

「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」
平成 17 年度採択研究代表者

松原 仁

公立はこだて未来大学
システム情報科学部情報アーキテクチャ学科教授

オンラインゲームの制作支援と評価

1. 研究実施の概要

オンラインゲームは特に日本では位置づけがあいまいであるので、本研究によって位置づけを明確化することを目指して研究を行なった。オンラインゲームの制作支援として、AI技術、表現、デバイスという側面から要素研究を進めた。オンラインゲームの評価として、高専生を対象とした実験を実施した。実際にゲームセンターで使われる製品を制作した、論文賞を取った、多くの参加者を集めたシンポジウムが実施できた、などの成果をあげることができた。しかし、まだまとまったものとしてわれわれが考える「あるべきオンラインゲームの在り方」を明示することはできなかった。最終的にはこれまでの個別の成果を生かした形で「あるべきオンラインゲームの在り方」をまとめてそのイメージを明確に示すことが目標であり、そのためのタスクフォースを作って積極的に活動を進めていく。

2. 研究実施内容

<松原(はこだて未来大)>グループ

人工知能技術をオンラインゲームに適用するものとしてNPC(Non Player Character)などの研究も実施してきたが、ゲーム業界からログ解析の進展が期待されているため、この部分の研究を進めてきた。しかしオンラインゲームを運営している会社はログの提供に対して非常に慎重な態度であり、なかなか提供してもらえず、提供してもらえても提供していることを秘密にするという条件を課せられることが多い。特にチャットのログについては個人情報にかからむためにその傾向が強い。そのためどのゲームのログを解析しているか公開しない、解析結果も一切公開しないという条件でいくつかのオンラインゲームのログの解析を試みた。その結果、運営をコンピュータだけに任せることは無理としても、ゲームマスターに対してある程度の支援はできるものという心証を得つつある。

実世界とバーチャル世界のインタラクションの研究としてモーションメディアコンテンツを用いたポジティブバイオフィードバックシステムを構築した。テディベア型ロボッ

トを用い、そのロボットがプレイヤーの SCR の変動に対応した振る舞いをするように設定した。それに加えてコンピュータ画面上にキャラクタを表示し、プレイヤーが動揺するとキャラクタに負の報酬を与えるシステムとした。ここでは、ポジティブバイオフィードバックシステムにおける、ロボットモーションの有効性を調べた。具体的には、モーションメディアコンテンツをシステムに利用した場合と利用しない場合では、利用した場合における被験者の方が促される SCR の変動量が増加することが示され、ポジティブ・フィードバックにおけるモーションメディアの有効性が理解された。

本プロジェクトの成果の例示としてオンラインゲームを試作するアプリケーションの候補として函館の観光を対象としたシリアスゲームを選び、その実現可能性について検討した。観光情報の専門家と連携してゲーム性を有する情報提供の仕組みを検討した。

<馬場(東京大学大学院情報学環)グループ>

本グループの研究目的は、オンラインゲームの正の効用、とりわけ教育効果を科学的・客観的に解明すること、及びその分析結果を、オンラインゲームを用いた授業カリキュラムモデルの構築やオンラインゲームの評価基準の確立に結びつけることにある。本グループが仮定するオンラインゲーム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世界観・歴史観の形成
- 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の涵養

平成 20 年度は、平成 20 年 6 月から 7 月にかけて通算 5 回目となる実験を行った。従来の実証実験では、①・②・④の仮説を中心に検証してきたが、今年度は③の検証を目的とする実験を行った。具体的には、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、学生に歴史学習に役立つという定評があり、ゲームレベルが高校生相当と考えられる、株式会社コーエーの市販の歴史 MMORPG『大航海時代 Online』を用いた授業を行ない、授業の前後に、歴史観・歴史認識の形成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 名の学生が対象）。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。

なお、前年度までの実験（第 1 回～第 4 回実験）の分析結果からは、単に学生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ており、また、オンラインゲームによる授業体験を、壁新聞の作成によって発表するよりも、プレゼンテーションツール（PowerPoint や Open Office）を用いたスライドを作成して発表するほうが、学生の協調性を高めてより教育効果を上げるということが示唆されている。

