

フレーム表現による状況モデルの表現方法の提案

清田 昌宏[†] 大橋 淳[†] 榎津 秀次[‡] 古宮 誠一[†]

[†] 芝浦工業大学大学院 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5

[‡] 芝浦工業大学 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5

E-mail: [†] {m105040,m106022,skomiya}@shibaura-it.ac.jp, [‡] enokizu@shibaura-it.ac.jp

あらまし 人が文章を読解する時には、読んだ文章に関する表象を頭の中に作り上げている。そのような心的表象を表すモデルの一つに状況モデルがある。本研究は、物語理解における状況モデルを、知識表現方法の一つであるフレーム表現を用いて計算機上で表現する方法を提案し、計算機による物語理解の実現を目指す。

キーワード 状況モデル, フレーム表現, 文章理解

A Proposal for a Method to Express a Situation Model with Frame Representation

Masahiro KIYOTA[†] Jun OHASHI[†] Hideji ENOKIDU[‡] Seiichi KOMIYA[†]

[†] Graduate School of Engineering, Shibaura Institute of Technology 3-7-5 Toyosu, Koutou-ku, Tokyo, 135-8548 Japan

[‡] Shibaura Institute of Technology 3-7-5 Toyosu, Koutou-ku, Tokyo, 135-8548 Japan

E-mail: [†] {m105040,m106022,skomiya}@shibaura-it.ac.jp, [‡] enokizu@shibaura-it.ac.jp

Abstract When the person comprehends sentences, the symbol concerning read sentences is made up to the head. The situation model is one of the models which the symbol is shown. We propose a method by using frame representation on computer to express situation model in story understanding, and aim at achieving story understanding by computer.

Keyword Situation Model, FrameRepresentation, Story Understanding

1. はじめに[1][2][3]

人間が文章を読解する時には、読んだ文章に関する表象を頭の中に作り上げている。そのような心的表象を表すモデルの一つに状況モデルがある。

状況モデルは、人間が文書を読解する際に、“時間”、“空間”、“主人公と対象”、“意図”、“因果関係”の5次元を用いて心的表象を作り上げ、理解しているというものである。状況モデルに従えば、文章を理解することとは、ある文を読み次の文を読んだときに、表象を絶えず更新していくことだといえる。

状況モデルはあくまでも心的表象のモデルであり、計算機上で表現することはできない。

そこで本研究では状況モデルの5次元全てを、フレーム表現を用いて表現する方法を提案し、計算機上で状況モデルを表現することで、計算機による物語理解を目指す。

2. フレーム表現による状況モデルの表現方法 [1][2][3]

状況モデルを、計算機上で表現するにあたって、な

にをもって状況モデルを表現できたと言えるだろうか？

本研究では、状況モデルを表現できているということ、次の2つの状況モデルの特徴を満たしていることだと定義している。

(C1) 5つの状況的次元

(C2) トークンによる状況の変化

ここでC1の5つの状況的次元とは以下の5つである。

(S1) 空間・・・どこで起こった出来事なのか

(S2) 時間・・・いつ起こった出来事なのか

(S3) 主人公と対象・・・誰または何が関わっているのか

(S4) 意図・・・どういう意図で行われたのか

(S5) 因果関係・・・前に起こった出来事と関連があるのか


C2のトークンによる状況の変化とは、あらかじめ状況として取り得る値が決まっており、その中の一つが選択されることによって状況が遷移することである。

例えば、学生が1時限目は教室301に、2時限目は教室101に移動する例を考える。時間の取り得る値

は1時限目から5時限目,教室の取り得る値は101, 201, 301, 401, 501だとする。

この時学生が1時限目-301教室から2時限目-101教室に移動する例は図1のように表せる。これは、有限個の値から一つの値を選択することで状況が決まり、選択する値が変わることで状況が遷移している。

時間	教室
1時限目	101
2時限目	201
3時限目	301
4時限目	401
5時限目	501



時間	教室
1時限目	101
2時限目	201
3時限目	301
4時限目	401
5時限目	501

図1. トークンによる状況変化の表示

上記の2つの条件を満たして物語理解の過程を計算機上で表現するには、5つの状況的次元をフレームで表現したものを“状況”とし、システムに文章が入力されるたびに状況が有限の範囲で遷移していけばよい。

