

時間的な順序関係を含む概念の学習手法

1P-3

岩佐 英彦[†]

大川 剛直[‡]

馬場口 登[†]

北橋 忠宏[†]

[†]大阪大学産業科学研究所

[‡]大阪大学情報処理教育センター

1 はじめに

従来の概念学習の研究が対象としている概念は、時間の変化を含まない静的なものが中心である。しかし人間はこのような静的な概念ばかりではなく、時間の経過を伴う動的な概念も同時に扱っている。静的な概念の場合、様々な個体間にどのような関係が成り立っているかが概念の意味を決定するが、動的な概念の場合はさらにその関係の間にどのような順序関係が成り立っているかが概念の意味を決定する重要な要素となる。本稿ではこのような動的な概念を時間的な順序関係の規則性に着目して獲得する手法について検討する。

2 例題の記述

本稿で検討する概念の学習方法は正の例題からの学習である。まず例題の記述方法について説明する。

例題は一階の述語を用いて記述される。各述語には必ず区間を表す定数が含まれる。以下では述語の引数として現れる区間以外の定数を個体と呼び、区間を表す定数を単に区間と呼ぶ。区間の順序関係の表現には Allen の定義した 7 つの述語 (before, meets, starts, finishes, overlaps, during, equals)[1] を用いる。さらに例題には各個体の所属するクラスに関する記述が含まれる。

以下では野球における「内野ゴロでアウトになる」という概念を題材とし、例題の記述の具体例を示す。例えば山田という投手が区間 I において投げることを、ならびに山田がクラス「投手」に所属することをそれぞれ「投球 (山田, I)」、「山田 is_a 投手」と表す。内野ゴロでアウトになった例の記述を図 1 に示す。この例題は、打者が打席にはいってから二塁ゴロを打ってアウトになるまでの、イベントの系列の記述したものである。図中では順序関係を表す述語は矢印で表現されている。

Learning a concept including temporally ordered relations, Hidehiko IWASA, Takenao OHKAWA, Noboru BABAGUCHI, Tadahiro KITAHASHI, Osaka University

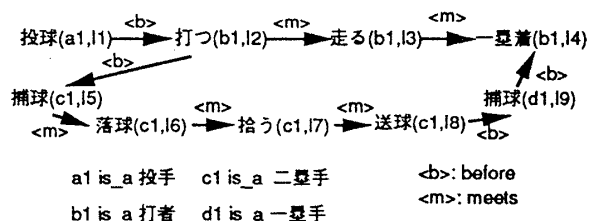


図 1: 例題の記述例 (例題 1)

3 背景知識

次に概念の獲得のために必要となる背景知識について述べる。背景知識は以下の 2 種類であり、いずれも階層関係を与えるものである。

- [クラスと述語の階層関係] 個体の所属するクラスや、述語に関する階層関係を背景知識として与える。例として一塁手 is_a 内野手などがあげられる。A is_a B であるとき B は A より一般的であるという。個体や述語の一般化にはこの階層関係を用いる。
- [順序関係の階層関係] Allen が定義した順序関係の述語は区間の両端の順序を厳密に規定しているが、これを一般化して区間の始点、終点のそれぞれの順序関係や区間の重複関係を表す述語を用意し、それらの階層関係を与える [2]。

4 概念の学習手法

概念記述は 2 つの例題を比較し、共通部分を抽出し必要に応じて一般化することによって獲得される。また、例題が 3 つ以上ある場合にはまず 2 つの例題から概念記述を獲得し、以後はそれまでに得られた概念記述と例題とを比較して学習を行なう。

学習手続きは、1. 区間の対応付けとそれに伴う定数の対応付け、2. 述語、個体のクラス、区間の順序関係の一般化、3. 複数個生成された概念記述の評価の 3 段階からなる。各段階の処理を簡単に説明する。

