

創発的ストーリー生成のためのエピソード連結機構

河村 仁[†] 三浦 枝里子[‡] 中野 敦[†] 星野 准一[†]

[†]筑波大学第三学群工学システム学類, [‡]筑波大学システム情報工学研究科

本論文では、エピソードツリーによるストーリー制御手法を用いた創発的なストーリーテリング環境において、話の筋を保ったまま即時的な反応動作を生成するための機構を提案する。創発的に物語を生成するストーリー制御手法として、エピソードツリーを用いたストーリー制御方法を提案した研究があるが、これは話の筋を保持したまま即時的な反応動作を生成することができなかった。本論文では、エピソードツリーによるストーリー制御を行う環境に、イベントのスタック化と、エピソード間の連鎖において前処理と後処理を挿入する連結機構を用いることで、物語の筋を保持したまま即時的なインタラクションに対応する。

Episode Connection Mechanism for Emergent Story Generation

Jin Koumura[†], Eriko Miura[‡], Atsushi Nakano[†], Jun'ichi Hoshino[†]

[†]University of Tsukuba, College of Engineering Systems,

[‡]University of Tsukuba, Graduate School of System and Information Engineering

In this paper, we propose a mechanism for emergent storytelling by episode trees to generate immediate reaction as keeping storyline. "Story Control Method with Episode Tree" is proposed as a system which generates emergent story, however, the system connects episodes regardless of the former storyline. Therefore we propose a episode connection mechanism which connects episodes during keeping the storyline, which consists of story insert process and task stack. The story insert process is a mechanism to connect pieces of story seamlessly, and the task stack is to keep former story. At the end of this paper, we show a generated animation from the system using this mechanism.

1 はじめに

対話的に物語を体験できるインタラクティブストーリーテリングに、能動的に行動するキャラクターを取り入れたシステムは、コンピュータエンタテインメントの一形態として現在成長途上である。このようなシステムの代表例と考えられるエレクトロニックアーツ社の SIMS のようなシミュレーションゲームや RPG などのコンテンツは、多様なストーリー展開を見せており、エンタテインメントの形態としての期待されている。しかし、そのストーリー記述方法は一般に公開されておらず、またそれらのコンテンツでは、独自のストーリー記述方法を用いている場合が多い。そのためこのようなインタラクティブストーリーテリングのシステムにおいて一般的に利用できるストーリー記述方法が望まれており、その一つのストーリー記述法として、エピソードツリーによるストーリー制御システムが提案されている[1]。

エピソードツリーを用いたストーリー制御方法では、ストーリーを断片化したエピソードを多数蓄積し、その

エピソードを連結していくことで物語が展開される。ユーザが物語世界にインタラクションを行うことで、エピソードの連鎖が変化し、物語の展開を変化させている。例えば、ユーザが蝶をクリックすると、蝶が飛び立つ。それを見つけたキャラクター A が蝶を追いかけ始め、追いかけていった先で迷子を見つけ、その迷子を家まで送ってあげる、という連鎖が紹介されている。このように物語の連結を行って物語を発展させる際には、連結する際のつなぎをうまく行わなければならないという典型的な問題が生じる。つなぎの処理を行わない場合、例えば先程の例においてキャラクター A が迷子を送ってる際、友達から挨拶をされた時に返答せず無視したり、ユーザからのインタラクションに反応したために迷子を送ることを忘れてしまう、といった不都合が生じる。これが話の流れが決まったスタティックな物語ならば、こういった連結の際の対処を前もって作りこんでおけばいいのだが、ダイナミックに連結を行う場合は作りこみができず、対処できないのである。こうした一連の行動を行っている際に、ユーザからの干渉や他のキャラクターとの

偶発的なインタラクションに対し、話の流れを保ちつつ即座に反応することができる行動生成を行うことが課題である。

本論文では、エピソードツリーによるストーリー制御システムにおいて、話の流れを保ちつつ、即時的なインタラクションによる行動をシームレスに連結する手法を提案する。本手法では、イベントのスタック化とエピソード連結機構を用いる。連結機構では、エピソードの主要な動作と前後の動作を取り持つようなプロセスを優先的に挿入することでエピソード間のシームレスな連結を行う。また、エピソードのスタック化を導入し、プロセス挿入時に中断したエピソードを保持し、中断したイベントを再開できるような機構を提案する。

