」、「くまがかわいかった」、「あるくまが欲しい」、「帰りたい」などが記述されていた。このように、開発した“あるくま”の操作方は、子供からお年寄りまで幅広い年代のユーザが楽しめるものであることが示された。

Stickable Bear

携帯型でかつ実体をもつKUIの一例としてStickable Bearを開発した。これは全身に6軸の自由度を持ち、頷く、手を振るといった身体動作を行なうことが可能な小型のRobotic User Interfaceである。

背面の光センサで特定のパターンを検出した場合に、身体動作を行なうように実装した。Stickable Bearをディスプレイの表面に貼りつけ、ディスプレイ上に提示する画像情報を変化させるだけでロボットを制御可能であるため、ロボットの身体性を生かしたジェスチャ動作による情報提示を簡単に行うことができる。アクチュエータには、外力による破壊を防ぐこと、ジェスチャを行うためすばやい動作を行うことを考慮し、非接触アクチュエータである電磁石を用いている。

本システムによって、パソコンやPDAなどの情報端末のディスプレイを通じて、誰もが簡単にKUIへ身体動作の指示を行なうことが可能となる。

尚、本研究成果は日本科学未来館にて期間展示を行ない、好評を博した。



図 4. 4. 3. 3 Stickeable Bear

Flaneur(フラヌール)

Flaneur (フラヌール)は特定の方角に向け覗き込むと一人称的視点で空間を直感的に把握することができる KUI である。

Flaneur は携帯端末に備えられた GPS センサと方位センサにより、ある方角に障害物が存在しても、その先の風景を透視可能になるシステムで、無目的な都市徘徊の経験を支援するアプリケーションである。「ぶらぶら散歩(フラヌール, 仏語)」(無目的な徘徊)をするうえで、ユーザが求めている情報は、必ずしも地図上に表示されるようなアイコンや店舗名などではなく、場所の雰囲気や景色の良さ、お店の外観といった、アンビエントな情報である。ユーザはフラヌール端末を向けた方向にあるモノ・景色を見ることができる。好きなタイミングで気になるモノ・景色を探ることができる。これらのモノ・景色は画像として表示されるため、テキスト情報では分からないような、場所の雰囲気を知ることができる。

ユーザは、気に入った景色を見つけ写真に撮り、位置情報と関連付け、フラヌールのサーバにアップロードし、保存・共有することができる。こうしたアップロードが繰り返されることによって、データベースがリッチになる。

本システムによって、無目的な都市徘徊の経験を支援することで、街を積極的に歩きまわって、発見する楽しみを得ることが出来るようになる。例えば雑貨屋やカフェなどの、アンビエントな情報からしか見つけられない「かわいい」お店を見つけることができるようになる。したがって、本システムは「街歩き」という体験を「かわいい」体験にすることのできるシステムとも言える。

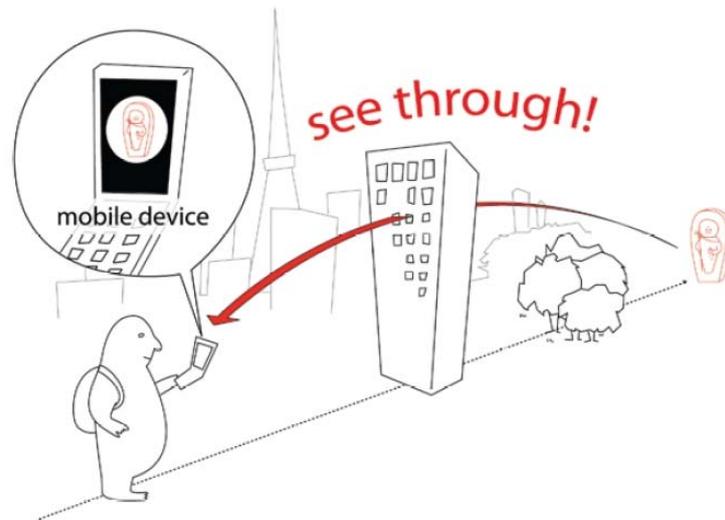


図 4.4.3.4 Flanur のコンセプト

ImpAct(インパクト)

ImpAct はコンピュータ画面内部の世界との触覚的なインタラクションを実現するタッチパネル用のペン型の触覚呈示デバイスである。ペンの先端は伸縮可能であり、それによって触覚の呈示を行い、かつペンがパネルに対して加えている力の測定を行っている。またペン型のデバイスの先端でタッチパネルに触れることで画面上のどの位置にタッチしているかをセンシングできる。さらに、ペン型デバイスには三軸加速度センサが内蔵されており、ペンの現在の傾きを計測することが出来る。これらのデバイス構成により、ペン型デバイスによって、画面内オブジェクトに対して、どの方向からどれだけの力で押しているかを計測することが出来る。このシステムを用いて、コンピュータ画面内の三次元オブジェクトとシームレスにインタラクションをすることが可能になった。本システムを使用することで、タッチパネル式ゲームにおいて、コンピュータ内部のCG キャラクタと、触覚を介したインタラクションを行うことが可能になり、かわいいCG に対する需要をさらに喚起することが期待される。

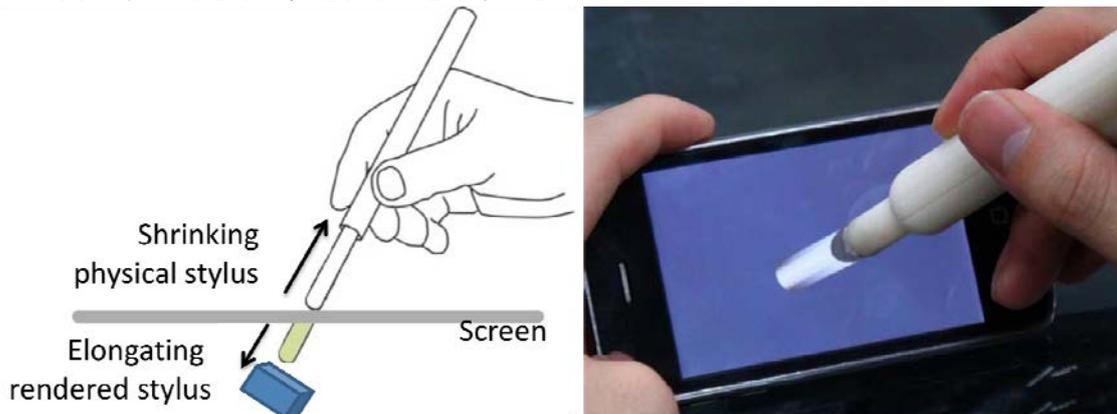


図 4.4.3.5 ImpAct

KUI 周辺技術

愛着に着目し KUI を設計した場合、実体のある操作インタフェースが実世界に存在することが重要になる。さらに、これらに対してモーションキャプチャシステム等に使われる空間位置のリアルタイム計測を小型装置で実現できれば、ヒューマンインタフェースやユビキタスネットワークゲームなどの各種の分野で応用が期待できる。

例えば、ゲームの体験者の体の位置を、ゲームの体験者が手に持った小型装置で取得すると、体験者の体の動きをゲームの中に反映できるモーションキャプチャシステムを実現できる。

以下の示す「光レゾルバ」及び「Single Track Gray Code Projector を用いた位置計測」は

ともに簡便に位置計測を行なうことが出来るシステムである。これらの位置計測技術の確立によって、愛着を持ったユーザインタフェースと常に一緒にいる経験をサポートすることが可能になる。

光レゾルバ

複数の面光源と受光素子という簡便な装置と単純な計測原理に基づく位置計測の手法を提案する。提案手法では、複数の面光源を同一周波数と異なる位相で明滅させ、実空間上から各光源からの光を合成し、位置ごとに位相の変化する光の信号場を生成する。受光素子は光を計測し基準信号と比較することでその位置に応じた位相差を得ることができる。受光素子による計測は、信号場とは独立しているため、複数の受光素子で同一の信号場を計測することが出来る。磁気式レゾルバの原理を光学的に拡張することで位相情報から受信部の位置を計測するため、本方式を光レゾルバと呼ぶ。

本提案手法では、一定の位相差を保って同じ周期で明滅する二つの面光源を用いて特定の方向に位相差が変化する信号場を展開する。本提案手法では以下の三つの原理によって実現される。

有限の大きさを持つ面光源の照射する光には指向性があるため、光の強度は受光素子との距離が一定で、受光素子がつねに面光源の中心に向いているならば、受光素子の受信する光の輝度は面光源と素子との角度に応じて変化する。

複数の光源から出力された光が重なった場所を計測すると、合成された光が計測できる。同一周波数、同一波形で位相のみ異なる二つの信号を合成すると二つの信号の強度の比に応じて位相のみずれた信号が得られる。

角度検出システムでの、面光源と受光素子の角度によって生じる輝度の変化に相当する変化を空間方向にマスクパターンを用いて与えることで、直線方向に位相差を展開するシステムを実現することができる。

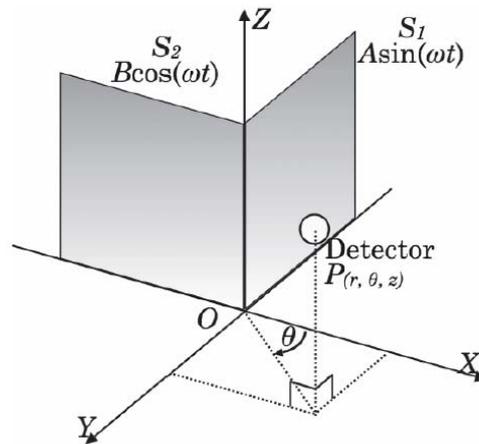


図 4.4.3.6 光レゾルバの基本概念

Single Track Gray Code Projector を用いた位置計測

回転角度を取得するセンサに用いられる絶対角度取手法を、空間座標をリアルタイムに取得することに応用したシステムを提案した。回転角度を取得するロータリーエンコーダーと同様の機構を用いることから、本システムを投影型空間エンコーダと呼称する。本システムは座標情報をもったパターンを投影する空間構造化光の送信部と、投影された空間座標情報を取得する受信部から構成される。受信部では送信部の光軸方向からの角度を取得できる。単体では角度情報だけであるが複数システムを組み合わせることにより三次元位置空間情報を構成することが可能である。座標情報をもつシングルトラックグレイコード (Single Track Gray Code : STGC) を用いることにより、レンズ光学系を必要としない送信部を構成できることが特徴である。また安価/簡便に自由空間内での位置を検出が出来る点が本形式の特長である。

本提案型式では、位置情報を投影する送信部、その情報を取得する受信部からなる。送信部の

複数の光源はビット分解能と同じ数のLEDを等間隔に配置している。また使用するパターンズライドは2値パターンをもち、光を透過・遮へいする特性をもつ。このパターンにはシングルグレイコードを用いており、送信部から複数のグレイコードパターンを投影することができ、角度によって異なるコードを送出することとなる。

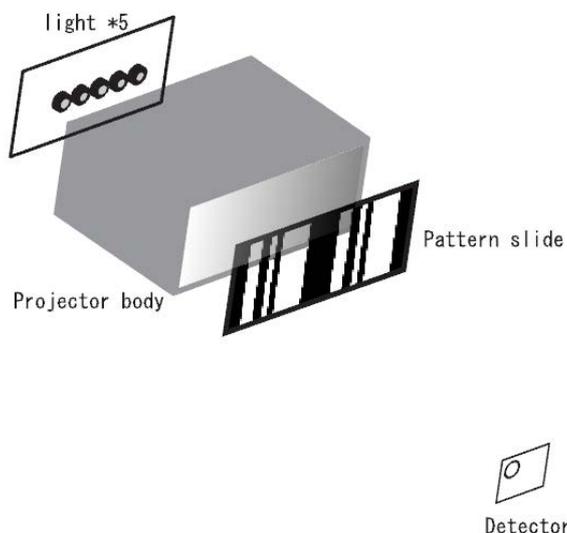


図 4.4.3.7 Single Track Gray Code Projector の基本原理

(2) 研究成果の今後期待される効果

今後需要が増すと考えられるCGキャラクタを用いたアバターベースのインタラクティブシステムにおいて、愛着を感じられるだけでなく、直感的に操作でき、様々なCGフィールドに対応できるインターフェースを用いることで、ユーザの体験の質を高めることができると考えられる。また、KUIの概念を用いた“あるくま”が愛着を感じられるだけでなく、操作そのものを楽しめるよりインターフェースであることが確認されたことから、コミュニケーションロボットやCGエージェントとのインタラクションにおける情報伝達的手段として利用できるだけでなく、手に触れて遊びながら学ぶことのできる知育玩具などにも応用できると考えられる。

