

# 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

中野 敦<sup>\*1\*2</sup>, 河村 仁<sup>\*1</sup>, 三浦 枝里子<sup>\*1</sup>, 星野 准一<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>筑波大学大学院システム情報工学研究科

<sup>\*2</sup>日本学術振興会 特別研究員

<sup>\*3</sup>筑波大学/JST

{nakano, jkoumura, hallelujah}@graphic.esys.tsukuba.ac.jp, jhoshino@esys.tsukuba.ac.jp

近年、能動的に行動するキャラクターの生き生きとした反応を見て楽しむインタラクティブな創発型コンテンツが見られるようになってきた。これらのコンテンツでは、ユーザが仮想世界に干渉すると、それをキャラクターが知覚して反応する様子が見られる。しかし、その反応したキャラクターがさらに他のキャラクターの行動に影響を与えて新たな話に展開するといった現実世界では容易に起こりえる連鎖的なエピソードの発生はあまり見られない。このような連鎖的なエピソードを能動的に行動するキャラクターによって生じさせることができれば、より創発性の高いコンテンツとなることに加えて、ユーザは仮想世界のキャラクターがより生き生きと行動していると思えるようになり、コンテンツへの没入感を高められるはずである。そこで我々は、ストーリーの断片であるエピソードを階層的なAND/ORの達成条件を持つツリー構造のイベントの流れ(エピソードツリー)として表現し、連鎖的なエピソードを生じる創発的なストーリーを生成するための手法を提案する。提案手法では、キャラクターがユーザからの干渉を知覚しながら複数のエピソードツリーから現在の状況に適して、かつ優先度の高いイベントを動的に選択し、実行していくことによって、多数のエピソードが連結されたストーリーやエピソード内にその他のエピソードが途中挿入されたストーリー、そして複数のキャラクターが同時に異なるエピソードツリーを実行していくことによって並列的にエピソードが進行するストーリーを生成する。実験として、ユーザがオブジェクトを仮想世界へ追加したり、仮想世界のオブジェクトに触れたりすることで、多様なエピソードの連鎖を鑑賞できるゲームコンテンツ(Spilant World)を制作した。このコンテンツを通して手法の有効性について評価を行った。

## Spilant World: Interactive Emergent Story Game using Episode Tree

Atsushi Nakano<sup>\*1\*2</sup>, Jin Koumura<sup>\*1</sup>, Eriko Miura<sup>\*1</sup>, Junichi Hoshino<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

<sup>\*2</sup>Japan Society for the Promotion of Science

<sup>\*3</sup>University of Tsukuba / Japan Science and Technology Agency

Recently, a lot of interactive emergent story contents that enjoy seeing the life-like character's reaction have been seen. In these contents, when the user interferes in the virtual world, we can see a scene that the character perceives the objects and reacts it. However, we can't see a scene that the character affects the other character's action. Then, we propose the technique for causing various chains of episodes by expressing episode that is a story segment as a hierarchical tree structure that has event's flow and the achievement condition of AND/OR. For experiment, we produce Spilant World as an interactive game that users can see the chain episodes caused by adding the objects to the virtual world and touching the objects of the virtual world. The effectiveness of our technique is evaluated by experiencing this game.

### 1. はじめに

キャラクターが能動的に行動することで、様々なストーリーを織り成す創発型コンテンツは、エンタテインメントの新しい形態の一つとして期待されている。これらのコンテンツは、ユーザが仮想世界のオブジェクトやキャラクターに干渉したり、キャラクターの生き生き

と活動する様子を眺めたりすることで楽しむことができる。

このようなコンテンツの代表的なものとして、エレクトロニック・アーツ社の「The SIMS2」やSCEの「絢爛舞踏祭」、「ガンパレードマーチ」といったゲームが知られている。重要な特徴の一つとして、多くのRPG(Role Playing Game)で見られるように、キャラクターがユーザからの問い掛けや指示を待ち続けるので

はなく、能動的に「挨拶をする」「ドアを開ける」「食事をする」などの行動をとることが挙げられる。例えば、あるキャラクターが「挨拶をする」という行動をとると、挨拶をされたキャラクターが「挨拶を返す」という行動を能動的に行う。

このようなキャラクターの能動的な行動によって生じる連鎖反応がコンテンツを楽しむための醍醐味のひとつとなっている。しかし、現実の人間同士の生活で見られるような挨拶を返した後に、さらにその際の印象や話の内容を他の人に伝えるといったエピソードの連鎖についてはあまり重要視されていない。

研究分野においては、インタラクティブストーリーテリングの研究[14]では、多連鎖反応が扱われているが、キャラクター同士のコミュニケーションによるものではなく、環境の変化にのみ適用されている。

そこで本稿では、能動的に行動する複数のキャラクターの相互作用とユーザからの働きかけによって連鎖的にエピソードが生じるインタラクティブな仮想世界を実現するための手法を提案する。有効性についての評価は、手法を取り入れた2種類のコンテンツを制作し、それらを体験して貰うことで行った。

また、創発型コンテンツにはもう一つの重要な問題がある。それは、RPGなどの基本となる物語が定まってい、それに応じてキャラクターの行動が決まっているというトップダウン的な構成方法では無く、キャラクターが能動的に行動を取ることでストーリーが生成されるというボトムアップ的な処理であるため、物語的な雰囲気を感じづらいという問題である。その一つの解決手段として、例えば、一般的なストーリーにある友人のような援助者が作業を手伝ったり、ライバルとなる敵対者が邪魔をしたりといったストーリーを構成する上で重要な行為者の役割を取り入れることが考えられる。行為者の役割については、グレアムの行為項モデルが知られており、本稿ではこのような要素を取り入れることで、物語的な雰囲気を高める。