そこで、今年度の実験では、ゲーム外学習の有無による協調性に注目して、以下のように統制群と実験群を設定した。

- 1) 2週間目 (200分) とともに、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スライドを作成・発表、ただしスライドの作成は授業時間内とする (実験群ゲーム内学習群)
- 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、ただしスライドの作成は授業時間外の放課後などとする (実験群ゲーム外学習群)

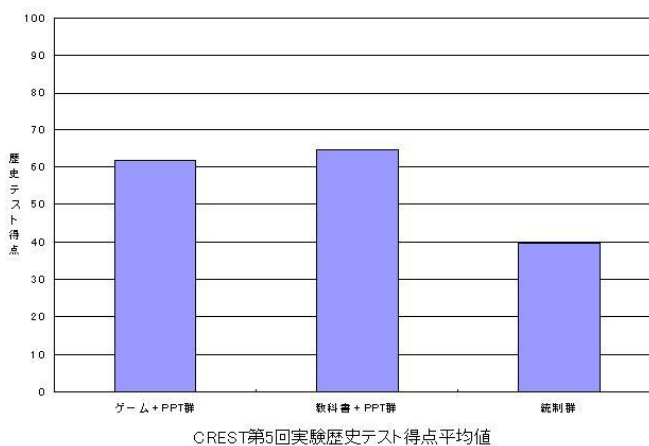
集計の結果、i) 歴史関心度、大航海時代関心度、社会的スキルが、統制群より実験群で統計的に有意に上昇した。ii) 歴史関心度、統制群のうち授業外学習群より授業内学習群で有意に上昇した。これらの結果により、オンラインゲームを授業に導入し、課題と組み合わせることで授業内で完結したほうが、より高い教育効果が得られることが推測される。

しかしながら、今回初めて、授業後に歴史の知識の定着を測るために小テストを行なったところ、ゲーム+PPT群と教科書+PPT群は、統制群に対していずれも平均点が高かったが、前二者の間では有意な差がみられなかった (グラフ参照)。この結果は、一見するとゲームの教育効果に疑義をいだかせる結果となっているが、ふだんからのクラスごとの平均点数の差など他に考慮しなければならない要因も考えられるので、さらなる追加実験の必要性を示唆している。

さらに、平成21年1月には、これまでの実証実験の結果を補強するため、アンケート調査を実施した。アンケートの内容は大きく二部に分かれ、一部は学生のゲームに対する親和性を一歩進めて調査し、学生がゲーム制作に対してどれほどの意欲を有しているかを検証する目的で行なった。その背景には、学生がゲームのプレイヤーとしてだけでなく、コンピュータサイエンスの知識を活用してゲームという表現形式にチャレンジしうるか否かを確認する目的が存在した。アンケート対象の学生が理系学生という事情はあるものの、アンケートの結果では、約80パーセントの学生が何らかの形でゲーム開発に関心を持っており、すでにゲーム開発の経験をもつ学生もいた。この結果は、本研究の次のステップにはずみをつけるものである。

また、アンケートの二部は、情報リテラシーとインターネット上におけるアイデンティティのあり方を問うものであった。高校生レベルでは比較的高度な情報リテラシーを身に付けていることが分かったが、その内容には偏りがみられた。オンラインゲームを通じた情報リテラシー教育の可能性を示唆した。

ところで、平成20年度は、前年度までの研究成果の発表も重視した。まず、ゲームプレイがコミュニケーション能力の獲得や向上をはじめとする社会性を育成することを明らかにするとともに (4



ー1ー2)、ゲームに対する代表的な懸念のひとつである暴力性の発現に関する研究成果をまとめて、それがゲームプレイ直後の一時的な影響にとどまり、むしろ向社会性行動を促すことを明らかにした(4ー1ー3)。また、オンラインゲームの評価に結び付くゲームの開発工程に着目して、教育効果を有するとされるオンラインゲームの効率的な開発方法を分析して、オンラインゲームを評価する尺度の基本的な観点を提案した(4ー1ー4)。また、平成19年度までのオンラインゲーム内の援助行動に関する研究成果については、*39th Conference of International Simulation and Gaming Association* (Kaunas University of Technology, LITHUANIA, 平成20年7月)において2本の口頭発表としてまとめた。これらに加えて、本グループの研究成果を社会還元するために、「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』、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)を発表したところ、好評を得たので、同文が『テレビゲームのちょっといいおはなし・5』(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)に再録され、ゲーム開発者・教育関係者・保護者などを対象に配布されている。また韓国でも本グループのこれまでの研究成果を中心に単行本を出版した。

