

双方向ビジュアル・コメディ： インタラクティブ MR. BEAN の実現へ向けて

Ruck Thawonmas
理工学研究科

1 はじめに

従来の映画や劇場などの物語はすべての視聴者にとって均一のものであり、すべての視聴者の要求を完全に満たすことは容易ではない。そこで、視聴者毎の要求に応えるために、視聴者とのインタラクションによって物語を動的に変化させるインタラクティブドラマの技術が必要になる。

近年、笑い与健康との関連性 [1] やビジネスとしての笑い [2] 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 [3-8] 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 [7] 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 [8] 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 [9]、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度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。

本論文では、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 [10]、及び視聴者のイン

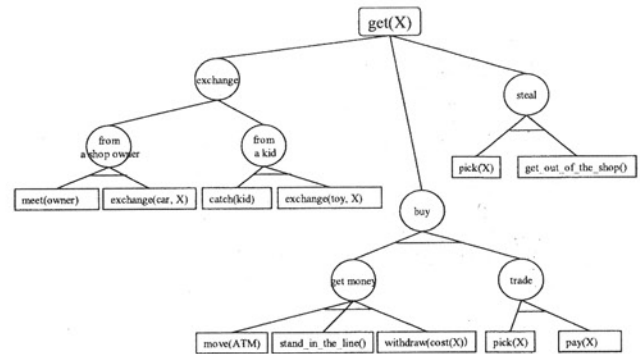


図 1: HTN におけるタスク分解

タラクションを促進するための模倣アプローチ [11] について述べる。キャラクターモデルとして『MR.BEAN』を取り上げた。『MR.BEAN』は 1990 年から 1995 年にかけて BBC で放送された人気のビジュアル・コメディであり、世界 90 ヶ国以上で放送され大きな支持を得ている。

2 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 [12] (図 1)。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) の種類のバリエーションが乏しい。

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

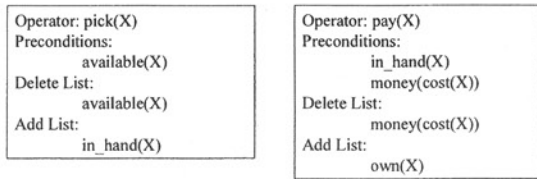


図 2: 従来の HTN オペレータ

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バリエーション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

以下、これら 2 つの拡張の詳細について述べる。

2.1 Executability Conditions の導入

HTN では各オペレータは図 2 に示すような STRIPS スタイルの言語で記述される。これらの記述は Preconditions, Delete List, Add List を含んでおり、それぞれオペレータが実行される前に満たすべき条件、オペレータ実行後にワーキングメモリから削除される状態、および追加される状態を表している。我々はこれらに加えて、オペレータの実行が成功するための条件として Executability Conditions を導入した (図 3)。これにより、エージェントが失敗を犯すことでユーモラスなシチュエーションが生まれることが期待できる。

この Executability Conditions の詳細については次に述べる機能における具体的な役割を通して説明する。

2.2 プリミティブタスクの複数候補の導入

ストーリーを生成する際のバリエーションの少なさを解決し、ユーモラスなシチュエーションをダイレクトに

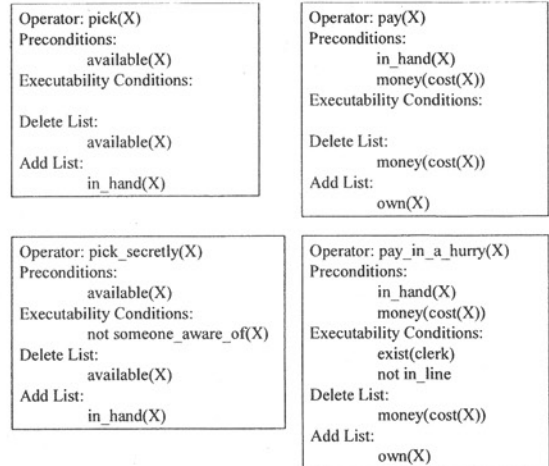


図 3: Executability Conditions を導入した HTN オペレータ

コントロールする方法として、1 つのプリミティブタスクに対して複数の候補を用意することを考案した。図 4 のツリーは図 1 のタスクに対して複数候補をもつプリミティブタスクを導入したものである。これらの候補タスクは同一の Preconditions, Add List, Delete List を持つが、異なる動作、および Executability Conditions を持つ。

