

自然言語によるアニメテッドエージェントの複数動作制御

藤澤 瑞樹[†], 大石 亨[‡], 奥村 学^{§,†}

[†] 北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

[‡] 明星大学 情報学部 電子情報学科 [§] 東京工業大学 精密工学研究所

mfujisa@jaist.ac.jp, oishi@ei.meisei-u.ac.jp, oku@pi.titech.ac.jp

1 はじめに

近年, 自然言語によるインタフェースの要望が高まって来ている. 言語的インタフェースは, 我々が普段から用いているため覚える必要がなく, 複雑な指示を簡潔に伝えることが可能であるため, 従来のインタフェースと比較してより自然で柔軟であるからである.

計算機に自然言語を理解させるという研究は, Winograd の SHRDLU がよく知られている [Winograd76]. SHRDLU は積木の世界を扱っており, ユーザは計算機中のロボットに対し自然言語で指示し, 積木を移動させることが出来る. しかし, このSHDLU は積木の世界という非常に小さな世界を扱っていたためにその実現が可能であったが, これをより複雑な世界に応用しようとする, 解決すべき問題が山積みとなり, それ以降の研究は成果があまりあがっていない.

しかし近年, 計算機の性能の向上, コンピュータグラフィックス技術の向上により, 計算機上に行動機能が豊富な3次元アニメテッドエージェントを作り出し, それを自由に動かすことが可能になってきた. このような状況になり, 新山らは, ユーザが仮想世界の映像を画面上で見ながら, 仮想世界上のエージェントに対し音声を通じて自然言語で指示を与えることが出来るシステム「傀儡」を開発した [新山99], [田中00]. 傀儡では, 与えられた音声をもとに音声認識システムにより自然言語の文とし, これに構文解析, 意味解析を施し, 最終的にはロボットへの動作指令に変換しロボットの動作映像を得る. しかしこの傀儡には, エージェントに対する命令文に単文しか扱えず, 動作を複数含む複文を用いた命令文を処理することが出来ない. 例えば, “ロボットはボールを家の

近くに押して”のような命令文を処理することは出来るが, “ロボットはボールを押して家の近くに行つて”のような複文を含んでいる文を処理することは出来ない. 実世界において, 人はこのような複文を当り前のように使用し, 対話を行っている. そのため自然言語をインタフェースとして用いるためには, これは是非とも解決しておきたい問題である.

そこで本稿ではこの複文の処理について我々が提案する手法について述べることにする. また複文処理において, ある命令文では仮想世界の状態によってその解釈が変化する場合がある. そのような場合の命令文の処理についても述べる.

2 複数動作の制御

複文を含む命令文を受け付けることが出来るようにするという事は, 一回の指示でエージェントに対し複数の動作を指示することを意味する. この複数動作の時間関係を特定し, それに即してアニメーションを生成しなければならない. その際, 複数動作の表現のうち, 「～してから…」や「～する前に…」, 「～した後で…」のように明示的に連続に実行すると表現しているものや, 「～する間…」や「～しながら…」のように明示的に同時に実行すると表現している場合の命令文の処理は容易であると考えられる. しかし, 「～して…」は, 命令文中の前項の動作と後項の動作を同時に実行するか, 連続して実行するかが状況によって異なるため, これを処理するには工夫が必要となる.

ここで, 複数の動作の時間関係をとらえるためには動詞のアスペクトを考慮しなければならない. そこで本研究では, アスペクト情報を取り入れている語彙概念構造 [郡司98], [影山96]を用いることとす

る。語彙概念構造を用いることによってアスペクト情報を扱うことが出来るだけでなく、動詞ごとに規則をつけるのではなく、語彙概念構造をもとに分類したクラスごとに規則をつけるのでより一般的な方法で推論できる。

本研究では複文を処理するために、まずこの語彙概念構造を用いて動詞をいくつかのクラスに分けることにする。次にこの語彙概念構造に基づいたクラスを基に、どのクラスを組み合わせたとときにどのような時間関係を持つかを規則化する。そして実際に複文を含む命令文を処理するときは、まず命令文中の動作のクラスを特定し、前述の規則を用いて動作間の時間関係を特定する。

次節からはまず作成した動詞のクラスについて述べ、つぎにクラスの組み合わせとその時間関係の規則について述べる。

2.1 動詞のクラス

本研究で作成した、語彙概念構造の構造に基づいた動詞のクラスを以下に示す。動詞のクラスは大きく分けて6つあり、それぞれのクラスはいくつかのサブクラスを持っている。

ただし記述中に現れる GO, ACT(-ON), BECOME, BE, CAUSE は語彙概念構造の意味述語を表し、それぞれ移動、行動、変化、状態、使役に相当する。また MANNER, EFFECT は意味述語の修飾語句 (Adjunct) として様態、動作の結果を表す。

