

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 23 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24300043

研究課題名(和文) 知能キャラクタ技術に基づくエンタテインメント・サービス基盤システムの構築

研究課題名(英文) Entertainment Service Platform System Based On Intelligent Character Technology

研究代表者

星野 准一 (HOSHINO, Junichi)

筑波大学・システム情報系・准教授

研究者番号：40313556

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,200,000円

研究成果の概要(和文)：心の豊かさが感じられる社会の構成要素として、エンタテインメントはゲーム、アニメ、映画などのコンテンツのみでなく、健康、学習などの持続的行動を誘発するためにも役立っている。本研究では、オンライン・オフライン環境の横断型サービス提供を支援する知的キャラクタ技術を提案した。本研究期間では、1) 知的キャラクタの、モーション生成法、会話生成法、説明動作生成法、シナリオ制御法を実現した。2) コンテンツ制作に必要となる、視覚デザイン、3Dモデリング、プログラミング、デバイスなどの制作ワークフローの分析と支援を行った。3) 複数サービス間の横断的な推薦と健康維持や学習などのサービスモデルの設計と実験を行った。

研究成果の概要(英文)：Entertainment becomes important elements to enrich daily life. They are not only games, animations, and movies, but useful for creating attractions for health and learning activities. In this research, we propose the intelligent character technologies for omni-channel services in online and offline environment. 1) intelligent character technology such as motion, conversation, and decision making. 2) workflow analysis and control system for visual design, 3D modeling, programming and devices. 3) create experimental services such as physical training of elderly, and life-like character for movie and game productions.

研究分野：エンタテインメントコンピューティング

キーワード：知的キャラクタ技術 ゲームフィケーション コンテンツ制作支援

## 1. 研究開始当初の背景

内閣府における国民生活に関する世論調査において、今後の生活においては「物質的にある程度豊かになったので、これからは心の豊かさやゆとりのある生活をするに重きをおきたい」と答えた者の割合が6割を超えている。このような心の豊かさを感じられる社会の構成要素として、エンタテインメントはゲーム、アニメ、映画などのコンテンツのみでなく、健康、学習などを楽しく持続的に行うためのエンタテインメント化や、SNSなどの社会的コミュニティを構築するための役割を果たしている。また、大画面ディスプレイやVR機器の低価格化とネットワーク化により、これらの民生機器を有効に活用したサービスの実現も重要となっている。

オンライン環境と実環境を融合化した横断型サービスを実現するためには、ユーザの一連の体験過程を通して、個人に合ったサービスを選択したり適切に誘導できることが必要である。また、市場のコンテンツやサービスでは物語性のあるキャラクタにより、感情移入や共感性を高めることで情緒的価値をつくることを狙っているものが多い。人工知能技術を活用したサービスを実現する知的情報処理システムにおいても、物語的な知的キャラクタの表現技術が必要になると考えられる。

物語性のある生命体をつくることは古くから人の興味の対象であり、神話の世界ではピグマリオンが女神アフロディーテを似せてつくった彫像から人間に変身したガラテアの物語や、18世紀のJacquet-Drozによるオルガンを弾くオートマタなどの様々な形で現れる。また、2001 Space OdysseyのHAL、スタートレックのデータ少佐のようなアンドロイド、映画サマーウォーズのOzコンピュータ、攻殻機動隊におけるゴーストまでSF小説や映画などに多く登場する。

知的キャラクタのためのアニメーション技術については、表情生成、身体動作のモーション生成、呼吸動作の生成、視線制御などの研究が行われている。エージェントの認知モデルについては、信念、意図、欲求を持つとするBDIモデルや、MichelとShodaらによる認知情動システム理論が提案されている。BatesらのOzプロジェクトではbelievabilityを向上させるためには感情的な相互作用が重要であるとしている。Facade(2002)では、個性、感情、社会的相互作用を行うエージェントと、プロットなどのストーリー要素を組み合わせることで、インタラクティブなドラマ体験をつくるためのシステムを実現している。

## 2. 研究の目的

本研究では、オンライン・オフライン環境における横断型サービス提供を支援するための物語性を持った知的キャラクタ技術を提案する。本システムでは、店舗・施設のサービス提供の高付加価値化のために、物語的キャラクタ技術に基づくエンタテインメント、学習、健康維持などの様々なサービスを提供するための基盤技術の構築を目的とする。

