

Abstract: 本サブプロジェクトでは、「Kyoto Virtual Time Space」という仮想空間に双方向性を持たせるためのゲームエンジン及びコンテンツマイニングを研究開発している。ゲームエンジンとは、仮想空間のユーザ動作により内容が変化していくコンテンツを生成するシステムを指す。一方、コンテンツマイニングは、ユーザの特性に適したコンテンツの生成に不可欠な、仮想空間のユーザ行動を解析する技術である。本稿では、国内外の動向を踏まえながら、これまでの研究成果、及び今後の課題について述べる。

1 はじめに

日本政府のIT国家構想により、一般家庭においてもブロードバンドと常時接続などの通信環境が整いつつある。これによって、双方向性をもつ仮想空間のニーズが急速に拡大すると予測できる。双方向性をもつ仮想空間を成功させるためには、常にユーザを惹きつけるようなコンテンツを用意する必要がある。つまり、ユーザをどれだけ長く仮想空間に留められるかが成功の鍵となってくる。

本サブプロジェクトでは、平安京から現在の京都のバーチャル時空「Kyoto Virtual Time Space」に双方向性を持たせるための2つのコア技術、すなわち、ゲームエンジン及びコンテンツマイニング、を研究開発している。以下2章と3章では、それぞれ各技術に関するこれまでの研究成果について述べる。最後に4章で結論と今後の課題を述べる。

2 ゲームエンジン

仮想空間のユーザの動作により内容が変化していくコンテンツにインタラクティブドラマがある。近年、笑いと健康との関連性やビジネスとしての笑いが注目されつつある。我々はインタラクティブドラマの中でも比較的言語を使用しないビジュアル・コメディの分野に着目し、視聴者と主人公のエージェント(以降、エージェントとする。)の間のインタラクションを通じて視聴者に笑いを起こさせるストーリーを展開するシステムの開発を行っている。

現在、インタラクティブドラマに関するさまざまな研究が行われているが、コメディの分野に関連した研究は少ない。既存のインタラクティブコメディの研究としては、視聴者とエージェントがユーモラスな会話(漫才)を行うシステムがあるが、我々が開発しているストーリー性を持ったコメディとは異なる。また、多少のストーリー性を考慮したものとしてはエージェントの単純な失敗から間接的にユーモラスな状況を生み出すシステムがある。しかし、このシステムは限定的なユーモアの側面しか考慮せず、視聴者のインタラクションの機会が限られている。

特にコメディの分野においては、自由なインタラクションというものが重要であり、インタラクションの機会を制限するということは大きな欠点となる。なぜならば、笑いの発生と視聴者の興味度の間には大きな相関関係があり、インタラクションを制限するということは視聴者の興味の制限につながるからである。逆に、視聴者に自由なインタラクションを提供することで視聴者の興味度を向上させ、より大きな笑いを生むことができる。

ここでは、我々が提案した、ストーリーの流れを容易にすると同時にエージェントの失敗から直接的に笑いを生み出すための拡張 HTN (Extended Hierarchical Task Network)プランニング[1]、及び視聴者のインタラクションを促進するための模倣アプローチ[2]について述べる。

2.1 拡張 HTN

インタラクティブドラマにおけるエージェントのプランニング手法には HTN がある。HTN はタスクをより細かいサブタスクへと分解していき、最終

的にプリミティブなタスクとなるまで分解する。この分解の過程をツリーとして構成し、そのツリー上の探索を行うことでプランを生成する。構成されたツリーは根が「タスク」、中間ノードが複数の関連のあるサブタスクをまとめる「メソッド」、終端ノードが「プリミティブタスク」となる。従ってより上位の階層(全体的な構成)はより静的であり、ツリーの構成の仕方にもよるが、実行時にプランが失敗した際に行われるリプランニングが上位の階層で行われることは少ない。よって、生成されるストーリー(プラン)の種類の変異性が乏しい。

この問題点は、HTN は前もって構成されたツリーから探索を行うため、ストーリーの全体的な流れを管理しやすい一方で、生成されるプランの多様性に乏しいというものである。HTN のツリーの分岐を増やすことで解決できるとも考えられるが、そのようなツリーは管理が難しくなってしまう。HTN において視聴者とのインタラクションがなされるのはツリーの終端においてである。従って、解決法としてはこの終端の階層においてプランの変異性を増やすことが考えられる。

以上の問題点を踏まえた上で、我々は HTN Planning をインタラクティブドラマ向けに拡張した。我々の HTN Planning に対する拡張は以下の2点である。

- 各オペレータに Executability Conditions を導入
- 1 つのプリミティブタスクが、同一の結果が得られる複数の手段を候補として持ち、それらを意図的にコントロールする仕組み