2 関連研究

ストーリーに関する研究はこれまでに多くなされているが、主な研究項目としては、ストーリーの構成要素、伝達手段、制作支援というカテゴリに分けられる。

ストーリーの表現方法に関する研究として、[2]で Narrative Mediation Trees が提案されている。これはインタラクティブなストーリーを線形的なイベントの繋がりと条件分岐により表現している。また、キャラクターの行動を記述したビートと呼ばれる断片的なシーンを、ユーザからの干渉や、ドラマの緊張感を表す曲線を考慮して選択していくことで、ドラマ的なストーリーを生成する Façade[3]といったシステムがある。一般的なストーリー生成だけでなく、目的に特化したストーリー生成に関する研究も進められており、例えば救助訓練のための体験型システム[4]やいじめ問題に対する教育支援コンテンツ[5]などが提案されている。これらは主にドラマを管理することで、演出性を高めたストーリーを生成している。そのため、能動的に行動するキャラクターの相互作用によって、創発的なストーリーを生成するという点で、1の手法はこれらの研究とは異なったものである。

自律キャラクターによるストーリー表現に関する研究としては、管理しやすい単位に行動を分解して行動全体のプランニングを行う HTN を用いたストーリー展開の記述によるキャラクターの行動制御方法[4]が提案されている。[6]は単一のツリー内のプロット遷移のみを考慮しているため、ストーリー規模が大きくなるにつれ、記述が複雑になるという問題が残されている。本論文でとりあげるエピソードツリーによるストーリー制御手法は、行動計画を表すツリーを複数あわせて大局的なストーリーを生成するという点で、既存研究と異なったものである。

ストーリーの構成要素については、インタラクティブなものに限らず、従来からのストーリーの構成要素についての物語研究も進められている。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が提案されている。ゾ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。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とされている。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[7]。ここで機能とは、ストーリーの展開過程において特定の意義を持った、昔話の基本要素となる登場人物の行為のことを指す。さらにプロップは、一連の機能からなる展開を行程と定義し、この行程の結合の仕方を6種類のタイプに分類している。

プロップの分析を基に、[8]ではストーリー生成システムを提案、実装した研究がなされている。行程結合規則をもとに行程変形を行うことで、ユーザの入力した行程からストーリーの自動生成を行っている。また、[9]では、ストーリー全体をストーリー構造、機能グループ、機能、副機能、イベントからなる5つの階層として再定義し、機能グループ或はストーリー構造からの選択方式でプロットを生成し、ユーザのストーリー作成支援を行うシステムを提案、試作している。

3 エピソードツリーによるストーリー制御

3.1 創発型ストーリー

本稿で用いるエピソードツリーは、創発型ストーリーを生成するためのストーリー制御手法である。創発型ストーリーとは、ユーザの干渉やキャラクター同士の相互干渉などにより、偶発的なイベントの連鎖が生じることで形成されるストーリーを指す。例えば、あるキャラクターが外出している時(図1-1)、ユーザのインタラクションで蝶が飛び立ち(図1-2a)、そのキャラクターが蝶を発見し追いかけ始め(図1-3)、その先で偶然迷子を発見し(図1-4)迷子を家まで送り届けるといった出来事(図1-5, 6a)の連鎖が該当する。この際にキャラクターが蝶に気が付くかどうかは、キャラクター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。そのため、その場に居合わせたキャラクターの組み合わせが異なるとその後のストーリーが異なってくる。また、ユーザによるインタラクションからストーリーが展開する場合、ユーザからのインタラクションはタイミングが予期できず、常に偶発的なもの

