

処理の分散性，並列性を考慮した 文意解釈プロセスの一般的表現

—Pattern Matching Analysis (PMA) の知見を生かして—

黒田 航

情報通信研究機構 けいはんな情報通信融合研究センター

Modified on 01/17/2009; Created on M/D/2005

1 はじめに

この文書は Pattern Matching Analysis (PMA) [4, 5, 6] の知見を応用した文の意味の構築 (あるいは文の意味解釈) 処理の一般的記述モデルを簡単に解説する。特に選択制限 (selectional restrictions) の一般的表現と、その違反の解消プロセスの表現を提案する。

この論文の議論は私の論文 [?] の内容を補完するものである。この論文で概説したことは、更に [14] の提示した Pattern Lattice の理論 (Pattern Lattice Theory: PLT) で基礎を与えられた。ただし PLT が一般的に表現している処理プロセスと本論文が扱っている処理プロセスの一部には不一致がある。

2 パターン合成による意味構築

2.1 データ

(1) の解釈の成功, (2) の解釈の不成功, (1) の解釈の不成功を修復を考えよう。

- (1) オオカミがトナカイの群れを襲った。
- (2) *オオカミがイワシの群れを襲った。
- (3) マグロがイワシの群れを襲った。
- (4) *マグロがトナカイの群れを襲った。
- (5) オオカミがイワシの群れを知らない (のはあたり前)。
- (6) マグロがトナカイの群れを知らない (のはあたり前)。

これらの文の解釈の (不) 成立を PMA で記述することになるが、そのための準備としてまず PMA の基本を見ておくことにする。

2.2 PMA 流の語彙の表示

PMA は語彙の意味情報を (7) にあるように統語情報と一緒に表現する:

- (7) a. s クラス: s_1 : [オオカミが o を v]; s_2 : [マグロが o を v]
- b. o クラス: o_1 : [s がトナカイの群れを v]; o_2 : [s がイワシ群れを v]
- c. v クラス: v_1 : [s が o を襲った]; v_2 : [s が o を知らない]

(1)–(6) の容認 (不) 可能な文はおおの (7) の $s_1, s_2, o_1, o_2, v_1, v_2$ から選ばれた s_i, o_k, v_k の重ねあわせをもちいた合成の産物である。

重ねあわせの際に生じる様々な相互適応のプロセスは、認知文法 [7] の枠組みで想定されている意味調節のプロセスである。

2.2.1 意味情報の分散的，冗長的エンコード

PMA の仮定で特に重要なのは次の点である:

- (8) あらゆる語が (7) のようなパターンとして心内表示されている。
- (9) パターンの部分である s, o, v のような変項は、“オオカミ”，“トナカイ” のような定項と同じように意味情報をエンコードし、従って、例えば [+animate, ?aquatic, ?large, ?carnivorous, ...] のような意味素性の指定をもつと考える。
- (10) これは語彙レベルで成立するばかりでなく、 $\{s_1, v_1\}$: [オオカミが o を襲った] のような「中間的段階」でも成立すると考える。
- (11) そればかりでなく、一部の意味情報 (特に特徴の共変動) はこのような中間段階でのみ効果的なエンコードが可能だと考える¹⁾。

こうするのは、言語表現の理解に關与する意味情報が様々なレベルに分散されて、冗長的に表現されていることを認めて意味解釈のモデル化を行なう

¹⁾ もう一つの実装方法は、事例ベースの複雑な推論エンジンを別個に用意することである。実装可能性は Case-Based Reasoning (CRB) [1, 2, 3, 8, 11] の枠組みで提供されると期待してよい。

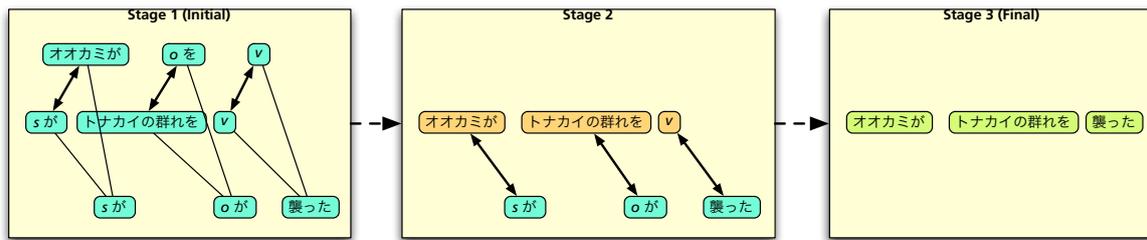


図1 s_1, o_1, v_1 から (1) を重ね合わせによって合成するプロセス

べきであるからである。特に (11) は意味フレームに基づく意味構築の効果を記述する試み [13, 12] と整合性がある。これは並列分散意味論の枠組みを体現する。