ストーリーや自律行動キャラクターの制御には、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。ストーリーは多数のエピソードが階層的、並列的、そして順次的に配置された構造である[1][5]。本システムでは、ストーリーの断片であるエピソードを表現したエピソードツリーを多数蓄積し、それらを動的に、階層的、並列的、順次的に連結することで、多様なストーリー展開を生成する。

ツリーの種類にはナラティブ、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ー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(図1)。ナラティブツリーは物語性を持ったツリーで多くのキャラクター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ない場合の日常生活行動を生成する。各キャラクターがこれらのツリーのイベントを遷移していくことで、多様なエピソードの連鎖が生

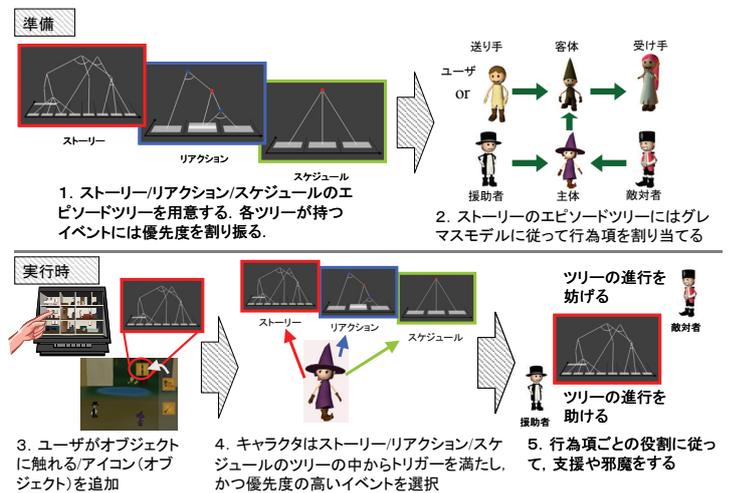


図1 処理の流れ

じるアニメーションを生成する。

本稿では、プレイヤーがアイコンを仮想空間内にドラッグしたり、仮想世界のオブジェクトに触れたりすることで様々なストーリーを体験できる Spilant World と名付けたインタラクティブなゲームコンテンツを通して提案手法の有効性を評価する。このコンテンツの主人公は紫色の服を着た少女(Lily)で、Lily が人助けをしながら生活することがストーリーの主題となっている。そのため各エピソードツリーのイベントにこの主題へどれくらい貢献しているかを優先度として設定している。主人公がプレイヤーからの干渉に対して、より優先度の高いイベントを選択していくことで主題に則ったストーリー性を表現する。この実験の結果については4章で述べる。

## 2. 関連研究

### 2.1. インタラクティブストーリー

ユーザが能動的にストーリーを体験できるインタラクティブなストーリー生成の研究は、救助訓練のための体験型システム[6]や、等身大のCGキャラクターとの移動型対話の生成[7]、判断木によるストーリー展開の記述によるキャラクターの行動制御[8]などの研究が行われている。[9]ではプロットの形態論を基に物語の粗筋を作成することで、テキストベースのシナリオの製作を支援するシステムに取り組んでいる。

[11]ではNarrative Mediation Trees というストーリーの表現方法が提案されている。インタラクティブなストーリーを線形的なイベントのつながりと条件分岐により表現している。[13]では、いじめ問題に対する教育支援のコンテンツとしてFearNot!を提案し、感情ベースで行動するキャラクターを用いている。いじめのエピソードを3Dキャラクターで演出し、プレイヤーはいじめ被害者にアドバイスを送るという立場でインタラクティブを取っている。[12]では、ドラママネージメントの問題点や改良点について述べられている。ドラママネージメントではストーリーを再構築しプレイヤーの誘導を行う。しかしストーリーの遷移はプロットの前後関係が全て決められているため、本稿のストーリー単位で制御を行う点で異なっている。