「異なる動作」を持つというのは、例えば「A から B に移動する」という意味のオペレータ `move(A,B)` に対して、「可能な限り早く A から B に移動する」という意味の `move_fast(A,B)` を候補として持つということである。当然 `move_fast(A,B)` の方が実行するための条件は厳しくなるため、このオペレータには新たな条件を付加することが考えられるが、そのような条件は Executability Conditions に記述することになる。そうすることで、これらの候補同士は Preconditions と Add List, Delete List は依然として同じであるため、これらの候補の中に Executability Conditions を持たないオペレータが 1 つでも存在する限り候補間の違いを意識する必要はない。つまり、一定の条件を守る限り 1 つのタスクに対していくらかでも行動のバリエーションを増やすことができるということである。

複数の候補の中から実際にどれを実行するか選ぶ際にはヒューリスティック関数が用いられる。ヒューリスティック関数は各候補毎に、エージェントの「Mood」やその候補を選んだことで得られる「ユーモアの度合い」といった要素からヒューリスティックコストを決める。このコストの最も低い候補が実行されるタスクとして選ばれるという仕組みである。

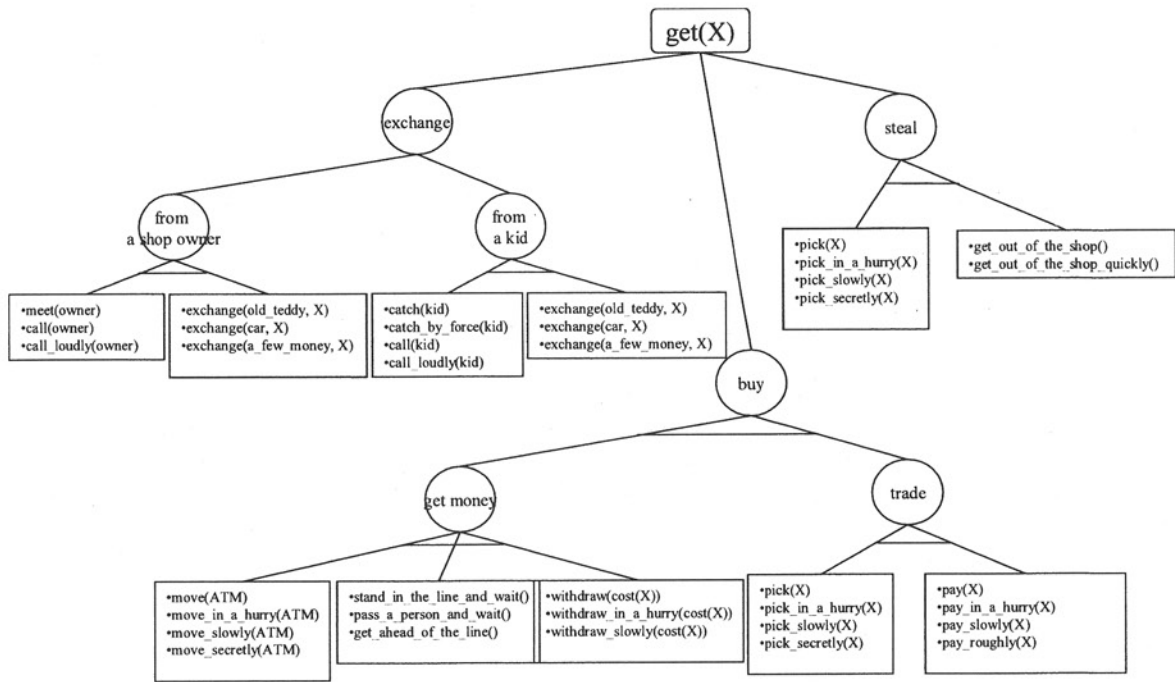


図 4: 複数の候補をもつプリミティブタスクを導入したタスク分解

Executability Conditions が満たされなかったことでそのプリミティブタスクが失敗した場合は、再び同じノードから今度は他の候補が選ばれる。この時、後から選ばれたタスク候補によってヒューリスティックコストが累積していく。このヒューリスティックコストの累積値を参照することで、再び候補を選びなおすか否か、つまり同じノードでどれだけ再試行を繰り返すかをコントロールする。また、タスク候補は異なる Executability Conditions を持っているかあるいは何も持っていない。そのため、必要であれば、異なる Executability Conditions を満たすタスク、あるいは Executability Conditions に項目を持たないタスクを実行することで再試行後のタスクを成功させることができる。

