

情報量の異なる複数の視点を考慮した実況解説の自動生成

Automatic Commentary System Based on Multiple Viewpoints with Different Amount of Information

藤澤瑞樹*1

Mizuki FUJISAWA

齋藤豪*2

Suguru SAITO

奥村学*3

Manabu OKUMURA

*1 東京工業大学 総合理工学研究科

Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology

*2 東京工業大学 情報理工学研究科

Graduate School of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology

*3 東京工業大学 精密工学研究所

Precision and Intelligence Laboratory, Tokyo Institute of Technology

In this paper, we propose an approach to create commentaries automatically, taking into account the different understanding of situation to be commented between players and commentators. First, we describe our method to create comments about the different evaluation of current state, unexpected actions by players, intentions of players arising from the different comprehension of situation, by predicting each player's status from the viewpoints of the player and a commentator. Next, we describe our comment selection rules for choosing comments related to the prior one so that listener can compare the situation from different viewpoints. Based on our approach, we implemented an experimental system that creates commentaries on mahjong games. Therefore, we discuss the output of the system.

1. はじめに

近年の計算機の普及に伴い、我々は様々な情報を利用することが可能となった。その中には、スポーツの試合や、将棋や麻雀といったゲームの経過記録や統計情報がある。例えば「MLB.com*1」では、現在行われている試合の状況や、各選手やチームの成績といった各種統計情報をユーザに提供している。また「インターネット雀荘東風荘*2」では、過去の対局における各プレイヤーの対局の様子をログとして保存しておくことができる。今後はこのようなスポーツの試合やゲームなどについての情報を提供するサービスが増加していくと考えられる。しかしこれらの情報をユーザに効果的に提示する方法はまだあまりない。一方、テレビでスポーツの試合などを放送するとき、実況者と解説者がその状況をユーザに分かりやすく説明してくれる。そのため、ユーザは現在どこに注目すべきかを簡単に把握することができる。こういった実況・解説を、前述のスポーツの試合やゲームの経過情報に付与することは非常に有用であると考えられる。

過去に実況解説を扱った研究には、サッカー [Tanaka-Ishii 98] や、野球 [田村 89]、競馬 [熊野 95]などを対象としたものがある。しかしいずれの研究においても、生成される発話内容は常に実況対象の全体の状況を把握できる全体的な視点(以後、「解説者の視点」と呼ぶ)からだけで、個々のプレイヤーなどの限定された状況のみ把握できる局所的な視点(以後、「プレイヤーの視点」と呼ぶ)に基づく発話などは生成されていなかった。しかし実際に行われている実況解説では、視点間の状況把握の相違を実況解説に取り上げることによって、聞き手が個々のプレイヤーや全体の状況をより簡単に理解でき、また臨場感のある実況解説を生成できるよう工夫されている。またこれら既存の研究では、現在や過去の状況の分析から発話を生成するだけで、将来の状態の予測を必要とする発話の生成は行われていなかった。そのため生成さ

れる実況解説は、ユーザが状況を把握するには不十分なものであった。

そこで本研究では、解説者とプレイヤーの両方の視点からのコメントを統合し、かつ現在の状態からの未来予測を利用した実況解説を自動生成することに焦点を当てる。その際、この視点間の相違を効果的に伝えるために、関連のあるコメントを続けて選択するための発話選択のルールを使用する。そして麻雀を対象に、本手法を使用して実況解説を自動生成する実験システムを構築し、生成された発話内容を考察する。

2. 提案手法

本論文では、より高度な状況認識を行い、結束性のある実況解説を自動生成する手法を提案する。特に未来予測に基づく発話の生成と、実況対象中の視点間に生じる相違を取り上げる。そのために以下の2点を中心に扱う。

1. ゲーム木を使用して各プレイヤーの状態を予測し、予測に基づく発話を生成
2. 視点間の相違を効果的に伝えるためや、関連のあるコメントを続けて選択するための発話選択のルールの定義と利用