1. [区間の対応付け] 2 つの例題を比較し、ある 2 つの区間が、互いにその述語が同じクラスの述語で

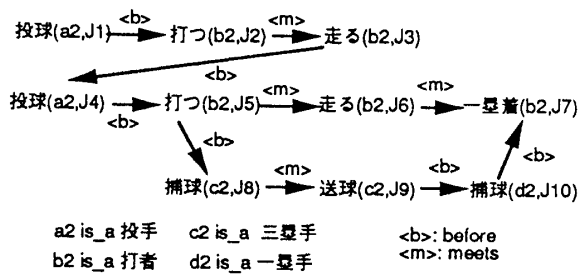


図 2: 例題 2 の記述

あり、かつ、引数の同じ位置の定数が同じクラスに包含される時、その区間を対応付ける。複数の対応付けが可能な場合、その全ての場合を対応付けの候補として生成する。

2. [一般化] 対応付けられた区間を含む述語を互いに比較し、述語や引数の同じ位置の個体の所属するクラスを背景知識で与えられた階層関係に基づいて一般化する。次に、対応付けされた区間の中で、もとの例題において順序が明示されている区間の順序関係を例題間で比較し、背景知識に基づいて一般化する。片方の例題でしか順序関係が明示されていない場合、順序関係の推移則 [1] などを用いて計算する。いずれの一般化も最小限にとどめることとする。
3. [概念記述の評価] 複数の概念記述の候補が生成された場合には、「動的な概念においては順序関係が概念の意味を表す」という観点から、一般化された順序関係をもとの例題における順序関係と比較して、一般化の程度の低いものから順に高い評価を与える。具体的には順序関係の一般化をおこなった際にたどった階層のステップ数の総和を評価値として用いる。

5 具体例および検討

ここでは図 1 と図 2 に示す例題が「内野ゴロでアウト」という概念の例題として与えられた場合を題材に、上述した手法の適用例を示し、その結果を検討する。例題 2 には一球目をファウルした後で二球目を打ってアウトになった様子が記述されている。

まず二つの例題を比較し区間の対応付けを行なう。述語「投球、打つ、走る」が複数個存在するために対応付けも複数個存在する。可能な区間の対応付けとしては図 3 のようなものが考えられる。対応付けの候補は他にも存在する。

```
case1{(I1,J4),(I2,J5),(I3,J6),(I4,J7),(I5,J8),(I8,J9),(I9,J10)}
case2{(I1,J1),(I2,J2),(I3,J6),(I4,J7),(I5,J8),(I8,J9),(I9,J10)}
case3{(I1,J1),(I2,J5),(I3,J6),(I4,J7),(I5,J8),(I8,J9),(I9,J10)}
```

図 3: 区間の対応付けの一部

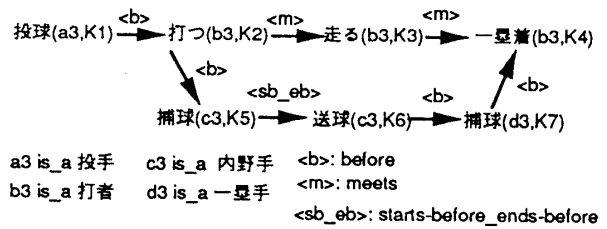


図 4: 獲得された概念記述の一つ

case1 について、記述の一般化を考える。個体のクラスに関しては、投手、打者、一塁手は一般化されず、二塁手、三塁手が内野手へと一般化される。述語の一般化は行なわれない。順序関係は「送球」と「捕球」の間の順序が sb_eb (区間の始点と終点の順序関係が同じであることを表す述語 [2]) へと一般化されている。上の処理の結果、獲得された概念記述の候補を図 4 に示す。

case2 の対応付けの場合 case1 での一般化に加えて、I2 と I3、J2 と J6 の順序関係が一般化され、評価は case1 の方が高くなる。このことは順序関係の規則性を評価基準として用いることにより概念記述の候補の選別が可能であることを示している。しかし、case3 の対応付け結果は、例題 2 において一球めの投球 (J1) を二球目で打つ (J5) ことになるという不自然な対応付けとなっているにもかかわらず、この区間どうしの順序関係の一般化がなされていないために評価は case1 と同じである。この問題は順序関係 before の性質に起因するものと考えられるが、このような問題の扱いは今後の課題である。

6 むすび

時間的な順序関係を含む概念の学習手法について検討した。区間の対応付け結果を、順序関係の規則性を基準として評価する点が特徴である。前述したような不自然な対応付けを正しく評価できる手法の検討が今後の課題の 1 つである。

参考文献

- [1] Allen, J.F.: "Towards a General Theory of Action and Time", Artificial Intelligence, Vol.23, No.2, pp.123-154 (1984).
- [2] 岩佐, 大川, 馬場口: "順序関係によって表現される時間概念の獲得法", 情報人工知能研究会 AI86-2 (1993).