1. 移動動詞 (第1述語として GO を持つもの)

11. GO の第2項に方向を指定する述語をとるもの
 111. 直示的方向を表すもの¹ 「行く、来る」
 112. 非直示的方向を表すもの 「上がる、下がる、近付く、寄る」他
12. GO の第2項に経路位置関係を指定するもの

「越える、渡る、入る、出る」他
13. GO の Ajunct に MANNER を指定するもの

「転がる、流れる、滑る」

¹ 直示的方向性を表す動詞は「行く」、「来る」の2つだけであり、それ以外の方向性を表す動詞を、非直示的方向性を表すものとする。

2. 動作動詞 (第1述語に ACT を持つもの)

21. 付帯変化として移動を伴うもの (ACT の Ajunct として、EFFECT という1項述語をとり、その項として GO を指定する)

「歩く、走る、駆ける、泳ぐ、飛ぶ」他
22. 付帯変化として主体の状態が変化するもの

「立つ、すわる、寝る」
23. その他

「遊ぶ、泣く、笑う」他

3. 状態変化動詞 (第1述語として BECOME を持つもの)

31. 移動に伴う状態変化 (BECOME の第2項に BE を、BE の第2項の状態として、移動の結果状態を位置を表す AT で指定する。前提条件として、分離の場合は付着していること、付着の場合は分離していること)
 311. 分離 「取れる、抜ける、はがれる、ちぎれる」
 312. 付着 「付く、つながる、刺さる、はまる」
32. その他の状態変化 (BECOME の第2項に BE を、BE の第2項に状態を直接指定する)

「溶ける、色づく、壊れる、折れる、切れる」

4. 使役移動動詞 (第1述語として CAUSE を持ち、CAUSE の第2項に GO をとる)

41. CAUSE の第2項に 11 をとるもの

「上げる、下げる、降ろす、落とす」他
42. CAUSE の第2項に 12 をとるもの

「渡す、通す、入れる、出す」他
43. CAUSE の第2項に 13 をとるもの

「飛ばす、転がす、流す、滑らす」他

5. 対象動作動詞 (第1述語として ACT-ON をとる)

51. ACT-ON の EFFECT として GO をとる

「投げる、蹴る、押す、引く」
52. EFFECT を GO 以外または未指定

「殴る、触る、たたく、打つ、にぎる、つかむ」

(「持つ」はここに入る、ただし変化するのは行為の主体)

6. 対象状態変化動詞 (第1述語として CAUSE を持ち、CAUSE の第2項に BECOME をとる)

61. 移動の結果状態 (CAUSE の第2項に 31 をとるもの)

611. 311 をとるもの 「取る、抜く、はがす、ちぎる」

612. 312 をとるもの 「付ける、つなぐ、刺す、はめる」(「置く」はここに入る。ただし状態述語は ON)

62. その他の結果状態 (CAUSE の第2項に 32 をとるもの)

「溶かす、壊す、折る、切る、開ける、閉める」

2.2 クラスの組合せと時間関係

本節では2.1節で紹介した動詞のクラスに対し、その組み合わせがどのような時間関係を持つかを規則化する。以下にその規則を示す。

- {112, 12, 13} + {111, 21}, 動詞間に格要素を含まない

移動動詞を2つ組み合わせる場合、下記の条件 [田中 97] を満たさなければならない。ただし“<”は“<”の左項が右項より命令文中で前の位置にあることを表す。

付帯状況 < 様態 < 経路位置関係/否直示的方向性 < 直示的方向性

この条件を満たしているとき、「移動動詞の表す移動は、その様態、付帯状況と時間的に共起しなければならない」という時間的共起性の条件に従う。よってこの場合前項の動作と後項の動作を並列に実行する。ただし上記の条件中の付帯状況とは、移動とは独立した付随的要素のことである。

例: “ロボットは家の近くに寄って行って”

この例文においてロボットは「寄る」と「行く」を並列に実行する。

- {21} + {111, 112, 113}, 動詞間に格要素を含んでも良いが前項と後項の to 格は一致していなければならない

前項が様態を表す動詞で後項が移動を表す動詞を組み合わせた場合、これも前述の時間共起性の条件に従う。よって前項と後項を並列に動作させる。

例: “ロボットはボールの近くに走って行って”