また、本手法が実況解説を生成する対象とするのは、対象中のプレイヤーが現在の状況についての情報を完全には得ることができない場合で、例えば麻雀やコントラクトブリッジといった不完全情報ゲーム [松原 97] がこれに当たる。逆に将棋などの完全情報ゲームは対象としない。またサッカーなどのスポーツの場合、プレイヤーは一度に確認できる視界に限界があるため、フィールドの状況を全て把握することはできない。こういったスポーツの試合も本手法の対象となりえる。

本手法の概要を図1に示す。本手法では、解説対象の各時点の状況に対して多様な分析を同時に行うために、田中ら [Tanaka-Ishii 98] によるマルチエージェントを使用した発話候補生成の方法を採用する。各解析エージェントは解説対象の現在の状況を分析し、コメントを生成する。生成されたコメントはコメントプールに送られる。発話候補はあらかじめ用意されたテンプレートを使用して自然言語文に変えられる。麻雀を対象にしたときの生成される発話候補の例を表1に示す。なお表中の発話例の下線部はテンプレートのスロットを表している。

連絡先: 藤澤瑞樹, 東京工業大学精密工学研究所奥村研究室,
〒226-8503 横浜市緑区長津田町 4259 R2 棟 7 階 727 号
室, mfujisa@lr.pi.titech.ac.jp

*1 <http://mlb.mlb.com/NASApp/mlb/index.jsp>

*2 <http://mj.giganet.net/>

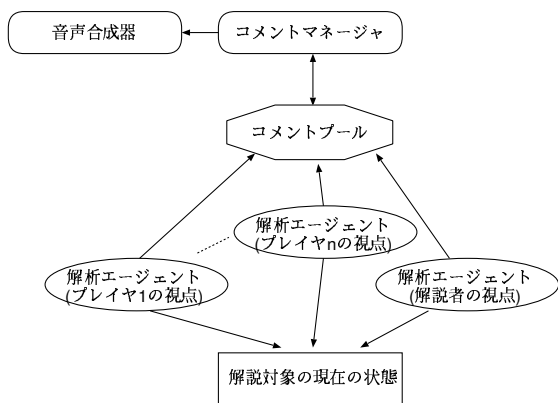


図 1: 提案手法の概要

また、以降の節で述べる発話例中の下線部も同様にテンプレートのスロットを表す。

表 1 で示した発話例の内、上の 5 つの発話はいずれも実況対象の現在の状況に対し簡単な分析を行うことで生成できる。しかしプレイヤーの状態やプレイヤーの意図など、下の 3 つの発話を生成するには、現在の状況だけでなく、そのプレイヤーの将来の状態を予測する必要がある。

そこで以降の節では、まず本手法における未来予測の方法とそれを使用した発話候補の生成方法を述べる。次に、生成された発話候補の内から実際に聞き手に提示する発話を選択する方法について、上で述べた関連のあるコメントを連続して選択するための発話選択のルールを中心として述べる。また以降の例では、対象に麻雀を使用した。

3. 未来予測

本手法における未来予測は、基本的にゲーム木を使用して行われる。ただしゲーム木のノード数が非常に多い場合、その計算コストが問題となる。そこで本手法ではあらかじめゲーム木の先読みする深さの限界を決めておき、その深さまで先読みを行ってもプレイヤーの状態が終了状態（勝敗が決定している状態）に到達しないと分かる場合はゲーム木の先読みを行わずに、ヒューリスティックを使用して簡単な予測だけを行うようにする。

3.1 ゲーム木

将棋や囲碁といった完全情報ゲームの場合、解説対象に参加している各プレイヤーも局面全体の情報を得ることができる [松原 97]。この場合ゲーム木は、対象に参加しているそれぞれのプレイヤーが行った動作によって拡張される。しかし本手法によって実況解説を生成する対象は、必ずしもプレイヤーが解説者のように局面全体の情報を完全に取得できるわけではなく、プレイヤーは他のプレイヤーの状況についての情報を取得できない、といったことがある。その場合、完全情報ゲームと同じようにゲーム木を構築するためには、限られた情報を元に他のプレイヤーの状態やそのプレイヤーが次に行う動作などを推測する必要がある。しかしこの推測には、解説対象への深い知識を必要とし、またそのプレイヤーの状態になりうるパターンの探索などを行う必要があるため、コストが非常にかかってしまう。そのため本論文では各プレイヤーそれぞれにゲーム木を 1 つずつ割り当て、そのプレイヤー 1 人の動作を繰り返したときの状態を予測することで、各プレイヤーの状態変化の予測を近似的に行うことにする。しかし実際には、あるプレイヤーのアクションや状態が、他のプレイヤーの状態に影響を及ぼすことがある。この他プレイヤーによる影響の扱いは 3.3 節で述べる。