次に、2つの条件を満たすようなフレーム表現による状況モデルの表現方法を説明する。

2.1. 物語における状況変化

本研究では、物語を文章理解の対象としている。物語理解における状況モデルを、フレーム表現を用いて表現するに当たって、何に着目すればよいだろうか？物語は、登場人物の行動によって話が展開していく。これはある文章を入力として受け付けたときに、その文章に記述されている登場人物の行動によって、状況が更新されていくことだと捉えることができる。

そこで、本研究では登場人物を主体に、物語の状況変化を捉えていく。

2.2. 人物

登場人物を主体に物語の状況変化を捉えるために、状況モデルの“登場人物と対象”を表すフレームである人物フレームを用意し、このフレームで物語の登場人物一人の状況を表す。物語の登場人物全員の人物フレームを合わせることで、物語全体の状況を表現することが出来る。物語に登場する全ての人物は、人物フレームのインスタンスとして作られる。図2にスロットとして、人物名だけを持たせた人物フレームとそのインスタンスの例を示す。

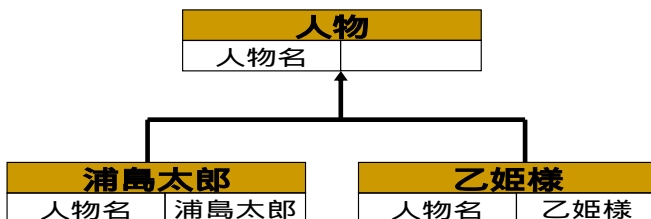


図2. 人物フレームとそのインスタンスの例

次に、人物フレームが登場人物一人の状況を表すためには、どのようなスロットを持つべきかを考える。

“状況”を表現するには状況モデルの5つの状況的次元を表現しなければならないので、人物フレームが登場人物一人の“状況”を表すのであれば、人物フレームは状況モデルの5次元を表現できていなければならない。状況モデルの5次元のうち、“登場人物と対象”は人物フレーム自身を表すので、実際にはその他の4次元を表現できれば良い。

2.3. 空間

まず、人物フレームで表現すべき4つの状況的次元のうち、“空間”について考える。物語において空間は物語が現在注目している空間と、登場人物が実際にいる空間の2つが考えられる。本研究では、人物ごとに状況を捉えるために、人物ごとに空間を考える。

そこで人物フレームに空間スロットを用意する。空間スロットにはスロット値として、空間フレームのインスタンスへの参照をいれる。空間フレームはスロットとして空間名を持ち、その値は文字列となる。物語中に現れる場所は、この空間フレームのインスタンスとして作られる。人物フレームの空間スロットに、値として空間フレームのインスタンスへの参照を入れることで、人物がどの空間にいるかを表現する。

図3.1に空間フレームと人物フレームの関係を、図3.2に空間フレームとそのインスタンスの例を示す。

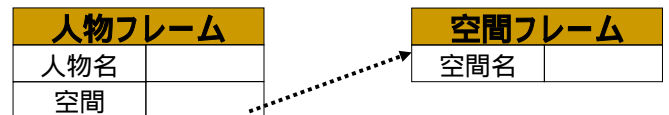


図3.1. 人物フレームと空間フレームの関係

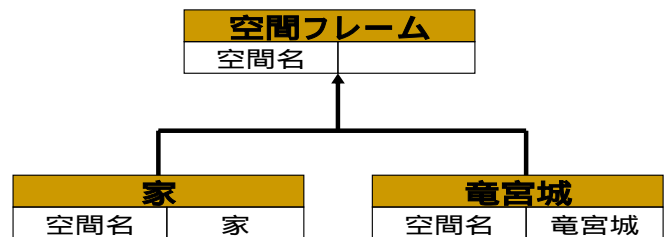


図3.2. 空間フレームとそのインスタンスの例

2.4. 時間

次に“時間”について考える。“時間”についても物語全体で時間を捉える方法と、人物ごとに時間を捉える方法が考えられる。本研究では人物ごとに状況を捉えるために、後者を採用する。そこで人物フレームに時間スロットを用意する。時間スロットにはスロット値として、時間フレームのインスタンスへの参照をいれる。時間フレームはスロットとして時間名を持ち、その値は文字列となる。物語中に現れる時間は、この時間フレームのインスタンスとして作られる。人物フレームの時間スロットに、値として時間フレームのイ