1) 知的キャラクタ技術：モーション生成法、会話生成法、説明動作生成法、シナリオ制御法を実現する。また、生命的に感じられる知的キャラクタのモーション生成、意思決定法などを実現する。

2) 知的コンテンツ制作支援：コンテンツ制作に必要な、視覚デザイン、3Dモデリング、プログラミング、デバイスなどの制作ワークフローの分析と支援を行う。

3) 横断型サービス基盤：複数サービス間の横断的な推薦に加えて、健康維持や学習などのサービスモデルの設計と実験を行う。

## 3. 研究の方法

研究者と産業界のクリエイタの連携により、産業界のニーズも考慮に入れつつ、物語的キャラクタの基本技術の開発と、映画、アニメ、ゲームなどのエンタテインメントや、健康維持、学習などの応用コンテンツを制作するためのプラットフォームを構築する。また、実際の利用場面に適用して、ユーザを学習する改善サイクルを構築する。

ワークフローの分析とタスクモジュール化により、制作の一連のプロセスを支援するシステム(CosmoTree)のプロトタイプシステムを開発する。また、アニメ作品を題材として、多数のコンテンツの関連性を視覚化するとともに、ユーザの興味を中心とした距離空間にマッピングすることで、探求探索を支援するシステムを構築して発見率などの評価を行う。

学習応用としては、親子で栄養、食事の重要性、料理などを学ぶことができる食育学習ゲーム(食スタ)を制作して、親子で体験して貰い体験行動の評価を行う。また、学習者の理解度の分析に基づく数学学習ゲーム(Pedicon)のプロトタイプを制作した。子供の音読のための流暢度の評価指標と、音読トレーニングのためのゲームを作成して、音読の向上において優位な差を実現する。

## 4. 研究成果

### 4.1 知的キャラクタ技術

エピソード制御システムの高速化により100体程度のキャラクタが同時に行動することができるプラットフォームを構築すると

ともに、歴史学習コンテンツの制作に利用した。また、運動支援ゲームのためのアシストキャラクタを想定して、指示モーションの生成や、説明動作の生成、音声発話を行う機能を実現した。

知覚情報や意思決定を利用した知的キャラクタの基本技術として、海洋環境のキャラクタ技術を開発した。たくさんの魚が水中を生き活きと泳ぐような水中シーンの表現は、アニメーションやゲームをはじめとした多くのコンテンツにおいて必要とされている。魚類は全体でおよそ 28,000 種と非常に高い多様性を有している。ごく限られた海域に限定しても、例えば、日本の若狭湾で 83 種、ハワイのハナレイ湾で 150 種もの魚種の生息が確認されている。したがって、リアルな水中シーンを描くためには、魚の種類や、魚を取り巻く状況の変化によって生じる泳ぎ方のバリエーションを的確に再現することが重要な問題となる。水中シーンに現れる多数の魚に対して、このような泳ぎ方のバリエーションをキーフレームアニメーションで作り込むのは非常に難しい。また、ゆったり泳ぐか小刻みに素早く泳ぐか、どこまでも自由に泳ぐか同じところを旋回するかといった泳ぎ方の特徴を、クリエイタが容易に指定できることも必要となる。

本研究期間では、魚類の骨格の違いによる泳ぎ方のバリエーションや状況変化による泳ぎ方のバリエーションを統一的に再現する統一的モーションプランナーを開発した。本手法のキーアイデアは、生物学的知見を参考に、「どこへ泳ぐか」「どのように泳ぐか」を瞬間的に決定する意思決定機構があることを魚類の遊泳に共通の仕組みと考えたことである。統一的モーションプランナーは 2 つのステージから構成されている。第 1 のステージでは、どこに泳ぐかを定める。知覚情報を統合して生成した確率分布を用いて、短期的な目標位置と目標速度を決める。第 2 のステージでは、どのように泳ぐかを選択する。現在の速度帯から目標とする速度帯への遷移情報にマッチした泳法を選択する基本手法を実現した。