また、平成20年12月20日にはJST国際強化支援経費によって日韓国際シンポジウム「オンラインゲームと教育ーなぜオンラインゲームは教育に役立つのか？」を開催して、日韓の研究成果を交流した(写真参照)。本シンポジウムでは、上記の日本における研究成果のみならず、韓国における小学生や大学生を対象とした授業におけるオンラインゲームの導入事例や歴史だけでなく経済教育・英語教育におけるオンラインゲーム導入による教育効果の検証結果が報告された。さらに、教育効果を有するオンラインゲーム、いわゆるシリアスゲームの開発に対する支援についても日韓両政府の政策担当者から報告された。本シンポジウムは世界に先駆けてオンラインゲームの有効利用を科学的に実証した研究グループの成果報告として、日韓のみならず欧米においても注目された。



<星野(筑波大)グループ>

オンラインゲームの表現の研究

開発してきたオンラインゲームの表現技術を産業界で普及させることを目的として、次のような研究活動を行った。

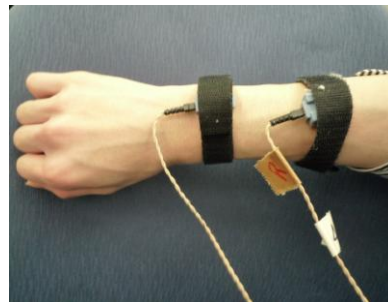
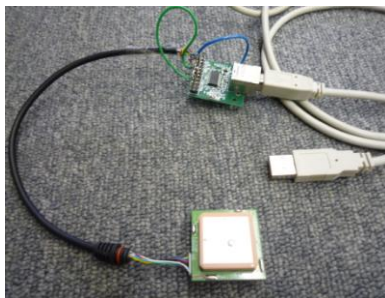
- ・ゲームキャラクタの多数エピソード行動制御システム(MACS)の有効性を検証するために、企業と共同で商業施設での活用や、SIGGRAPH ASIA2008での展示評価を行った。イノベーションジャパン2008にキャラクタ基盤技術と応用システムを出展して企業とのマッチングを進めた。また、われわれが開発したゲームキャラクタのモーション生成法に興味を持つ企業と実用

化に向けた検討を行った。

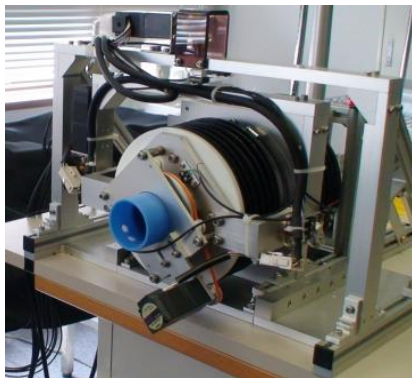
- ゲームアプリケーションへのゲームキャラクタの複合動作生成エンジンの組み込みを容易にするとともに、家庭用ゲーム機での利用を促進するために、C#および Microsoft XNA プラットフォーム上で動作するソフトウェアの開発を進めた。
- 開発した表現技術の利用を促進するために、パブリック空間に設置する九龍城オンラインゲームシステムのプロトタイプを構築して、日本科学未来館で展示評価を行った。海外ビジネスの体験と第2言語の学習を行うゲームアプリケーションの制作を進めた。
- プレイヤ操作ログからゲームキャラクタの行動制御 AI を自動的に構築する基本アルゴリズムの論文が情報処理学会論文誌に採択になった。

<柳田(名城大)グループ>

触覚提示に関しては、位置情報と連携した振動触覚提示システムの構築を行った。GPS モジュールとモバイル PC、およびボイスコイル型振動子を利用したシステム構築を行い、歩行者の位置に応じて振動刺激が行えるようになった。GPS 単独での位置検出精度は十分とは言えないため、今後は複数の手段の組み合わせにより、ユーザに対して有効な情報を提供するための位置情報取得を目指す。また、GPS による位置情報を利用して屋外での振動情報提示実験を行い、単純な振動刺激に加えて、仮現運動による方向刺激提示の可能性を確認した。