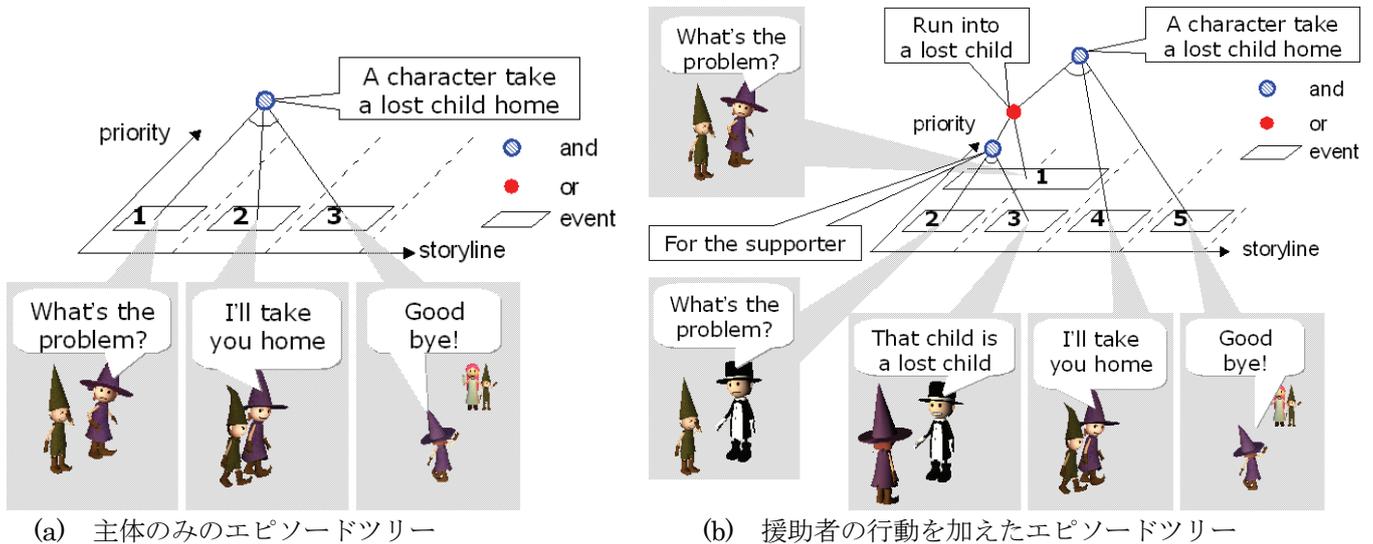


図2 エピソードツリー

(奥行きがイベントの優先度，右方向がストーリーの進む方向，上方向はAND/OR グラフを表示)

これらの研究の多くは救助訓練，いじめ対策といった個々のストーリー生成の目的に応じた行動の管理に重点が置かれており，連鎖的なエピソードを生成するというキャラクタアニメーションの表現力を向上するような試みはされていない。我々の提案手法では，キャラクタアニメーションの表現力の向上を重視し，ストーリー的な行動管理だけでなく，それらの要素も絡めて行動を連鎖的に反応させる点でこれらの研究とは異なる。

2.2. 物語の行為項モデル

グレマスは物語の持つ潜在的な構造の分析に取り組み，行為項モデルを提案している[4]。行為項は，主体，客体，送り手，受け手，援助者，敵対者の6つから構成される。主体は客体を探る役割を果たし，客体は主体によって探される。送り手は，主体を対象の探求へと送り出す役割を果たす。受け手は，主体によって探求される対象を最終的に受け取る者である。援助者は主体を援助して，敵対者は主体に対立する。このように，主体・客体の軸は，探索に関する話を作り出し，送り手・受け手の軸は，伝達を趣旨とする話を作り出す。援助者・敵対者の軸は主体・客体・送り手・受け手の探索や伝達を妨害・援助することで物語に深みを与える。提案手法では，この行為項モデルをストーリーのエピソードツリーに設定することで，物語的な雰囲気を感じられるようにする。

2.3. 物語文法

従来の物語研究では，物語構造の共通項に着目して，物語の規則性を記述した物語文法（story grammar）が提案されている[1][2][3]。プロップはロシア民話を基に物語を構成する31の機能を抽出し構造化している[5]。ソーンダイクは，物語の高次成分は，低次の成分に分割される階層構造となることを示している[1]。例えば，物語は設定，主題，プロット，解決によって構成され，さらにその中の主題は出来事，目標によって構成されるといった階層構造を持つ。

高次のレベルに位置する命題ほど抽象度が高くなり，

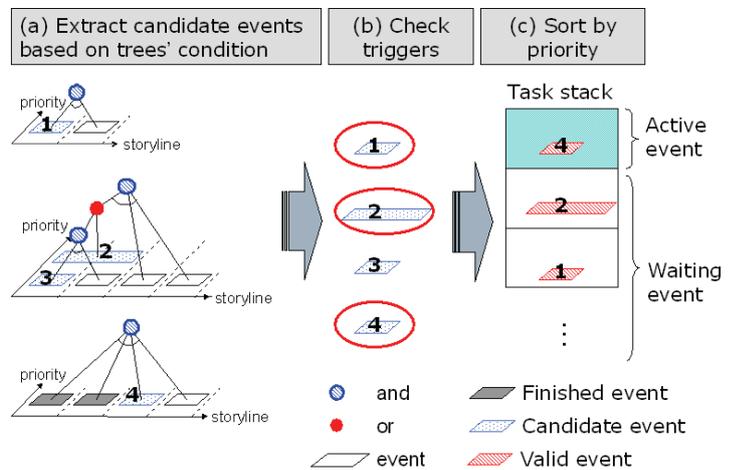


図3 実行イベントの選択

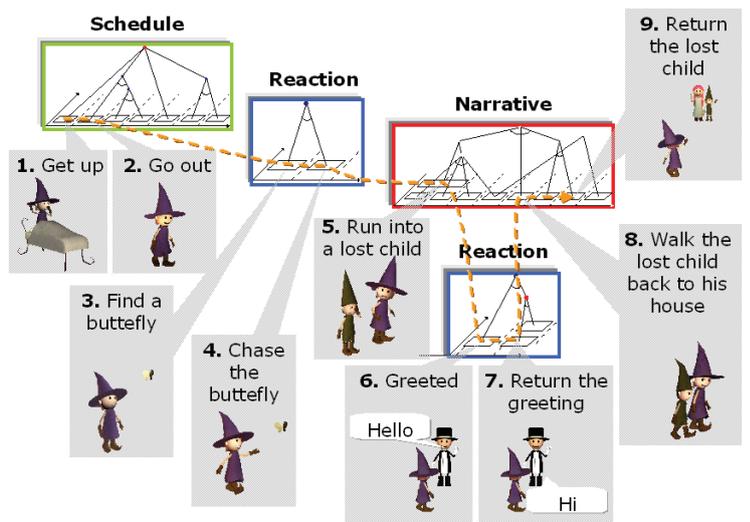


図4 複数のツリーを跨いだイベントの遷移

記憶にも残りやすいとされている。創発型コンテンツにおいてストーリー性を表現するためには，高次の要素の主題に則ってキャラクタを自律行動させることで，根底に流れる物語の主題を感じられるようにすることが必要である。エピソードツリーでは，エピソード中