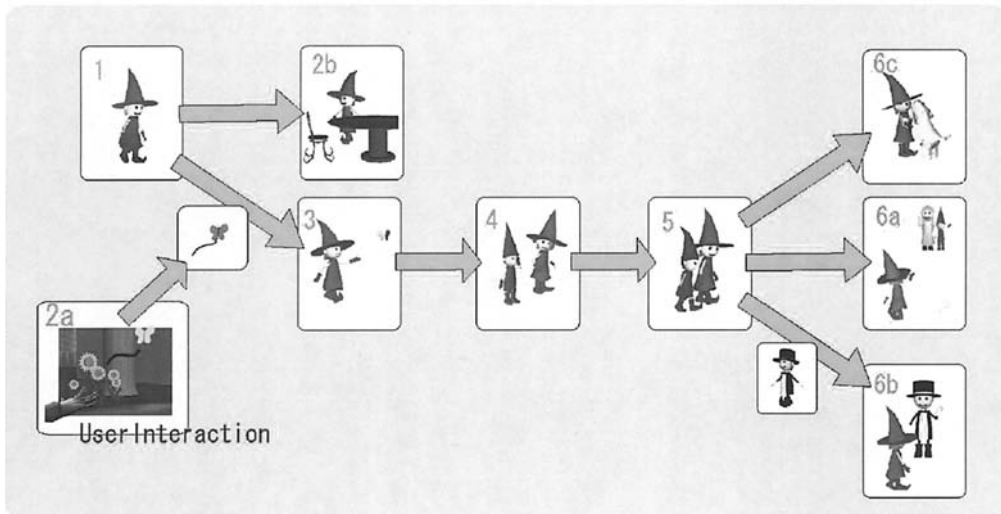


図 1 創発的ストーリー

であるため、同様にその後のストーリー展開に影響を与えるものである。この様な、ストーリー展開時の状況により異なったストーリーが展開されていく(図1-2b, 6b, 6c)のが、創発型ストーリーである。

3.2 エピソードツリー

前項で記述したような創発型ストーリーを生成するために、エピソードツリーによるストーリー制御手法では、能動的なキャラクタが“外出する”, “蝶を見つけたら追いかける”, “友人に挨拶する”などのストーリーの断片を多数蓄積し、それらの断片を連続的に遷移していくことで多様な出来事の連鎖を創出する。ストーリー断片は、このシステムにおいて定義された、エピソードツリーやイベントといったもので表現される。

エピソードツリーとは図2に示すような、木構造のストーリー制御モデルであり、その構成要素にはANDノード、ORノード、イベントがある。AND/ORノードは他の要素をまとめる親要素としての機能を持ち、子要素の因果関係を示している。イベントは実行されるモーションとその実行条件であるトリガーをまとめた要素である。一つのエピソードツリー内では、イベントが順次実行されることで、モーションが連続的に再生され、ストーリーを展開していく。そのイベントの実行順、すなわちストーリーの流れを表現するのがAND/ORノードとなっている。

イベントが持つトリガーは、キャラクタの持つ視覚、

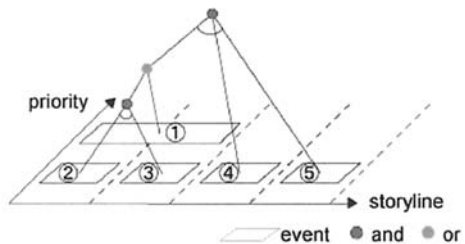


図 2 Episode Tree

聴覚、触覚といったセンサを見張っており、条件と一致していれば、同イベント内のモーションを実行する。本システムで能動的キャラクタを用いているのは、このように個々のキャラクタが感覚機能としてのセンサを持ち、そのセンサの入力に基づいて行動が決定されるためである。ユーザからのインタラクションは、このキャラクタやオブジェクトの持つセンサによって検地され、タッチ入力等として判断される。

イベントは時系列(storyline)と実行優先順位(priority)にしたがって、ツリーの末端に配置される。イベントは以下のルールに従って、基本的には時系列に沿って左から右へと順に実行されていく。

- 実行されて終了したイベントは値が真となる

- AND ノードはすべての子要素が真になると真
- OR ノードは子要素のいずれかが真になれば真
- 時系列上で直前の要素が真である或は左端のイベントであり、かつ自分の親要素が偽であれば、そのイベントは実行可能
- 実行可能なイベントのうち、実行条件を満たしたものが実行される