GPS ユニットと振動刺激インタフェース



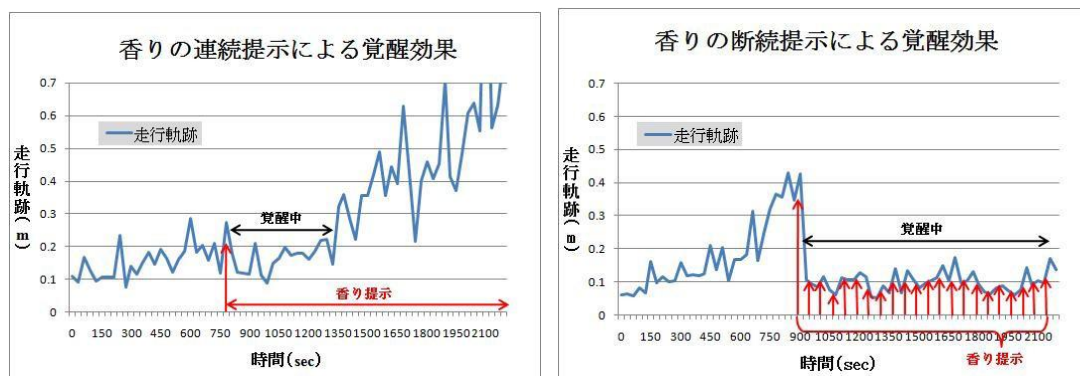
香りプロジェクト試作機と歩行者への香り提示デモ：予感研究所 2「香りで狙い撃ち！」

嗅覚提示に関しては、昨年度までに開発した局所型香り提示方式「香りプロジェクト」システムに、距離画像による人物検出・位置計測を行う仕組みを追加し、特定の歩行者を狙ってピンポイントで香りを届けるシステムを構築した。本システムは、日本科学未来館で開催された「予感研究所 2」において、作品「香りで狙い撃ち！」として技術展示を行った。初期のシステムでは人間がカメラの前を真横に横切る状況にのみ対応していたが、続けてシステムの改良を行い、任意のカメラ配置に対して歩行者の軌道予測を行って香りを載せた渦輪を命中させることに成功した。改良型システムは、情報処理学会「インタラクション 2009」においてインタラクティブ発表を行った。

その上で、距離画像カメラは特殊なシステムであり、現時点では高価であるデメリットを克服するため、一般的なカメラを使用しても同様の効果が得られるシステムを構築した。

これらの研究開発と並行して、ゲーム内アバターとのインタラクションを、マウスやキーボードによる入力、画面による出力という形態だけでなく、プレーヤーの身体動作や触覚フィードバックを伴って行うため、非装着でのリアルタイムモーションキャプチャの方式を提案し、実装した。この研究は、情報処理学会「インタラクション 2009」においてポスター発表を行った。

派生研究として、香り提示の効果を測定した。移動中のドライバを対象とし、香りによる覚醒効果のデータを収集した。被験者によるばらつきは大きいものの、香りの連続提示を行った場合よりも、香りプロジェクトを利用して断続的な提示を行った場合の方が、順応による影響を回避し、覚醒効果の持続時間が長くなる傾向が観察された。



香り刺激によるドライバの覚醒効果:(左)連続提示、(右)断続提示

<稲見（慶應義塾大学）グループ>

Kawaii ユーザインタフェースの研究

小型ロボットを利用した携帯型 KUI(Kawaii User Interface)として 19 年度より Stickable Bear の研究を行っている。(図1)

Stickable Bear は背中に光センサを有したロボットであり、ディスプレイをはじめとする環境からの光情報によりその動きを制御することが可能である。

KUI のコンセプトにおいて、ユーザはさまざまなインタフェースを介して情報の入出力を行うこと

を想定している。その際、その場に最適化され、効果的な情報の入出力が可能となるインタフェースが求められる。このようなインタフェースは、単に情報の入出力が容易になるだけではなく、情報の入出力行為そのものを効果的に演出し、ユーザに新しい発見を提供することを可能にする。