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 [8] は Executability Conditions を HSP [13] 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。

3 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) [13] 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。

以下に模倣アプローチに基づくインタラクティブコメディシステムの概要と、そのプランニング手法について述べる。

3.1 システムの概要

ここでは、我々のシステムの概要について述べる。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

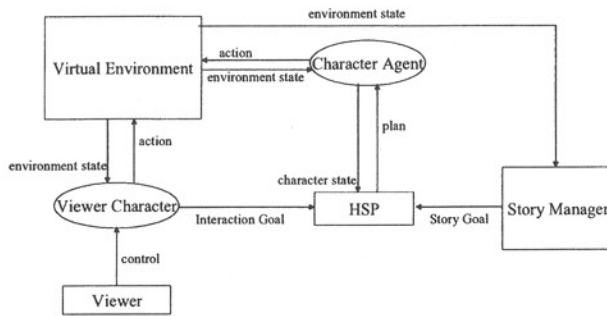


図 5: 模倣アプローチのシステムアーキテクチャ

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。基本的なシステムアーキテクチャを図 5 に示す。

3.2 領域表現

このシステムの基本部分である HSP の領域表現について説明する。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。オペレータの例を図 6 に示す。

3.3 HSP によるプランニング

[8]と同様、サーチアルゴリズムには Korf らの RTA* アルゴリズム [14] を採用している。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 Bonet らの HSP2[13] を参考にしている。

プランニングの例を図 7 に示す。これは Story Man-

Operator:: sit_at(X) Preconditions:: Effects:: sitting_at(X)
Operator:: relax() Preconditions:: sitting_at(X) Effects:: relaxed
Operator:: read(X) Preconditions:: Effects:: enjoyed(X), sleepy
Operator:: make(X) Preconditions:: Effects:: edible(X)
Operator:: eat(X) Preconditions:: edible(X) Effects:: eaten(X), sleepy
Operator:: sleep() Preconditions:: sleepy, relaxed Effects:: refreshed
Operator:: talk(X) Preconditions:: Effects:: talked(X)

図 6: HSP オペレータ

ager から与えられた目標状態”refreshed”を達成するためにプランを生成したものである。

4 結果

現在も研究は進行中であり、改善の余地はまだ多く残されているが、これまでの研究と調査に基づき、拡張 HTN 及び模倣アプローチのそれぞれの典型的な結果を以下に述べる。

4.1 拡張 HTN のシーン

シーンは主人公が店で熊のぬいぐるみ (teddy_bear) を見つけたところから始まる。エージェントのゴールはこの熊のぬいぐるみを手に入れることである。使用するタスクは先に示した図 4 の get(X) で、今回の例ではオブジェクト teddy_bear を入手するのが目的であるから、タスク get(teddy_bear) を成功させることがエージェントの具体的な目的である。プランニングは以下のように行われた (図 8)。