これら上記の拡張により、システムはユーモラスな結果を意図的に作り出すことができる。従来のシステムは Executability Conditions を HSP に導入することにより単純な失敗を発生させることで、その失敗の副作用(side effect)として間接的にユーモアをもたらすものであった。しかし我々のシステムはそれとは異なり、HTN において、エージェントにわざと失敗させるような行動を選ばせたり、よりユーモラスな結果をもたらす行動を選ばせることで笑いが起こるようなシチュエーションをダイレクトにコントロールすることができる。

2.2 模倣アプローチ

視聴者のインタラクションにより直接エージェントに影響を与えることができる模倣アプローチでは、視聴者キャラクタを設けて、その現在状態をエージェントの目標状態の一部とする。この方法を用いると、視聴者の取った行動に対してエージェントがまねをする、あるいは対抗するという状況が生み出される。

視聴者の自由なインタラクションと模倣による笑いの発生という考えに基づき、システムを実現するにあたり、エージェントのプランニング手法として HSP(Heuristic Search Planner)を取り上げた。HSP とはヒューリスティックを用いた柔軟かつ高速なプランニングアルゴリズムであり、キャラクタアニメーションが必要な動的環境などに適した手法である。

我々が開発したシステムの概要は次の通りである。視聴者は三人称視点のディスプレイを見ながら1人のキャラクタを直接操作することができる。キャラクタを直接操作することで視聴者自身がドラマ空間の一部となり、自由なインタラクションが可能となる。そして、視聴者キャラクタ以外にエージェントとしての MR.BEAN が存在する。MR.BEAN は視聴者インタラクションにより与えられた目標状態である“Interaction Goal”を持つ。またそれ以外にも、Story Manager から与えられた目標状態である“Story Goal”も持つ。これら2つの目標状態をあわせてエージェントの“Goal”とする。

これにより視聴者インタラクションと Story Manager という2つの部分から出される要求に対して、1つの HSP でまとめてプランニングを行うことができる。HSP では STRIPS 型の表現形式に基づいている。視聴者キャラクタおよびエージェントはそれぞれ状態を持っており、オペレータを実行することにより状態が変化する。オペレータには実行のための前提条件があり、前提条件を満たさなければオペレータを実行することはできない。サーチアルゴリズムには RTA*アルゴリズムを採用した。RTA*アルゴリズムは A*アルゴリズムに MinMin Search の手法を加え、alpha-

pruning によるプランの枝刈りを行うことで高速化を行い、動的環境への適応度を高めたインターリーブプランニングである。そして、ヒューリスティックに関しては HSP2 を参考にした。

3 コンテンツマイニング

ここでは仮想空間におけるユーザタイプの特定に関する研究成果を述べる。

3.1 並列型シミュレータ

実験環境として Zereal という仮想空間の並列型シミュレータを利用する。Zereal は、人工社会を実現するためのマルチエージェントシミュレーションシステムの一つである。著者の研究協力者でもあるノルウェー工科大学の Tveit らにより 2002 年より開発が進められ、クラスタ型並列計算機上に動作し、複数のワールド(world)を同時に実行できる。

Zereal のアーキテクチャは、それぞれの world の最新状態(world model)を収集し、client に可視化用または分析用の情報を送る master node と、各 world におけるプレイヤーキャラクター(PC)、ノンプレイヤーキャラクター(NPC)、及びスタミナ回復用のフードアイテムなどの仮想空間の諸オブジェクトをシミュレートする world node で構成されている。

3.2 ユーザタイプと行動

ここでは、PC を 3 つのタイプでモデル化する。これらの PC エージェントを world で動作させ、client に送られて来るキャラクターの行動のログから PC のタイプを特定する。まず、それぞれの PC のタイプの概要は以下の通りである。

- NPC への攻撃を最優先する、単純な行動ルールに従う適応型ユーザ
- 状態遷移の確率に従って行動を選択する、多目的型ユーザ
- キーアイテム探しを最優先し、キーを見つけるとドアへ向かう、別の world へ移動する探求型ユーザ

これらの PC エージェントには Walk(歩く)、

Attack(NPC へ攻撃)、PickFood(フードアイテムを拾う)、PickPotion(薬アイテムを拾う)、PickKey(キーアイテムを拾う)、及び LeaveWorld(ドアを通じて world を離れる)などの行動が共通で装備されている。

3.3 分類器とその特徴抽出法

分類器は、他の手法と比較して構造の決定及びパラメータの初期化が比較的容易できる記憶ベース推論(MBR)、及びプレイヤーの行動順序から時間の構造が特定できる隠れマルコフモデル(HMM)[3]を採用した。さらに、MBR を拡張し、適応型 MBR(AMBR)[4]を提案した。AMBR は、近傍の数を 1 から解が求まるまで段階的に増加していくので、パラメータの初期化が MBR よりさらに簡略化された手法である。

MBR 又は AMBR のための特徴抽出では、

- PC エージェント毎の各行動が占める割合を入力とする手法(MBR-1)[5]、
- PC エージェント毎の獲得した各アイテムが占める割合を入力とする手法(MBR-2)[6]、及び
- PC エージェント毎の行動順序に含まれる各エピソードが占める割合を入力とする手法(MBR-3)[4]を提案した。

