

対話参加者の心的状態に関する制約を用いた文脈処理手法

4D-5

堂坂 浩二 小暮 潔 飯田 仁

ATR自動翻訳電話研究所

1. はじめに

現在、対話文を解析する際、発話における省略情報の補完を行うことを狙いとして、文脈処理機構に関する研究を進めている[4]。ここでは、研究対象として目標指向型対話を考え、中でも国際会議への参加に関する問合せ側と国際会議の事務局側との日本語による対話を対象とする。また、本研究においては対話参加者間の相互信念と共有意図という心的状態を文脈とみなす。本研究の目的は、対話参加者が遂行する情報伝達行為から、文脈(対話参加者の心的状態)に関する情報を推論する文脈処理機構の構築である。

そこで文脈(対話参加者の心的状態)を表現するために、状況理論[2]に基づく表現の枠組みを提案した[4]。本稿では、その枠組みに基づいて対話参加者の心的状態に関する制約を用いた推論手法について述べる。この手法は、発話から文脈情報を認識するための認識プロセスと、文脈情報から省略を補完するために必要となる予測プロセスとを一般的な枠組みの中で統合できるという特徴をもつ。

2. 文脈処理機構

ここで、文脈処理機構の概略について述べる。現在、本研究所では対話文を解析するための単一化に基づく解析器を開発している[5]。発話は、その解析器によってその語彙・統語論的な特徴が解析され、解析結果は素性構造によって表現される。

文脈処理機構は、まず発話の素性構造に含まれる語彙・統語論的特徴から、発話を情報伝達行為タイプに分類する。この情報伝達行為タイプを次に、その表現形式と典型例とともに示す。なお、ここでの情報伝達行為の分類は、一般の発話行為理論における分類法に基づいている[6]。

●行為指導型

≪DIRECTIVE, {AGEN ← sp, RECP ← hr, SITU ← o}≫.
話し手spが聞き手hrに事態oを達成するように指導する。
(例)登録用紙を送って下さい。

●行為拘束型

≪COMMISSIVE, {AGEN ← sp, RECP ← hr, SITU ← o}≫.
話し手spが聞き手hrに対して、話し手spが事態oを達成する意図をもっていることを伝達する。
(例)登録用紙をお送り致します。

●陳述表示型

≪ASSERTIVE, {AGEN ← sp, RECP ← hr, SITU ← o}≫.
話し手spが聞き手hrに事態oが成立することを伝達する。
(例)名前は、杉本高文と申します。

●疑問提示型1

≪ROGATIVE-IF, {AGEN ← sp, RECP ← hr, SITU ← o}≫.
話し手spが、聞き手hrに対して、話し手spが事態oが成立するかどうか知りたいことを伝達する。
(例)登録用紙は、お持ちでしょうか?

●疑問提示型2

≪ROGATIVE-REF, {AGEN ← sp, RECP ← hr, OBJE ← [x|C(x)]}≫.
話し手spが、聞き手hrに対して、タイプ[x|C(x)]に属する対象が何であるかを知りたいことを伝達する。
(例)ご住所をお聞かせ願えますか?

文脈処理機構は、この情報伝達行為を入力として対話文脈についての情報を推論する。文脈を表現するために次の3つの状況を用いる。

●相互信念状況(MB): 対話参加者間で相互に了解されている信念から成る状況 (例:「問合せ側が登録用紙を持つ」)

●タスク型共有意図状況(TG): タスクに関する共有意図から成る状況 (例:「事務局側が登録用紙を送る」)

●情報伝達型共有意図状況(CG): 情報伝達に関する共有意図から成る状況 (例:「話し手が聞き手に情報を伝える」)

状況MBは相互信念を、状況TGとCGは共有意図を記述するために導入される。ここでは、情報伝達行為型の意図は、タスク型意図と異なり、対話進行中に達成されてしまうと考えると、TGとCGの区別を設けた。文脈は、これらの状況において、あるパラメタ化事態が成立するという条件によって表現される。文脈処理機構は、既に知られている心的状態に関する条件と次節で述べる制約とを用いて、推論を進める。文脈処理機構は、まず、パラメタ化事態 $\sigma(x)$ で表される情報伝達行為が観察されるとき、情報伝達行為 $\sigma(x)$ が情報伝達型共有意図となることを示す条件 $CG = \sigma(x)$ を新たに知り、さらに4節で述べる手法に基づいて、心的状態について推論を進めていく。

3. 心的状態に関する制約

心的状態に関する制約は、イベントに関する知識を参照・利用する。イベントに関する知識は、あるイベントとその帰結、さらにその帰結を可能にする環境の3つ組を用いる[4]。次に、「送る」というイベントに関する知識の記述例を示す。

●≪送る-1, {AGEN ← x1, RECP ← x2, OBJE ← x3, ADDR ← x4 | C(x3, x4)}; 1≫.
帰結状況 ≪持つ-1, {AGEN ← x2, OBJE ← x3}; 1≫.
環境状況 ≪持つ-1, {AGEN ← x1, OBJE ← x3}; 1≫.
(C(x3, x4) = ≪住所-1, {OBJE ← x4, AGEN ← x3}; 1≫.)