図1 Stickable Bear

このようなシステムを実現する際に重要な要素の一つとして、ユーザや環境を構成する情報機器の位置を環境が容易に把握することができる仕組みが必要である。

位置に応じた情報を適切に表示可能な仕組みとして、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デジタル透視テレスコープ「フラヌール」を開発した。

デバイスには GPS センサと方位センサを備えているため、特定の方角に向けるとその先にあるお店や景色のイメージ画像を任意な場所から閲覧することができる。また、フラヌールは模擬ズームレンズ機能を持ち、距離を変化させるとさらに遠くを透視することができる。たとえば、東京から北北西へ向けてこのデバイスをかざすと、パリのエッフェル塔のイメージ画像を見ることができる。

一方、屋内空間で KUI を用いた位置依存のインタラクションを行うための研究も行った。

Stickable Bear の研究開始当初はその名の通り、ディスプレイなどの表面に直接貼り付けることで光通信を行うことを想定しており、ディスプレイ内のローカルな位置関係に基づくインタラクションの構築を目標としていた。今年度は自由空間においてできるだけ簡便なシステムで KUI の位置を計測することを目的とし、「光レゾルバによる角度計測手法」を開発した。

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。本提案手法は以下の三つの原理によって実現される。

1. 有限の大きさをも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、受光素子が常に面光源の中心を向いているならば、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。
2. 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。
3. 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。

これらの原理から実現される 1 軸の角度検出システムを図 2 に示す。将来的には、角度検出シ

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。

試作した装置により1m程度の距離で1度以内の標準偏差で角度を計測することに成功した。本手法は光学的に信号場を形成しているため、時分割方式の計測法と違い、信号場の有効範囲内であれば検出素子の数とサンプリングレートは独立である。

エミッタの信号を変調することで信号場を生成するだけでなく音声など様々な情報を同時に伝送することが可能である。

今後は Stickable Bear などの KUI と本手法を組み合わせることで自由空間内の位置に応じたインタラクションを可能とするシステムとして統合することを試みたい。

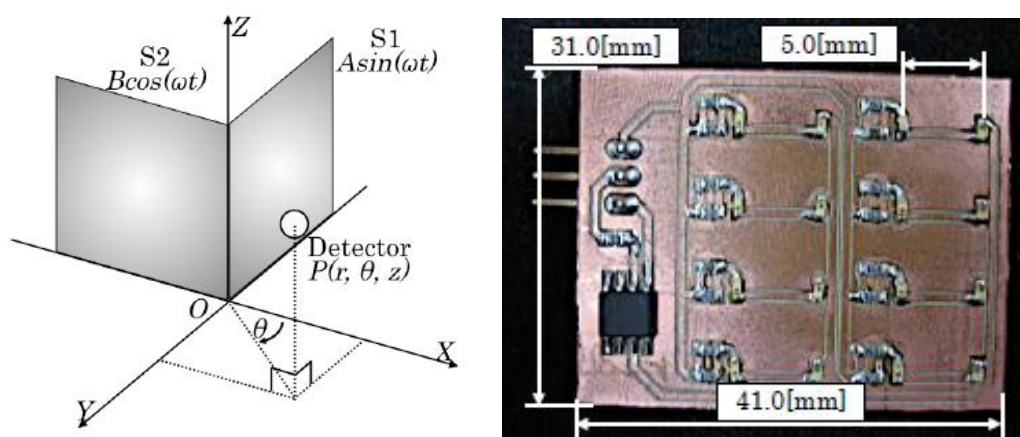


図 2:光レゾルバ(左:模式図, 右:エミッタ部)

ゲームのデバイス設計に「可愛い」という概念を利用した KUI(Kawaii User Interface)を開発することでオンラインゲームのユーザ層を女性や子供に広げてゆくことを試みた。本研究により誰もがどこでも簡単に利用可能な小型ロボット及びその開発環境を構築することを目指している。

<長谷川(電通大)グループ>

G.電気通信大学グループ

①研究のねらい

質の高いオンラインゲームを効率的に制作するためのシミュレーションに基づいた動作生成・行動生成の研究を行う。シミュレーションに基づいたゲームキャラクタの動作・行動生成、インタラクション手法とインタラクションに対する反応動作の生成、生成動作の提示手法に関する研究を進める。