のイベントの優先度を主題にどの程度沿っているかを考慮して設定する。この優先度をもとにキャラクターがイベントを選択していくことで主題をユーザへ間接的に表現する。

### 3. エピソードツリーによるストーリーや行動の制御

我々のコンテンツでは、ユーザが仮想世界にオブジェクトを加えたり、仮想世界のオブジェクトに手で触れたりすると、オブジェクト（キャラクター）が自律行動を始めてその他のキャラクターに作用し、行動するきっかけとなる。キャラクター同士が能動的に相互作用を行うとともに、画面内に新たに加わったオブジェクトと相互作用を行うことによって、ストーリーが展開される。例えば、ユーザが画面内に蝶を加えた場合、登場人物の間を飛び回り始める。すると、ある登場人物が蝶を追いかけ始めて、道端を歩いている友人と出会い、新しいストーリーイベントが開始される。蝶を加えるタイミングはいつでも良く、登場人物が蝶に気が付くかどうかは、登場人物がその方向を見ているか、他に仕事をしているか等のその際の状況に依存する。また、その場に居合わせた登場人物の組み合わせが異なると、ユーザが同じ操作を行った場合でもその後のストーリーが異なる。このように、ユーザからの働きかけが、登場人物のリアクションの変化につながるだけでなく、長時間的なストーリーイベントにも波及させることで、物語的な雰囲気を感じることができる。

#### 3.1. エピソードツリー

ストーリーやキャラクターの行動制御にはエピソードツリーを用いる。エピソードツリーによって複数のキャラクターが関わるメインストーリー、個々のキャラクターが持つリアクションやスケジュールを制御する。本システムでは、能動的に行動キャラクターによる創発型コンテンツを実現するためにこのような3つのエピソードツリーを用いる。これらのツリーの最下部に配置されるイベントを個々のキャラクター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（図4）。

エピソードツリーは図2のように定義される。ツリーの上部にはANDノードとORノードが存在する。ANDノードは子ノードのイベントが全て実行されて終了すると真となる。ORノードは子ノードの内、一つでもイベントが実行されて終了すると真となる。このツリー上部のノードによってエピソードの抽象的な内容を表現することで、エピソードの流れを捉えやすくする。ツリーの最下部にはイベントを配置する。イベントはトリガーとアクションを持つ構造であり、トリガーとなる条件が満たされた場合に、指定されたアクションを行う。ツリーの右方向はストーリーの進行方向（ストーリーライン）を表す。ストーリーラインはストーリーの進行方向を表し、ツリーのノードに指定したAND/OR条件を判断しながら、候補とするイベントを変えていくことによって進行する。奥行き方

向はイベントの優先度を表す。優先度は次の二つの目的で用いられる。

一つはエピソードツリーの中にOR条件のノードがあった場合に、その下部に配置するどれか一つのイベントを選択するためである。その場合、並列する複数のイベントのトリガーが一度に真になることが考えられる。その際は、ストーリー性を増すことを考慮して物語の主題やキャラクターの心理状態に沿った行動を優先度によって優先的に選択させる必要がある。

二つ目は複数のエピソードツリーが関与した場合である。イベントの優先度は異なるエピソードツリーの間でも有効であり、優先度を比較することで、どちらのエピソードツリーをキャラクターが選択するかを決定する。その流れを図3に示す。まず、複数のツリーからこれまで達成したイベントなどを考慮しながら候補となるイベントを抽出する。次に、イベントの設定された起動条件を示したトリガーが有効であるイベントを抽出する。最後に、タスクスタックにそれらのイベントを含め、イベントに設定された優先度によってソートし、最も優先度の高いイベントを実行する。

#### 3.2. 行為項モデルとエピソードツリー

本システムでは物語性を付与するためにグレマスの行為項モデル[4]を取り入れる。行為項は、主体、客体、送り手、受け手、援助者、敵対者の6つから構成される。主体は客体を探す役割を果たし、客体は主体によって探される。送り手は、主体を対象の探求へと送り出す役割を果たす。受け手は、主体によって探求される対象を最終的に受け取る者である。補助者は主体を援助し、敵対者は主体に対立する。このような行為の役割を持たせることで役割に関連した物語性を表現することができる。まず主体をもとにエピソードツリーを構成し（図2(a)）、そのツリーに図2(b)のように、上位階層に主体のイベントの抽象化を表すORノードを追加し、その下に主体のイベントと同じ意味を持つように援助者や敵対者の行動によるイベントの流れをサブツリーとして追加する。これによって伝達的な話やそれに関する援助や敵対的な話の要素が含まれた物語性を持ったエピソードツリーを構成する。

図2の例では援助者は主体の認識を促進する役割を持つため迷子を発見した場合、主体へ報告する枝を追加する。主体が迷子だと認識していなければ、迷子である証拠を探してきて、主体にそのことを報告する。これによって主体がエピソードのステップを一つ進められるため援助されたことを意味する。

#### 3.3. エピソードツリーの処理の流れ

図2のツリーを基にエピソードツリーの処理の流れについて述べる。二つのエピソードツリーは迷子を家まで送り届けるというストーリーを表している。図2(a)では、まず初めに「イベント1：迷子を発見する」。次に、「イベント2：迷子を家に送り届ける」、最後に、「イベント3：迷子とお別れする」という話になっている。

図2(b)は、迷子を発見する過程が2つあり、「イベント1：主体が迷子を発見する」場合と「イベント2：

援助者が迷子を発見する」, 「イベント3: 援助者が主体に報告する」の場合がある. これらのイベントの上位に配置されるノードは OR 属性になっており, イベント1もしくはイベント2, 3の両方のパターンでイベントのトリガーが満たされる場合がある. その場合は優先度の高いイベント1が実行されて, イベント4に繋がる. その後は図2(a)の場合と同様に, 「イベント4: 主体が迷子を家に送り届ける」, 最後に, 「イベント5: 主体が迷子とお別れする」という話になっている.

