

Abduction に於ける仮説選定の基準

6AH-4

— Over the Occam's Razor —

阿部 明典

NTT コミュニケーション科学研究所

1 はじめに

Abduction は創造的推論であるとされ、設計などの様々なアプリケーションに応用可能である。更に、設計以外にも最近では言語処理にも使われている。例えば、Hobbs と Stickel [4] は abduction は最善の説明を求める推論であり、テキストの解釈は何故、そのテキストが真であるかの最小の説明であるとして、TACITUS を用いて abductive にテキスト解釈を行なっている。McRoy 等は知識を default と fact に分けて Theorist 流の推論を行なうことで、abduction で Speech act misunderstanding を修復する研究を行なっている [5]。しかし、創造的推論であるが故に仮説生成に際して、無矛盾制約のみで無限に存在する extension のうちどれを仮説として選択するかという問題がある。一般に、仮説推論などで仮説を生成する場合は仮説選定の criterion として、最小が最良という謂所 Occam's Razor が良く使われている。例えば、LSI 回路設計の時は、テスト回路とかを入れない場合は、面積最小、線間の幅が最小などの制約を満たす仮説を選ぶのが自然である。しかし、Ng [6] は自然言語処理では最小の仮説が必ずしも良いわけではないと示している。Ng 自身は explanatory coherence が仮説選択において重要であると示し、仮説間の explanatory coherence を計算し、それを仮説選択の際に用いた。これにより、仮説の意味的情報が考慮された仮説の選択が可能になる。筆者は一般的な abduction の枠組で Occam's Razor 以外の criterion を用いた仮説生成手法として、類似節を参照する手法 (Abductive Analogical Reasoning (AAR)[1]) を提案した。これは、謂所 explanatory coherence を類似写像で達成するもので、既知の節を参照することで最小ではなく、意味を保存した仮説を生成しようという枠組である。本論文では新しい abductive な対話の試みとして、AAR で示した仮説生成より更に創造的な仮説生成法を提案する。

2 仮説推論に於ける仮説の生成

| Clauses in Σ |
|--|
| $\neg east \vee palace.$ |
| $\neg ride \vee east.$ |
| $\neg palace \vee beautiful.$ |
| $\neg desert \vee donkey.$ |
| $\neg horse \vee \neg saddle \vee ride.$ |
| $\neg town \vee car.$ |
| <i>desert.</i> |
| <i>saddle.</i> |

Figure 1: 節集合例

2.1 一般の仮説推論に於ける仮説の選定

Theorist [7] を始めとする仮説推論では、可能仮説集合を予め与えておき、その中から無矛盾な仮説集合を選ぶ。その際、

A Criterion for Hypotheses in Abduction
Akinori Abe
NTT Communication Science Laboratories
1-1 Hikarino-oka Yokosuka-shi, Kanagawa 239 Japan

仮説の選定の際、「最小の仮説を求める」という criterion を用いる。CMS [8] は仮説集合をあらかじめ与えていないという点で、Theorist と少し違うが、ある観測 C を与えられた時に、 $\Sigma \models C$ の場合、以下の式を満たす、minimal support 節 (S) を返す。

$$\Sigma \models S \vee C. \quad (1)$$

$$\Sigma \not\models S. \quad (2)$$

例えば、Fig. 1の知識ベースに対して、ユーザが質問 '*donkey* \wedge *palace*' をした場合は、 $S = \{donkey \wedge \neg palace, donkey \wedge \neg east, donkey \wedge \neg ride, donkey \wedge \neg horse\}$ を minimal support 節として返す。これらの否定は質問を答えるに必要な節であり、仮説推論に於ける仮説とみなせる。しかし、最小な仮説を選んでおけるので、短絡的な仮説を生成する可能性を認めない。又、仮説に重みのようなものをつけることで仮説の選定に制約を与える推論法 ([3] 等) もあるが、本質的には最小の仮説を選んでおける。