例えば図3のようなエピソードについて、イベント進行を説明する。このエピソードのイベント構成は、1a: 主体が迷子を発見する、1b-1: 援助者が迷子を発見する、1b-2: 援助者が主体に報告する、2: 迷子を送り届ける、3: 迷子とお別れ、となっている。図3(a)では、左端にあるイベント"1b-1"が実行され、次いで"1b-2"が実行される。AND ノード"For the supporter"が真となり、さらにその上OR ノード"Run into a lost child"が真となる。そしてイベント"2","3"が実行されてエピソードツリーは終了する。図3(b)では、"1a"が実行され、OR ノード"Run into a lost child"が真となる。続けて"2","3"が実行され、エピソードが終了する。

AND ノードは主に前後関係を、OR ノードは主にストーリーの多様性を表現するために用いられる。また、AND/OR ノードといった親ノードはいくつかの子要素を持つため、それらの子要素を要約したイベントあるいは要素と考えることもできる。

ソーンダイクの物語の文法規則[10]によると、物語成分はより高次のものからより低次のものへと分解でき、より高次のものほど要約的で、低次のものほど具体的である。また、物語成分の中でも試み、出来事、挿話といった成分は、分割した低次成分の中に繰り返し現れることがある。エピソードツリーはこのような文法規則を表現しており、エピソードツリーの要素をそれらの物語成分に見立てると、エピソードツリーの要素は、その要素を構成するより低次の要素、すなわち具体的な内容を示したサブツリーあるいはイベントへと分割できる。また、エピソードツリーをより具体的なサブツリーへと繰り返し分解することで、最終的には基本的なモーションをあらわすイベントまで要素を分解できる。

また、ストーリーを製作する際は、要約レベルを変えてストーリーを見渡すことができるため(例えばストーリー全体を見渡したい場合はより要約的なレベルで、個々のエピソードを調整したい場合はより具体的なレベルでエピソードツリーを見ることができる)、見通しのよいものとなっている。

3.3 エピソードの連鎖

エピソードツリーを複数用意し、それらが繋がっていくことでストーリーが連続的に展開されていく。エピソードが選択される流れを図5に示す。この場合では、3

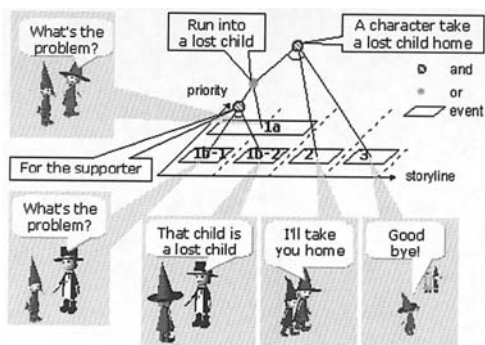


図3 エピソードツリーにおけるイベント遷移

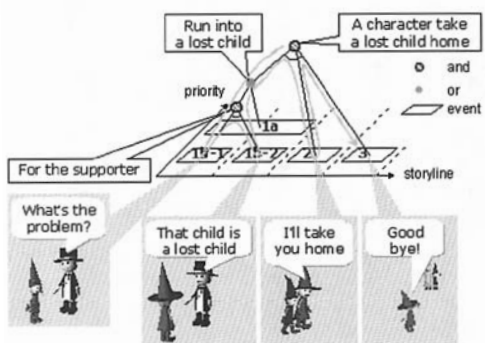


図3(a) イベント遷移例1

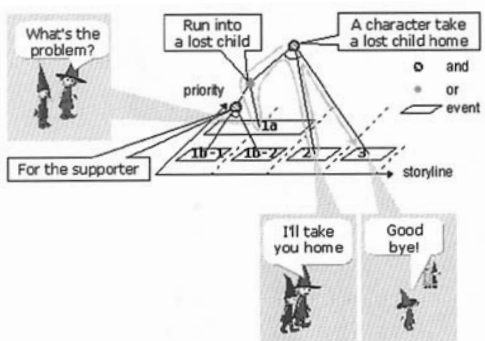


図3(b) イベント遷移例2

つのエピソードツリーに含まれる、イベント1, 2, 4が実行候補として挙がっている(a)。イベント1, 2は時系列上で一番左端、イベント4は直前の要素が真であり、各々親ノードは偽であるため、実行可能となる条件を満たしている。次のステップで実行条件を満たすものが選択され(b)、優先順位で降順にソートされる(c)。こ