### 3.4. エピソードツリーの種類

本システムでは3種類のエピソードツリーを用いる(図5). ストーリー創発型コンテンツにとってユーザが予期しない新しい発見が得られる創発は重要な概念である. 人工生命や人工知能の分野では, ボトムアップとトップダウンの2つのアプローチを組み合わせた処理は創発現象を引き起こす可能性があるとされている[10]. 我々のコンテンツでは, リアクションツリーやスケジュールツリーを個々のキャラクタが持ち, 実行することで, 明示的なストーリー展開を考慮しないボトムアップからのアプローチとしている. そして, ナラティブツリーによって複数のキャラクタが同時に関わるイベントの流れを表現することで, ストーリー展開を重視したトップダウンからのアプローチとすることで創発現象を生じさせる. それぞれの特徴を以下に示す.

#### ナラティブツリー

このツリーは複数のキャラクタが同時に関わるエピソードを表現するために用いる. 複数のキャラクタを同時に制御できるためストーリーの主幹となる話の展開を促すことができる.

#### リアクションツリー

個々のキャラクタはリアクションのツリーを持つ. 視覚, 聴覚による認識を行い, その結果とイベントや対象物についての記憶を参照しながら反応動作を行うために用いる.

#### スケジュールツリー

個々のキャラクタは生活のスケジュールツリーを持つ. ナラティブツリーやリアクションツリーの影響が無い場合は, スケジュールツリーに従って日常行動を行う.

### 3.5. イベント

イベントはトリガーとアクションを持つ. トリガーには指定範囲内における対象物の有無, これまでに実行したイベントログの有無, 視聴覚検知の有無, 時間範囲内の存在の有無などを用意した. 例えば指定キャラクタが範囲内に入った場合, 聴覚検知によって挨拶を検知した場合などにアクションを起動する. アクションは, 移動, 向きの変更, ジェスチャ, 発話, 音響効果, 視覚効果などの要素からなる. アクションは一つのイベントに複数指定することができる. トリガーの条件が満たされた場合, これらのアクションが実行される. また, イベントはローカルな時間軸を持ち,

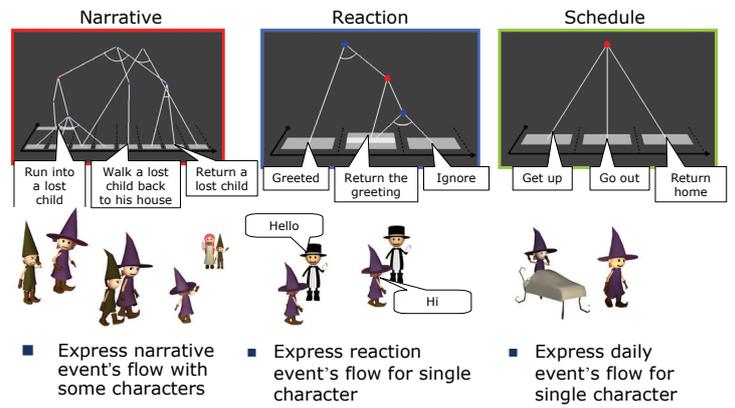


図5 エピソードツリーの種類

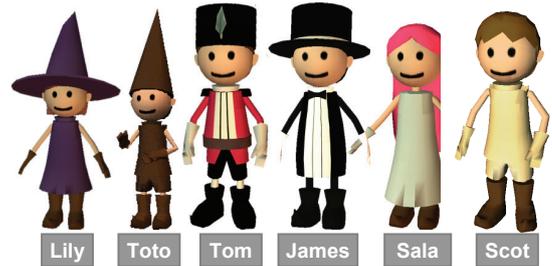


図6 キャラクタの紹介

それぞれのアクションにはその時間軸における開始時刻が設定される.

イベントは優先度を持ち, 優先度は複数のイベントが同時にトリガーされた場合, どのイベントを優先するかを決めるために用いる. イベントは任意数のトリガーと一つ以上のアクションを持つ. トリガーが存在しない場合は, 無条件でアクションが起動する. また, アクションにはトリガーが起動した際の行動を記述する.

## 4. Spilant World: インタラクティブコンテンツへの実装

プレイヤーがアイコンを仮想空間内にドラッグしたり, 仮想世界のオブジェクトに触れたりすることで様々なストーリーを体験できる Spilant World と名付けたインタラクティブコンテンツについて述べる. このコンテンツには, これまでに述べたエピソードツリーによる制御法を基盤としており, 本章では, このコンテンツを通して手法の評価を行った結果を述べる. 実験の過程でアイコンドラッグ版とタッチパネル版の2種類を制作した. Spilant World に登場する人物とその名前を図6に示す. 以降, 図中の各キャラクタはこれらの名前で呼称する.