Scene 1 まず buy メソッドが選ばれ、その下層にある get money が選ばれた。

Scene 2 最初に行われるプリミティブタスクとして、move_in_a_hurry(ATM) が選ばれる。これにより

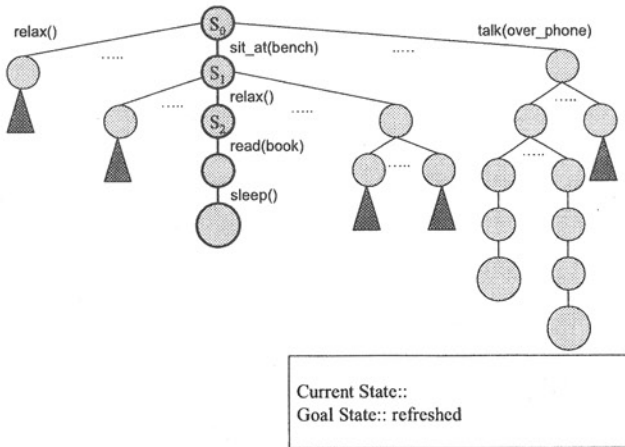


図 7: HSP によるプラン生成例

主人公は急いで ATM に向かった。

Scene 3 ATM に到着すると、次のタスクへと移る。
`get_ahead_of_a_line()` が選ばれ、主人公は列の先頭を取ろうとする。ところが、既に ATM に並んでいる人がおり、
 Executability Conditions にある `not line_formed` という状態が満たされないために先頭を確保するという試みは失敗した。再試行のために `pass_a_person_and_wait()` という他の候補が選ばれた。これにより主人公は列の前に並んでいる人を無理やり抜かして自分の順番が来るのを待った。

Scene 4 次のタスクに移り、
`withdraw_in_a_hurry(cost(teddy_bear))` が選ばれ、主人公は急いで現金を引き落としした。この時点で必要な現金を手に入れることに成功し、
`get money` メソッドが終了する。

Scene 5 `trade` メソッドへと移り、
`pickup_in_a_hurry(teddy_bear)` が実行され、主人公は急いで熊のぬいぐるみを手にとった。

Scene 6 この時点で、視聴者は仮想環境に対して手を加えることにした。具体的には現金を手に入れることで追加された状態 `money(cost(teddy_bear))` を取り除くことで、主人公から現金を取り上げてみた。主人公は次の行動として `pay_in_a_hurry(teddy_bear)` を実行しようとするが、Preconditions である `money(cost(teddy_bear))` が満たされず、失敗してしまった。つまり、主人公はお金がないのに

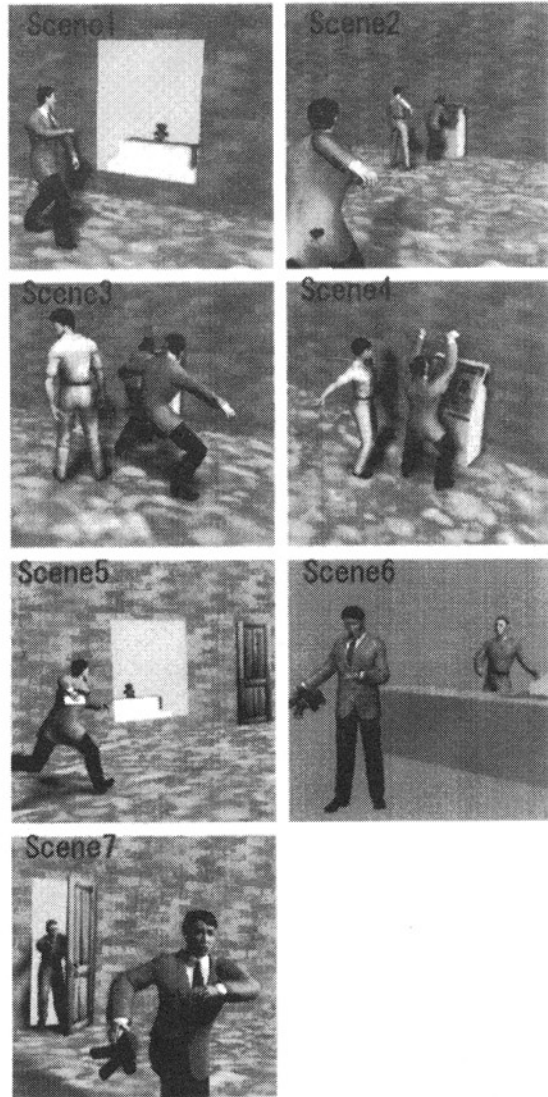


図 8: 拡張 HTN によるシーン

気づき、熊のぬいぐるみを買えなくなりました。この時点で `trade` メソッドおよび `buy` メソッドは失敗に終わってしまう。

Scene 7 バックトラックが行われ、`steal` メソッドに移る。ここで今度は `pickup_secretly(teddy_bear)` が実行され、主人公はこっそり熊のぬいぐるみを手にとった。次のタスクに移り、
`get_out_of_the_shop_quickly()` が実行され、主人公は店員に捕まらないように素早く店を出た。