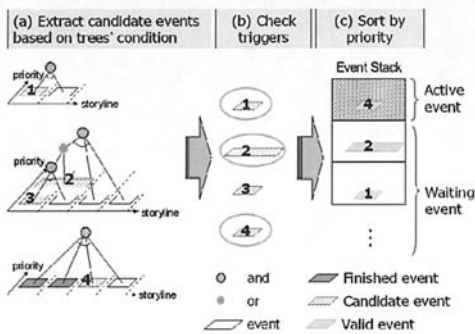


図 5 イベント選択プロセス

ここでは優先順位の高かった4番のイベントがアクティブイベントとして選択され、実行イベントとして選択されている。この選択プロセスによって、その先のストーリー展開が変化してくる。

この手法では、エピソードツリーはストーリー、リアクション、スケジュールの3種類のカテゴリに類別して用意される。ストーリーツリーとは複数キャラクターの操作を同時に扱うエピソードを記述したエピソードツリーである。リアクションツリーとは個々のキャラクターが反応動作を行うためのエピソードを記述する。スケジュールツリーとはキャラクターの日常的に行う行動を記述するエピソードを記述するものである。エピソードツリーをこのようにある程度カテゴライズすることで、ストーリー製作者の見通しをよくしている。

ストーリーが創発的に展開していくためには、イベントの選択プロセスで様々なイベントのバリエーションを生じさせる必要がある。そのため、キャラクター単独のイベントに比べ、キャラクター同士の挨拶などといったキャラクター間の反応や、ユーザのクリックにキャラクターが反応するといったキャラクター・ユーザ間のインタラクションを記述したイベントが重要になってくる。特にタイミングが任意であるキャラクター・ユーザ間のインタラクションは、創発的な展開を見せる上で、重要なポイントとなっている。

3.4 問題点

前項までに述べたように、このシステムではエピソードツリーの連結によって、物語を展開している。プロップは昔話において行程結合規則[7]を定義しているが、そのうち2つを引用すると、

- 第一の行程が終わらないうちに、挿話として新しい行程が始まる場合
- 挿話そのものも中断されうるもの

という項がある。エピソードツリーをプロップの行程に当てはめて考えると、エピソードツリーの結合を行う際には、

- あるエピソードツリーが終わらないうちに、挿話として新しいエピソードツリーが始まる
- 挿話として挿入されたエピソードツリーそのものも、別のエピソードツリーによって中断されうるという場合があるといえる。このような、エピソードを途中で中断するような結合に関しては、中断されるエピソードと挿入されるエピソードをうまく連結するような処理が必要である。さらに、挿話エピソードが終わった際に、元のエピソードに戻れるようにする処理が必要である。

しかしダイナミックにストーリーを連結する物語では、そういった挿話が行われるタイミングが予想できないため、対処行動を記述できないことが問題となっている。

例えば、「電話をする」というイベントの途中でプレイヤの介入により「壺が壊れる」というイベントが実行されたとする。するとこのキャラクターは壺を直しに行くようになっているのだが、現在のシステムでは、受話器を持ったまま「壺の方に行く」というイベントを実行してしまう、という問題が生じる(図4)。このキャラクターは、その後も受話器を持ったまま生活を続けてしまうという、おかしい行動を取ってしまう。

こういった問題は、[1]のシステムが、創発的に、すなわち、能動的に行動するキャラクター同士による偶発的な相互作用やユーザからのインタラクションにより、偶発的にストーリーを展開させることを想定しているため、実行されるエピソードが急に変更されて生じる事象である。