CG 分野のトップコンファレンスである SIGGRAPH 2016 Technical Paper に採択になった。提案手法を用いることで、Manta ray や Tuna, Boxfish など、サイズやスケルトンの構成が全く異なる 12 種類の CG モデルや数千匹規模の魚群をリアルに泳がせる様子を示した。本手法は、既存のグラフィックスパイプラインに組み込みやすく、パラメータを調整することで動きの特徴を容易に変えることができ、さらにトルネードや旋回といった魚群全体の表現をトップダウンに指定できる特長がある。公開予定の長編アニメーション作品のプロダクションで使用されている。

#### 4.2 知的コンテンツ制作支援

コンテンツ制作に必要な、視覚デザイン、3Dモデリング、プログラミング、デバイスなどの制作ワークフローの分析と支援を行った。ゲーム制作では制作前では企画・実験プロジェクト・作業計画、制作中は各自の作業・進捗管理、制作後はデバッグ・制作の反省などが必要となる。細かいタスクを含めると膨大な量となるが、どれも欠かすことのできない重要な作業である。制作前の計画がしっかりしていないと途中で制作が破綻する、制作中の進捗管理をしないと制作が遅れクオリティが下がる、制作後の反省をしないと次回への成長が見込めないなどの問題が起こる。

本研究では制作者の制作効率の向上と学習支援を目的とし、制作プロセスの構造化と視覚化により、異種分野の制作者による制作管理や自己評価を支援するシステム CosmoTree を開発した。初学者やアマチュアなどのコンテンツ制作に慣れていない人でもコンテンツ制作をスムーズに完遂でき、制作を繰り返すことで成長できることを目指して、コンテンツ制作プロセスをワークフローとして構造化を行うことで、制作プロセスの可視化と共有化を促す。評価実験では、提案するコンテンツ制作プロセス記述法の妥当性と、制作前、制作中、制作後の各フェーズ毎の支援の妥当性を実際のコンテンツ制作に適用して検証した。

#### 4.3 横断型サービス基盤

複数サービス間の横断的な推薦に加えて、健康維持や学習などのサービスモデルの設計と実験を行った。

##### 1) 高齢者の協調運動トレーニングゲーム

私たちの日常生活においては、モノを持つ、ドアを開ける、高いところにあるモノをとる、料理をする、自動車の運転をするなど、様々な活動の過程で、視覚情報に基づき五指と上肢の協調的な運動を行っている。協調的な運動に必要な機能は日常生活に必要な不可欠な機能であり、健常人においては特に意識をしなくても使うことができる機能である。しかし、協調的な運動をするための機能は加齢とともに低下することが知られており、顔を洗う、歯を磨く、食事をするといった行動にも支障をきたす。

本研究期間では五指と上肢の協調的な運動を上肢把持動作と定義し、両手で掴むのに握りやすい独自形状のコントローラとゲームコンテンツによりトレーニングの支援を行うゲームシステムを提案した。五指と上肢の協調的な運動における運動要素を検討し、高齢者向けに動作の分析と視覚化を行うことで、健康運動の実施や、運動特性の自己認

識を支援する。上肢把持動作の運動要素として考えられる、五指それぞれがコントローラを押さえる力とそのバランス、各指の運動能力、上肢運動の滑らかさ、肩の可動範囲、五指と上肢の協調、両手の協調の6種類の評価指標を定量化して動作の分析を行った。

有効性を検証するため、本システムを用いて高齢者群と若年者群における上肢把持動作の計測を行い、分析結果を1人1人比較し、個人間や、高齢者群と若年者群においてどのような違いが表れるのかを考察した。また、その実験結果から上肢把持動作の評価指標や、運動の視覚化が長期的なトレーニングにおけるケアプラン制作にどう役立てられるのかを検討した。

2016年3月から一般向け提供が開始され、広範囲のユーザからのニーズのフィードバックや、運動特性と健康状態の関連データが継続的に得ることが可能になった。

## 2) 音読トレーニングのためのゲームシステム

文章から情報を得て知識を形成するにあたり、音読は基礎的で重要な学習方法である。成人は集中して黙読する事により十分な情報を文章から得られるが、児童は黙読するより、音読した方が文章から情報を得られる。音読はこのように有用性が実証された学習であり、授業に取り入れられている。学習指導要領解説には、「小学校低・中学年の国語科において音読・暗唱、漢字の読み書きなど基本的な力を定着させた上で、各教科等において、記録、要約、説明、論述といった学習活動に取り組む必要がある」とあり、音読は各教科の学習において重要な基礎の一つと位置付けられている。児童の音読における流暢さと読解能力には相関がある事が示されている。また、児童の音読における流暢さを向上させることによって、読解能力が向上する事も示されている。よって児童が音読における流暢性を向上する事は重要だといえる。