今後の課題として、更に多様なCGフィールドについて「直感的な操作」を逸脱しない操作方法の模索や、ユーザの印象についても更に調査していく予定である。また、操作そのものを楽しめる結果についても、更に調査をすすめていきたい。本研究は、人間と人工物とのインタラクションを阻害しないコミュニケーション方法や、人工物に対する「慣れや飽き」の問題など、未だ解決されていない様々な問題に対して、有益な研究指針を与えるものであると考えられる。

§ 5 成果発表等

(1) 原著論文発表 (国内(和文)誌 25 件、国際 (欧文) 誌 15 件)

(4-1) 論文(原著論文)発表

1. Yatani, K., Tamura, K., Hiroki, K., Sugimoto, M., Hashizume, H.: Toss-It: Intuitive Information Transfer Techniques for Mobile Devices Using Toss and Swing Actions, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol. E89-D, No. 1, pp.150-157.
2. 三浦, 杉本: T-RHYTHM: 振動デバイスを用いたリズム学習支援システム, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J89-D, No. 4.
3. 小松孝徳・鈴木昭二・鈴木恵二・松原仁・小野哲雄・坂本大介・佐藤崇正・内本友洋・岡田孟・北野勇・棟方渚・佐藤智則・高橋和之・本間正人・長田純一・畑雅之・乾英雄 (2006). 非ロボット技術者のための直感的ロボットオーサリングシステムの提案, 日本バーチャリアリティ学会論文誌, vol.11 (2), 213-224.
4. 小川浩平, 小野哲雄 (2006). 「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.
5. 棟方渚, 吉田直史, 櫻沢繁, 塚原保夫, 松原仁, モーションメディアコンテンツを利用したバイオフィードバックデザイン, 日本バーチャリアリティ学会 Vol.11 No.2, pp.275-282. (2006.7)
6. 細井, 杉本: Shepherd: ユーザ視点のマルチロボットコントロールを実現するモバイルインターフェイスの試作, 日本バーチャリアリティ学会論文誌, Vol.11, No.2, pp.225-236 (2006).
7. 杉本, 宮原, 井上, 田村: 携帯端末の 3 次元位置に基づく投影画面の表示と直感的な操作手法の試み, 情報処理学会論文誌, Vol. 47, No.6, pp. 1976-1986 (2006).
8. Soh Masuko, Junichi Hoshino: "Generating Head-Eye Movement for Virtual Actor," Systems and Computers in Japan, 37(12), 33-44, 2006.
9. Rai Chan, Junichi Hoshino: "Building Immersive Conversation Environment Using Locomotive Interactive Character" , Journal of Universal Computer Science, vol. 13, no. 2 (2007), 149-160
10. 副田俊介、美添一樹、岸本章宏、金子知適、田中哲朗、マーティン・ミュラー. 証明数と反証数を用いた λ 探索. 情報処理学会論文誌 Vol.48 No.11 (2007) pp. 3455-3462
11. 益子宗, 星野准一: "心拍数制御を用いた運動支援ゲームの提案", 芸術科学会論文誌, 6(3), pp. 136-144, 2007
12. 中野敦, 河村仁, 三浦枝里子, 星野准一: "Spilant World: エピソードツリーによるインタラクティブなストーリー創発型ゲーム", 芸術科学会論文誌, Vol. 6 No. 3, pp.145-153, 2007. (芸術科学会論文賞)
13. Jonathan Schaeffer, Yngvi Bjoernsson, Neil Burch, Akihiro Kishimoto, Martin Mueller, Robert Lake, Paul Lu, Steve Sutphen. "Checkers Is Solved", Science, Volume 317, Number 5844, pages 1518-1522, 2007. DOI: 10.1126/science.1144079.
14. Soh Masuko, Junichi Hoshino: "Head-eye animation corresponding to a conversation for CG characters", Computer Graphics Forum: Journal of the European Association for Computer Graphics, vol.26, no.3, pp.303-311, 2007.
15. Atsushi Nakano, Junichi Hoshino: "Composite Conversation Gesture Synthesis Using Layered Planning", Systems and Computers in Japan, Volume 38, Issue 10, pp.58-68, 2007.
16. 竹内, 杉本: 位置情報履歴を利用したユーザアダプティブな街案内システム, 電子情報通信学会論文誌 J90-D, No.11, pp. 2981-2988 (2008).
17. 松尾由美・田島祥・野原聖子・坂元章「テレビゲームを利用した社会性育成の可能性ープレイヤーの認識よりー」、『デジタルゲーム学研究』2-1、p.23-33、平成 20 年 12

- 月
18. 井堀直子・坂元 章・渋谷明子・湯川進太郎「テレビゲームが子どもの攻撃行動および向社会的行動に及ぼす影響—小学生を対象にしたパネル研究—」、『デジタルゲーム学研究』2-1、p.34-43、平成 20 年 12 月
 19. 魏晶玄「オンラインゲーム開発の成功要因に対する探索的接近—「FreeStyle」開発プロジェクト管理に対する事例分析」、『デジタルゲーム学研究』2-1、p.137-146、平成 20 年 12 月
 20. 星野准一, 田中彰人, 濱名克季:”模倣学習により成長する格闘ゲームキャラクタ”, 情報処理学会論文誌 Vol.49, No.7, 2539-2548, 2008
 21. 橋爪, 金子, 杉本: 位相一致法による正確な超音波位置認識手法とその特性, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J91-A, No.4 , pp.435-447(2008).
 22. Takeuchi, Y., Sugimoto, M.: A User-Adaptive City Guide System with an Unobtrusive Navigation Interface, Journal of Personal and Ubiquitous Computing, Vol.13, No. 2, pp. 119-132 (2008).
 23. 棟方渚, 中村光寿, 田中伶, 土門裕介, 松原仁: 攻撃行動をとまなうバイオフィードバックゲーム, 情報処理学会論文誌, Vol.50 No.12, pp. 2969-2977, 2009
 24. 鎌倉哲史・富安晋介・馬場章「MMORPG を用いた歴史授業の教育効果について: 工業高等専門学校における実験の結果報告」『デジタルゲーム学研究』第 3 巻第 1 号、2009 年
 25. 佐藤哲也, 杉本雅則, 橋爪宏達: 高精度超音波移動体測位のための位相一致法の拡張手法, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J92-A, No.12, pp. 953-963, 2009. DOI: 10.1587/transfun.J92.A.953
 26. 常盤拓司, 吉積将, 新居英明, 杉本麻樹, 稲見昌彦, ユビキタス環境のための光レゾルバ, 情報処理学会論文誌, Vol.50, No.4, pp1311-1320. 2009/4
 27. 新居英明, ラメッシュ・ラスカル, 藤井智子, 常盤拓司, 稲見昌彦, STGC(シングルトラックグレイコード)を用いた投影型空間エンコーダ, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J92-D(10): pp.1784-1792, 2009
 28. 青木 孝文, 三武 裕玄, 長谷川 晶一, 佐藤 誠: 'ワイヤによる皮膚感覚刺激を用いた指先装着型接触感提示デバイス', '日本バーチャルリアリティ学会論文誌', Vol.14, No.3, 2009 9 pp.421-428.
 29. Mika Lehdonvirta, Collecting conversations: three approaches to obtaining user-to-user communications data from virtual environments, Journal of Virtual Worlds Research.
 30. Ito, T., Sato, T., Tulathimutte, K., Sugimoto, M., Hashizume, H.: A Scalable Tracking System Using Ultrasonic Communication, IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol. E92-A, No.6, pp. 1408-1416, 2009. DOI: 10.1587/transfun.E92.A.1408
 31. Hironori Mitake, Kazuyuki Asano, Takafumi Aoki, Marc Salvati, Makoto Sato, Shoichi Hasegawa: 'Physics-driven Multi Dimensional Keyframe Animation for Artist-directable Interactive Character', 'Computer Graphics Forum', Vol.28, No.2, 2009 4 pp.279-287, 10.1111/j.1467-8659.2009.01367.x
 32. 星野准一, 森博志:”音声対話ゲームのための CG キャラクタの反動的注意生成”, 芸術科学会論文誌, 2010
 33. 三武裕玄, 青木孝文, 長谷川晶一, 佐藤誠: 精緻なフィジカルインタラクションにおいて生物らしさを実現するバーチャルクリーチャ, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 Vol15 No.3 (2010.9)
 34. Sato, T., Nakamura, S., Sugimoto, M., Hashizume, H.: Extended Phase Accordance Method: A Real-time and Accurate Technique for Estimating Position and Velocity of Moving Objects using Ultrasonic Communication, Sensors and Transducer Journal

- (special issue, Dec. 2010), Vol.9, pp.56-70, 2010.
35. Lehdonvirta, M., Lehdonvirta, V., Baba, A. Prosocial behaviour in avatar-mediated interaction: The influence of character gender on material vs. emotional help-giving. Accepted for publication in *On the Horizon*, 2011.
 36. N. Munekata, T. Nakamura, R. Tanaka, Y. Domon, F. Nakamura and H. Matsubara; A Biofeedback Game with Physical Actions, IFIP 9th International Conference on Entertainment Computing (ICEC2010), pp381-388(2010).
 37. Koji Murai, Takafumi Serizawa, and Yasuyuki Yanagida: Localized Scent Presentation to a Walking Person by Using Scent Projectors, Proceedings of the First IEEE International Symposium on Virtual Reality Innovation (ISVRI 2011), Singapore, pp. 67-70, March 19, 2011.
 38. 佐藤 智彦, 中村 成希, 寺林 光太郎, 杉本 雅則, 橋爪 宏達: 超音波通信を用いた高精度モーションキャプチャの設計, 超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム(USE 2010), 東京 pp. 445-446 (2010).
 39. 中村 成希, 佐藤 智彦, 杉本 雅則, 橋爪 宏達: 拡張位相一致法と適応的フィルタリングを統合した高精度な超音波位置速度推定, 超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム(USE 2010), 東京 pp. 491-492 (2010).