またサッカーのようなスポーツの試合にこの手法を適用する場合、単純にプレイヤーの位置座標の違い等で状態を分けると、

木のノード数が非常に多くなってしまふ。そこでいくつかの抽象化した状態を定義し、それをゲーム木のノードの状態に使用することで、本手法による予測が可能になる。

ゲーム木の各ノードには、遷移確率、将来の状態とその実現確率の組の分布、期待値の 3 つの要素を持たせる。それぞれその木を所有するプレイヤーと解説者の視点の両方から計算された 2 種類の値を持つ。遷移確率は、ある状態からある動作を実行後の状態に移行する確率を表す。その際、プレイヤーと解説者のそれぞれが持つ現在の状況に対する情報量の違いから、プレイヤーと解説者間でこの遷移確率が異なることがある。これが視点間の状況把握の相違につながる。将来の状態とその実現確率の組の分布は、現在の状態からいくつかの目標となる状態に到達する確率の分布である。この目標状態は実況の対象に依存する。この分布を以下の手順で求める。

1. 現在の状態で実行可能な各動作を実行後の状態を持つ各ノードを、現在のノードの子ノードとして追加する。これを各子ノードに対して再帰的に行い、木の深さがあらかじめ定められた限界値に達するまで木を拡張する。ただしノードが持つプレイヤーの状態が目標状態になっている場合は、そのノードには子ノードは追加しない。
2. 目標状態になっているノードがあれば、この目標状態に対する実現確率を 1 としてノードに付与する。
3. 目標状態のノードの親ノードに状態・実現確率の分布を伝播する。そのときの親ノードの各目標状態に対する実現確率は、子ノードの分布中の実現確率に、親ノードから子ノードに遷移するときの遷移確率を掛けたものとする。ただし複数の子ノードから同じ目標状態を含む分布が伝播された場合は、それぞれの分布中に含まれるその状態の実現確率の和を親ノードの実現確率とする。

期待値はノードに含まれる状態の望ましさを表す実数値で、この値が高いほどよい状態であると考えられる。この期待値の計算は実況の対象に依存する。

3.2 ゲーム木を使用して生成する発話

プレイヤーと解説者の視点で将来の状態・実現確率の組の分布が異なる場合

このとき、プレイヤーの視点から見ると将来ある状態に到達する確率が高そうに見えても、実際にはその状態になる可能性は低い、といった状況が発生している。これはプレイヤーよりも解説者の方が現在の状況に対する情報を多く持っているため、より正確な予測ができるためである。このとき生成する発話内容は、まずプレイヤーの視点から見た将来遷移する確率が高そうな状態について発話し、しかし実際にはその状態に遷移する確率は低いことを発話する。

発話例: 「プレイヤー A の手は 234 の三色同順 が狙えそうですが、必要な牌の残りが少ないので難しそうです。ここは チートイツ を狙った方がよさそうです。」

他のノードよりも期待値が低い状態に遷移した場合

観戦者は通常、プレイヤーは最も期待値の高いイベントを選ぶと考えているはずである。そのため、期待値の低い状態に遷移した場合、観戦者の予想外のイベントをプレイヤーが選択したと考えられる。このように通常あまり起こり得ないイベントが発生した場合、本手法では、このイベントは通常のイベントよりも緊急性の高いイベントとして、現在の発話を中断してこのイベントについての発話を優先する。また発話の先頭に「おっと」とつけて、意外なイベントが発生したことが明確にする。そして期待値が低い状態に遷移したことによるプレイヤーへの影響について発話する。