### 4.1. アイコンドラッグ版

初めに, プレイヤーがアイコンをゲーム内にドラッグすることで様々なストーリーを体験できるアイコンドラッグ版について述べる. このコンテンツの主人公は紫色の服を着た少女(Lily)で, Lily が人助けをしながら生活することがストーリーの主題となっている. そのため各エピソードツリーのイベントにこの主題へ

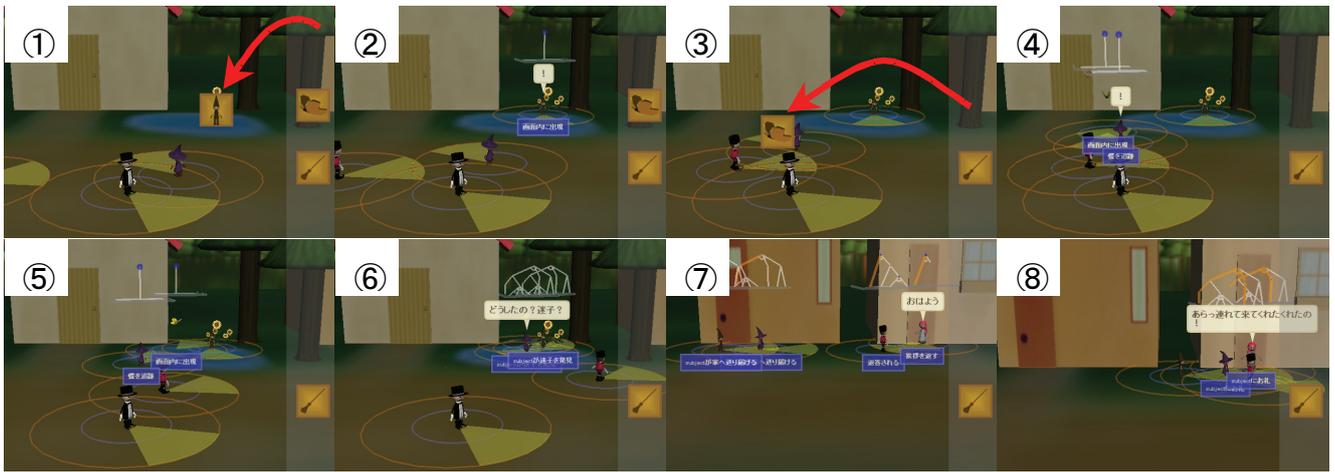


図7 主体が蝶に付いて行って迷子を発見した場合



図8 援助者が迷子を発見した場合

れくらい貢献しているかを優先度として設定している。主人公がプレイヤーからの干渉に対して、より優先度の高いイベントを選択していくことで主題に則ったストーリー性を表現する。

実験のために子供(Toto)、蝶、ホウキの3つのアイコンを用意した。また迷子の子供を家に送り届けるというストーリーのエピソードツリーを用意した。リアクションツリーには挨拶やその返答、人や蝶を見かけたら近寄ったり追いかけたりするといったものを用意した。また、スケジュールツリーにはある場所から他の場所へ移動するといった簡単なスケジュールを設定した。

アニメーションの生成結果を図7, 8に示す。キャラクターの上部には実行中のエピソードツリーを表示している。下部には視覚(前方扇形の領域)、聴覚(外部円形領域)、パーソナルスペースの範囲(内部円形領域)を示している。

図7では主体(Lily)が蝶を発見し、興味を持って付いていくというリアクションをとると、その先で迷子(Toto)を発見し、家まで連れて行くというストーリーが生成された例である。①でユーザは向日葵のそばに迷子の子供(Toto)を配置している。③でユーザは蝶が花の方に行くのではないかと想像しながらキャラクター(Lily)の前に配置している。その結果、⑤のように蝶に付いて行き、⑥で迷子(Toto)を発見する。⑦では主体

(Lily)だけでなく右側で他のキャラクター(Tom, Sala)が挨拶しあうなどの自律行動をしている様子が見られる。⑧で迷子(Toto)を家に送り届けストーリーは終了となる。

図8は援助者(James)が迷子(Toto)を発見した場合のアニメーション生成例である。①では援助者(James)の前に迷子(Toto)を配置している。そうすると②で迷子(Toto)に気づく。③迷子(Toto)に気づくと主体(Lily)へ報告に行く。④⑤⑥では主体(Lily)が迷子(Toto)を家まで連れて行く。その後、⑦⑧では図7の例とは異なり、広場に戻ってくると援助者(James)が主体(Lily)に迷子(Toto)はどうなったかを問うというような連鎖的なエピソードが発生している。

図7では発見した主体が自ら迷子を送り届け、一方図8では発見した援助者が、主体に送り届けるように依頼するという、グレマスの行為項モデルにおける主体と援助者が各々に割振られた役割を果たすことで、バリエーションのあるストーリーを体験できることが確認できた。また主体がエピソードを進行させる一方で、画面右側で互いに挨拶をしているキャラクター(図7⑦)なども見られ、キャラクターが意志を持って行動しているように感じられた。実際にコンテンツを複数のユーザに体験してもらい意見を伺ったところ、「このアイコンを入れたらどうなるのか、想像するのが楽しい」という意見も聞かれ、コンテンツの提案としては