図 4 問題点

4 エピソード連結機構

本章では、3章で挙げた問題に対し、エピソードの連結機構とイベントスタックを用いた解決手法を提案する。

4.1 エピソード連結機構とイベントスタック

3章で述べた問題に対し、まずイベントのスタック化を行うことで、挿話による本筋の消失を防ぐ。そしてエピソード連結機構で連結プロセスの挿入を行うことで、偶発的に生じたエピソードと直前に実行していたエピソード

ソードをシームレスに繋ぐ。

連結プロセスは、後処理プロセスと前処理プロセスに分けられる。後処理プロセスとは、現在展開中のエピソードを途中で中断し、他のエピソードへイベントが遷移する際、姿勢や状態をニュートラルな状態に戻す、いわば終了処理的なアニメーションを記述したイベントである。前処理プロセスとは、中断していたエピソードに戻る際、再開できるような状態までをつなぐような、いわば前準備的なアニメーションを記述したイベントである。

先述の電話の途中で壺を壊す例について、連結プロセスの例を挙げる(図6)。この場合、後処理プロセスとして「電話を置く」、前処理プロセスとして「電話を取る」といったアニメーションをそれぞれ登録しておく。すると、「電話にでる(図6-3)」というイベントの途中で壺が破壊されると、このとき連結機構は、「電話を置く(図6-4a)」という後処理プロセスを優先的に挿入し、「電話を置く」イベントを実行させてから「壺のほうへ行く(図6-5)」という行動を生成する。また、壺の修復が終わり(図6-5, 6, 7), 再び電話をするエピソードに戻った際には(図6-1), 前処理プロセスによって「電話を取る(図6-2)」というアニメーションが再生される。

この場合に、複数の優先処理イベントやバリエーションある優先処理イベントを実行可能にするため、優先処理プロセスも AND/OR の条件を持ったツリーの形態で実行できるようになっている。イベントスタックではツリーのまま中断したエピソードを保持でき、イベント選択プロセスと同様に、候補となるイベントを抽出し、

トリガーをチェックして、優先度の高いイベントを実行する。そのツリーの最上位階層のノードが真になった時点でスタックイベントを終了とし、次のスタックに移る。

また、あるイベント A の前処理プロセスの実行中にそのプロセスが接続されたノードとは別のノードの下部にあるイベント B に遷移する必要が出てきた場合は、イベントスタックに含まれる前処理プロセスは実行する必要がなくなるので、すべて削除される。ただし、この場合には、前処理プロセスの処理が進められている可能性がある。そのためイベント A の上位ノードに後処理プロセスが接続されている場合は、イベントスタックに後処理プロセスが挿入され、適切に後処理を行う。

4.2 期限切れタスクの削除

イベントスタックに含まれるイベントの中で実行中のタスク以外のイベントは、スタックから外される可能性を持っている。例えばある場所でのみ有効なイベント C を実行中に、その他のイベント D が最優先になって実行され、異なる場所に移動したとする。この場合、イベント C が実行対象から外れたことを検地する必要がある。そのため本システムでは、スタックされた際でもイベントスタックから除外される判定対象となるトリガーを設定できるようにしている。

また、イベントスタックに含まれてからの経過時間の長さによって、除外する必要のあるイベントがある。例えば、挨拶のようなイベントにおいて、キャラクタから挨拶され「挨拶を返す」イベントを実行しようとしたが、挨拶をされた直後に他のイベントが実行されて、異なる場所に移動してしまった場合を例として挙げる。この時、イベントスタックから除外する条件が存在しないと、移