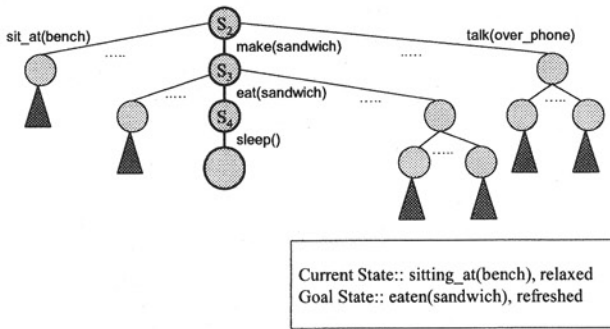


図 9: 視聴者インタラクションによる再プランニングの例 1

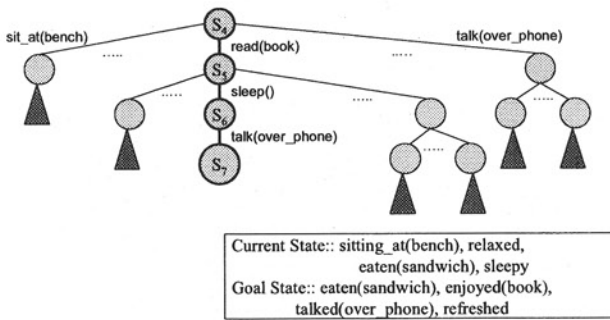


図 10: 視聴者インタラクションによる再プランニングの例 2

4.2 模倣アプローチのシーン

「MR.BEAN」においても模倣による笑いがいくつも見られ、中でもその顕著な例として PARK BENCH (ビデオ「Vol.2 The Exciting Escapades of Mr. Bean」内の第 1 話「The Curse of Mr. Bean」の第 2 幕) という MR.BEAN が公園のベンチでサンドイッチを食べるシーンがある。このシーンではベンチに座った英国紳士がサンドイッチの昼食を食べ始めると、隣に座った MR.BEAN もサンドイッチを食べ始める。このときの MR.BEAN のこっけいな行動が、模倣としての英国紳士の行動と対比され、おかしさを強調するのである。

次に示されるのは、視聴者インタラクションにより変化していくプランニングの様子である。

図 9 は、図 7 のプランを実行中に状態 (S_2) で視聴者インタラクションが起こり、目標状態“eaten(sandwich)”が加わった例である。

図 10 は、図 9 のプランを実行中に状態 (S_4) で視聴者インタラクションが起こり、目標状態“enjoyed(book)”と“talked(over_phone)”が加わった例である。

図 11 は図 9, 図 10 のプランに基づく MR.BEAN の行動例を示したものである。

- (S_2) ベンチに座ってくつろぐ MR.BEAN の様子である。
- (S_3) 視聴者キャラクターがサンドイッチを食べるのを見て、サンドイッチを作り始める様子である。
- (S_4) 完成したサンドイッチを食べている様子である。
- (S_5) 視聴者キャラクターが本を読んでいるのを見て、MR.BEAN が絵本を読み始める様子である。
- (S_6) 昼寝をしている様子である。
- (S_7) 視聴者キャラクターが携帯電話で話しているのを見て、テディベアと糸電話で話しを始める様子である。

5 おわりに

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。本論文では、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。

謝辞

本研究の遂行にあたり多くの支援とコメントをいただいた Interactive Drama Project メンバ各位、特に田中啓介、八朔宏樹の両氏に感謝する。また多くの有益なコメントをいただいた研究室の方々に感謝する。

参考文献

- [1] Bennett, M.P., Zeller, J.M., Rosenberg, L., and McCann, J. The effect of mirthful laughter on stress and natural killer cell activity. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, vol. 9, no. 2, March/April 2003.