ンスタンスへの参照を入れることで、人物がどの時間にいるかを表現する。

図4.1に時間フレームと人物フレームの関係を、図4.2に時間フレームとそのインスタンスの例を示す。



図4.1. 人物フレームと時間フレームの関係

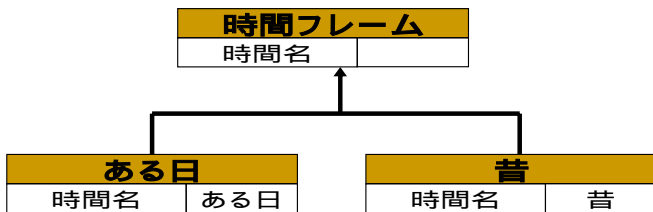


図4.2. 時間フレームとそのインスタンスの例

2.5. 因果関係

次に“因果関係”について考える。因果関係とは行動と行動の関連であると言える。

そこでまず、行動を考える。行動は人物が行うものなので、人物フレームに行動スロットを用意する。行動スロットにはスロット値として、行動フレームのインスタンスへの参照を入れる。物語中に現れる行動は、この行動フレームのインスタンスとして作られる。

では行動フレームにはどのようなスロットを持たせればよいか？行動は時間や空間と違い、静的な値では表現できない。そこで、本研究では人物の行動をメソッドで表現する。メソッドは行動フレームの行動スロットのスロット値になる。メソッドの例としては、例えば、“太郎は竜宮城へ行った”と言う文章を考えると、この文章は“太郎の空間が竜宮城になった”ということなので、“行く”という行動には、行動の主体の空間を変えるメソッドを用意すれば良い。人物フレームの行動スロットに行動フレームへのインスタンスへの参照を入れることで、人物の行動を表現できる。

図5.1に行動フレームと人物フレームの関係を、図5.2に行動フレームとそのインスタンスの例を示す。

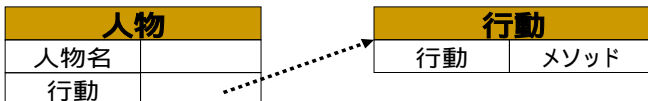


図5.1. 行動フレームと人物フレームの関係



図5.2. 行動フレームとそのインスタンスの例

さて、“因果関係”を表現するには行動と行動の関連を表現する必要がある。行動と行動の関連という様々な関連があるが、本研究では“ある行動がある行動の原因となっていること”に限定している。例えば“助けてもらったので、お礼を言う”という文章を考えると、“助ける”という行動が、“お礼を言う”という行動の原因となっている。

このように限定すると、行動フレームに原因スロットを用意し、そのスロット値に行動フレーム自身への参照を入れることで因果関係を表現できる。

図6.1に原因スロットを追加した行動フレームを、図6.2に因果関係を表現した行動フレームのインスタンスの例を示す。



図6.1. 行動フレーム

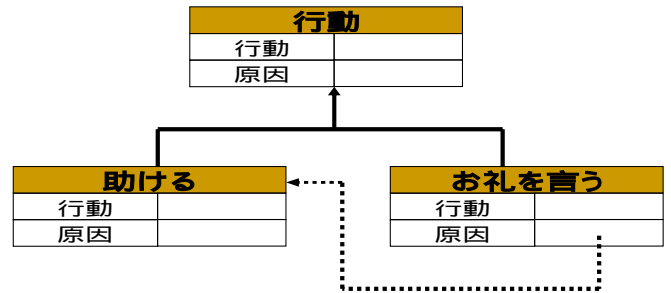


図6.2. 因果関係を表現した行動フレームのインスタンス

2.6. 意図

次に“意図”について考える。意図とは“人物の目標”であると言える。目標と言うと、幅広い意味があるが、本研究では限定して“ある行動をしたいという欲求や願望”であるとしている。このように定義した意図をフレームで表現するには、人物フレームに意図スロットを用意し、スロット値として行動フレームへの参照を入れることで実現できる。