(2) その他の著作物(総説、書籍など)

1. 松原仁編著 (4章)伊藤毅志,松原仁, Reijer Grimbergen,コンピュータ将棋の進歩5, 2005.12, 共立出版
2. 魏晶玄, 2006, 『韓国のオンラインゲームビジネス研究——無限の可能性を持つサイバービジネス成功の条件』東洋経済新報社.
3. 岸本 章宏. チェッカー解明秘話. 情報処理学会会誌. Vol. 48, No. 11, pages 1257-1263, 2007.
4. 松原仁: オンラインゲームの課題とその制作支援: 情報処理学会誌., vol.48,no.12,pp.1373-1379,2007.
5. 七邊信重, 「東京大学『オンラインゲームの教育目的利用のための研究』プロジェクト」, デジタルコンテンツ協会, 『平成 19 年度シリアスゲームの現状調査報告書』, 9-18,
6. 副田俊介, 松原仁 オンラインゲーム運営補助のためのツール, 人工知能学会誌, vol.23,no.1,pp.68-73,2008.
7. 富安晋介・七邊信重・馬場章, 「『大航海時代 Online』を用いた歴史教育実践——学校教育におけるゲーム利活用の形態として」“Online-Games shake hand with Education” (2008 年韓国、日本で出版予定).
8. 小野哲雄, 小川浩平(2008.5). ユビキタス・マインドとロボットのインタラクションデザイン, 『ヒューマンインタフェース学会誌』, Vol. 10, No. 2, pp. 49-52.
9. 馬場 章「ゲームの教育と研究の役割ーゲームの明るい未来のためにー」、『2008CESA ゲーム白書』, p.14-27、社団法人コンピュータエンターテインメント協会、平成 20 年 7 月
10. 馬場章「ゲームの教育と研究の役割ーゲームの明るい未来のためにー」、『テレビゲームのちょっといいおはなし・5』, p.1-13、社団法人コンピュータエンターテインメント協会、平成 20 年 9 月 ※上記原稿のリライト
11. 바바 아키라(馬場章)「일본 고등학생을 대상으로 한 역사교육(日本の高校生に対する歴史教育への利用)」、『온라인 게임, 교육과 손잡다(オンラインゲーム、教育と手を取り合う)』, p.175-190、한경사(韓経社)、平成 20 年 11 月
12. 上村雅之・岩谷 徹・馬場 章「日本のゲーム産業史ーハードウェアとソフトウェアリ出会い/アーケードゲームと家庭用ゲームの出会い」、『デジタルゲーム学研究』2-1、p.11-22、平成 20 年 12 月

13. 七邊信重「シリアスゲームのデザインにおける3つの異なる目標のバランスー熱中、訓練目的、文脈ー」、『デジタルゲーム学研究』2-1、p.126-136、平成20年12月 ※翻訳、アンダース・フランク原著
14. 富安晋介「私のゲームキャラクタの価値は何か？ーMMOG キャラクタの価値構成についてー」、『デジタルゲーム学研究』2-1、p.115-125、平成20年12月 ※翻訳、トミ・クヤンポー、トニー・マニエン、ラウラ・ヴァリウス原著
15. 坂元章「CERO による『テレビゲームとレーティングの社会的受容に関する調査』の経緯と概要」、『デジタルゲーム学研究』2-1、p.157-159、平成20年12月
16. 七邊信重「ノベルゲームの感動はどこから生まれるのか？ー書評『ノベルゲームのシナリオ作法』ー」、『デジタルゲーム学研究』2-1、p.172-173、平成20年12月
17. Yasuyuki Yanagida: Olfactory Interfaces, HCI Beyond GUI (Philippe Kortum ed.), Chapter 8, pp. 267-290, Morgan Kaufmann Publishers, Burlington, MA, USA (2008.4)
18. 柳田康幸、伴野明(分担執筆):嗅覚ディスプレイ、第3章、フレグランスジャーナル社、pp. 34-59 (2008.10)
19. 柳田康幸:嗅覚ディスプレイの研究開発動向、日本電気学会論文誌、Vol. 128-E、No. 12、pp. 451-454 (2008.12)
20. 柳田康幸:バーチャルリアリティのインタフェース、画像電子学会誌、Vol. 37、No. 6 (2008.12)
21. 柳田康幸:バーチャルリアリティのインタフェース、画像電子学会誌、Vol. 37、No. 6、pp. 798-800 (2008.12)
22. 関大陸、稲見昌彦、モーションメディアと RobotPHONE、計測と制御、Vol.48、No.6、pp.479-484、2009/6
23. 杉本麻樹、稲見昌彦、インターネット白書2009、「第1部第2章 拡張現実感(AR)を使った新サービスの動向」を分担執筆、インプレス R&D、2009年6月
24. Ito, T., Sato, T., Tulathimutte, K., Sugimoto, M., Hashizume, H.: A Scalable Ultrasonic-Based Localization System Using the Phase Accordance Method, In Recent Advances in Sensing Technology, Lecture Notes in Electrical Engineering, Vol. 49, Springer, pp.35-54, 2009.
25. 棟方渚、小松孝徳、松原仁:ポジティブ・バイオフィードバックを利用したインタラクティブゲーム、コンピュータソフトウェア、Vol.27、No.2 pp73-78 (2010).
26. 柳田康幸:嗅覚ディスプレイの研究開発動向と MEMS、月刊ディスプレイ、Vol. 16、No. 1、pp. 31-38 (2010.1)
27. 柳田康幸:空気砲の原理を利用した香りプロジェクト〜最近の研究開発動向〜、AROMA RESEARCH、Vol. 11、No.1 (通巻 No. 41)、pp. 18-22 (2010.2)
28. 五木 宏、藤田 篤、竹内 飛鳥、松原 仁:RMT に立ち向かう MMORPG 運営者の支援、日本知能情報ファジィ学会誌 Vol.22 No.6 pp.757-761、2010.
29. Koji Murai, Takafumi Serizawa, and Yasuyuki Yanagida: Localized Scent Presentation to a Walking Person by Using Scent Projectors, Proceedings of the First IEEE International Symposium on Virtual Reality Innovation (ISVRI 2011), Singapore, pp. 67-70, March 19, 2011.

(3)国際学会発表及び主要な国内学会発表

① 招待講演 (国内会議 18 件、国際会議 7 件)

- 1 魏晶玄(ソウル中央大学),「アジアオンラインゲーム市場の動向と戦略」,アジアオンラインゲームカンファレンス2006,日本教育会館(東京),2006年2月9日.
- 2 新清士(IGDA 日本),「MOD 戦略にみるコミュニティマネジメント」,アジアオンライン

- ゲームカンファレンス 2006, 日本教育会館(東京), 2006年2月9日.
- 3 小野哲雄(2006).「ホームロボットの振舞いのデザイン」, 計測自動制御学会, SI2006, 2006年12月16日.
 - 4 馬場章(東京大学),「ゲームの処方箋～人とゲームの新しい関係～」『ゲームの処方箋研究成果発表シンポジウム』, 秋葉原 UDXビル, 2006年7月14日.
 - 5 馬場章(東京大学),「Utilizing Online Games for Educational Purposes」『ゲームと教育 ICT 時代の子ども未来を考えるフォーラム』, マルチメディア振興センター, 2006年12月19日.
 - 6 馬場章(東京大学),『ゲーム開発シンポジウム』, 台湾龍華科技大学, 2006年11月13日.
 - 7 馬場章(東京大学),「Utilizing Online Games for Educational Purpose in Japan: Effectiveness and Curriculum Development」『Games for Education』, 韓国延世大学校, 2006年11月25日.
 - 8 柳田康幸: 香りプロジェクトによる香りの局所提示, 映像情報メディア学会 2006, 年年次大会公開講演会 (2006.8.31)
 - 9 「ヒューマンエージェントインタラクションにおけるデザイン」ーインタラクションにおけるカップリングと認知ー小野哲雄, エンターテインメントと認知科学ステーションシンポジウム, 電気通信大学, 2007年3月24日.
 - 10 星野准一:「面白さ」をつくるCG技術”, 情報処理学会グラフィクスと CAD 研究会, 2007.
 - 11 柳田康幸: バーチャルリアリティと五感情報提示技術～触覚と嗅覚を中心として～, 日本知能情報ファジィ学会第23回ファジィシステムシンポジウム (2007.8)
 - 12 Takeuchi, Y., Sugimoto, M.: User-Adaptive Home Video Summarization using Personal Photo Libraries, In Proceedings of ACM CIVR 2007, Amsterdam, The Netherlands, pp.472-479.
 - 13 Hichibe, Nobushige, Akira Baba, “Serious Games” in JAPAN, Serious Games Summit GDC 2008, San Francisco, February 19, 2008.
 - 14 Tomiyasu, Shunsuke, Akira Baba, Educational Use of Commercial Online Games in History Classes: Practice and Effects, Serious Games Summit GDC 2008, San Francisco, February 19, 2008.
 - 15 Baba, Akira, The results in Japan: Time Travel to the Medieval Ages - Historical Classes in Japanese High School-, Symposium of Encounter of online games and education, Seoul, March 7, 2008.
 - 16 柳田康幸: 情報通信研究機構(NICT)/超臨場感コミュニケーションフォーラム(URCF) 五感・認知国際ワークショップ パネル討論パネリスト (2008.10)
 - 17 柳田康幸: 香りプロジェクトによる嗅覚情報提示, 大阪電気通信大学視覚情報基礎研究施設(VIRI)講演会 (2008.12)
 - 18 馬場章,「デジタルゲームの教育活用に向けて: シリアスゲームの有効性」, ICT時代の子ども未来を考えるシンポジウム, バンダイナムコゲームス本社未来研究所ファンシアター, August 6, 2009.
 - 19 富安晋介,「MMORPG の教育目的利用に関する研究」, ICT時代の子ども未来を考えるシンポジウム, バンダイナムコゲームス本社未来研究所ファンシアター, August 6, 2009.
 - 20 鎌倉哲史,「オンラインゲーム体験を用いた小学校における情報モラル教育の実践」, ICT時代の子ども未来を考えるシンポジウム, バンダイナムコゲームス本社未来研究所ファンシアター, August 6, 2009.
 - 21 Akira Baba, Serious games beyond e-Learning, eLAC2009: e-Learning Asia Conference 2009, Seoul Korea, September 3, 2009.
 - 22 Akira Baba, Serious Games and the possibilities: especially for Education and

Learning, The Future of Games: Serious Games, world knowledge forum 2009, Seoul Korea, October 15, 2009.

- 23 長谷川晶一: '実はこんな研究やっています', セッション分担, CEDEC2009, 2009.9.
- 24 松原仁: IP ロボットフォンのしくみを知ろう, 札幌市青少年科学館 大ロボット展 (2010).
- 25 松原仁: Universal game for life, EC2010, 2010.

② 口頭講演 (国内 118 件、国際 45 件)

- 1 柳田康幸, 五感を利用したドライバへの情報提示に関する基礎検討, 自動車工業会中部支部技術発表会 (2006.2)
- 2 金子歩, 杉本雅則, 橋爪宏達, 位相合致法を用いた相対位置認識システムの試作, 平成 17 年度第 5 回アコースティックイメージング研究会, 東京, pp. 35-40 (2006 年 2 月).
- 3 鎌田真人, 伊藤卓, 松原仁, 棋力認定問題によるコンピュータ囲碁の評価(その3), 情報処理学会研究報告 2006-GI-15, 2006.3,
- 4 伊藤毅志, 斎藤大, 高橋克吉, 村松正和, 松原仁, 囲碁と将棋の思考過程の違い~視線データと発話データの比較から~, 情報処理学会研究報告 2006-GI-15, 2006.3.
- 5 松原仁, 思考ゲーム研究の現在と未来, 人工知能学会 第 51 回人工知能セミナー 人工知能とメディア・ゲーム・教育, 2006.3
- 6 「将棋とコンピュータ」 パネル討論,, 情報処理学会 第 68 回全国大会, 2006.3,
- 7 中野 敦, 塩入 健太, 星野 准一: “対話型キャラクタのための姿勢, しぐさ, ジェスチャの複合による心理状態表現”, 情報処理学会インタラクシオン 2006, pp.149~156, 2006
- 8 細井一弘, 杉本雅則, Shepherd: ユーザ視点のマルチロボットコントロールを実現するモバイルインターフェイスの提案, インタラクシオン 2006, 東京, pp. 75-76 (2006 年 3 月).
- 9 廣木桂一, 矢谷浩司, 杉本雅則, Hybrid Touch: モバイルデバイスの表裏両面からの捜査を連携させることによる直感的な入力手法, インタラクシオン 2006, 東京, pp.45-46 (2006 年 3 月)
- 10 Ravasio, P. Tschertter, V., Sugimoto, M. SketchMap: Supporting Children in Drawing 'Personal Environment Maps', インタラクシオン 2006, 東京, pp.71-72 (2006 年 3 月).
- 11 内田由理子(詫間電波高専), 「高専における歴史教育法の一試行」『日本高専学会第 12 回年会』, 神戸研究学園都市・ユニティ, 2006 年 8 月 19 日.
- 12 馬場章・七邊信重(東京大学)・内田由理子・高畑秀行(詫間電波高専)・松原健二(コーエー), 『中間成果記者発表会』, 東京大学, 2006 年 8 月 29 日.
- 13 七邊信重・馬場章(東京大学), 「オンラインゲームの教育効果——歴史授業における『大航海時代 Online』を用いた実証実験』, 『エンタテインメントコンピューティング 2006』, 日本科学未来館, 2006 年 9 月 17 日.
- 14 魏昌玄(ソウル中央大学), 「Using the Online Game as the Education Game: Developing Curriculum and Analyzing Results of Experiments」, 『Serious Games Summit 2006 DC』, ワシントン DC, 2006 年 10 月 31 日.
- 15 五十嵐美香, 「ゲーム・メカニズムの市民教育への導入——情報のアクセサビリティの向上を目指して」『日本シミュレーション&ゲーミング学会大会』, 立命館大学, 2006 年 11 月 12 日.
- 16 小川浩平, 小野哲雄(2006). 「Tele-ITACommunication: 対話相手の存在感が増す遠隔コミュニケーションシステムの提案」, HAI シンポジウム 2007, 2006 年 12 月 12 日.