2.2 Explanatory coherence

上記に述べたように、一般に abduction では仮説の選定の際、「最小の仮説を求める」という criterion を用いているが、Ng は abduction を自然言語に使う場合、*explanatory coherence* が重要であると述べた [6]。

(happy ?x) <- (optimist ?x)
(happy ?x) <- (succeed ?x ?y)
(succeed ?x ?y) <- (exam ?y) (easy ?y)
(study ?x ?y) (take ?x ?y)

に於いて、(happy John) から abduce される仮説は '最小' という観点からは、(optimist John) であるが、

(happy John) <- (succeed John Examination)
(succeed John Examination) <- (exam Examination)
(easy Examination)
(study John Examination)
(take John Examination)

とした方がより、coherent である。coherent は仮説生成に於いて考慮すべきことであるのは、当然のことで、これにより、見当はずれな仮説の生成を避けることも出来る。但し、Ng は explanatory coherence を計算して coherence metric として前もって与えている。例等を見るに、explanatory coherence とは結局、推論の context を恣意的に与えていることになる。

2.3 AAR

AAR [1] では類似写像を使って explanatory coherence を実現することを考えた。但し、coherence metric のような pre-set 値は与えないで推論を行なっている。AAR では以下の式を満たす節 (S'') の否定を仮説として返す (記号の意味は [1] を参照)。

$$\Sigma \models S \vee C. \quad (3)$$

$$\Sigma \not\models S. \quad (4)$$

$$\Sigma \models S' \vee C. (S \vdash S') \quad (5)$$

$$\Sigma \models S'. \quad (6)$$

$$\Sigma \models S'' \vee C. (S' \vdash S'') \quad (7)$$

例えば、Fig. 1の知識ベースに対して、ユーザが質問「 \neg donkey \wedge palace」をした場合は、CMS は $S = \{donkey \wedge \neg$ palace, donkey \wedge \neg east, donkey \wedge \neg ride, donkey \wedge \neg horse} を minimal support 節として返すのに対し、AAR では horse と donkey が類似している場合に知識ベースの節を参照して、 $\{\neg$ donkey \vee \neg saddle \vee ride, saddle} を仮説として返す。つまり、CMS により返された \neg donkey \vee ride は短絡的な仮説であったが、AAR では $\{\neg$ horse \vee \neg saddle \vee ride, saddle} を参照して修正したことにより、 \neg donkey \vee ride と比べて、尤もらしい仮説となっているのである。

但し、ここに示した例の場合、現在の所、類似写像が比較的簡単なので、drastic に仮説が変化するような写像は行っていない。

3 仮説の選択基準と context

前節に示した Ng の手法と AAR を比べて見ると、Ng の手法はこれまでの推論履歴から判断されるべき context を coherence metric のような preset 値で与えていることになる。[2] では観測の説明に使う可能性のある節に含まれる atom から写像の時に必要な context を抽出していた。この抽出の仕方では一回限りの推論を対象としているので、やはり、推論の履歴から判断されるべき context は抽出出来ない。しかし、Ng の手法は見方を変えれば、abduction の前に John が試験を受けていたということを示す推論がなされていたはずであり、それを coherence metric なる数値に置き換えているのである。特に、対話等の場合は設計問題と異なって経緯が必要となることが多い。従って、本論文では、それまでの推論の履歴から coherence metric に相当するものを導きだし、それにより、drastic な仮説の写像を行なえる推論法を提案する。但し、[2] と違う所は [2] では考慮しないと観測の説明を失敗する context を予測して抽出していたのに対し、これまでの経緯から得られる現在の context を求めることにある。

例えば、以下のような知識により推論がなされてきた場合に、

- \neg 危険(X) :- 寝かす(X).
- 危険(X) :- 飲む(X, 万年筆).
- \neg 存在(万年筆) :- 飲む(X, 万年筆).
- 書く(Z) :- 存在(万年筆).
- 存在(鉛筆) :- 鉛筆.
- 存在(万年筆) :- 万年筆.
- 鉛筆. 性うき. フライパン.
- {X= 赤ん坊, Z= 手紙}