本研究では、読み聞かせ経験者による音読の流暢性に対する評価を反映し、児童による音読の流暢性を評価するための客観的かつ自動化可能な手法を提案し、その手法を用いて流暢性自動評価システムを構築した。そのためにまず、読み聞かせ経験者の流暢性評価傾向をアンケート実験によって明らかにし、この流暢性評価傾向と強い相関を持った指標を設計した。そしてこの指標で流暢性を評価することの妥当性について検討を行った。なお、学習指導要領解説によると、小学校低・中学年の児童が音読などの基本的な力を定着させる必要があるとされているので、本稿では小学校低・中学年の児童による音読を評価対象とした。さらに、提案した評価指標を用いて流暢性自動評価システムを構築し、

そのシステムを用いた音読練習が児童の流暢性と音読に対する意識におよぼす影響を検証した。

ロボットの聞き手性により相手を意識した音読が行われる傾向があることを行動・発話分析によって明らかにした。キッズデザイン賞の受賞となった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計9件)

Daiki Satoi, Mikihiro Hagiwara, Akira Uemoto, Hisanao Nakadai, Junichi Hoshino: Unified Motion Planner for Fishes with Various Swimming Styles, ACM Transactions on Graphics (Proceedings of SIGGRAPH 2016), Vol.35, No.4, 2016 (査読有)

瀧田寿明, 中臺久和巨, 星野准一, 「児童による音読の流暢性自動評価指標」, 情報処理学会論文誌(IPSJ Journal), Vol.57, No.3, 2016 (査読有)

林勇希, 敷根伸光, 秋場猛, 星野准一, 「高齢者の協調動作をトレーニングするためのゲームシステム」, 情報処理学会論文誌(IPSJ Journal), Vol.57, No.3, 2016 (査読有)

里井大輝, 中臺久和巨, 星野准一: 動きの突発性と多様性に基づく熱帯魚の生命的アニメーションシステム, 情報処理学会論文誌, Vol.56, No.11, pp.2131-2140, 2015 (査読有)

大河原 一輝, 平野 廣美, 益子 宗, 星野 准一, 「ショッピングモール型 EC サイトにおける店舗情報視覚化システムの提案」, 情報処理学会論文誌, Vol.56, No.3, pp.847-855, 2015 (査読有)

石川優, 牟田将史, 田丸順基, 中田英輔, 上原皓, 星野准一: 花水: 多視点観察及び移動が可能なフォグディスプレイ, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.19, No.2, pp.227-236, 2014 (査読有)

梅村豪, 浦野幸, 里井大輝, 星野准一: ニッチな市場における情報獲得と社会的交流を支援するコミュニケーションシステム, 日本感性工学会論文誌, Vol.13, No.2, pp.325-332, 2014 (査読有)

里井大輝, 中臺久和巨, 星野准一: アニマシー知覚に基づく仮想ホテルの生命的アニメーションシステム, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.18, No.3, pp.337-343, 2013 (査読有)

浦野幸, 于沛超, 遠藤靖典, 星野准一: 実環境における災害体験ゲームシステムの開発, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.1,

pp.357-366, 2013 ( 査読有 )

[ 学会発表 ] ( 計 17 件 )

Nobumitsu Shikine, Toshimasa Yamanaka, Junichi Hoshino: The Pedagogical Agent in Learning Mathematics for Undergraduate Students, IASDR 2015: International Association of Societies of Design Research - Poster, Brisbane, Australia November 2 - 5, 2015 ( 査読有 )

Hisanao NAKADAI, Lee SEUNG HEE, Muneo KITAJIMA, Junichi HOSHINO: Animatronics for Children's Reading Aloud Training, ISASE2015, International Symposium on Affective Science and Engineering 2015, Oral, Kogakuin University, Shinjuku, Tokyo, Japan, March, 2015 ( 査読有 )

Masafumi Muta, Kenji Mukai, Ryoutarou Toumoto, Motoi Okuzono, Junichi Hoshino, Hiromi Hirano, Soh Masuko: Cyber Chamber: Multi-user Collaborative Assistance System for Online Shopping, ITS 2014: ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces - Poster, Dresden, Germany, November 16-19, 2014 ( 査読有 )