例えば“一寸法師”の“侍になりたい”という意図を表現するには、まず行動フレームのインスタンスとして“侍になる”というフレームを用意し、一寸法師フレームの意図スロットに、“侍になる”というフレームへの参照を入れればよい。このようにすることで、一寸法師の“侍になる”という行動がしたいという意図を表現できる。図7.1.に意図スロットと行動フレームの関係を、図7.2.に意図を表現した例を示す。

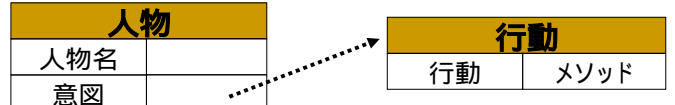


図7.1. 意図スロットと行動フレームの関係

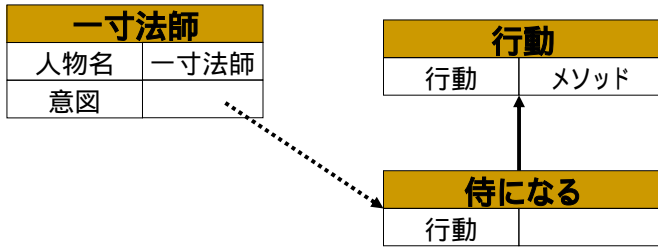


図7. 2. 意図をフレームで表現した例

2.7. 状況フレーム

今までに、人物を主体として捉えた時の、5つの状況的次元の表現方法を説明した。全ての状況的次元の表現方法を連携させると、物語における登場人物の状況は図8のように表すことができる。本研究ではこれを状況フレームと呼ぶ。

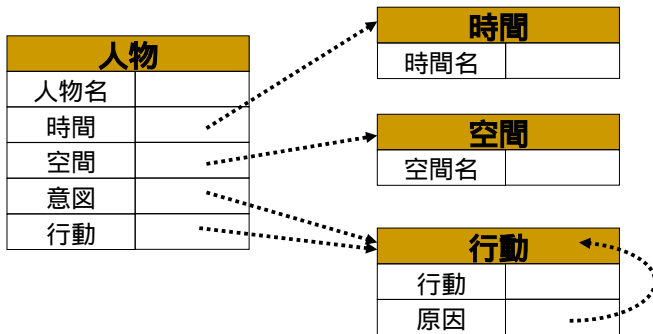


図8. 状況フレーム

状況フレームをこのように定義した場合、状況モデルを表現できているといえるだろうか？まず一つ目の定義についてであるが、2.2. から2.6. で全ての状況的次元を表現できるようにフレームを用意したので、満たしていると言える。状況フレームと状況モデルの5つの状況的次元の対応を以下に示す。

登場人物と対象・・・人物フレーム

時間・・・人物フレームの時間スロット

空間・・・人物フレームの空間スロット

意図・・・人物フレームの意図スロット

因果関係・・・行動フレームの原因スロット(ただし、行動フレームは人物フレームの行動スロットの値)

2つ目の定義についてであるが、本研究ではあらかじめ取りうる値を全てフレームとして登録しておく。これは、人間であれば、文章に出てくる単語の意味を理解することができるが、計算機は理解することが出来ない。人間が物語を読む際に、必要となる前提知識はあらかじめシステムに全て持たせておく必要があるからである。こうすることで取り得る値が決まるので状況フレームの取り得る状態は有限である。故にトークンによる状況の変化を実現できているといえる。

2つの定義を満たしている。状況フレームは状況モデルを表現していると言える。

3. 状況フレームの更新手順[1][2][3]

計算機による物語理解を行うには、文章が入力されるたびに状況フレームを更新していかなければならない。そこで、状況フレームがどのような文章の時に、こういった手順で更新されるのかを説明する。

3.1. 時間の更新

まず“時間”について考える。本研究では人物ごとに時間を捉えているので、文章中に人物が行動を行った時間が記述されている場合に更新すればよい。時間の更新は人物フレームの時間スロットの値の参照先を切り替えることで行われる。