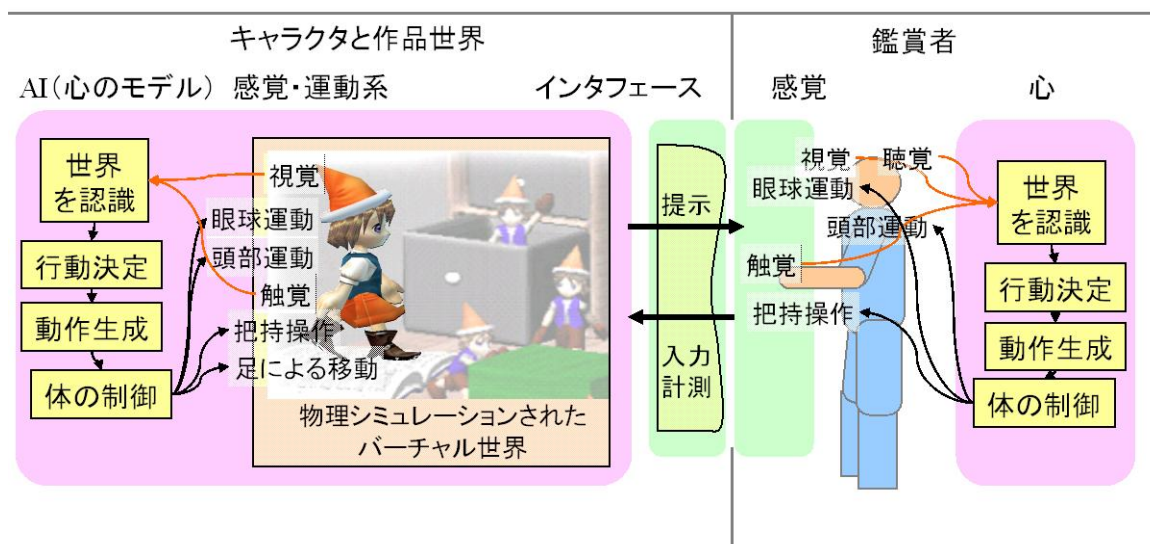
②研究実施方法

動作生成のための、表現力の高い動力学シミュレータを開発する。具体的には、人の身体の

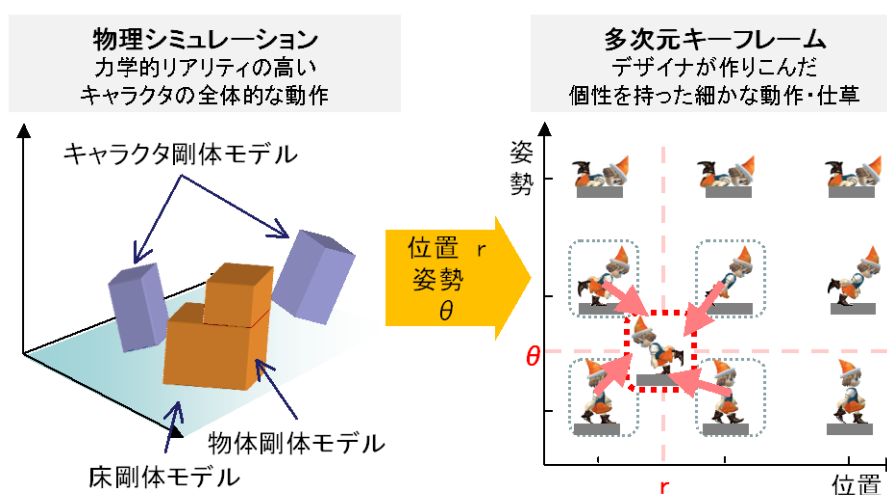
可動域やバネダンパ特性など従来の動力学シミュレータでは取り扱うことのできなかった動作の制約を扱うことができる動力学シミュレータを構築する。

次に、身体や環境の物理制約を考慮した動作生成アルゴリズムを構築し、ゲーム AI が指示する行動内容に即した動作をリアルタイムに生成する。

また、感覚系モデルからの感覚入力に基づいて動作を生成することで、意図が感じられる動作の生成を実現する。



シミュレーションに基づいた動作生成・行動生成システム



シミュレーションと多次元キーフレームアニメーションによる動作生成

③当初の研究計画(全体研究計画書)に対する現在の研究進捗状況(§ 2. と関連します)