これに対して、HMM のための特徴抽出[7]では、

- PC エージェント毎の行動順序を入力とする手法(HMM-1)、
- PC エージェント毎のアイテム順序を入力とする手法(HMM-2)、及び
- PC エージェント毎のエピソード順序を入力とする手法(HMM-3)を提案した。

3.4 実験

分類器は未知のデータに対しても正しく特定できるように設計されるべきである。未知のデータに対する認識率を汎化能力という。本実験では、この汎化能力を近似するためのものとして leave-one-out の実験法を採用した。leave-one-out 法では、M 個のデータがある場合、まず、1 番目のデータをテスト用として選び、それ以外のデータを学習用とする。これで第一回目の実験

を実施する。次に、2番目のデータをテスト用として選び、2番目以外のデータを学習用とする第二回目の実験を実施する。これをM回まで繰り返してM回の実験結果の平均認識率を求めた。

実験の結果からは、MBR又はAMBRの特徴量としてMBR-3がもっと高い認識率を出していることが確認された。HMMに関しては、HMM-1が最も高い認識率を示した。また、実際の仮想空間に見られる、多目的型ユーザに対してはHMMがMBR又はAMBRより優れていることを確認した。これは、ユーザタイプの分類において順序の情報が頻度(割合)の情報より有効であることを示すが、これらの結果の詳細な分析は現在行っている。

4 まとめ

視聴者のインタラクションにより物語が動的に生成されるインタラクティブドラマという新しいメディアには大きな可能性がある。本稿では、自由な視聴者インタラクションと模倣による笑いの発生という観点から、コメディという分野におけるインタラクティブドラマの新たな可能性について述べてきた。現在はプランニングのヒューリスティックとしてプランの最適性などを考慮しているが、インタラクティブコメディシステムにおいてはそれだけでは不十分である。ユーモアの大きさの定量的評価と、ヒューリスティックとしてユーモア度を考慮したプランニング手法の確立が今後の課題である。

次に、人間の行動はランダムなものではなく、ある時系列的な特徴を持っているため、仮想空間内に存在するユーザから取得できる各ユーザの行動履歴にもまた、時系列的な特徴があると確認した。時系列を持ったデータを分類する手法は、音声認識やゲノム解析などの分野において既に提案されている。そこで、それらの手法の中でも特に有用性があるとみられるMBRとHMMに注目し、仮想空間内のユーザの分類において効果があるかどうかの検証、およびその比較を行った。今後は、多目的型ユーザの分類に対応できるHMMを中心

に、初期モデルのパラメータ状態数、シンボル数を適切に自動構成するための手法を開発し、その効果を人工データ及び実データにより検証する予定である。

参考文献

- [1] Ruck Thawonmas, Keisuke Tanaka, Hiroki Hassaku, "Extended Hierarchical Task Network Planning for Interactive Comedy," the Sixth Pacific Rim International Workshop on Multi-Agents (PRIMA-2003), Seoul, Korea, November, 2003, published in Lecture Notes in Artificial Intelligence, J.G. Carbonell and J. Siekmann, vol. 2891, pp. 205-213.
- [2] Ruck Thawonmas, Hiroki Hassaku, Keisuke Tanaka, "Mimicry: Another Approach for Interactive Comedy," Proc. of the 4th annual European GAME-ON Conference (GAME-ON 2003) on Simulation and AI in Computer Games, London, United Kingdom, pp. 47-52, November, 2003. (*one of the final candidates for the best paper award*)
- [3] Matsumoto, Y., and Thawonmas, R., "MMOG Player Classification Using Hidden Markov Models", submitted.
- [4] Ho, J.Y., and Thawonmas, R., "Episode Detection with Vector Space Model in Agent Behavior Sequences of MMOGs", Proc. Future Business Technology Conference 2004 (FUBUTEC'2004), Fontainebleau, France, pp. 47-54, Mar. 2004. (*one of the final candidates for the best paper award*)
- [5] Ruck Thawonmas, Ji-Young Ho, and Yoshitaka Matsumoto, "Identification of Player Types in Massively Multiplayer Online Games," Proc. the 34th Annual conference of International Simulation And Gaming Association (ISAGA2003), Chiba, Japan, pp. 893-900, August 25-29, 2003.
- [6] Ji-Young Ho, Yoshitaka Matsumoto, and Ruck Thawonmas, "MMOG Player Identification: A Step toward CRM of MMOGs," Proc. of the Sixth Pacific Rim International Workshop on Multi-Agents (PRIMA-2003), Seoul, Korea, pp. 81-92, November, 2003.
- [7] 松本吉高:「仮想社会におけるユーザの分類に対する動的計画法と隠れマルコフモデルの有用性の検証」、立命館大学理工学部情報学科卒業研究論文、2004年2月