また、心的状態に関する制約は、状況MB, TG, CGに関する制約として、次の形式で記述する。

$C1(x) \Rightarrow C2(x)$.

$C1(x)$, $C2(x)$ は3つの状況MB, TG, CGに関する条件を表し、 x はパラメタを表す。このとき、条件

C1(x)があるアンカー(パラメタに対象を割当て関数)の下で成立すれば、同じアンカーの下で条件C2(x)も成立すると読む。制約の例を次に示す。

$CG \models \langle \langle \text{COMMISSIVE}, \{ \text{AGEN} \leftarrow x, \text{RECP} \leftarrow y, \text{SITU} \leftarrow \sigma \} ; 1 \rangle \rangle$
 $\Rightarrow TG \models \sigma.$ (c1)

$TG \models \sigma_1 \Rightarrow$

$TG \models \sigma_2 \wedge \sigma_3 \wedge \langle \langle \text{GENERATE}, \sigma_1, \sigma_2 ; 1 \rangle \rangle \wedge$
 $\langle \langle \text{ENABLE}, \sigma_3, \langle \langle \text{GENERATE}, \sigma_1, \sigma_2 ; 1 \rangle \rangle ; 1 \rangle \rangle.$ (t1)

ただし、 σ_2 は σ_1 の帰結であり、 σ_3 は σ_1 の環境である。
 (なお、ここでの記法は、状況理論[2]に基づいている。)

制約(c1)は、CGにおいて、ある行為指導型の情報伝達行為が成立すれば、TGにおいて指導対象となる行為が成立することを示し、制約(t1)は、TGにおいてあるイベント σ_1 が成立すれば、「その環境 σ_3 を成立させることによって、イベント σ_1 が帰結 σ_2 を引き起こすことを可能にする」ことがTGにおいて成立することを示している[4]。

4. 制約に基づく推論手法

ここで、心的状態に関する制約を用いて推論を行う手法について述べる。推論は、次に示す既存手法である制約による条件の導出技法に加えて、仮説最小化の原則に基づいて遂行される。(ここでの記法は、状況理論[2]に基づいている。)

●制約による条件の導出技法: 制約 $C1(x) \Rightarrow C2(x)$ があるとき、あるアンカー f の下で $C1(x)[f]$ である条件が、既知ならば、新たに条件 $C2(x)[f]$ を導出する。このとき、この二つの条件の間には、制約が張られると言う。

●仮説最小化の原則: 上記において、新たに導出された条件 $C2(x)[f]$ とあるアンカー g の下で単一化可能な条件 $C3(y)$ が、既知ならば、 $C2(x)[f]$ と $C3(y)$ を同一視し、仮説を最小化する。このことによって、 $C2(x)[f \cup g]$ が推論される。さらに、 $C2(x)[f]$ との間に制約を張られている $C1(x)[f]$ にも制約を伝搬させて、 $C1(x)[f \cup g]$ を推論する。このように制約を通して情報が逆に流れることによって、 $C1(x)[f]$ における省略情報(g)が補完される。

この原則は、いわゆる儉約原則(Principle of Parsimony)[3]の一例と考えることができる。これは、観測事実を説明するために必要な仮説を最小にすることによって認知的努力を軽減するという経験的事実を示している。

最後に次の問合せ側(A)と事務局側(B)の対話例において、発話①, ②, ③の解析終了後における発話④に関する文脈処理の例を示す。

①A:「私は、会議に申込みたいのですが。」

②B:「登録用紙は、既にお持ちでしょうか?」

③A:「持っていません。」

④B:「それではこちらから登録用紙をお送り致します。」

発話①, ②, ③の解析終了後、次のことが既知となる。すなわち、Aは国際会議 x_1 に登録手続を行うことによって、その会議に申し込み、そのために登録用紙 x_2 を所有するということが、タスク型共有意図となる。

$TG \models \langle \langle \text{登録手続}, \{ \text{AGEN} \leftarrow A, \text{SLOC} \leftarrow x_1 | C1(x) \} ; 1 \rangle \rangle \wedge$
 $\langle \langle \text{持つ}-1, \{ \text{AGEN} \leftarrow A, \text{OBJE} \leftarrow x_2 | C2(x_2, x_1) \} ; 1 \rangle \rangle \wedge$ (1)
 $G1(x_1) \wedge E1(x_1, x_2).$

$(G1(x_1) = \langle \langle \text{GENERATE},$
 $\langle \langle \text{登録手続}, \{ \text{AGEN} \leftarrow A, \text{SLOC} \leftarrow x_1 | C1(x_1) \} ; 1 \rangle \rangle,$
 $\langle \langle \text{申し込む}-1, \{ \text{AGEN} \leftarrow A, \text{SLOC} \leftarrow x_1 \} ; 1 \rangle \rangle ; 1 \rangle \rangle.$
 $E1(x_1, x_2) = \langle \langle \text{ENABLE},$
 $\langle \langle \text{持つ}-1, \{ \text{AGEN} \leftarrow A, \text{OBJE} \leftarrow x_2 | C2(x_2, x_1) \} ; 1 \rangle \rangle, G1(x_1) ; 1 \rangle \rangle.$
 $C1(x) = \langle \langle \text{会議}-1, \{ \text{OBJE} \leftarrow x_1 \} ; 1 \rangle \rangle.$
 $C2(x_2, x_1) = \langle \langle \text{登録用紙}-1, \{ \text{OBJE} \leftarrow x_2, \text{CONF} \leftarrow x_1 \} ; 1 \rangle \rangle.)$