これらの知識からこの場面を治療と推測し、abduction において、得られた context 治療に従って“危険を避ける”という観測が得られ、仮説を選定する。つまり、 \neg 危険(X) となるように abduction を行なう。この場合は、context により、coherence な推論が出来ている。更に、わざと context をはずすと、humour の入った abduction となる。上記の例だと、 \neg 存在(万年筆) :- 飲む(X, 万年筆) に注目すると AAR における仮説生成により、万年筆のかわりに鉛筆を使って書いているという仮説を得ることが出来る。

扱、このような例(知識セット)に“interesting”という mark をつけて保存してあると、この例を写像することにより以下のような推論を次回に可能である。

- \neg 痛い(X) :- 行く(X, 病院).
- 痛い(X) :- さす(X, 釘).

\neg 存在(釘) :- さす(X, 釘).

作業(X, Z) :- 存在(釘).

存在(Y) :- Y.

木ネジ. 風. 包帯.

{X= 私, Z= 大工}

つまり、これらの知識からこの場面を治療と推測し、abduction において、得られた context 治療に従って“痛みをなくす”という観測が得られ、仮説を選定する。つまり、 \neg 痛い(X) となるように abduction を行なう。更に、わざと context をはずして \neg 存在(釘) :- さす(X, 釘) に注目すると AAR における仮説生成により、釘のかわりに木ネジを使って仕事をしているという仮説を得ることが出来る。

ここで知識セットに与えた“interesting”という mark を新たな仮説選定の基準“explanatory interesting”と呼ぶ。

4 まとめ

仮説生成に於ける仮説選定の基準に於いて、よく使われるのが最小の仮説を選ぶというものであるが、自然言語に対して同様のことを行なうと芳しくない結果が出てしまうと Ng が示した。筆者は同様の問題に対して、AAR を提案しているが、AAR では現在の所、写像が簡単なため、余り drastic に変化する仮説は生成出来ない。更に、対象としている推論が一回限りのものなので、推論の行なわれていた context は考慮していない。

本論文では、Ng のいう coherence metric は実は context であると示し、対話などの場合、過去の推論の履歴から coherence metric 相当の context を求め、それにより、観測を想定して推論を行なうことを示し、更に、わざと context をはずすと humour の入った abduction となると示した。この context をはずすことに“interesting”という値を与え、これを新たな仮説選定の基準として採用することを提案した。

本論文では context の獲得は前提として記述してあるが、過去の推論の履歴から context を獲得する研究は学習の分野で既に行なわれている。

References

- [1] 阿部 明典: *Abductive Analogical Reasoning*, 人工知能学会全国大会, S6-04, pp. (123)-(126) (1996)
- [2] 阿部 明典: *Abductive Analogical Reasoning* に於ける仮説の生成, 信学技報, AI-96-27, pp. 39-46 (1996)
- [3] Charniak E. and Shimony S. E.: *Cost-based abduction and MAP explanation*, *Artif. Intell.*, vol. 66, pp. 345-374 (1994)
- [4] Hobbs J. R. et.al.: *Interpretation as Abduction*, *Artif. Intell.*, vol. 63, pp. 69-142 (1993)
- [5] McRoy S. W. and Hirst G.: *The Repair of Speech Act Misunderstandings by Abductive Inference*, *Comput. Linguistics*, vol. 21, No. 4, pp. 435-478 (1995)
- [6] Ng H. T. and Mooney R. J.: *On the Role of Coherence in Abductive Explanation*, *Proc. of AAAI90*, pp. 337-342 (1990)
- [7] Poole D., Aleliunas R. and Goebel R.: *Theorist: A Logical Reasoning System for Defaults and Diagnosis, The Knowledge Frontier: Essays in the Representation of Knowledge* (Cercone N.J., MaCalla G. Ed.), Springer-Verlag (1987)
- [8] Reiter R. and de Kleer J.: *Foundation of assumption-based truth maintenance systems: preliminary report*, *Proc. of AAAI87*, pp.183-188 (1987)