

ユニフィケーションによる事例検索

4 J-8

美馬秀樹[†] 苦米地英人^{††}
([†]徳島大学, ^{††}カーネギーメロン大学)

1. はじめに

Roger C. Shank⁽¹⁾とその弟子達により、従来のルールベース、モデルベース推論とは異なるパラダイムの認知モデルとして、記憶と想起のモデルを源流とした事例ベース推論(CASE-BASED REASONING, 以下CBRとする)が提案された。事例を用いたAIアプローチは、ルールベースシステムにおける問題解決のボトルネックを解決する枠組として期待されている。CBRにおいては、新しい問題を解く際に、まず解こうとしている問題に一番類似している事例を検索し、その事例を今の問題に合うように修正して適用する。適用が成功すればよいが、失敗した場合は、なぜ失敗したかを解析しその失敗を回避するように事例を修復して再度適用する。このような処理により、専門家と同様な、過去の事例を積極的に利用した問題解決を行おうという枠組がCBRの本質である。しかし、現時点では、そのテクノロジーは具体的なものとして確立されているわけではなく、事例の検索/照合や事例の修復/修正をどのように行うかは、個々のシステムごとにいろいろな工夫を手探りで行っているのが現状である。特に、事例に対する特徴付けと過去の類似事例の検索をどのように行うかは、CBRを実現する上でまず解決しなければならない課題である。例えば、HammondによるCHEFシステム⁽¹⁾では、事例の検索のためのインデックスに、料理のレシピの中心的性質として「牛肉を含む」「炒めものである」等を用いていたが、中心的性質の定義は曖昧で、また特徴付けが不十分ため全く参考にならない事例が検索される場合がある⁽²⁾。本報告では、事例に対し、グラフ構造による特徴付けを行い、フレーム・ネットワーク上の制約空間に対しユニフィケーションを用いた超並列制約伝播手法⁽³⁾による事例検索を提案する。本手法の特徴として、1)超並列処理を前提としたデータ構造⁽⁴⁾⁽⁵⁾によりリニアオーダーで検索が終了、2)データ構造を有向グラフ、処理をユニフィケーションのみに限定することで、処理の複雑化が防止できる、さらに、3)入力としてグラフが用いられることで既存の自然言語処理との接続が容易、等が考えらる。よって、本手法では、より一般的かつ具体的な枠組みでCBRにおける事例検索器を実現することが可能となる。

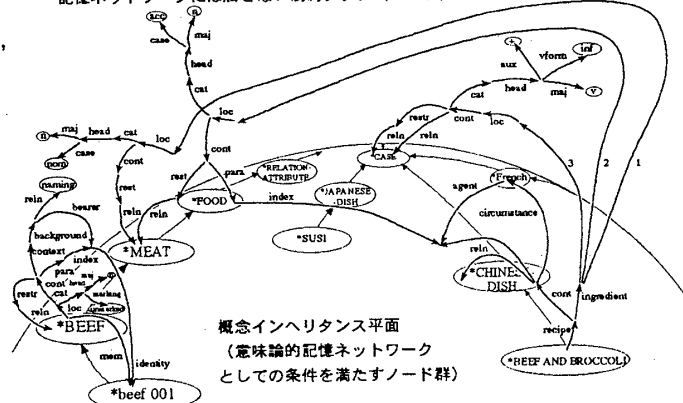
2. ユニフィケーションを用いた超並列制約伝播

超並列制約伝播モデルでは、第一の特徴として、循環を含むラベル付き有向グラフを表現手法として

採用している。これは、制約関係が包摂半順序グラフと呼ばれる情報内容の大小関係を表すラベル付き有向グラフで表現可能であり、また、現代言語理論による統語論的制約と意味論を中心とした手法で基本となる意味ネットワークがすべて有向グラフとユニフィケーションで表現可能であるからである。また、これらのラベル付き有向グラフで表現される制約の処理手法はユニフィケーションと呼ばれるグラフ間の単一化融合処理のみに限定した。これもまた、制約による分析と伝統的意味処理(論理式やフレームなど)の枠組みにおける分析がユニフィケーションを利用して捉えることができるからである。