例えば“遠い昔のこと、浦島太郎は両親と海辺の村に住んでいた。”という文章が入力されたとする。この時、文章の解析結果から太郎の“住む”という行動が行われた時間は“遠い昔”であることがわかる。すると、“太郎フレーム”の時間スロットに、“遠い昔フレーム”への参照がセットされる。

次に“ある日のこと、太郎は子供たちにいじめられていたカメを助けてあげました”という文章が入力されると、太郎の“助ける”という行動が行われた時間は“ある日”であることがわかる。すると“太郎フレーム”の時間スロットの値を“遠い昔フレーム”への参照から“ある日フレーム”への参照に切り替える。

図9に参照の切り替えの様子を示す。

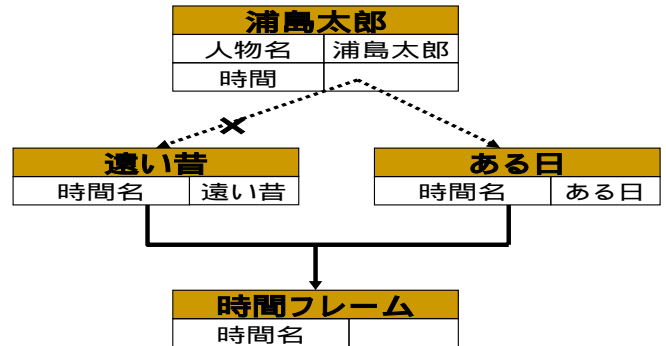


図9. 時間フレームの更新

3.2. 空間の更新

次に“空間”について考える。空間の更新には、文章中に行動が行われた空間が記述されている場合と、文章中に記述されている行動が、人物の移動を行う行動であった場合の2種類が考えられる。前者の場合は、人物フレームの空間スロットの値に、文章中に記述されている空間への参照を入れることで更新を行う。後者の場合は人物フレームの行動スロットに行動をセットし、セットされた行動のメソッドが起動され、メソッドにより人物フレームの空間スロットの値が書き換わることで、空間が更新される。

前者の例として、“太郎は海に出て釣りをしていました”という文章を考えると、システムは文章の解析結果から太郎の“釣りをする”という行動が行われた

のは海であると判断する．すると“太郎フレーム”の空間スロットに“海フレーム”への参照がセットされる．

後者の例として“太郎は家に帰りました”という文章を考えると，まず“太郎フレーム”の行動スロットに“帰るフレーム”への参照をいれ，“帰るメソッド”を起動する．すると，“帰るメソッド”が“太郎フレーム”の空間スロットに“家フレーム”への参照をセットする．図10．に後者の場合の空間の更新の様子を示す．

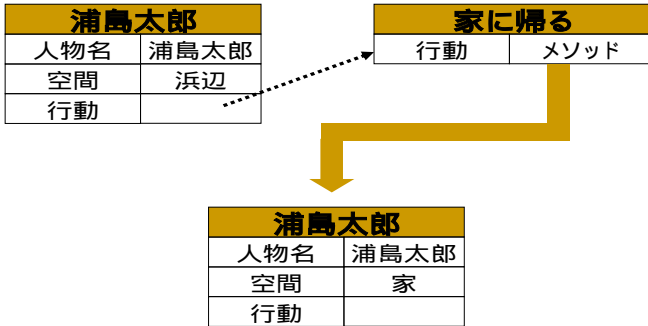


図10．空間の更新の様子

3.3. 意図の更新

次に“意図”の更新について考える．入力された文章から人物の意図を抽出するのは難しい．そこで，本研究では限定して“決意する”や“決心する”などの言葉の前に書かれている行動を意図として，更新を行う．意図の更新は，まず人物フレームの行動スロットに“決意する”などの行動への参照をセットし，そのメソッドが起動される．すると，“決意する”などのメソッドが，意図スロットの値の参照先を切り替え，意図の更新を行う．

例えば“一寸法師は侍になることを決意した”という文章をうけつけると，まず“一寸法師フレーム”の行動スロットに“決意するフレーム”をセットし，“決意するメソッド”を起動する．“決意するメソッド”は侍になることを決意するのだということを判断し，“太郎フレーム”の意図スロットに，“侍になるフレーム”への参照をセットする．