- 17 板垣祐作, 小川浩平, 小野哲雄(2006). エージェントの存在感によるインタラクショ
ン, HAI シンポジウム 2007, 2006 年 12 月 12 日.
- 18 副田俊介, “ログの解析によるオンラインゲームの分析”, CrestOnlineGame シンポジ
ウム 2007, March 2007(東京)
- 19 松原仁, 馬場章, 星野准一, 柳田康幸. 「オンラインゲームの制作支援と評価」プロ
ジェクト, 第2回デジタルコンテンツシンポジウムプログラム P2-1, (2006.6)
- 20 元住充利・三宝宣尚・寺島克明・イアン フランク・松原 仁, 馬場章, オンラインゲー
ムの社会的効果の予備的実験—信長の野望オンラインを例として—第2回デジタル
コンテンツシンポジウムプログラム P2-5, (2006.6)
- 21 棟方渚, 吉田直史, 小松孝徳, 松原仁, 個性をもつ実体を利用したインターフェース
“あるくま”, エンタテインメントコンピューティング 2006, pp.313-314, (2006.9)
- 22 棟方渚, 小松孝徳, 櫻沢繁, 塚原保夫, 松原仁, ユーザーの性格特性が人工物とのイ
ンタラクシオンに与える影響—生体信号の個人差からインタラクシオンを評価する—,
Human-Agent Interaction Symposium, !C-2, 情報処理学会研究報告 2007-EC-6,
(2006.12)
- 23 棟方渚, 小松孝徳, 松原仁, モーションメディアコンテンツを利用したぬいぐるみ型イ
ンターフェース“あるくま”, インタラクシオン2007, (2007.3)
- 24 七邊信重(東京大学), 「メディア・学習・コミュニティ——同人／オンラインゲームユ
ーザーの相互実践のエスノグラフィー」『関東社会学会研究例会』, 立教大学, 2007
年 2 月 17 日.
- 25 馬場章, 「オンラインゲーム研究の社会的意義」, 『CREST Online Game シンポジウ
ム 2007』, 東京大学, 2007 年 3 月 26 日.
- 26 七邊信重(東京大学), 「オンラインゲームの教育効果」, 『CREST Online Game シン
ポジウム 2007』, 東京大学, 2007 年 3 月 26 日.
- 27 五十嵐美香, 「オンラインゲームにおける援助行動」, 『CREST Online Game シンポ
ジウム 2007』, 東京大学, 2007 年 3 月 26 日.
- 28 中野敦, 河村仁, 長谷将生, 三浦枝里子, 星野准一:”エピソードツリーによるインタ
ラクティブなフリーシナリオ型コンテンツ”, NICOGRAPH, 2006.
- 29 中野敦, 塩入健太, 星野准一:”対話型キャラクタのための姿勢, しぐさ, ジェスチャの
複合による心理状態表現”, インタラクシオン 2006 論文集, pp.149-156, 2006.
- 30 中野敦, 河村仁, 長谷将生, 三浦枝里子, 星野准一:”フリーシナリオ型ストーリーテ
リング”, エンタテインメントコンピューティング 2006, pp.131-132, 2006.
- 31 張磊, 中野敦, 星野准一:”オンラインゲームにおける会話イベント制御法”, エンタテ
インメントコンピューティング 2006, pp.155-156, 2006.
- 32 服部裕介, 中野敦, 星野准一:”コミュニケーションキャラクタの感情的振る舞い生成
”, EC 研究会(第 4 回), 2006
- 33 中野敦, 星野准一:”オンラインゲームのためのモーションクリエイション”, 第2回デジ
タルコンテンツシンポジウム, 2006.
- 34 長谷将生, 星野准一, 白鳥 和人:”実世界の環境情報を物語世界に反映させる物
語制御法”, NICOGRAPH Spring Festival in TAF, CD-ROM, 2007.
- 35 白鳥和人, 星野准一, “環境情報を反映させたコンテクストアウェアなゲーム”, 情報
処理学会エンタテインメントコンピューティング(EC)研究会, pp.17-26, 2007/03
- 36 河村仁, 三浦枝里子, 中野敦, 星野准一, “創発的ストーリー生成のためのエピソード
連結機構”, 情報処理学会エンタテインメントコンピューティング(EC)研究
会, pp.25-32, 2007/03
- 37 服部裕介, 田中彰人, 星野准一:”対戦型アクションゲームにおけるプレイヤーの模倣
行動の生成”, ゲーム情報学研究会(第 17 回), 2007
- 38 松原 仁, 馬場 章, 星野准一, 柳田康幸:「オンラインゲームの制作支援と評価」プロ
ジェクト, 第 2 回デジタルコンテンツシンポジウム講演予稿集, P2-1 (2006 年 6 月)

- 39 柳田康幸, 杉本雅則, 稲見昌彦, 松原 仁: オンラインゲームのための実世界指向インタフェースの検討, 第 2 回デジタルコンテンツシンポジウム講演予稿集, P2-4 (2006 年 6 月)
- 40 北野啓一, 柳田康幸: 温湿感の局所型提示に関する研究, 日本バーチャルリアリティ学会第 11 回大会講演論文集, pp. 3-4 (2006 年 9 月)
- 41 齊藤綾亮, 柳田康幸: 立体ズーム画像提示システムにおける奥行き知覚と融像に関する評価, 日本バーチャルリアリティ学会第 11 回大会講演論文集, pp. 304-305 (2006 年 9 月)
- 42 久野慎平, 岡田浩作, 柳田康幸: 仮現運動を用いた脚部への振動刺激に関する研究, 日本バーチャルリアリティ学会第 11 回大会講演論文集, pp. 380-381 (2006 年 9 月)
- 43 森聡人, 柳田康幸: バーチャルミラーを用いた視野外対象物確認方式の検討, エンタテインメントコンピューティング 2006 予稿集, pp. 159-160 (2006 年 9 月)
- 44 Hosoi, K., Sugimoto, M.: Shepherd: A Mobile Interface for Robot Control from a User's Viewpoint, In Proceedings of IEEE ROBIO2006, Kunming, China (2006).
- 45 細井一弘, 杉本雅則, Shepherd: ユーザ視点のマルチロボットコントロールを実現するモバイルインターフェイス”人工知能学会第 20 回全国大会予稿集, 東京 (2006 年 6 月).
- 46 細井一弘, 金子歩, 中村竜二, 屋比久保史, 五十嵐剛, 小浜武史, ダオヴィン ニン, 森晶洋, CoGAME, エンタテインメントコンピューティング 2006, pp.45-46, 東京 (2006 年 9 月).
- 47 中村竜二, 細井一弘, 杉本雅則, ジェスチャと音声による屋内型飛行ロボットの対話的航行, HAI2006 シンポジウム予稿集, 日吉, 神奈川, (2006).
- 48 細井一弘, 森晶洋, 杉本雅則, 飛行船を利用した異種ロボットシステム, HAI2006 シンポジウム予稿集, 日吉 (2006 年 12 月).
- 49 Miura, S., Sugimoto, M.: Supporting Children's Rhythm Learning Using Vibration Devices, In Proceedings of CHI2006 Extended Abstract, Montreal, Canada.
- 50 Ravasio, P., Tschertter, V., Sugimoto, M.: SketchMap: A Collaborative Tool to Learn Basic Cartographical Concepts, In Proceedings of COOP'06, Carry-le-Rouet, Province, France.
- 51 Masayuki Hata, Masato Honma, Hitoshi Matsubara, Taku Osanai, Takeshi Osana, "Fusion Education by Humanities and Sciences in the Case of e-Learning and Hands-On" Edutainment 2006 ,pp161-165 (2006.4)
- 52 Nagisa Munekata, Naofumi Yoshida, Shigeru Sakurazawa, Yasuo Tsukahara, Hitoshi Matsubara, "Design of Positive Biofeedback Using a Robot's Behaviors as Motion Media," Entertainment Computing ICEC 2006, pp.340-pp.349 (2006.9)
- 53 Komatsu, T., Iwaoka, T., Nambu, M. (2006). The Effect of Prior Interaction Experience with Real/virtual Robot on Participants' Leaving Message Task, In Proceedings of the Ninth International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (ICARCV 2006), (CD-ROM).
- 54 Xiaozhen Niu, Akihiro Kishimoto, Martin Muller: Recognizing Seki in Computer Go, In Proceedings of the 11th Advances in Computer Games, Volume 4250 of Lecture Notes in Computer Science, pages 88-103, Springer-Verlag, 2006
- 55 Haruhiro Yoshimoto, Kazuki Yoshizoe, Tomoyuki Kaneko, Akihiro Kishimoto, Kenjiro Taura. Monte Carlo Go Has a Way to Go, Twenty-First National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-06), pages 1070-1075, 2006
- 56 Atsushi Nakano, Akihito Tanaka, Junichi Hoshino: "Imitating the Behavior of Human Players in Action Games", International Conference on Entertainment Computing 2006, LNCS 4161, pp.332-335, 2006.

- 57 Atsushi Nakano, Kenta Shioiri, Junichi Hoshino: "Synthesizing Pose, Unconscious Movement, and Gesture for Mental Behavior Expression of Interactive Characters", ACM ACE2006, 2006.
- 58 Atsushi Nakano, Junichi Hoshino: "Motion Creation for Online Game Characters", ACM ACE2006, 2006.
- 59 Takeuchi, Y., Sugimoto, M.: Video Summarization using Personal Photo Libraries, In Proceedings of for ACM Multimedia Workshop On Multimedia Information Retrieval (MIR2006), Santa Barbara, CA, pp.213-222 (2006).
- 60 Sugimoto, M., Hiroki, K.: HybridTouch: An Intuitive Manipulation Technique for PDAs Using Their Front and Rear Surfaces, In Proceedings of MobileHCI 2006, Espoo, Finland, pp.137-140 (2006).
- 61 Takeuchi, Y., Sugimoto, M.: CityVoyager: An Outdoor Recommendation System Based on User Location History, In Proceedings of Ubiquitous Intelligence and Computing (UIC2006), Wuhan and Three Gorges, China, pp.625-636 (2006).
- 62 吉本晴洋, 岸本章宏, 金子知適, 美添一樹: DFUCT の囲碁への応用について. 第 12 回ゲーム・プログラミングワークショップ, pages 30-35. 2007.
- 63 棟方渚, 富田正浩, 小松孝徳, 櫻沢繁, 塚原保夫, 稲見昌彦, 松原仁: エンタテインメントコンテンツ評価のための皮膚電気活動測定装置の開発, エンタテインメントコンピューティング 2007, 2007
- 64 副田俊介, 松原仁: MMORPG のログを解析するためのツール, エンタテインメントコンピューティング 2007, 2007
- 65 鎌倉哲史, 「仮想自己は理想自己か? ——サイバー空間における職業・アバター選択行動について」日本心理学会第 71 回大会発表論文集, 79, 東洋大学, 2007 年 9 月 18 日.
- 66 白鳥和人, 星野准一: "環境情報を反映させたコンテクストアウェアなゲーム", 情報処理学会エンタテインメントコンピューティング(EC)研究会, pp.17-23, 2007/03
- 67 益子宗, 星野准一: "CGキャラクタのための視線移動モデルの提案", NICOGRAPH Spring Festival in TAF, CD-ROM, 2007.
- 68 長谷将生, 星野准一, 白鳥和人: "実世界の環境情報を物語世界に反映させる物語制御法", NICOGRAPH Spring Festival in TAF, CD-ROM, 2007.
- 69 服部裕介, 田中彰人, 星野准一: "格闘ゲームキャラクタの模倣学習", NICOGRAPH 秋季大会(第 23 回), 2007
- 70 岡本匡史, 久野慎平, 柳田康幸: 外乱振動下での振動触覚刺激における仮現運動利用の効果, 電子情報通信学会技術報告 MVE2007-06, Vol. 107, No. 80, pp. 27-30 (2007.6)
- 71 齊藤綾亮, 柳田康幸: 再帰性投影技術を用いたシースルーピラーの可能性に関する検討, 日本バーチャルリアリティ学会第 12 回大会講演論文集, pp. 163-164 (2007.9)
- 72 芹澤隆史, 柳田康幸: バーチャルフィギュアを用いたアバター動作の直感的オーサリング, 日本バーチャルリアリティ学会第 12 回大会講演論文集, pp. 385-386 (2007.9)
- 73 北野啓一, 杉江智哉, 飯田茂雄, 柳田康幸: 渦輪追突方式による香り場生成の検討, 日本バーチャルリアリティ学会第 12 回大会講演論文集, pp. 438-439 (2007.9)
- 74 柳田康幸, 北野啓一: 香りプロジェクトによる香り場生成, エンタテインメントコンピューティング 2007, pp. 123-126 (2007.10)
- 75 Kazuki Yoshizoe, Akihiro Kishimoto, Martin Mueller. Lambda Depth-First Proof-Number Search and Its Application to Go, 20th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-07), pages 2404-2409, 2007.
- 76 有賀友恒, 清水紀芳, 富田正浩, 杉本麻樹, 関口大陸, 稲見 昌彦, Stickable Bear:

- 携帯型ロボティックユーザインタフェース, エンタテインメントコンピューティング 2007 論文集, pp 107-110, 2007. (2007/10/1-3@大阪大学)
- 77 Toshinari Nakamura, Noriyoshi Shimizu, Naoya Koizumi, Maki Sugimoto, Hideaki Nii, Dairoku Sekiguchi, Masahiko Inami, RUI for Home Appliances, Proceedings CD-ROM of Symposium on Virtual and Augmented Reality 2007, May.2007.
- 78 Nagisa Munekata, Takanori Komatsu, Hitoshi Matsubara: Marching Bear: An Interface System Encouraging User's Emotional Attachment and Providing an Immersive Experience, ICEC2007, pp.363-373, 2007.
- 79 Komatsu, T., Yamada, S. (2008). Effect of Agent Appearance on People's Interpretation of Agent's Attitude. In Extended Abstract of the ACM-CHI2008 (in work-in-progress session), pp. 2919-2924.
- 80 Komatsu, T., Ohtsuka, S., Ueda, K., Komeda, T. (2007). Comprehension of Users' Subjective Interaction States during their Interaction, In Proceedings of the 2nd International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII2007), pp.168-279.
- 81 Komatsu, T., Yamada, S. (2007). How appearance of robotic agents affects how people interpret the agents' attitudes, In Proceedings of the 2007 International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACM-ACE2007), pp.123-126.
- 82 Komatsu, T., Yamada, S. (2007). How do robotic agents' appearances affect people's interpretations of the agents' attitudes?, In Extended Abstract of the ACM-CHI2007 (in work-in-progress session), pp.2519-2525.
- 83 Igarashi, Mika, Helping Behavior in MMORPG Community: Methodological and Theoretical Approach, DiGRA 2007, the University of Tokyo, September 26, 2007.
- 84 Tomiyasu, Shinsuke, Akira Baba, Practice and Effect of Educational Uses of Commercial Online Games in History Classes, DiGRA 2007, the University of Tokyo, September 26, 2007.
- 85 Soh Masuko, Junichi Hoshino: "Heart Rate Control method for a Fitness Game", NICOGRAPH International 2007
- 86 Soh Masuko, Junichi Hoshino: "Head-eye animation corresponding to a conversation for CG characters", Eurographics2007
- 87 Yasuyuki Yanagida, Akira Baba, Junichi Hoshino, Masanori Sugimoto, Masahiko Inami, Hitoshi Matsubara: "Technical challenges to make on-line games socially welcomed," ICAT 2007 Workshop on Technologies for Entertainment, Art, and Culture, Esbjerg, Denmark, November 2007.
- 88 安藤友二, 柳田康幸: 投影型シースループレイヤーのためのスクリーンの検討, 平成 19 年度電子情報通信学会東海支部卒業研究発表会予稿集, p. 55 (2008.3)
- 89 笥 昇, 柳田康幸: 3DCG のモーショキャプチャにおける無線加速度センサの有効性の検証, 平成 19 年度電子情報通信学会東海支部卒業研究発表会予稿集, p. 56 (2008.3)
- 90 小栗正大, 柳田康幸: 歩行者用香りプロジェクタシステムの構築とガスセンサを用いた評価, 平成 19 年度電子情報通信学会東海支部卒業研究発表会予稿集, p. 57 (2008.3)
- 91 大島工, 柳田康幸: 香りプロジェクタにおける渦輪最適化に関する研究ー開口部詳細構造に着目した流体シミュレーションと検討ー, 平成 19 年度電子情報通信学会東海支部卒業研究発表会予稿集, p. 58 (2008.3)
- 92 船戸宏徳, 柳田康幸: 香りプロジェクタを用いたパーソナルスケジューラの構築, 平成 19 年度電子情報通信学会東海支部卒業研究発表会予稿集, p. 60 (2008.3)
- 93 柳田康幸: 香りプロジェクタ〜ライトユーザ向け非拘束局所型香り提示〜, 平成 20 年

- 電気学会全国大会「匂いセンサと嗅覚ディスプレイ」シンポジウム (2008.3)
- 94 大泉, 佐藤, 杉本, 橋爪: 位相一致法におけるドップラー効果補償とその評価, 電子情報通信学会 第13回 東京支部学生会研究発表会, 東京電機大学, 2008年3月.
 - 95 棟方渚, 小松孝徳, 松原仁: ロボットのモーションを入力としたゲームコントローラの開発-“あるくま”-, 第4回デジタルコンテンツシンポジウム講演予稿集, pp2-3, (2008).
 - 96 棟方渚, 小松孝徳, 松原仁: ユーザの愛着を促すインタフェース“あるくま”, 情報処理学会 第10回エンタテインメントコンピューティング研究会, pp15-20 (2008).
 - 97 常盤拓司, 清水紀芳, 棟方渚, 杉本麻樹, 稲見昌彦: 博物館における研究成果紹介展示, 情報処理学会 第10回エンタテインメントコンピューティング研究会, pp33-37 (2008).
 - 98 棟方渚, 中村光寿, 田中伶, 土門裕介, 松原仁: 自発的“抑制”を引き起こすバイオフィードバック系エンタテインメントコンテンツ, 情報処理学会 エンタテインメントコンピューティングワークショップ(EC2008), pp.171-172 (2008).
 - 99 板垣祐作, 小川浩平, 小野哲雄 (2008.6). 音声モダリティで表現されるエージェントの存在感と社会的同一性, 第22回人工知能学会全国大会, 1D2-01 (CD-ROM).
 - 100 駒込大輔, 小野哲雄 (2008.12). 強奪と濡衣: スマート情報環境とインタフェースロボット間のバランスデザイン, HAI シンポジウム 2008, 1D-3 (CD-ROM).
 - 101 板垣祐作, 小川浩平, 小野哲雄 (2008.12). 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, HAI シンポジウム 2008, 1B-4 (CD-ROM).
 - 102 松原仁, 五木宏, オンラインゲームの観光振興への適用 - 企画の基礎としての訴求対象群の設定 - 「第5回観光情報学会」, (2008.5).
 - 103 河村仁, 白鳥和人, 星野准一: “パブリックオンラインゲーム: 九龍城”, 情報処理学会エンタテインメントコンピューティング(EC)研究会, 2008
 - 104 白石英知, 濱名克季, 星野准一: “実世界と連動したアニメーション制御システム”, 情報処理学会エンタテインメントコンピューティング(EC)研究会, pp.41-44, 2008/12
 - 105 皆木貴生, 益子宋, 中谷知博, 星野准一: “心拍を反映したフィットネス支援ゲームの構築”, 情報処理学会エンタテインメントコンピューティング(EC)研究会,
 - 106 中谷知博, 星野准一: “経験的価値の分類に基づくゲーム推薦システム”, 情報処理学会エンタテインメントコンピューティング(EC)研究会, pp.49-56, 2008/12
 - 107 斉藤哲也, 広田健太, 星野准一: “Web 情報を用いたキャラクタ同士の世間話モデル”, 情報処理学会 グラフィクスとCAD 研究会 第130回研究発表会, 2008/02,
 - 108 安藤友二, 齊藤綾亮, 柳田康幸: 投影型シースループレイヤーのためのスクリーンの検討, 電子情報通信学会技術研究報告, MVE2008-1, pp. 1-6 (2008.6)
 - 109 増田雄一, 北野啓一, 柳田康幸: 香りプロジェクトのための距離画像カメラを用いた軌道予測の検討, 電子情報通信学会技術研究報告, MVE2008-5, pp. 25-30 (2008.6)
 - 110 船戸宏徳, 北野啓一, 柳田康幸: 香りプロジェクトを用いたパーソナルスケジューラの構築, 電子情報通信学会技術研究報告, MVE2008-6, pp. 31-35 (2008.6)
 - 111 芹澤 隆史, 柳田 康幸: 等身大アバターとの遭遇型視触覚インタラクションのためのハイブリッドモーションキャプチャ方式の提案, 日本バーチャルリアリティ学会第13回大会論文集, pp. 564-565 (2008.9)
 - 112 藤井智子, 新居英明, 常盤拓司, 杉本麻樹, 稲見昌彦, Single-Track Gray Code による位置計測システムの開発, 第13回バーチャルリアリティ学会大会, 2008.9
 - 113 常盤拓司, 清水紀芳, 棟方渚, 杉本麻樹, 稲見昌彦, 博物館における研究成果紹介展示, 情報処理学会第10回エンタテインメントコンピューティング研究会
 - 114 常盤拓司, 吉積将司, 新居英明, 杉本麻樹, 稲見昌彦, ユビキタス環境のための光

- レゾルバの開発, 第 48 回ヒューマンインタフェース学会研究会予稿集, vol.10, No.2, pp.73-77, 2008.6
- 115 Tulathimutte, K., Sugimoto, M., Hashizume, H.: Ultrasonic-based 3D Tracking System using a Single Beacon, 情報処理学会, 第 19 回ユビキタスコンピューティングシステム研究会, pp, 117-122, (2008 年 7 月).
- 116 佐藤, 大泉, 杉本, 橋爪:超音波測位システムにおける移動ノードの位置および速度の実時間同時測定, 情報処理学会, 第 18 回ユビキタスコンピューティングシステム研究会, pp.83-90 (2008 年 5 月).
- 117 伊藤, 杉本, 橋爪:超音波通信を用いたロボットトラッキングシステム, 情報処理学会, 第 18 回ユビキタスコンピューティングシステム研究会, pp.91-98 (2008 年 5 月).
- 118 椎名 美奈, 石川 達也, 長谷川 晶一 : 'ぬいぐるみの柔軟性を持ったロボティク・ユーザ・インタフェース(RUI)の構築', 日本バーチャルリアリティ学会第 13 回大会論文集', 2008 9
- 119 椎名美奈, 長谷川晶一: '触感のよいぬいぐるみロボットの手足のための柔軟な糸駆動機構の提案', ロボティクス・メカトロニクス講演会', Vol.08, No.4, 2008 6
- 120 長谷川晶一 : 'エンタテインメントは工学になりえるか', 日本バーチャルリアリティ学会第13回大会', 2008 .
- 121 松永昇悟, 長谷川晶一 : 'レオロジーモデルと SSD による大域的な塑性変形の表現', 情報処理学会研究報告「グラフィクスと CAD」', Vol.2008, No.109, 2008 11 pp.67-71 .
- 122 N. Munekata, T. Komatsu, H. Matsubara;An Interface System "Marching Bear" Evoking User's Emotional Attachment,SICE Annual Conference 2008(SICE2008), pp477-480(2008).
- 123 Kohei Ogawa, Tetsuo Ono : ITACO: Effects to Interactions by Relationships between Humans and Artifacts,8th International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA 2008),pp. 296-307, Tokyo, Japan, (September, 2008).
- 124 Kohei Ogawa, Tetsuo Ono (2008.7). ITACO: Constructing an Emotional Relationship between Human and Robot, The 17th International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (IEEE RO-MAN 2008), pp. 35-40, Munich, Germany (August, 2008).
- 125 Akihiro Kishimoto, Martin Mueller (2008.10) . About the Completeness of Depth-First Proof-Number Search.In Processings of the 6th International Conference on Computers and Games (CG'2008), Lecture Notes in Computer Sciences, Volume 5131, pages 146-156, 2008
- 126 Akihiro Kishimoto, Nathan Sturtevant (2008.5). Optimized Algorithms for Multi-Agent Routing, In Processings of the Seventh International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS'08) ,pages 1585-1588, 2008
- 127 Mika Igarashi, Yosuke Nagashima, Akira Baba (The University of Tokyo) "Are Tendencies in Real-World Social Behavior Reproduced in the Virtual World? - Investigation and Implications", 39th Conference of International Simulation and Gaming Association, Kaunas University of Technology, LITHUANIA, July 8, 2008
- 128 Mika Igarashi (The University of Tokyo) "Developing a Research Methodology for the Quantitative Analysis of In-Game Social Behavior", 39th Conference of International Simulation and Gaming Association, Kaunas University of Technology, LITHUANIA, July 9, 2008
- 129 Tomoko Fujii, Hideaki Nii, Takuji Tokiwa, Maki Sugimoto, Masahiko Inami, Motion Capture System Using Single-Track Gray Code, ACE2008 creative showcase, December 3-5.2008
- 130 Ito, T., Sato, T., Tulathimutte, K., Sugimoto, M., Hashizume, H.: A Scalable