この例文において、ロボットは「走る」と「行く」を並列に実行する。すなわち走りながら行く。

- {41, 42, 43, 51, 52, 61, 62} + {41, 42, 43, 51, 52, 53}, 動詞間に格要素を含んでも良い

使役動詞を2つ組み合わせる場合、使役手段を表すものが後項になることは無く、使役の手段を表す動詞は動詞の前項、経路位置関係/方向性/様態/付帯変化を表す使役動詞が後項となる。このとき前項は後項の手段を表しているの、これは連続に実行する。ただし後項の動作は、その手段となる前項の動作の結果として生じるものなので、エージェントによって実行されるものではなく、オブジェクトが自らの状態を変化させるように実行する。またこの場合、前項の手段によって後項の動作が達成されないような場合は、その命令を受理することは出来ない。

例: “ロボットはボールを投げて家を壊して”

ロボットはまずボールを家に向かって「投げる」。そしてボールが家にぶつかった結果、家が「壊れる」。

- {51, 52} + {111, 112, 12, 13, 21}, 動詞間に格要素を含んでも良い

移動動詞と使役動詞を組み合わせるとき、日本語では経路位置関係/方向性を主要部(後項)で表そうとするので、使役動詞を前項、移動動詞を後項に持つ。この場合、前項の動作が後項の動作の付帯状況となり、前述の時間的共起性の条件に従う。ただし前項の動作が瞬間的な場合、その繰り返しと移動が共起する(「投げて歩く」は何回も投げながら歩くを意味すると考えられる)。また前項の動作が繰り返し行えるものでな

いときは、命令中の動詞を受理することは出来ない。(“投げて歩く”の場合、対象となるオブジェクトを何回も投げる事が出来るかで決まる)

例：“ロボットはボールを押して家の近くに行つて”

ロボットは「押す」動作を繰り返し行いながら、並列して「行く」動作を実行する。

- {22, 52} + {全て}, 動詞間に格要素を含んでも良い

前項が主体の状態変化を表している場合で、前項の動作は後項の動作の付帯状況となり、時間的に共起する。ただし動作の結果の状態が共起するので、動作は連続に実行させる。

例：“ロボットはボールを持って家に近付いて”

ロボットはまずボールを「持つ」。そしてボールを持った状態を保ったまま、「家に近付く」動作を実行する。

- 上記以外の組合せにおいては、単に前項の動詞と後項の動詞を連続に実行させる。

2.3 状況に依存した解釈

また、以下のような動詞クラスの組合せのとき、その命令の解釈は仮想世界の状況に依存し、異なる場合があると考えられる。

- {22, 41, 42, 43} + {全て}

命令文のパターンが上記のような場合で、前項の状態変化が既に満たされている場合、命令文の意図は前項の動作を実行するのではなく、その結果状態を持続したまま後項の動作を実行すると解釈することにする。

例： a. “ロボットはボールを持って”

b. “ロボットはボールを持って家に近付いて”

上記の対話例は、ユーザがまず a. の指示を行った後、b. の指示を行ったものとする。したがって b. の指示を受けた時点では、ロボットは既にボールを持った状態になっているそのため b. の指示は新たに「ボールを

持つ」のではなく、「ボールを持っている」状態で「家に近付く」動作を意図していると考えられる。

3 おわりに

自然言語理解システム「傀儡」の“命令文に単文しか扱えない”という問題点を解消するために語彙概念構造に基づいた動詞のクラスを作成し、そのクラスの組合せに対しどのような時間関係を取るかを規則化した。これにより複文を含む命令文の処理が可能となった。また複文の処理の際、仮想世界の状態によって命令文の解釈が異なる場合があることを指摘し、その処理の手法について示した。

しかし実際には、前項の動作を行ったために後項の動作を実行することが不可能になったり、仮想世界の状態から二つの動作を並列に実行することが出来ない場合が生じる可能性がある。そのためシステムに推論機構を導入し、動作を適宜、変更する必要がある。今後はこの推論機構に取り組むつもりである。

参考文献

- [Winograd76] Terry Winograd 著, 淵一博, 田村浩一郎, 白井良明訳, “言語理解の構造”, 産業図書, ISBN4-7828-5236-3, 1976
- [影山96] 影山太郎, “動詞意味論”, くろしお出版, ISBN4-87424-130-1, 1996
- [郡司98] 郡司隆男, 阿部泰明, 白井賢一郎, 坂原茂, 松本裕治, “岩波講座 言語の科学 4 意味” 岩波書店, ISBN-00-010854-9, 1998
- [新山99] 新山祐介, “ソフトウェアロボットの行動を制御する対話システムに関する研究”, 東京工業大学 情報理工学専攻 計算工学専攻 修士論文, 2000
- [田中97] 田中茂範, 松本曜著, “空間と移動の表現”, 研究社出版, ISBN4-327-26006-1, 1997
- [田中00] 田中穂積, “言語理解とロボットの行動制御 - 音声認識から音声理解へ -”, 信学技報 NLC2000-33, pp37-42, 2000