発話例: 「おっと プレイヤー A は 3マン を切りました。これでは 234 の三色同順 が狙えません。ここは 西 を切った方がよかったです。」

表 1: 生成される発話候補の例

| 種類 | 発話例 | 必要な情報 | 重要度 |
|-------------|---|----------|--------|
| 局の特徴 | 東 1 局 ドラは 4 ピン です | 現在の状況 | 7 |
| 局面全体の状態 | この局も終盤にさしかかってきました / 現在有利なのは プレイヤ A です | 現在の状況 | 3 |
| 牌の場所 | 3 マンは プレイヤ B が 3 枚持って残り 1 枚です | 現在の状況 | 3 |
| アクションの発生 | プレイヤ B は 3 マンを 積もってきました / プレイヤ A は 白 をポンしました | 現在の状況 | 2 |
| プレイヤの進行状況 | プレイヤ A は 2 シャンテン になりました | 現在・過去の状況 | 3 |
| プレイヤの状態 | プレイヤ A は 2 シャンテン で、456 の三色同順 と タンヤオ が見えています | 現在の状況、予測 | 3 |
| プレイヤの予想外の動作 | おっと プレイヤ A は 3 マンを 切りました。これでは 234 の三色同順 が 狙えません。ここは 西 を切った方がよかったです。 | 現在の状況、予測 | (割り込み) |
| プレイヤの意図 | プレイヤ A は プレイヤ B を 警戒しているようです | 現在の状況、予測 | 3 |

他のノードよりも遷移確率の低い状態に遷移した場合

遷移確率が低いことから通常その状態にはなりづらいはずであったため、予想外のイベントが発生したと考えられる。この場合も同様に、現在の発話を中断して発話させる。またこの状態に遷移する可能性が低かったことを明らかにするために、その理由を付与して発話する。

発話例: 「おっと プレイヤ A は 残り少ない 3 マンを 積もりました。」

3.3 複数のゲーム木を使用した発話の生成

現在の未来予測のモデルでは、1つのゲーム木に1人のプレイヤーの状態しか考慮できていない。しかし実際にはあるプレイヤーのアクションや状態が、他のプレイヤーの状態に影響を及ぼすことがあるはずである。こういった他のプレイヤーからの影響を知るために、まず各プレイヤーのゲーム木中の期待値の高いノードから、そのノードのアクション時に必要なリソースをキーリソース(麻雀の場合上がりに必要な牌など)とし、これを特定する。このキーリソースが他のプレイヤーに影響を及ぼすと考え、以下のような状態のとき、他のプレイヤーから影響を受けたとして発話を生成する。

あるプレイヤーのキーリソースを他のプレイヤーが消費した場合
まずキーリソースを消費されたプレイヤーのゲーム木中の、キーリソースに関連のあるノードの確率を再計算する。するとそのノードに遷移する確率は減少するため、将来の状態の実現確率の分布が変化する。この減少後の実現確率がかなり小さい状態に変化した場合、他のプレイヤーのアクションによる影響が大きかったとして、他プレイヤーによるキーリソースの消費について発話した後でその影響について発話する。

発話例: 「プレイヤ B は 3 マンを 積もりました。これで プレイヤ A は 234 の三色同順 が 難しくなりました。」

他のプレイヤーのキーリソースを提供することになる場合

現在の状態のノードに含まれる子ノードの内、他のプレイヤーのキーリソースをそのプレイヤーに提供することになるものがある場合に発話する。このプレイヤーがもしそのアクションを取ったとき、他のプレイヤーからどういった影響を受けるかを発話することで、聞き手がプレイヤー間の関係を把握しやすくなる。
発話例: 「プレイヤ A は 3 マンを 切ると プレイヤ B に 振ってしまいます。」

3.4 プレイヤの意図の推定

本手法では、ゲーム木による未来予測と現在の状況の分析からプレイヤーの意図(心的状態)も推定する。推定する意図は、プレイヤーの狙い、警戒、強気、間違いの4つである。プレイヤーの狙いは直前のノードと現在のノードの将来の状態・遷移確率の組の分布を比較し、実現確率が上がったものをプレイヤーが狙っている状態であるとして発話する。他の意図の推定の詳細は紙面の都合のため省略する。