- Tracking System Using Ultrasonic Communication, In Proceedings of ICST 2008, Tainan, Taiwan, pp.31-36 (2008).
- 131 棟方渚, バイオフィードバックゲームを体験するユーザの行動や印象:情報処理学会エンタテインメントコンピューティング研究会, Vol.2009-EC-14 No.1(2009)
- 132 棟方渚, 中村光寿, 田中伶, 土門裕介, 松原仁:座禅体験システムの提案と開発, 情報処理学会 エンタテインメントコンピューティングワークショップ(EC2009), pp.105-106 (2009).【芸術科学会 優秀論文賞】
- 133 中村光寿, 棟方渚, 松原仁:落ち着きと静寂のインタラクション, デザイン学会第一支部会, a-1(2009).
- 134 土門裕介, 棟方渚, 松原仁:深海でのダイビングを模した精神統一システムの提案と開発, デザイン学会第一支部会, b-1(2009).
- 135 田中伶, 棟方渚, 松原仁, 座布団型インタフェースの提案, デザイン学会第一支部会, c-1(2009).
- 136 Tokiwa, T., Yoshidzumi, M., Nii, H., Sugimoto, M., Inami, M. 2009. Motion Capture System Using an Optical Resolver. In Proceedings of the 13th international Conference on Human-Computer interaction. Part Iii: Ubiquitous and intelligent interaction (San Diego, CA, July 19 - 24, 2009). J. A. Jacko, Ed. Lecture Notes In Computer Science, vol. 5612. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 536-543. DOI: 10.1007/978-3-642-02580-8_59
- 137 Kazuhito Shiratori, Hiroshi Mori, Jun'ichi Hoshino: "The trampoline entertainment system for aiding exercise", Virtual-Reality Continuum and Its Applications in Industry 2009, A Publication of ACM SIGGRAPH CD-ROM, ISBN 978-1-60558-912.1, 2009. 10.1145/1670252.1670288
- 138 Jun'ichi Hoshino, Tetsuya Saito, Shiratori Kazuto: "Task-Base Second Language Learning Game System", Proceedings of International Conference on Entertainment Computing 2009, LNCS 5709, pp.323-324, 2009. 10.1007/978-3-642-04052-8_52
- 139 Jun'ichi Hoshino, Tetsuya Saito, Kenichi Hirota: "Automatic Chat Generation of Emotional Entertainment Characters using News Information", Proceedings of International Conference on Entertainment Computing 2009, LNCS 5709, pp.315-318, 2009. 10.1007/978-3-642-04052-8_50
- 140 Jun'ichi Hoshino, Katsutoki Hamana, Shiratori Kazuto, Atsushi Nakano: Distributed Episode Control System for Interactive Narrative Entertainment, Proceedings of International Conference on Entertainment Computing 2009, LNCS 5709, pp. 415-156, 2009. 10.1007/978-3-642-04052-8_13
- 141 Junichi Hoshino, Hiroshi Mori: "Incremental Learning Algorithm for Online Action Game System", Proceedings of International Conference on Entertainment Computing 2009, LNCS 5709, pp. 319-322, 2009. 10.1007/978-3-642-04052-8_51
- 142 Hironori Funato, Masato Yoshikawa, Mikiko Kawasumi, Shin Yamamoto, Muneo Yamada, Yasuyuki Yanagida: "Stimulation Effects Provided to Drivers by Fragrance Presentation Considering Olfactory Adaptation," Proceedings of IEEE Intelligent Vehicles Symposium 2009, pp. 881-886, Xi'an, China, June 2009.
- 143 Yasuyuki Yanagida: "Meijo University VR Laboratory," JVRC09 (Joint Virtual Reality Conference of EGVE - ICAT - EuroVR) Laboratory Presentation, pp. 93-94, December 2009.
- 144 船戸宏徳, 吉川真人, 川澄未来子, 山本新, 山田宗男, 柳田康幸:香りプロジェクトを用いた嗅覚刺激によるドライバの覚醒効果, 日本バーチャルリアリティ学会第4回香りと生体情報研究会, SBR2009-018, pp. 63-68 (2009.6)
- 145 大島工, 芹澤 隆史, 柳田 康幸:KHAKI:ドーム型掌・指先入力デバイスの設計開発に関する検討, 日本バーチャルリアリティ学会第14回大会論文集, CD-ROM, 発

- 表番号 1B3-3, 早稲田大学西早稲田キャンパス (2009.9)
- 146 芹澤隆史, 柳田康幸:ステレオカメラシステムによる姿勢推定の研究, 日本バーチャルリアリティ学会第 14 回大会論文集, CD-ROM, 発表番号 1A4-2 (2009.9)
- 147 芹澤隆史, 柳田康幸:歩行者の位置検出と軌道予測を用いた香り提示システム, 日本バーチャルリアリティ学会第 14 回大会論文集, CD-ROM, 発表番号 1D3-1 (2009.9)
- 148 村井康治, 芹澤隆史, 永柳博己, 柳田康幸:渦輪衝突による歩行者待ち受け型香り場生成, 日本バーチャルリアリティ学会第 14 回大会論文集, CD-ROM, 発表番号 1D3-2 (2009.9)
- 149 増田雄一, 柳田康幸:香りプロジェクトのための距離画像カメラと RFID タグを用いた個人識別型位置検出手法の検討, 日本バーチャルリアリティ学会第 14 回大会論文集, CD-ROM, 発表番号 1D3-3 (2009.9)
- 150 三浦竜哉, 村井康治, 柳田康幸:頸部触覚による編み物粗さ質感判別特性, 日本バーチャルリアリティ学会第 14 回大会論文集, CD-ROM, 発表番号 3C4-1 (2009.9)
- 151 柳田康幸:香りの時空間制御と香りプロジェクト, 電気学会センサ・マイクロマシン部門主催 第 26 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム論文集, pp. 55-60 (2009.10)
- 152 Sugimoto, M., Tulathimutte, K., Ito, T., Sato, T., Hashizume, H.: An Ultrasonic 3D Positioning System using a Single Compact Receiver Unit, In Proceedings of LoCA 2009, pp.240-253, Tokyo, Japan.
- 153 佐藤智彦, 中村成希, 杉本雅則, 橋爪宏達: 超音波通信を用いた移動体位置および速度の実時間高精度推定, 電子情報通信学会超音波研究会, 関西大学, 大阪, pp.75-80, 2010 年 1 月.
- 154 中村成希, 佐藤智彦, 杉本雅則, 橋爪宏達:拡張位相一致法を用いた移動体の 3 次元位置速度同時計測, 電子情報通信学会超音波研究会, 関西大学, 大阪, pp.75-80, 2010 年 1 月.
- 155 寺田篤司, 杉本雅則, 橋爪宏達: MB-OFDM 方式 UWB を用いた屋内測距技術, 情報処理学会全国大会, 東京大学, 東京 2010 年 3 月.
- 156 青木孝文, 三武裕玄, 長谷川晶一, 佐藤誠: '複合現実感環境でのバーチャルクリヤーチャとの対称的なハプティックインタラクション', '第5回デジタルコンテンツシンポジウム', No.5, 2009 6 .
- 157 Ito, T., Sugimoto, M., Hashizume, H.: A Simple Linear Model for Acoustic Imaging in Temporal and Directional Frequency Space, Acoustical Imaging, Monterey, CA (2009).
- 158 五木宏, 竹内飛鳥, 藤田篤, 松原仁: "MMORPG ログデータを活用した RMT 被疑者の効率的な検出", 情報処理学会第 17 回エンタテインメントコンピューティング研究発表会, エンタテインメントコンピューティング 2010-EC-17(12), pp.1-6,2010.
- 159 中村光寿, 棟方渚, 松原仁: 視覚情報に依存しないエンタテインメントコンテンツの提案, EC2010, 2010.
- 160 藤田篤, 五木宏, 松原仁: キャラクタのネットワークに基づく MMORPG 中の RMT 実施者の検出, 日本デジタルゲーム学会年次大会, 2010.
- 161 松木裕作, 松原仁: ゲームリテラシーの概念の分析と新しい視点の提案, 日本デジタルゲーム学会年次大会, 2010.
- 162 和田淳志, 松原仁: リアルタイムゲームの熟達過程における認知メカニズムの変化, 日本デジタルゲーム学会年次大会, 2010.
- 163 寺林光太郎, 佐藤智彦, 杉本雅則, 橋爪宏達:超音波を用いた高精度モーションキャプチャシステムの構築, 2011 年電子情報通信学会総合大会, 東京都市大学, 東京, pp. (2011 年 3 月).
- ③ ポスター発表 (国内会議 20 件、国際会議 13 件)