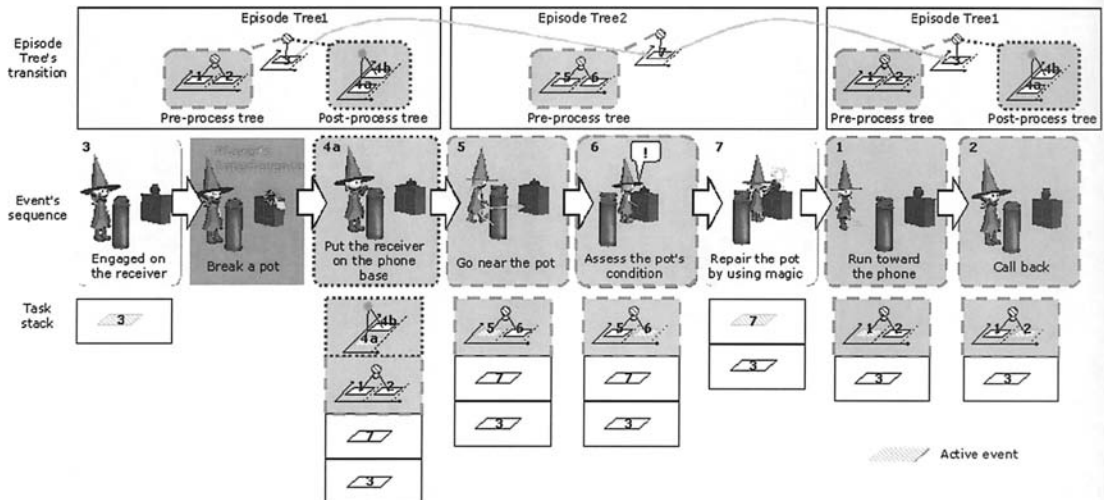


図 6 エピソード連結機構

動した先で挨拶を返すといった処理を実行してしまう。そのため本システムでは、イベントがスタックに含まれてからの経過時間を条件として、イベントをスタックから除外することができるようになっている。

5 実験

本章では、プレイヤーが仮想世界のオブジェクトに触れることで、様々なストーリーを体験できるインタラクティブコンテンツ *Spilant World* 上での連結プロセスに関する実験について述べる。*Spilant World* は、これまでに述べたエピソードツリーによるストーリーツリーの制御法を基盤としており、そこに本論文で提案したエピソード連結機構を実装する。

5.1 エピソードツリーの種類

コンテンツには、ストーリーツリーを1種類、リアクションツリーを17種類、スケジュールツリーを9種類、計27種類ほどのエピソードツリーを用意した。エピソードツリーの種類については、以下のように定義されている。

ストーリーツリー

複数のキャラクターが同時に関わるエピソードを表現するために用い、複数のキャラクター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。具体例として、以下のようなものが実装されている。

る。

- 一家で昼食をとる
- 脱走した犬を連れ戻す
- 迷子を送り届ける

リアクションツリー

個々のキャラクターに各々与えられ、視覚、聴覚による認識や感情パラメータと、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。具体例として、以下のようなものが実装されている。

- 道端で挨拶を交わす
- ユーザのタッチに反応
- 蝶を追いかける

スケジュールツリー

個々のキャラクターに各々与えられ、日常生活としてのスケジュール的役割を持つ。ストーリー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。具体例として、以下のようなものが実装されている。