ここで、発話④は、行為拘束型に分類され、次の条件が新たに知られる。

$CG \models \langle \langle \text{COMMISSIVE}, \{ \text{AGEN} \leftarrow B,$
 $\text{RECP} \leftarrow x_3, \text{SITU} \leftarrow S1 \} ; 1 \rangle \rangle.$ (2)

$(S1 = \langle \langle \text{送る}-1, \{ \text{AGEN} \leftarrow B,$
 $\text{RECP} \leftarrow x_3, \text{OBJE} \leftarrow x_4 | C3(x_4) \} ; 1 \rangle \rangle.$
 $C3(x_4) = \langle \langle \text{登録用紙}-1, \{ \text{OBJE} \leftarrow x_4 \} ; 1 \rangle \rangle.)$

ここで、制約(c1)と条件の導出技法より、

$TG \models \langle \langle \text{送る}-1,$
 $\{ \text{AGEN} \leftarrow B, \text{RECP} \leftarrow x_3, \text{OBJE} \leftarrow x_4 | C3(x_4) \} ; 1 \rangle \rangle.$ (3)

さらに、制約(t1)と条件の導出技法より、

$TG \models \langle \langle \text{持つ}-1, \{ \text{AGEN} \leftarrow B, \text{OBJE} \leftarrow x_4 \} ; 1 \rangle \rangle \wedge$
 $\langle \langle \text{持つ}-1, \{ \text{AGEN} \leftarrow x_3, \text{OBJE} \leftarrow x_4 \} ; 1 \rangle \rangle \wedge$ (4)
 $G2(x_3, x_4) \wedge E2(x_3, x_4).$

$(G2(x_3, x_4) = \langle \langle \text{GENERATE},$
 $\langle \langle \text{送る}-1, \{ \text{AGEN} \leftarrow B, \text{RECP} \leftarrow x_3, \text{OBJE} \leftarrow x_4 | C3(x_4) \} ; 1 \rangle \rangle,$
 $\langle \langle \text{持つ}-1, \{ \text{AGEN} \leftarrow x_3, \text{OBJE} \leftarrow x_4 \} ; 1 \rangle \rangle ; 1 \rangle \rangle.$

$E2(x_3, x_4) = \langle \langle \text{ENABLE},$
 $\langle \langle \text{持つ}-1, \{ \text{AGEN} \leftarrow B, \text{OBJE} \leftarrow x_4 \} ; 1 \rangle \rangle, G2(x_3, x_4) ; 1 \rangle \rangle.)$

ここで、仮説の最小化技法より、(1)と(4)が単一化されて、パラメタ x_3 が、個体定数Aと単一化する。さらに、条件(3)と条件(4)との間と、条件(2)と条件(3)との間には制約が張られていることから、条件(2)と(3)におけるパラメタ x_3 も定数Aと単一化される。結局、発話④においては省略されていた「送る」の受益者(RECP)が、Aであることがわかる。

5. おわりに

本稿では、対話参加者の心的状態に関する制約を用いた文脈処理手法について述べた。この手法は、既存手法[1]と比較して、認識と予測のプロセスを一樣な枠組みの下に統合することができるという特徴をもっている。

謝辞: 本研究を行う機会を与えていただいたATR自動翻訳電話研究所 榎松 明社長と同言語処理研究室 相沢 輝昭室長、さらに、日頃有益な助言をくださる言語処理研究室の皆様へ感謝致します。

参考文献:

- [1] Allen, J.F. and C.R.Perrault (1980). "Analyzing intention in utterances." *Artificial Intelligence*, 15, 1980, 143-178.
- [2] Barwise, J. (1987). "Recent developments in situation semantics." in: M.Nagao (ed.) *Language and Artificial Intelligence*, North-Holland, 1987, 387-399.
- [3] Crain, S. and M.Steedman (1985). "On not being led up the garden path" in: D.R.Dowty, L.Karttunen and A.M.Zwicky (eds.) *Natural Language Parsing*, Cambridge University Press, 1985, 320-358.
- [4] 堂坂浩二, 飯田仁 (1988). "対話における意図構造の表現の枠組み," 情報処理学会第37回全国大会, 1988.
- [5] Kogure, K., H.Iida, K.Yoshimoto, H.Maeda, M.Kume and S.Kato (1988). "A method of analyzing Japanese speech act types." in: *Proc. of 2nd Int. Conf. on MT.*, 1988.
- [6] Leech, G.N. (1983). *Principles of Pragmatics*. Longman House, 1983.