動作生成のための、表現力の高い動力学シミュレータの開発 (d)

当初、北米のゲームコミュニティが中心となって開発しているゲーム開発環境への統

合を考えたが、物理シミュレーション部に問題が多く、無理に統合するよりもさきがけ研究で構築してきた環境(Springhead2)を拡張する方がよいと判断した。そこで、Springhead2が実用になるよう、物理シミュレーションと多次元キーフレームアニメーションによるアニメーション生成(三武ら 2007)を組み込むと共に、物理エンジンに残るバグを取った。

ゲームキャラクタの行動・動作生成 (e)

前年度までにさきがけ研究で、感覚・運動系のモデル化による動作生成の一環として視野に基づく行動計画と視線のモデル化を進めた。今年度は、身体や環境の物理制約を考慮した動作生成アルゴリズムの構築と、視覚・視線モデルのリアリティの向上に関する研究を進めることを当初の計画としている。

現在、身体や環境の物理制約を考慮した動作生成アルゴリズム構築の準備のため、人の動作について考察し、どのようなアルゴリズムを作成する必要があるか検討した。また、アルゴリズムに必要な逆運動学計算を自動化する仕組みを構築している。

<杉本グループ>

杉本グループでは、「空間的インタラクション支援技術の研究」として、超音波通信を用いた位置認識システムの構築を行っている。平成 20 年度の成果としては、(1) 室内での高精度ロボットラッキング、(2) スケーラブルな 3 次元位置認識システム、(3) ドップラー効果補償による高精度移動体位置推定手法に関する研究を進めた(4-1-7)。これらの研究を通して前年度までに構築した 2 次元空間での静止物体向けの高精度位置認識技術が、移動物体および 3 次元空間でも適用可能であることを示した(4-1-6)。

3. 研究実施体制

松原(はこだて未来大)グループ

①研究分担グループ長:松原 仁(はこだて未来大学、教授)

②研究項目

人工知能技術のオンラインゲームへの適用の研究

- 1) オンラインゲームのログの自動解析
- 2) 人工知能技術を用いたインターフェース
- 3) NPC などの開発

馬場(東京大学大学院情報学環)グループ

①研究分担グループ長:馬場 章(東京大学大学院、教授)

②研究項目

オンラインゲームの教育目的研究

- 1) オンラインゲームの実態調査
- 2) オンラインゲームの教育目的利用の実証実験
- 3) オンラインゲームの評価方法の検討

星野（筑波大）グループ

- ①研究分担グループ長:星野 准一(筑波大学、教授)
- ②研究項目
白鳥和人：オンラインゲーム基盤システムの研究
森博志：オンラインゲームキャラクタの研究
柳田「名城大学」グループ
- ①研究分担グループ長:柳田 康幸(名城大学、教授)
- ②研究項目
マルチモーダルディスプレイ技術の研究

<杉本グループ>

- ①研究分担グループ長:杉本 雅則(東京大学大学院、教授)
- ②研究項目 ゲーム空間と実空間を結びつけるインタラクション技術に関する研究

稲見グループ

- ①研究分担グループ長:稲見 昌彦(慶應義塾大学大学院、教授)
- ②研究項目 Kawaii ユーザインタフェースの研究

4. 研究成果の発表等

(1) 論文発表（原著論文）

<松原（未来大）グループ>

1. 4-1-1.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.

<馬場（東大）グループ>

2. 4-1-2. 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
3. 4-1-3. 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ー小学生を対象にしたパネル研究ー」、『デジタルゲーム学研究』2-1、p.34-43、平成20年12月
4. 4-1-4. 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ー

「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

<星野グループ>

5. 4-1-5. 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
キャラクター”, 情報処理学会論文誌 Vol.49, No.7, 2539-2548, 2008

<杉本グループ>

6. 4-1-6 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).
7. 4-1-7 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).

<長谷川グループ>

8. 4-1-8. 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', 2009.
9. 4-1-9. 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.

(2) 特許出願

平成 20 年度 国内特許出願件数 : 2 件