- 朝食をとる
- ソファで一休み
- 就寝

5.2 アニメーションの生成結果

アニメーションの生成結果とその際のキャラクターのイベント遷移履歴を図7に示す。タイムライン上の緑色の

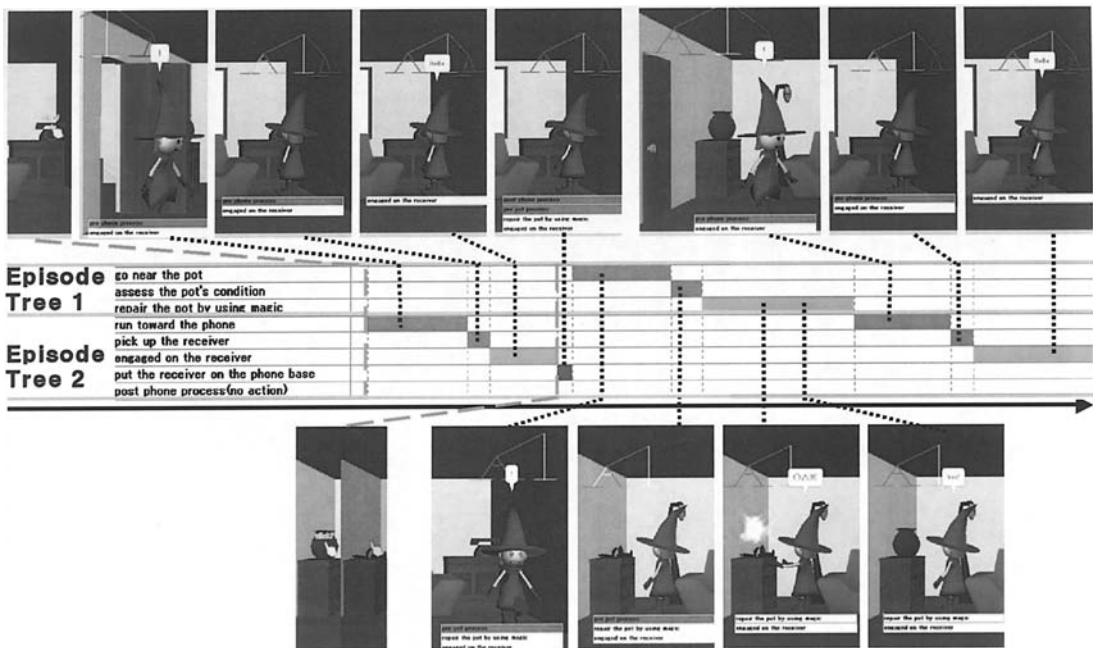


図7 生成したアニメーション遷移のログ

のバーが前処理, 青色のバーが後処理, 赤色のバーがメインのイベントに当たる。タイムラインの上下には, タイムライン上のプロットに対応したキャラクターアニメーションをイベントの様子とともに表示している。

この図から, イベントが実行されていたツリーの後処理プロセスが実行された後, 遷移先のイベントが属すツリーの前処理プロセスが実行されていることが分かる。また, ユーザの介入で Episode Tree 1 が挿入されたことにより, 中断された Episode Tree 2 のイベントがスタックされ, Episode Tree 1 のタスク終了後に再開されていることが確認できる。

6 まとめ

本論文では, ユーザからのインタラクションや能動的に行動するキャラクターの相互作用によって, 創発的なストーリーを生成するシステムにおいて, 話の流れを保持したまま物語を結合する手法として, エピソード連結機構提案した。これにより, エピソード間のイベント遷移において, シームレスなアニメーションの再生が可能となった。

しかし, プロットの行程結合規則における, 挿話そのものが中断され, さらなる挿話が始まるような場合については, 議論の余地が残っている。挿話への挿話を挙げると, そのバリエーションはとても大きな物となる。2回以上, 同様の操作がなされる事も考えられるので, これに対応するには, それらを連結の仕方で分類分けをし, 現在の連結機構で対応しうるのか, それとも更なるプロセスが必要なのか, さらなる検討を行う必要がある。

参考文献

- [1] 中野敦, 河村仁, 長谷将生, 三浦枝里子, 星野准一: "フリーシナリオ型ストーリーテリング", エンタテインメントコンピューティング 2006, pp.131-132, 2006.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] W. Swartout et. Al, "Toward the Holodeck: Integrating Graphics, Sound, Character and Story", Proceeding of the Fifth International Conference on Autonomous Agents 2001, ACM Press, pp.409-416.
- [5] 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.
- [6] Greimas, A.J."Structural Semantics: An Attempt at a Method", Lincoln, University of Nebraska Press, 1983.
- [7] Propp, V: "Morphology of the Folktale", University of Texas Press, 1968.
- [8] 佐久間友子, 小方孝, 「行程規則を用いた複数のストーリーの合成」, 人工知能学会全国大会論文集, Vol. JSAI 06(2006), pp.147-150, 2006
- [9] 佐久間友子, 小方孝, 「プロットの物語内容論を利用したストーリー生成支援システムとその考察」, 人工知能学会全国大会論文集, Vol.JSAI 06(2006), pp.250-253, 2005
- [10] P.W.Thorndyke, "Cognitive structures in comprehension and memory of narrative discourse.", Cognitive Psychology, Vol 9, pp.77-110. 1977