図 2: 実験システムの実行画面

4. 発話内容の選択

発話内容の選択は、コメントプール中に貯められたコメントの内、重要度の最も高いコメントを選択して行われる。その際、本手法では視点間の状態の比較等を行えるよう、関連のあるコメントを連続して選択するために、発話選択のルールを定義する。この発話選択のルール全 10 種類を表 2 に示す。このルールはコメントプールから発話を選択するときに使用される。コメントプール中に含まれる各コメントに対し、ルールが当てはまるものにはそのルールに付与してあるポイントをコメントの重要度に加算してそのコメントの重要度を動的に変化させる。このようにして、関連のあるコメントが選択されやすくなるようにしている。このように各コメント選択時にその重要度を過去の発話内容から動的に変化させて選択することで、コメント間の注目点の推移を多様に行える。例えば「プレイヤ A は 3 マンを切った」と発話した後、次に発話するコメントとしては、プレイヤ A の状態に関するコメントやプレイヤ A が 3 マンを切った意図についてコメントなど多様な候補が考えられる。

5. 実験システム

2. 節から 4. 節で述べた提案手法を基に、麻雀を対象として自動的に実況解説を生成する実験システムを構築した。システムの実行画面を図 2 に示す。

本システムは、「インターネット雀荘東風荘」の試合のログ(牌譜)を入力とする。このとき、解析エージェントは事前にログの情報を利用することなく、またログの再生は解析エージェントと非同期に実行されている。そのため本システムはログの再生のみではなく、実際にゲームをプレイしている最中にリアルタイムに実況を行うことも可能である。生成されたコメントはインタフェースエージェントにより、音声合成を使用して発話される。インタフェースエージェントには、Microsoft Agent^{*3}を使用している。

*3 <http://www.microsoft.com/msagent/>

表 2: 関連する発話内容を選択するためのルール

| ID | 判定条件 | 目的 | 加点 |
|-------|--|--|-----|
| (R1) | プレイヤー A のアクション プレイヤ A の意図 | アクションを行った理由が明確になる . | 3 |
| (R2) | プレイヤー A のアクション プレイヤ A の進行状況 | アクションの発生とその効果を伝えることで、発生したイベントがどういう意味を持つかが明確になる . | 3 |
| (R3) | プレイヤー A の状態 プレイヤ A のキーリソース | 現在のプレイヤーの状況と、今後必要となるリソースを明確にすることで、このプレイヤーの注目すべき点が明確になる . | 3 |
| (R4) | キーリソース リソースの場所 (ただし 2 つのコメントは同じプレイヤーについて発話) | あるプレイヤーのキーリソースとその使用状況が明確になる . | 3 |
| (R5) | プレイヤー A の状態 局面全体の状態 | 個々のプレイヤーの状態を把握してから、局面全体において誰が有利かを知ることができる . | 1 |
| (R6) | 直前の発話と同じ種類でかつ視点の違うコメント | 各視点間の比較が行える . | 3 |
| (R7) | 過去に同じ内容のコメント (アクション以外) を発話している | 重複した発話を選択されるのを防ぐ . | -10 |
| (R8) | 過去 10 発話中に同じ種類・視点のコメント (アクション以外) を発話している | ほぼ同じ内容の発話を選択されるのを防ぐ . | -5 |
| (R9) | 直前の発話と同じ種類のコメントで、直前の発話の視点に最も近い位置にある視点からのコメント | R6 によって各視点間の比較を行う際に、近い視点から順に比較できるようにする . | 2 |
| (R10) | 直前の発話と違う種類のコメントで手前のプレイヤーの視点から | R6 によって各視点間の比較を行う際に、聞き手に近い位置の視点からはじめられるようにする . | 2 |