- 1 七邊信重・馬場章(東京大学),「オンラインゲームの教育効果——歴史授業における『大航海時代 Online』を用いた実証実験」,『エンタテインメントコンピューティング 2006』,日本科学未来館,2006年9月16日.
- 2 金子歩,藤原直弘,杉本雅則,橋爪宏達:位相合致法を用いた相対位置認識技術の開発,エンタテインメントコンピューティング 2006, pp.145-146 (2006年9月).
- 3 中村 竜二,細井 一弘,杉本 雅則,単眼カメラを用いたジェスチャ認識に基づく自律飛行ロボットの航行に関する研究,エンターテインメントコンピューティング 2006 デモ発表,日本未来館,東京(2006年9月).
- 4 Y. Yanagida, T. Aritake, K. Kitano: “Air Cannon Structure for Compact Scent Projectors,” The 16th International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT 2006) Workshop, HangZhou, China (2006-11)
- 5 Takeuchi, Y., Sugimoto, M.: An Intelligent City Guide with a “Metal Detector” Interface, In Proceedings of ACM UIST2006, Montreux, Switzerland, pp.97-98 (2006).
- 6 Hosoi, K., Sugimoto, M.: Shepherd: A Mobile Interface for Robot Control from a User’s Viewpoint, In Proceedings of ACM UIST2006, Montreux, Switzerland, pp.89-90 (2006).
- 7 馬場章(東京大学),「オンラインゲーム研究の社会的意義」,『CREST Online Game シンポジウム 2007』,東京大学,2007年3月26日.
- 8 七邊信重(東京大学),「オンラインゲームの教育効果」,『CREST Online Game シンポジウム 2007』,東京大学,2007年3月26日.
- 9 五十嵐美香(東京大学),「オンラインゲームにおける援助行動」,『CREST Online Game シンポジウム 2007』,東京大学,2007年3月26日.
- 10 Jin Koumura, Atsushi Nakano, Eriko Miura, Junichi Hoshino, “Reactive Episode Control System”, ACM SIGGRAPH Poster, 2007
- 11 馬場章,「オンラインゲームの教育目的利用のための研究」,領域シンポジウム「表現の未来へ」—デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術—,東京大学,2007年11月19日
- 12 Takafumi Serizawa, Yasuyuki Yanagida: “Authoring Tool for Intuitive Editing of Avatar Pose Using a Virtual Puppet,” Proceedings of IEEE Symposium on 3D User Interfaces 2008, pp. 153-154, Reno, Nevada, USA, March 2008.
- 13 Tulamuthimutte, K. Sugimoto, M., Hashizume, H.: Ultrasonic-based 3D Tracking System using Phase Accordance Method, 人工知能学会フレッシュマンのための人工知能研究交流会,東京大学, pp.37-38, 2008年3月.
- 14 伊藤,杉本,橋爪: 超音波通信を用いたロボットトラッキングシステム, 人工知能学会フレッシュマンのための人工知能研究交流会, 東京大学, pp.9-10, 2008年3月.
- 15 小浜,原,杉本,橋爪:OFDM 伝送方式の無線 LAN による位置測定手法, 人工知能学会フレッシュマンのための人工知能研究交流会, 東京大学, pp.7-8, 2008年3月.
- 16 船戸宏徳,吉川真人,川澄未来子,山本新,山田宗男,柳田康幸: 香り提示によるドライバの意識低下に対する覚醒効果 —香り提示システムの試作—,平成 20 年度電気関係学会東海支部連合大会 (2008.9)
- 17 柳田康幸,杉本雅則,稲見昌彦:実空間を指向したオンラインゲーム用デバイスの開発,JST「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」領域 第 2 回シンポジウム (2008.11)
- 18 船戸宏徳,吉川真人,川澄未来子,山本新,山田宗男,柳田康幸: 順応を考慮した香り提示によるドライバの覚醒効果, ITS シンポジウム 2008 Proceedings, pp. 205-210 (2008.12)

- 19 Fumihiko Kato, Mina Shiina, Takashi Tokizaki, Hironori Mitake, Takafumi Aoki, Shoichi Hasegawa: Culinary art designer, SIGGRAPH 2008 posters, August 2008.
- 20 Hiroshi Sakasai, Hiroshi Kato, Takako Igarashi, Miho Ishii, Maki Sugimoto, Masahiko Inami, Masahiko Inakage, Naohito Okude, Flaneur: Digital See-Through Telescope, ACM SIGGRAPH ASIA 2008 Poster, Singapore, December 10-13.2008.
- 21 芹澤隆史、柳田康幸:ハイブリット式モーションキャプチャーを用いたバーチャルアバターとのインタラクション、情報処理学会インタラクション 2009, CD-ROM(ポスター発表)(2009.3)
- 22 村井康治、柳田康幸:頸部触覚による編み物の質感判別特性に関する研究、電子情報通信学会東海支部平成 20 年度卒業研究発表会 (2009.3)
- 23 Katsutoki Hamana, Hiroshi Mori, Atsushi Nakano, Junichi Hoshino: Story Engine for Interactive Characters, SIGGRAPH 2009 Posters, Aug 2009. 10.1145/1599301.1599314
- 24 Takafumi Aoki, Hironori Mitake, Shoichi Hasegawa, Makoto Sato: 'Haptic ring: touching virtual creatures in mixed reality environments', ACM SIGGRAPH 2009, 2009 8. 10.1145/1599301.1599401
- 25 Takashi Tokizaki, Yuuichi Tazaki, Hironori Mitake, Shoichi Hasegawa: 'Pliant Motion: Integration of Virtual Trajectory Control into LCP Based Physics Engines', ACM SIGGRAPH 2009 Poster, 2009 8. 10.1145/1599301.1599311
- 26 領域シンポジウム「表現の未来へ」ーデジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術ー, 東京大学生産技術研究所コンベンションホール, 2009 年 11 月 6 日.
- 27 宮川 圭司, 柳田康幸:GPS を用いた骨伝導による視覚障害者誘導システムの構築, 電子情報通信学会東海支部卒業研究発表会 (2010.3)
- 28 二宮佑太, 柳田康幸:運転手背部に対する振動刺激による情報提示手法, 電子情報通信学会東海支部卒業研究発表会 (2010.3)
- 29 中村達也, 杉本雅則, 橋爪宏達:フレッシュマンのための人工知能研究交流会, 東京工業大学, 東京, 2010 年 3 月.
- 30 芹澤隆史, 柳田康幸:HMD に搭載可能なキャリブレーションレスモーショントラッカー, 情報処理学会インタラクション 2010 論文集, pp. 151-154
- 31 Takumi Ohshima, Takafumi Serizawa, Yasuyuki Yanagida: KHAKI: A Hemispherical, Multi-function Input Device for 3D Operation, Proceedings of IEEE Symposium on 3D User Interfaces 2010, pp. 141-142, Waltham, MA, USA, March 2010.
- 32 Hiroshi Itsuki, Asuka Takeuchi, Atsushi Fujita, Hitoshi Matsubara(Future University Hakodate): "Exploiting MMORPG Log Data toward Efficient RMT Player Detection", ACE(International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology)2010 , Taipei World Trade Center Nangang Exhibition Hall , 2010/11/17-19.
- 33 五木宏・竹内飛鳥・藤田篤・松原仁, : "オンラインゲームのログ解析の試み", CEDEC2010

④ 展示発表 (国内展示 12 件、国際展示 11 件)

- 1 屋比久保史, 細井一弘, 杉本雅則,人間の制御戦略に基づいた飛行ロボットの制御エンターテイメントコンピューティング 2006 デモ発表, 日本未来館, 東京(2006 年 9 月).
- 2 Dao, V., Hosoi, K., Sugimoto, M.: Using Tilt Sensor and Digital Compass in Auto-calibration Handheld Projector, インタラクション 2006 デモ発表, 東京, pp. 207-208 (2007 年 3 月).
- 3 芹澤隆史, 柳田康幸: バーチャルフィギュアを用いたアバター動作の直感的オーサ

- リング, 日本バーチャルリアリティ学会第 12 回大会 技術展示 (2007.9)
- 4 電気通信大学 稲見研究室, Stickable Bear, ASIAGRAPH 先端技術展, 2007/10/12~14@東京都秋葉原 AKIBA_SQUARE(UDX 2F)
 - 5 有賀友恒, 清水紀芳, 富田正浩, 杉本麻樹, 関口大陸, 稲見昌彦, Stickable Bear, 第5回芸術科学学会展, 2007.(2007/11/16@第23回NICOGRAPH 秋季大会 東工大 すすかけ台キャンパス)
 - 6 Katsutoki Hamana, Atsushi Nakano, Junichi Hoshino: "Massive Action Control System", SIGGRAPH ASIA 2008 Emerging Technologies, Dec 2008.
 - 7 Hiroshi Sakasai, Hiroshi Kato, Takako Igarashi, Miho Ishii, Maki Sugimoto, Masahiko Inami, Masahiko Inakage, Naohito Okude, Flaneur: Digital See-Through Telescope, ACM SIGGRAPH ASIA 2008 Emerging Technologies, Singapore, December 10-13.2008.
 - 8 Ikumi Susa, Yuto Ikeda, Takashi Tokizaki, Hironori Mitake, Makoto Sato, Shoichi Hasegawa: 'Perception-Based High-Definition Haptic Rendering', SIGGRAPH 2008 new tech demos', 2008 8.
 - 9 増田雄一、北野啓一、柳田康幸: 香りプロジェクタのための距離画像カメラを用いた軌道予測の検討、日本バーチャルリアリティ学会第 13 回大会論文集 (技術展示発表)、 pp. 686-687 (2008.9)
 - 10 芹澤隆史、増田雄一、柳田康幸: 自由空間での歩行者に対する香り提示システム、情報処理学会インタラクシオン 2009 論文集, pp. 71-72 (インタラクティブ発表) (2009.3)
 - 11 棟方渚, 中村光寿, 田中伶, 松原仁: The 禅, デジタルコンテンツエキスポ (DCEXPO)次世代コンテンツ技術展(ConTEX)2009, (2009). (インタラクティブ東京 (i-Tokyo)推薦作品)
 - 12 柳田研研究室の研究紹介、あいち ITS ワールド 2009 技術展示 (2009.11)
 - 13 Takafumi Seirzawa, Yasuyuki Yanagida: "A Calibration-less motion tracker by using stereo camera and edge tracing," JVRC09 (Joint Virtual Reality Conference of EGVE - ICAT - EuroVR) Demonstration, pp. 55-56, December 2009.
 - 14 Takayuki Miyauchi, Ami Yao, Takahiro Nemoto, Masahiko Inami, Masahiko Inakage, Naohito Okude, Adrian David Cheok, Maki Sugimoto, Urban Treasure: New Approach for Collaborative Local Recommendation Engine, (Creative Showcase), International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology 2009, Athens, Greece, October, 2009.
 - 15 逆井寛, 加藤浩, 石井美穂, 杉本麻樹, 稲見昌彦, 稲蔭正彦, 奥出直人, デジタル透視望遠鏡 フラヌール, インタラクティブ東京 2009, 2009 年 10 月.
 - 16 Fumihiko Kato, Yusuke Hanaoka, Tu Nguyen Ngoc, Danial Keoki, Hironori Mitake, Takafumi Aoki, Shoichi Hasegawa : 'Interactive Cooking Simulator', ACM SIGGRAPH 2009 Emerging Technologies, No.14, 2009 8 . 10.1145/1597956.1597970
 - 17 青木孝文, 三武裕玄, 長谷川晶一, 佐藤誠 : 'Haptic Ring -Touching Virtual Creatures in Mixed Reality Environments-', インタラクティブ東京 2009, 2009.10.
 - 18 Rei Tanaka, Yusuke Domon, Mitsuteru Nakamura, Nagisa Munekata and Hitoshi MATSUBARA: The ZEN: Zazen Training Game using a Biofeedback, ACE2010, 2010.
 - 19 Yasuyuki Yanagida: Multi-sensory Interfaces for Interactions between Real and Virtual Worlds, IEEE-ISVRI 2011/JST Week workshop, Singapore(2011.3.20)
 - 20 Shoichi Hasegawa: 'Reactive Virtual Creature with a Selective Attention Model', ISVRI 2011 JST Workshop, 2011.3, Singapore.
 - 21 Maki Sugimoto, Development of Kawaii User Interfaces, JST Workshop, Singapore,

March 20, 2010.

- 22 Masahiko Inami, Development of Kawaii User Interfaces, JST Open Café, Singapore, March 21-23, 2010.
- 23 棟方渚, 中村光寿, 田中伶, 土門裕介, 松原仁: The 禅 ユーザの発汗を利用した坐禅バイオフィードバックシステム, CEDEC2010, 2010.