図9 アニメーションの生成結果1



図10 アニメーションの生成結果2

上手くいったものと考えられる。また、アイコンの数が少なくもっと増やして欲しいという意見も聞かれた。

#### 4.2. タッチパネル版

アイコンドラッグ版では、仮想世界の全体を見られるようにカメラを配置することが難しく、複数のキャラクターが能動的に行動している雰囲気を感じづらいものであった[15]。そのため3階建ての家のモデルを製作し、複数のキャラクターが動いている様子を見られるようにした。また、アイコンドラッグによってイベントを起こすことはユーザにとっては間接的であり、反応の結果を想像しづらいものとなっていた。そのためタッチパネルを利用したバージョンを制作した。

このバージョンではユーザが画面にタッチすることで、ドアを開けたり、またその開いたドアをキャラクターが発見したりするなど、仮想世界と直接的にインタラクションしながら、連鎖的なエピソードの展開を楽しむことができる。

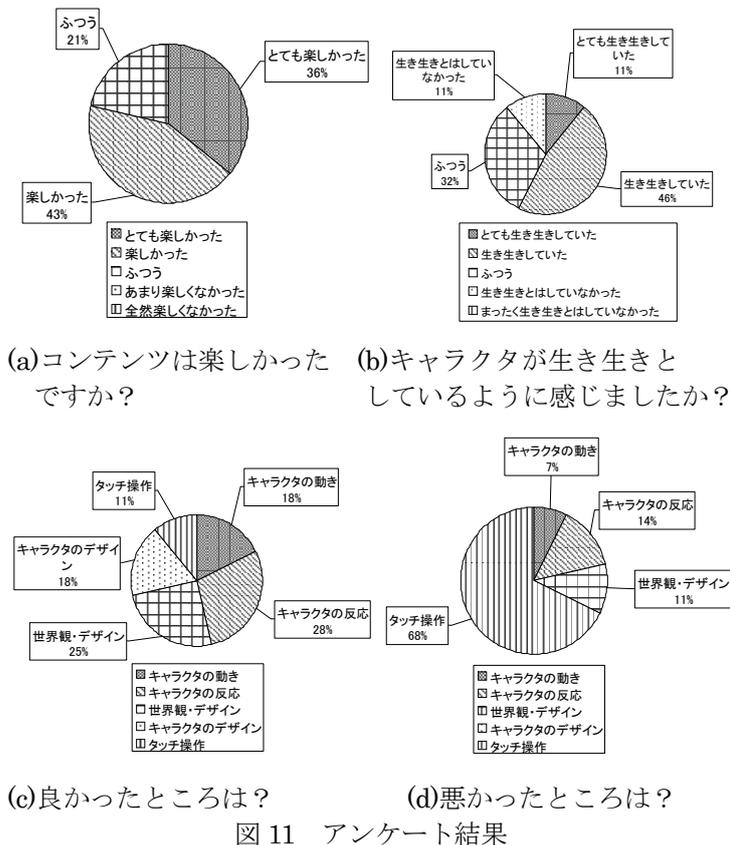
この例では、リアクションツリーには挨拶やその返答、タッチされると驚く、壺を割ると、それに気づいたキャラクターが他のキャラクターに助けを求める、電話を鳴らすと、キャラクターが電話に出るといったものを用意した。また、スケジュールツリーには、朝起きて、

朝食、昼食、夕食を食べにダイニングに集まるといった簡単なスケジュールを設定した。

アニメーションの生成例を図9, 10に示す。図中の手の形をしたアイコンはユーザがタッチしている場所を表す。

図9の話の流れは以下の通りある。①体験者が壺に触れると壺が割れる。②Salaが、壺が割れたことに気づく。犬に触れると犬が驚いて吠える。③SalaがLilyに壺が割れていることを知らせに行く。その後、Salaが「1階の壺が割れちゃったの」と話して、Lilyは「まかせて!」と答える。④Lilyは割れた壺のところに行き、魔法で壺を直す。⑤体験者が電話に触れると、電話が鳴る。その音にLilyが気づく。⑥Lilyは電話に出る。体験者が犬の近くのドアに触れるとドアが開く。ドアが開いたことに気づいた犬は、部屋から出て行く。⑦体験者がキャラクターに触れると、キャラクターが驚いて左右を見渡す。⑧窓に触れると窓から蝶が入ってくる。

図10の話の流れは以下の通りである。①犬に触れると犬が驚いて吠える。②体験者が壺に触れると壺が割れる。③割れた壺をTotoが見つめる。④TotoはLilyに壺が割れていたことを伝えに行く。「2階の壺が割れちゃったの」と修復をお願いする。⑤Lilyは「OK!」



と承諾する。⑥Lily は魔法で壺を直す。⑦Lily と再び会った Toto は「壺なおしてくれた？」と Lily に聞く。Lily は「もちろん！」と答える。⑧体験者が電話に触れると、電話が鳴り、近くに居る Toto がそれに気づく。以上の例のように、提案手法によってユーザが壺を割ると、それに気づいたキャラクターが他のキャラクターに助けを求めにいくといった連鎖的なエピソードが生成されることが確認できた。

### 4.3. 展示による評価

次に提案手法を適用したコンテンツで、生き生きとしたキャラクターが活動しているように感じられるのかについて評価するために、2006年9月16日に行われた ENTERTAINMENT COMPUTING 2006 デモセッション会場、CEATEC JAPAN 2006 の会場にて展示を行った。展示にはタッチパネル版を用いた。エンタテインメントコンピューティングシンポジウムはゲームやメディア芸術などのデジタルメディアに関する分野についての技術交流を目的とした研究発表会であり、産学のデジタルメディア技術の関係者にコンテンツを触れて頂くことができた。CEATEC JAPAN は映像、情報、通信の国際展示会であり、大学関係者だけでなく、企業の方も多数参加しており、コンテンツを体験して頂くことができた。