- この半荘は 2002 年 10 月 09 日 20:25 に行われた、東南戦四人打ちの上級ランキング卓の対局です
- 東 1 局ドラは 7 ピンです
- 現在の持ち点は、ミズチンが 27000 点、トキワクルーが 27000 点、やすびんが 27000 点、vi-va-Lions が 27000 点です
- ミズチンは 4 シャンテンで、チャンタが見えています
- トキワクルーは 3 シャンテンで、ホンイツと 123 の三色同順とピンフと役牌が見えています
- やすびんは 3 シャンテンで、345 の三色同順とタンヤオとピンフが見えています
- vi-va-Lions は 2 シャンテンで、456 の三色同順とタンヤオが見えています
- 現在有利なのはトキワクルーと vi-va-Lions です
-
- vi-va-Lions の手はタンヤオを狙えそうですが、必要な牌の残りが少ないので難しそうです。ここは平和を狙ったほうがよさそうです
-
- やすびんは北を積みもりました。これでトキワクルーは混一色とドラが難しくなりました。
- やすびんは北をツモ切りました。

図 3: 発話例

5.1 発話例と考察

システムの発話例を図 3 に示す。図 3 中の発話 (1)~(3), (8), (11) は現在と過去の状況の分析のみから生成できる。しかし (4)~(7), (9), (10) は、現在・過去の状況以外に、未来予測を行うことで生成される発話である。

図 3 の発話 (1)~(3) は単にコメントプール中の重要度が高いもの順に選択しているだけで発話間にはつながりはない。しかし発話 (4)~(7) は、関連する発話内容を選択するルールの R6, R9 によって重要度に加点され、選択されている。また、図 3 中の発話 (8) は、ルール R5 により加点され、発話される。これにより発話 (8) は発話 (4)~(7) で行われたプレイヤー間の各状態の比較をまとめた形になっている。

発話 (9), (10) は、未来予測によって発話されたものである。発話 (9) では、まずあらかじめ vi-va-Lions の状態をゲーム木によって先読みし、将来推移する可能性が高い状態をプレイヤーと解説者の視点の両方から特定する。このときプレイヤーの視点では推移する可能性が高いと思われた手役であるタンヤオが、解説者の視点からではその可能性が低かったため、その状態に推移することは困難であること、またより推移しやすい手役が

平和であることを説明するコメントが生成された。また発話 (10) では、先読みによって特定されたトキワクルーのキーリソースの 1 つである 4 ソウをやすびんが積もったことにより、トキワクルーが将来遷移する確率が高かった、すなわち上がる可能性の高かった手役は混一色とドラが困難になったため、その説明のコメントを生成している。

このように 2. 節で提案している手法による発話が実際に生成できた。またこれらの発話によりユーザの状況理解を促進できていると思われる。

6. まとめ

本論文では、従来の実況解説を扱った研究では触れられていなかった、視点の違いから生じる状況把握の相違を実況解説に取り上げる方法について述べた。その際、状況把握の違いから生じる、状態の評価や最善手の違い、予想外の動作を検出するために、プレイヤーと解説者の両方の視点に基づく複数のゲーム木を使用した未来予測のモデルを作成した。また関連性のあるコメントを続けて発話したり、視点間の比較を行えるよう発話するために、発話選択のルールを定義した。そしてこれらの手法を麻雀を対象とした実験システム上に構築した。この実験システムで生成された発話を考察した結果、本手法で提案している、視点間の状況把握の相違についての発話の生成や、発話のつながりのルールを利用した視点間の状態の比較が行えていることが確認された。またこれらの発話により、聞き手が実況対象の注目すべき点を把握でき、より臨場感のある実況解説が生成できていると考えられる。

参考文献

- [熊野 95] 熊野 正, 乾 健太郎, 徳永 健伸, 田中 穂積: 時間的制約を考慮した実況生成のプランニング, 情報処理学会第 50 回全国大会講演論文集, 第 3 巻, pp. 89-90 (1995)
- [松原 97] 松原 仁, 竹内 郁雄: bit 別冊 ゲームプログラミング, 共立出版 (1997)
- [田村 89] 田村 直良: 要約過程の形式化と実現について, 人工知能学会誌, Vol. 4, No. 2, pp. 192-206 (1989)
- [Tanaka-Ishii 98] Tanaka-Ishii, K., Hasida, K., and Noda, I.: Reactive content selection in the generation of real-time soccer commentary, in *Proceedings of the 17th International Conference on Computational Linguistics*, pp. 1282-1288 (1998)