例えば、 $\{s_1, v_1\}$ を例にすると、 o は [+animate, -aquatic, ?large, -strong, ...] のような指定をもつことになるが、これは $\{s_1\}, \{v_1\}$ からは完全には予測できない。特に $\{s_1, v_1\}$ の o が [-aquatic] の指定をもつべきであることは、 $\{v_1\}$ のみ (あるいは $\{s_1\}$ のみ) からは十分に効率的に予測できない。

このような (意味) 情報のエンコードは確かに部分的には冗長だが、それは必ずしも悪いことではない。冗長性をうまく利用することは、リアルな意味論のモデルを作ることの本質的条件だと私は考える²⁾。

2.2.2 重ね合わせによるパターンの合成

$\{x, y\}$ が二つのパターン x, y の「重ね合わせによる合成 (の結果)」を表わすとする。重ね合わせによる合成とは概略すると図1に示すような一種の単一化である。図1に示したのは、(a) $\{s_1, \{o_1, v_1\}\}$, (b) $\{o_1, \{s_1, v_1\}\}$, (c) $\{v_1, \{s_1, o_1\}\}$ の三つのうち (c) である。

この重ね合わせに基づいたパターン合成の考え方の基本は [4, 5, 6] に詳しく紹介されている。

2.2.3 合成の「行きづまり」とその「修復」

通常、(a), (b), (c) は (合成がうまくゆく限りにおいては) 同一の解釈内容に収束するが、どれも同じ収束の可能性が同じだということではない。一般に、 $\{\{a, b, \dots\}, \{x, y, \dots\}\} = \{A, X\}$ のようにパターンの合成が進んでも意味特徴の指定が部分的に不整合であるために A と X に二局分化したままで合成が行きづまってしまい、完全に収束しない場合がありうる。この際、一方のパターンの意味特徴の指定の一部が他方のために犠牲にすることで行きづまりを解消できることがある。これは重要な文の意

味の修復的構築法で、生成辞書理論 [9, 10] で言う (意味) 型強要 ((semantic) type coercion) はこの種の修復の特別な場合である。

2.3 パターン合成による意味構築: 具体的分析

2.3.1 (1) の解釈 (の成立)

図2は(1)の重ねあわせによる合成が三通りに仕方て収束する様子を表したものである。この場合、

- (12) a: $\{s_1, \{o_1, v_1\}\}$
 b: $\{o_1, \{s_1, v_1\}\}$
 c: $\{v_1, \{s_1, o_1\}\}$

は結果的にどれも同じ内容をもつ。

図1は一つの収束の可能性 (あるいは「経路」) しか示していないが、図2は全部の可能性 (あるいは「経路」) を示す図であり、収束可能性の比較の目的のために便利である。

パターン合成の処理に関して、PMA では次のように実体的に考える:

- (13) これらの経路が表わす合成のプロセスは互いに排他的ではなく、ヒトの脳内で同時並行して起こっている。
 (14) ただし、a, b, c を導くプロセスは相互に抑制しあう (側抑制効果の存在)。

これは処理の並列性を表わし、§2.2.1 で言及した意味のエンコードの分散性と並んで、並列分散意味論の基本思想の一つである。

それと同時に、PMA 基盤の意味構築モデルは、意味解釈の (実時間での処理可能性の保証されない) 単なる計算モデル/能力モデルではなくて、実時間内での処理可能性を見こんだ意味処理のモデル化をめざすものである

2.3.2 (2) の解釈 (の不成立)