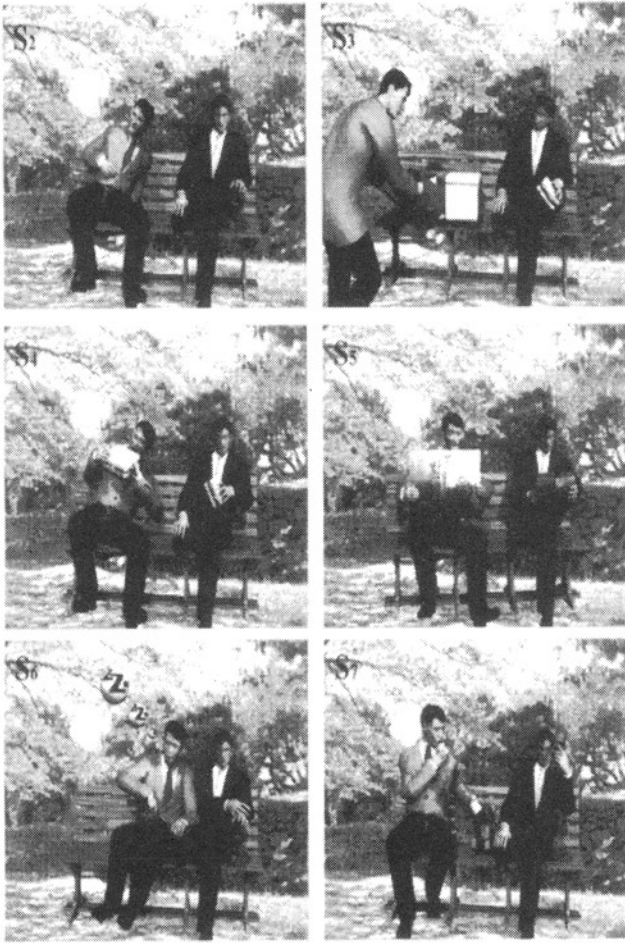


図 11: 模倣アプローチによるシーン

[2] Phillips, P. The rising cost of health care: can demand be reduced through more effective health promotion? *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, vol. 8, no. 4, pp. 415-419, November 2002.

[3] Nakatsu, R., Tosa, N., Ochi, T., and Suzuki, H. Concept and construction of an interactive movie system. *Systems and Computers in Japan*, vol. 31, no. 3, pp. 94-103, 2000.

[4] Mateas, M. and Stern, A. A Behavior Language for Story-Based Believable Agents. *IEEE Intelligent Systems*, pp. 39-47, July-August, 2002.

[5] Shim, Y. and Kim, M. Automatic Short Story Generator Based on Autonomous Agents. *PRIMA 2002, LNAI 2413*, pp. 151-162, 2002.

[6] Charles, F., Lozano, M., Mead, S.J., Bisquerra, A.F., and Cavazza, M. Planning Formalisms and Authoring in Interactive Storytelling. *1st International Conference on Technologies for Interactive Digital Storytelling and Entertainment*, Darmstadt, Germany, 2003.

[7] Tosa, N. and Nakatsu, R. Interactive Comedy: Laughter as the Next Intelligence System. *Proc. IASTED International Conference Artificial and Computational Intelligence (ACI 2002)*, Tokyo, Japan, September 25-27, 2002.

[8] Cavazza, M., Charles, F., and Mead, S.J. Generation of Humorous Situations in Cartoons through Plan-based Formalisations. *CHI-2003 Workshop: Humor Modeling in the Interface*, April, 2003.

[9] 北垣郁雄, "おかしみの誘発にかかわるファジィ論的定式化と通俗性/劣弱性," 日本ファジィ学会, vol. 2, no. 1, pp. 100-104, 1990.

[10] Thawonmas, R., Tanaka, K., and Hassaku, H. 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.

[11] Thawonmas, R., Hassaku, H., and Tanaka, K. 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.

[12] Nau, D.S., Smith, S.J.J., and Erol, K. Control Strategies in HTN Planning: Theory versus Practice. *AAAI-98/IAAI-98 Proceedings*, pp. 1127-1133, 1998.

[13] Bonet, B. and Geffner, H. Planning as Heuristic Search. *Artificial Intelligence: Special Issue on Heuristic Search*, vol. 129, no. 1, pp. 5-33, 2001.

[14] Korf, R. E. Real-time heuristic search. *Artificial Intelligence*, vol. 42, no. 3, pp. 189-212, 1990.