図11．に意図の更新の様子を示す

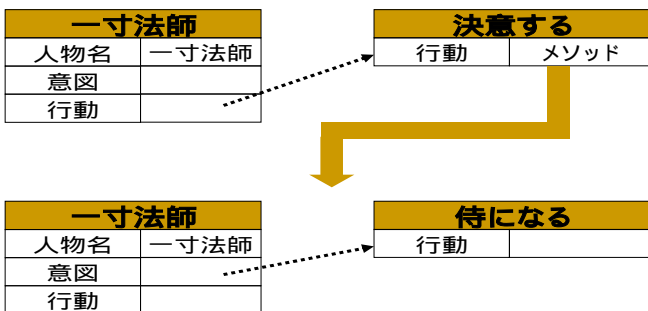


図11．意図の更新の様子

3.4. 因果関係の更新

次に“因果関係”の更新について考える．本研究では因果関係を“ある行動がある行動の原因となっていること”と定義しているが，文章中に明示的に行動の原因について書かれていない場合は，原因を抽出するのは難しい．そこで，本研究では“なぜならば”，“ので”などの因果結合語を用いて，明示的に原因が記述されている場合に因果関係の更新を行う．因果関係の更新は行動フレームの原因スロットの参照先をセットすることで行われる．

例えば，“乙姫様は，太郎にカメを助けてもらったので，お礼を言った”という文章を考えると，まず乙姫様の行動スロットに，“お礼を言うフレーム”への参照をセットする．次に，“お礼を言うフレーム”の原因スロットに，“カメを助けるフレーム”への参照をセットする．これにより，乙姫様がお礼を言ったことの原因が，太郎がカメを助けたことだと判断できる．

3.5. 更新の自動化の問題

計算機による物語理解を行うには，入力として文章を与えたならば，文章に合わせてフレームが自動で更新されるようであればならない．そのためには，入力された文章から“人物”を表す部分，“行動”を表す部分などを自動で判定する必要がある．本研究ではこの問題を解決するため，入力された文章を格フレームに分解し，格に合わせてそれぞれのフレームを更新することを検討している．

4. 計算機による物語理解

ここまで，フレーム表現を用いて状況モデルを表現する方法と，フレームの更新手順について説明した．

しかし，本研究の最終目標は計算機による物語理解である．状況モデルを計算機上で表現しただけでは，計算機が物語を理解したとは言えない．では，どうすれば計算機が物語を理解したと言えるだろうか？

本研究では，現在以下の3つを計算機が物語を理解したということだと定義している．

1．現在までの状況から，これから入力されるであろう情報を推論できる．

2．システムに入力された文章に関する質問に答えることができる．

3．あきらかに矛盾のある入力を判定できる．

1．の推論の例としては“意図”を用いて，明らかに登場人物の意図と矛盾するような行動は取れないようにすることである．

2．の推論の例としては例えば“浦島太郎はカメのどこへ行ったか？”という質問に対し，“竜宮城”と答えることである．

3．の推論は，例えば“浦島太郎はいじめられていたカメを助けた”という文章が入力された場合，“浦島太

郎”と“カメ”の時間，空間をチェックし，二人の時間，空間が一致しなければ，エラーを出すといった推論である．

これらの推論の自動化を行えるよう，今後検討を行っていく．

5. おわりに

本稿では，人間が文章を読む時の，心的表象を表すモデルの一つである状況モデルを計算機上で表現するために，フレーム表現を用いて状況モデルの5次元全てを表現する方法を提案し，どのような条件で，どのような手順でフレームの更新を行うかについて述べた．

今後，フレームの更新の自動化を行うために格解析との連携を行い，物語に関する質問に対して推論を行い応答できるシステムの実装を目指す．

文 献

- [1] Rolf A.Zwaan,Gabriel A.Radvansky, “Situation models in language comprehension and memory,” Psychological bulletin , no.123(2), pp.162-185, 1998
- [2] 台良 剛, “汎用フレーム型知識工学環境ZERO++の開発,”1999年度東京電機大学大学院理工学研究科修士学位論文, 1999 .
- [3] 新田 克己, “知識と推論,” サイエンス社,2002