パターンの合成が常にうまくゆくとは限らない。例えば、(2) は、通常は解釈不能である (どんな条件でこれ解釈可能となるかは §2.3.3) で示す)。

図3は(2)の合成の失敗を表わす。図に示されて

²⁾ この際、言語能力 (competence) のような仮構物を仮定しないのは、当然のなりゆきである。

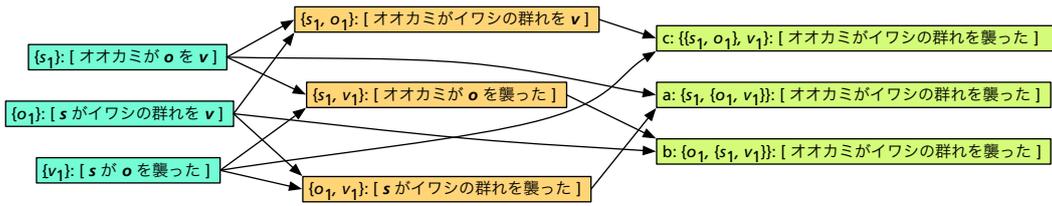


図 2 (1) のためのパターン合成の 3 経路

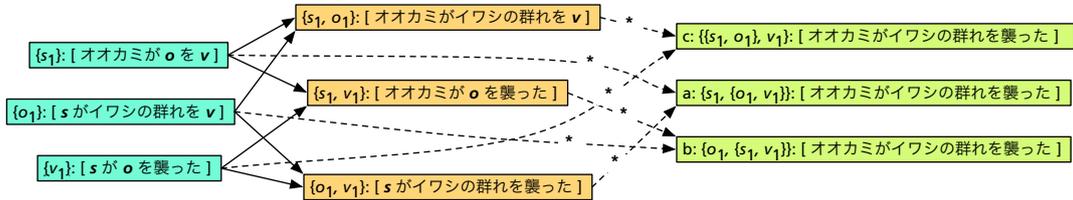


図 3 (2) のためのパターン合成の 3 経路 (いずれも破綻)

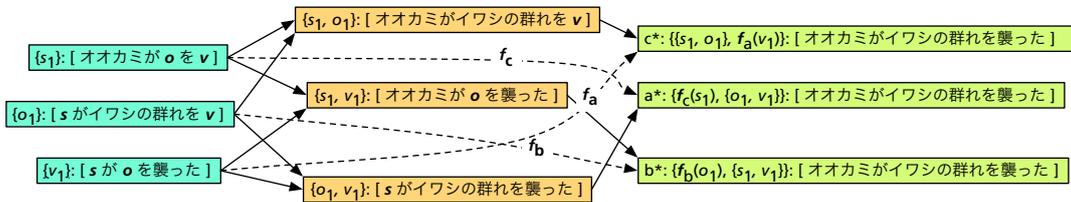


図 4 (2) のためのパターン合成の 3 経路 (破線部は意味修復を表わす)

いるように、第二段階から第三段階に移るところで、パターンの重ね合わせが破綻している。

別の言い方をすれば、第二段階まではうまく合成が進んでいることに注意。これは第二段階のどれかを「温存」し、残る一つのパターンをそれに合わせれば解釈の破綻が「修復可能」だということである。次にその修復の効果を見てみよう。

2.3.3 (2) の解釈の不成立が意味修復によって救済される効果

図 4 は名詞 (句) の意味型変換 f_a, f_b, f_c によって (2) のパターン合成の失敗が修復される効果を表わすものである。

f_a, f_b, f_c はおのこの意味型強要 [9, 10] の効果をもたらす意味型変換の関数であると考えてよいが、内容は異なる。 f_a, f_b, f_c が働いた結果である a^*, b^*, c^* は当然のように同一の内容をもたない。

例えば $b^*: \{ \{s_1, v_1\}, f_a(o_2) \}$ では o_2 の主要部「トナカイの群れ」が「イワシの群れ」の言いまじがいであるとか、海中において [トナカイの群れ] に相当する水棲生物を指示しているように (潜在的に) 変換される効果を表わす。この意味型変換は $\{s_1, v_1\}$ の内容を保持する効果があり、おそらく f_b は

その保持効果を見越して発動する修復作用である。

同様に、 $a^*: \{ f_a(s_1), \{o_2, v_1\} \}$ では s_1 の主要部「オオカミ」が [マグロ] や [メカジキ] のような海棲生物を特定するように読み換えられる効果を表わす。この意味型変換は $\{o_2, v_1\}$ の内容を保持する効果があり、おそらく f_a はその保持効果を見越して発動する修復作用である。