(4)知財出願

①国内出願 (4件)

1. 空気砲、柳田康幸, 有竹俊雅, 北野啓一, 安部伸治、(株)国際電気通信基礎技術研究所、平成 18 年 6 月 5 日、特願 2006-155561、日本
2. 位置検出システム、常盤拓司, 吉積将, 新居英明, 杉本麻樹, 稲見昌彦、国立大学法人電気通信大学, 国立大学法人東京大学, 平成 20 年 7 月 22 日、特願 2008-188090、日本
3. むいぐるみロボット、椎名美奈, 長谷川晶一、国立大学法人電気通信大学、平成 20 年 6 月 3 日、特願 2008-146284、日本
4. 統合入力インタフェース、芹澤隆史, 柳田康幸、平成 23 年 2 月 10 日、特願 2011-26685、日本

②海外出願 (1件)

1. 統合入力インタフェース、芹澤隆史, 柳田康幸, 仮出願 61/441,327、米国

③その他の知的財産権

(5)受賞・報道等

①受賞

- 1 Distinguished paper award at the 19th International Joint Conference on Artificial Intelligence: "Solving Checkers" by Jonathan Schaeffer, Yngvi Bjornsson, Neil Burch, Akihiro Kishimoto, Martin Mueller, Robert Lake, Paul Lu, Steve Sutphen.
- 2 Akihiro Kishimoto. ChessBase best-publication award for the year 2005, International Computer Games Association (ICGA), September, 2006
- 3 NICOGRAPH 審査員特別賞(「エピソードツリーによるインタラクティブなフリーシナリオ型コンテンツの提案」)
- 4 Runners-up (ranked 10th) in breakthrough of the year 2007 in Science: "Checkers Is Solved" written by Jonathan Schaeffer, Yngvi Bjoernsson, Neil Burch, Akihiro Kishimoto, Martin Mueller, Robert Lake, Paul Lu, Steve Sutphen, 2007.
- 5 第6回 芸術科学会論文誌 論文賞(2007): 中野敦, 河村仁, 三浦枝里子, 星野准一: "Spilant World: エピソードツリーによるインタラクティブなストーリー創発型コンテンツ", 芸術科学会論文誌, pp.145-153, 2007
- 6 2007 年 ヒューマンインタフェース学会 第 7 回 2007 年度)論文賞 受賞 小野哲雄.
- 7 第2回中山隼雄科学技術文化財団賞(2007) : 仮想対戦ゲームプレイヤー, 塩入健太, 長谷 将生, 星野 准一
- 8 第5回芸術科学会展 インタラクション+ゲーム部門 優秀賞(2007) : 仮想対戦ゲームプレイヤー, 塩入健太, 長谷将生, 星野准一

- 9 第5回芸術科学会展 デジタルシネマ部門 優秀賞(2007) :Spilant world, 三浦枝里子, 中野敦, 河村仁, 星野准一
- 10 第5回芸術科学会展 2007. インターラクシオン+ゲーム部門 最優秀賞 有賀友恒, 清水紀芳, 富田正浩, 杉本麻樹, 関口大陸, 稲見昌彦, Stickable Bear (2007/11/16@第23回 NICOGRAPH 秋季大会 東工大すずかけ台キャンパス)
- 11 電子情報通信学会学生奨励賞 橋爪, 金子, 杉本: 位相一致法による正確な超音波位置認識手法とその特性, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J91-A, No.4 , pp.435-447(2008).
- 12 増田雄一、北野啓一、柳田康幸:香りプロジェクトのための距離画像カメラを用いた軌道予測の検討、電子情報通信学会 MVE 賞 (2008.10)
- 13 増田雄一、北野啓一、柳田康幸:香りプロジェクトのための距離画像カメラを用いた軌道予測の検討、電子情報通信学会 ヒューマンコミュニケーショングループ HC 賞 (2009.3)
- 14 デジタルコンテンツシンポジウム船井賞受賞: 青木孝文, 三武裕玄, 長谷川晶一, 佐藤誠 : '複合現実感環境でのバーチャルクリーチャとの対称的なハプティックインタラクシオン', '第5回デジタルコンテンツシンポジウム', No.5, 2009 6 .
- 15 Jun'ichi Hoshino, Katsutoki Hamana, Shiratori Kazuto, Atsushi Nakano: Distributed Episode Control System for Interactive Narrative Entertainment , Proceedings of International Conference on Entertainment Computing 2009, LNCS 5709, pp415-156
- 16 棟方渚, 中村光寿, 田中伶, 土門裕介, 松原仁:座禅体験システムの提案と開発, 情報処理学会 エンタテインメントコンピューティングワークショップ(EC2009), pp.105-106 (2009).【芸術科学会 優秀論文賞】
- 17 情報処理学会全国大会学生奨励賞: 寺田篤司, 杉本雅則, 橋爪宏達: MB-OFDM 方式 UWB を用いた屋内測距技術, 情報処理学会全国大会, 東京大学, 東京 2010 年 3 月.

②マスコミ(新聞・TV等)報道

【新聞】

1. 『日刊工業新聞』(インタビュー), 2006 年 3 月 9 日 主たる研究参画者(柳田康幸)の研究活動に関するインタビュー
2. 『日本経済新聞』(2006 年 3 月 20 日号第 29 面)「ロボット開発 熱く競演」
3. 『毎日新聞』(2006 年 9 月 1 日夕刊)「ゲームは教育にも効果? 東大など実験 高専の歴史授業で」
4. 『公明新聞』(2006 年 9 月 28 日)「転換期迎えた国内ゲーム産業 使いこなす能力の引き上げを 馬場章東大教授(ゲーム産業戦略研究会委員長)に聞く」
5. 『東大新報』(2006 年 9 月 5 日)「ゲームを教育に 高校と連携して検証」
6. 『文教ニュース』(2006 年 9 月 4 日)「東大・詫間電波高専『オンラインゲームの教育目的利用の研究』で記者発表」
7. 『東京大学新聞』(2007 年 9 月 11 日)「DS で勉強をする 学術的考証が後押し」
8. 『日経産業新聞』(2007 年 11 月 09 日) 先端技術面 ”PC 画面上のロボ 電通大、自在に動かす「手を振る」など 5 通り”
9. 『読売新聞』(平成 20 年 7 月 18 日付け朝刊)「子どもゲーム(2) 感情暴走 不安な親」
10. 『読売新聞』(平成 20 年 7 月 24 日付け朝刊)「子どもゲーム(6) 『強制終了』は無意味」
11. 『毎日新聞』(平成 20 年 7 月 28 日付け朝刊)「新教育の森 子どもとゲーム 日常化した遊び どう向き合うか」
12. 『読売新聞』(平成 21 年 1 月 8 日付け朝刊)「ゲームを『勉強の味方に』―意欲・知識向上など効果研究」

13. 『朝日新聞』（平成 21 年 1 月 11 日付け朝刊）「be on Sunday 日曜ナントカ学『ゲームに夢中』で機能回復」
14. 『産経新聞』（平成 21 年 1 月 15 日付け朝刊）「ゲームで社会問題を解決－高い教育効果、進む研究や開発」

【雑誌】

1. 『経済産業ジャーナル』「特集・ゲーム産業の発展と未来像」（2006 年 11 月号，12-21）
2. 『べんりネット生活』「インターネットで脳トレ！」（Vol.2, 44-48）
3. 『灯台』「テレビゲームと上手に付き合う オンラインゲームが開く子どもの可能性」（2007 年 2 月号，34-37）
4. 『智場』「シリアスゲーム」（#108, 81-86）
5. 『ファミ通 DS+Wii 2008 年 4 月号増刊ゲームスコ×ゲームスメ』「ゲームは子供に悪なのか？（馬場章教授インタビュー）」エンターブレイン，2008 年 2 月
6. 『教育マルチメディア新聞』「日本人の『遊び心』『ものづくり』が『ゲーム』世界一に問題解決型学習に『ゲーム制作』を『アート』『テクノロジー』の複合芸術が『ゲーム』」，2008 年 1 月
7. 「テレビゲームへの正しい理解を～ゲーム研究者インタビュー～」『ゲーム研究インデックス』，2008 年 2 月
8. 『ファミ通.com』「東大研究員がシリアスゲームの現状を報告、”本当のシリアスゲーム”を見抜くために」，2008 年 2 月 20 日
9. 『Web Designing』3 月号『one's view』「拡張現実の可能性は視覚だけじゃないのである（AR）」
10. 宣伝会議「ブレイン」2010 年 4 月号（3/1 発売）『青山デザイン会議』「第 127 回 3D 技術を取り込む世の中の感覚」

【テレビ】

1. 「おとな館 ゲームで学ぶ」CS デジタル放送『日テレ G+（ジータス）』（2006 年 7 月 5 日）
2. 「研究室へ行こう！」CS デジタル放送『ベネッセチャンネル』（2007 年 5 月 1 日）
3. 「知識が広がる！シリアスゲーム」CS デジタル放送『日テレ G+（ジータス）おとな館』（2007 年 10 月 13 日）
4. 「首都圏ネットワーク」『AR 拡張現実が社会を変える』NHK（2010 年 2 月 3 日）
5. 「デジタルで変わる！あなたの暮らし」『NHK BS-hi』（2010 年 3 月 20 日）

【Web】

1. 『毎日新聞』「＜歴史授業＞オンラインゲームで理解度向上 東大など研究」
2. 『毎日インタラクティブ』「東京大：オンラインゲームの教育研究で中間報告」
3. 『Slash Games』「東大、コーエー、詫間電波工業高専が『オンラインゲームの教育目的利用のための研究』を共同発表」
4. 『ファミ通.com』「『オンラインゲームが教育に与える影響は？』研究成果が中間発表」
5. 『Game Watch』「東大、『オンラインゲームの教育目的利用のための研究』報告会を開催 歴史授業に『大航海時代 Online』を採用した実証実験がスタート」
6. 『4Gamer.net』「産学官が連携する『オンラインゲームの教育目的利用のための研究』の中間報告会」
7. 『@IT』「オンラインゲームが教育に役立つことを実証する、東大馬場章研究室など」
8. 『ITmedia News』「『大航海時代 Online』で歴史学習 効果と課題は」

9. 『ITmedia +D Games』「オンラインゲームの教育利用は着実に進んでいる——共同研究説明会」
10. 『deep_science』「オンラインゲームの効果を探る 知的活動の新境地とは？」
11. 「“Serious Games Summit”レポート:シリアスゲーム情勢を通して見る、世界の中の日本」『GameWatch』, 2008年2月20日
12. 「バンダイナムコゲームスと東大大学院の馬場章研究室がゲームと教育に関するシンポジウムを開催」2009年8月6日、http://www.famitsu.com/game/news/1226508_1124.html

③その他

(6)成果展開事例

①実用化に向けての展開

②社会還元的な展開活動

§ 6 研究期間中の主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2006年9月9日	オンラインゲームのメディアリテラシー	東京大学	6名	オンラインゲームという環境が、自分や相手の人物像の形成にどんな影響を与えるのかを検証。
2006年9月15日 ～9月17日	エンタテインメントコンピューティング2006	日本科学未来館	約200人	オンラインゲーム及びエンタテインメント一般
2006年10月13～ 15日	CRESTミニワークショップ	鹿部ロイヤルホテル（鹿部町）	15名	思考ゲームの技術をオンラインゲームに生かすための討論

2007年3月26日	プロジェクト成果 発表会	東京大学	60名	プロジェクト 開始から1年 半たったとこ ろでの中間発 表としての位 置づけで各サ ブグループか ら発表した。
2008年12月20日	日韓国際シンポジ ウム「オンラインゲ ームと教育－オン ラインゲームはな ぜ教育に役立つの か？」	東京大学大学 院情報学環 福武ホール・ 福武ラーニン グシアター	213名	オンラインゲ ームの教育利 用に関する実 証実験の成果 と政府の政策 について日韓 の研究者が発 表、討論した。 プログラムは 以下の通り。
2009年8月6日	ICT時代の子どもの 未来を考えるシン ポジウム	バンダイナム コゲームス本 社未来研究所 ファンシアタ ー	120名	品川区教員研 修会（文部科 学省参事官 齋藤 晴加、馬 場、富安、鎌 倉ほか）

§ 7 結び

研究代表の松原は以前から思考ゲームの研究に携わっており、特に将棋の強いコンピュータの開発に関わってきた。2010年10月11日にあから 2010 というコンピュータ将棋が女流プロの清水市代女流王将と対戦してあから 2010 が勝利した(松原はあから 2010 の責任者を務めた)。「オンラインゲームの制作支援と評価」のプロジェクトを開始した当時はオンラインゲームを含むデジタルゲームと将棋を含む思考ゲームは別物と見なして研究をしていた。その後(いまの)オンラインゲームはあるべきゲームの姿(Universal Game for Life)の途中像であるという認識に至った。

この認識に基づけば、デジタルゲームと思考ゲームは Universal game for Life の一部ということになる。10月11日の対戦は数多くの観客が訪れ、インターネットやマスコミでも大きく取り上げられた。人間がコンピュータの助けを借りてゲームを楽しむという意味で、Universal Game for Life という概念の妥当性を改めて確認できたと思っている。このプロジェクトの成果を形として残すため Universal Game for Life を追求する研究会をアカデミズムと産業界の双方で立ち上げつつある。