展示の際の構成や開発環境は次の通りである。液晶ディスプレイと外付けの光学式タッチパネル（株式会社イーアイティー XYFer）を用いた。使用した PC は DELL PRECISION 380 で主な構成は次の通りである。OS は Microsoft Windows XP、CPU には Intel Pentium(R)4 3.60GHz、メモリには 1GB、グラフィックボードには ATI FireGL V3100 を用いた。その他、

音声を出力するために外部スピーカーを用意した。

プログラミング言語には C/C++ 言語を用いた。またライブラリには 3DCG の描画、XML の構文解析、PNG 画像フォーマットの読み込みのために OpenGL、Windows API、Xerces C++ Parser、libpng を用いた。エピソードツリーやイベントは全て XML 形式でスクリプトを記述することができるため、容易にツリーやイベントを追加していくことができる。

EC2006 の会場でコンテンツを体験して頂き、その際に 28 名の方にアンケートを取った（図 11）。アンケート結果によるとデザインや世界観、キャラクターの反応といった面でコンテンツを楽しんで貰えたことが確認できた。しかし、「悪かったところは？」という問いには 7 割近くの方がタッチパネルの操作性を挙げていた。この部分に関しては今後改善していく必要がある。また、体験していただいた方の多くは 20 代～30 代であった。タッチするだけという簡単な操作であり、子供が楽しみやすいコンテンツであるため今後は 10 歳未満の方にも体験して頂ける機会を設けたいと考えている。

## 5. まとめ

本稿では、能動的に行動する複数キャラクターの相互作用と、ユーザからの働きかけによって、多様なエピソードの連鎖が生じるインタラクティブコンテンツとして Spilant World を提案した。コンテンツを制作し、評価した結果、ユーザからの働きかけの違いによって多様な反応を生じるストーリーが生成される様子が確認できた。

しかし、本システムは現在の段階では長期的なストーリーを生成するためには十分ではない。長期的なストーリーを実現するためにはエピソードツリーをより簡易に記述できるようにし、その個数を増やしていく必要がある。我々は、実験の過程でイベントのトリガーやアクションの内容も含めたエピソードツリーの構造がエピソードの内容が近い場合、ほぼ同様の構造になることを確認している。そのためエピソードツリーの構造を抽象化することで、エピソードツリーのテンプレートを提供できるようになると考えている。例えば、発話内容や移動先の位置など、最小限の情報を与えることで、一つのエピソードとして成り立たせることのできるエピソードツリーのテンプレートを用意することで、初心者でも利用できるエピソード記述システムを実現できると考えている。

また、上記のようにエピソードツリーを増やすとストーリー展開の制御が十分に行えなくなるという問題も残されている。エピソードツリーにツリー内のイベントを実行する前に処理すべきイベントの流れを示した前処理と、他のエピソードツリーに遷移する前に実行すべき後処理を追加し、単体で矛盾無く機能する構成とすることで、このような問題を抑制できると考えている。他には、仮想世界の場所ごとに利用可能なエピソードツリーを限定することによっても抑制できると考えている。

## 参考文献

- [1] Thorndyke, P. W. "Cognitive structures in comprehension and memory of narrative discourse", *Cognitive Psychology*, 86, pp.256-262, 1977.
- [2] Mandler, J. M., & Johnson, N. "Remembrance of things parsed: Story structure and recall", *Cognitive Psychology*, 9, pp.111-151.
- [3] Shen, Y. "The X-bar grammar for stories: Story grammar revisited", *Text*, 9, pp.415-467.
- [4] Greimas, A. J. "Structural Semantics: An Attempt at a Method", Lincoln, University of Nebraska Press, 1983.
- [5] Propp, V. "Morphology of the Folktale", University of Texas Press, 1968.
- [6] W. Swartout et. al, "Toward the Holodeck: Integrating Graphics, Sound, Character and Story.", *Proceedings of the Fifth International Conference on Autonomous Agents 2001*, ACM Press, pp.409-416.
- [7] Hiroshi Mori, Junichi Hoshino: "Key Action Technique for Digital Storytelling", *IFIP 4th International Conference on Entertainment Computing*, 2005.
- [8] M. Cavazza, F. Charles, S. J. Mead: "Agents' Interaction in Virtual Storytelling", *IWA 2001*, pp. 156-170, 2001.
- [9] 佐久間友子, 小方孝: "プロップの物語内容論を応用したストーリー生成支援システムとその考察", *3D3-04*, 2005.
- [10] Langton, C. G. "Artificial Life", The MIT Press, 1977.
- [11] Mark O. Riedl, R. Michael Young, "From Linear Story Generation to Branching Story Graphs", *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol.26, No.3, pp. 23-31, May/June 2006.
- [12] Mark J. Nelson, Michael Mateas, David L. Roberts, Charles L. Isbell Jr., "Declarative Optimization-Based Drama Management in Interactive Fiction", *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol.26, No.3, pp. 32-41, May/June 2006.
- [13] Ruth Aylett, Sandy Louchart, Joao Dias, Ana Paiva, Marco Vala, Sarah Woods, Lynne Hall, "Unscripted Narrative for Affectively Driven Characters", *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol.26, No.3, pp. 45-52, May/June 2006.
- [14] Lugin, J-L. and Cavazza, M., 2006. AI-based World Behaviour for Emergent Narratives. *ACM SIGCHI International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology, ACE 2006*, Hollywood, California, USA, June.
- [15] 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の提案", *NICOGRAPH*, 2006.