$c^*: \{ f_c(v_1), \{s_1, o_2\} \}$ は、例えば動詞「襲う」が何か別の行動のメタファーであると理解される場合がこれに相当する。ただ、この場合、うまくあてはまる動詞がない。この意味型変換は $\{s_1, o_2\}$ の内容を保持する効果があり、おそらく f_c はその保持効果を見越して発動する修復作用である。

3 終わりに

この論文は簡単なながらも PMA を意味解釈のプロセスを表現するのに応用した。PMA は脳内処理の並列性、分散性、冗長性という特徴をうまく利用して言語処理と文法をモデル化しようとする試みである。これにはまだ未完成な部分も多いが、従来の語彙的で単位で選択制限を記述する方法の限界を乗り越え、その表現と、それが違反されたときの修復を

表わすのに効果的であったように思う。

参考文献

- [1] K. Hammond, T. Converse, M. Marks, and C. M. Seifert. Opportunism and learning. In Janet L. Kolodner, editor, *Case-Based Learning (A Special Issue of Machine Learning)*, volume 10, pages 85–115. Kluwer Academic Press, Amsterdam, 1993.
- [2] J. L. Kolodner, editor. *Case-Based Learning*. Kluwer Academic Press, Amsterdam, 1993. [Reprint of *Machine Learning*, Vol. 10 (3), (1993)].
- [3] J. L. Kolodner. Introduction. In Janet L. Kolodner, editor, *Case-Based Learning (A Special Issue of Machine Learning)*, volume 10, pages 1–6. Kluwer Academic Press, Amsterdam, 1993.
- [4] K. Kuroda. Outlining the *Pattern Matching Analysis*: A theoretical framework proposed for a realistic description of natural language syntax. *言語科学論集*, 5:1–31, 1999. 京都大学基礎科学科, 京都大学.
- [5] K. Kuroda. *Foundations of PATTERN MATCHING ANALYSIS: A New Method Proposed for the Cognitively Realistic Description of Natural Language Syntax*. PhD thesis, Kyoto University, Japan, 2000.
- [6] K. Kuroda. Presenting the PATTERN MATCHING ANALYSIS, a framework proposed for the realistic description of natural language syntax. *Journal of English Linguistic Society*, 17:71–80, 2001.
- [7] R. W. Langacker. *Foundations of Cognitive Grammar, Vols. 1 and 2*. Stanford University Press, 1987, 1991.
- [8] C. Owens. Integrating feature extraction and memory search. In Janet L. Kolodner, editor, *Case-Based Learning*, volume 10, pages 117–145. Kluwer Academic Press, Amsterdam, 1993.
- [9] J. Pustejovsky. The generative lexicon. *Computational Linguistics*, 17(4):409–440, 1991.
- [10] J. Pustejovsky. *The Generative Lexicon*. MIT Press, 1995.
- [11] A. Ram. Indexing, elaboration and refinement: Incremental learning of explanatory cases. In Janet L. Kolodner, editor, *Case-Based Learning (A Special Issue of Machine Learning)*, volume 10, pages 7–54. Kluwer Academic Press, Amsterdam, 1993.
- [12] 中本 敬子, 野澤 元, and 黒田 航. 動詞「襲う」の多義性: カード分類課題と意味素性評定課題による検討. In 認知心理学会第二回大会口頭発表論文集, page 38, 2004. [<http://clsl.hi.h.kyoto-u.ac.jp/~kkuroda/papers/Nakamoto-et-al-CogPsy2004-Original.pdf>].
- [13] 黒田 航, 中本 敬子, and 野澤 元. 状況理解の単位としての意味フレームの実在性に関する研究. In 日本認知科学会 第 21 回大会 発表論文集, pages 190–191, 2004.
- [14] 黒田 航 and 長谷部 陽一郎. Pattern Lattice を使った (ヒトの) 言語知識と処理のモデル化. In 言語処理学会第 15 回大会発表論文集, pages 670–673, 2009. <http://clsl.hi.h.kyoto-u.ac.jp/~kkuroda/papers/kuroda-hasebe-nlp15-paper.pdf>, Enlarged edition: <http://clsl.hi.h.kyoto-u.ac.jp/~kkuroda/papers/kuroda-hasebe-nlp15-paper-rev.pdf>.