Yu Ishikawa, Masafumi Muta, Junki Tamaru, Eisuke Nakata, Akira Uehara, Junichi Hoshino: HANASUI: Multi-View Observable and Movable Fogscreen, 13th International Conference on Entertainment Computing (ICEC 2014), Sydney, Australia, October 1-3, 2014 ( 査読有 )

Junichi Hoshino, Takeru Umemura, Sachi Urano, Daiki Sato: SONAR: Communication System for Supporting Information Gathering and Social Interaction in a Niche Market, 13th International Conference on Entertainment Computing (ICEC 2014), Sydney, Australia, October 1-3, 2014 ( 査読有 )

Kouhei Kanamori, Masatoshi Hamanaka, Junichi Hoshino: "Method to detect GTTM local grouping boundaries based on clustering and statistical learning", Proceedings of the International Computer Music Conference(ICMC), pp.1193-1197, September 14-20, 2014 ( 査読有 )

Qipu Sun, Takuto Asaka, Sachi Urano, Junichi Hoshino: Make special makeup yourself: face composition system for entertainment, 12th International Conference on Entertainment Computing (ICEC 2013), Posters, São Paulo, Brazil, October 16-18, 2013 ( 査読有 )

Daiki Sato, Hisanao Nakadai, Matteo Bernacchia, Jun'ichi Hoshino: Life-Like Animation System of Virtual Firefly Based on Animacy Perception, 12th International Conference on Entertainment Computing (ICEC 2013), Springer LNCS 8215, pp.138-144, São Paulo, Brazil, October 16-18, 2013 ( 査読有 )

Hisanao Nakadai, Daiki Sato, Junichi Hoshino: Life-like Animation System Based on Intermittency and Diversity of Motion, The 5th International Association of Societies of Design Research (IASDR) World Conference on Design Research, No.2278-1, Tokyo, Japan, August 26-30, 2013 ( 査読有 )

Robert HOWLAND, Sachi URANO, Junichi HOSHINO: SanjigenJiten : Computer Assisted Language Learning System within a 3D Game Environment, ACE 2012, LNCS 7624, pp. 262-273. Springer, Nepal, November 5-6, 2012 ( 査読有 )

Sachi URANO, Tetsuya SAITO, Junichi HOSHINO: Entertainment Displays Which Restore Negative Images of - Shopping Center, ACE 2012, LNCS 7624, pp. 585-588. Springer, Nepal, November 5-6, 2012 ( 査読有 )

Sachi URANO, Peichao Yu, Junichi HOSHINO: Disaster Experience Game in Real World, ACE 2012, LNCS 7624, pp. 581-584. Springer, Nepal, November 5-6, 2012 ( 査読有 )

Sachi URANO, Junichi HOSHINO: Improvement of Negative Images in Shopping Center by the Introduction of Entertainment Display Systems, International Symposium on Architectural Interchanges in Asia 2012, Korea, October 22-25, 2012 ( 査読有 )

Sachi URANO, Junichi HOSHINO: Quantitative Assessment of Composition in Art, NICOGRAPH International 2012, Indonesia, July 2-3, 2012 ( 査読有 )

Robert Howland, Emily Olmstead, Sachi URANO, Junichi Hoshino: SanjigenJiten : Game System for Acquiring New Languages Visually, NICOGRAPH International 2012, Indonesia, July 2-3, 2012 ( 査読有 )

Tetsuya SAITO, Sachi URANO, Daiki SATOI, Junichi HOSHINO: The entertainment display providing healing and enjoyment for people in the public space, NICOGRAPH International 2012, Indonesia, July 2 - 3,

2012 ( 査読有 )

Tetsuya SAITO, Sachi URANO, Daiki SATO,  
Junichi HOSHINO: Development of an  
Shadowgraph System for Activating Public  
Spaces, NICOGRAPH International 2012,  
Indonesia, July 2 - 3, 2012 ( 査読有 )

[ その他 ]

ホームページ等

<http://www.entcomp.esys.tsukuba.ac.jp>

6 . 研究組織

(1)研究代表者

星野 准一 ( HOSHINO, Junichi )

筑波大学・システム情報系・准教授

研究者番号 : 40313556