また、制約伝播モデルの第2の特徴は、既存の意味ネットワークの利用が可能なことである。本来、超次元制約空間のレベルでは意味論的制約空間と通常の制約空間の区別は無意味であるが、Quillian以来利用されている意味ネットワーク、概念ネットワーク、記憶ネットワーク等と呼ばれている宣言的かつ先験的な意味論ネットワークを一つの抽象度のレベルにおける情報の捉え方とすれば、既存の人工知能システムや自然言語システムのこれらの膨大な知識ネットワークを利用することも可能である。当然このような抽象化により失われる可能性のある制約もあるわけである。それには、まず制約情報が異なる抽象度の情報となることによる意味論と制約論の分離により失われるものが考えられる。例えば、意味論的性格と制約論的性格の両方を強く持った制約などは、意味論的レベルの制約空間を分離することにより、本来のスムーズな制約処理が難しくなるはずである。そこで、我々のモデルでは、このような意味論的情報と制約論的情報のモジュール化を防ぐため、意味論的制約空間と純粋な制約空間とを直行させ、すべての表現論的存在が同時に意味論的な制約を充足しなければ活性化しないような考え方を導入している。

記憶ネットワークには属さない制約グラフ(ノード)



概念インヘリタンス平面
(意味論的記憶ネットワーク
としての条件を満たすノード群)

図1. 超並列制約伝播ネットワーク(グラフ伝播)

A Method of Retrieving Cases by using Graph Unification

Hideki Mima[†], Hideto Tomabechi^{††}[†]The University of Tokushima, ^{††}Carnegie Mellon University

3. グラフ構造による事例の表現と事例検索

本報告では、CBRの例としてCHEFと同様の料理に対する支援システムを仮定し、以下ではレシピの検索を対象として議論を進める。

上記のような枠組みにおいては、レシピとして特徴づけられるような意味論ネットワーク空間とは直行する純粋な制約条件は、意味論平面とは独立した制約空間にグラフ構造として表現される(図1)。例えば、"Beef and Broccoli"におけるレシピは、グラフ構造を構築する経路方程式(path equation)により図2のように表現される。図2のグラフ構造では、レシピにおける材料(ingredient)、調味料(seasoning)の制約、スクリプトを構成する料理手順の制約等が表現されている。また、グラフの再帰構造(reentrancy)により用意する材料と、スクリプトにおけるアクションの対象物が同一概念(フレーム)を指標することが表現されている。

```
(def-frame *BeefAndBroccoli
  (inherits-from *ChineseDish)
  (type :recipe)
  (name "Beef and Broccoli")
  (recipe
    (def-path
      (<material ingredient 1> == [[item *beef]
                                   [type *main]
                                   [amount *200g]])
      (<material ingredient 2> == [[item *broccoli]
                                   [type *sub]
                                   [amount *200g]])
      (<material seasoning 1> == [[item *soysorce]
                                   [type *additive]
                                   [amount *oosajil]])
      (<material seasoning 2> == [[item *salt]
                                   [type *additive]
                                   [amount *kosaji2]])
      (<material seasoning 3> == [[item *pepper]
                                   [type *additive]
                                   [amount *kosajil]])
      (<tool 1> == [[item *wok]
                   [size *large]])
      (<action 1 object 1> == <material ingredient 1>)
      (<action 1> == [[method *cut]
                      [size *hitokuchidai]])
      (<action 2 object 1> == <material ingredient 2>)
      (<action 2> == [[method *cut]
                      [size *kobusa]])
      (<action 3 object 1> == <material ingredient 1>)
      (<action 3 method> == *shitaaji)
      (<action 3 additive 1> == <material seasoning 1>)
      (<action 3 additive 2> == <material seasoning 2>)
      (<action 4 object 1> == <material ingredient 1>)
      (<action 4 method> == *yudousi)
      (<action 4 time> == *20sec)
      (<action 4 fire> == *strong)
      (<action 4 tool 1> == <tool 1>))
```

図2. グラフによるレシピの表現例

グラフにより表現された事例の検索は、意味ネットワーク上のユニフィケーションによる超並列制約伝播処理で実現する。つまり、事例の上位ノードより超並列に検索のキーとなる制約グラフを伝播し、制約空間上においてユニフィケーションが成功した事例がターゲット事例として検索される。

4. 考察

以上のような枠組により、事例検索モジュールのプロトタイプをSPARCワークステーション上のLucid Common LISPにより疑似超並列処理を用いてインプリメントした。意味ネットワークにはCMUで開発されたHyperFrame知識表現システムを用い、フレームに直行する制約グラフ上のユニフィケーションには苦米地によるQDユニフィケーション⁽⁴⁾⁽⁵⁾を用いた。また、HyperFrameでは、システム上のVIEWの概念を利用することにより、非単調な制約処理が可能のため、各人の"好み"による材料、分量の変化等を自然に処理できる。

5. 今後の課題

事例検索における今後の課題として、ユニフィケーション処理をソフトユニフィケーションにすることによる、よりロバストな検索が考えられる。また、制約空間における抽象度を非記号的なレベルまで進め、異なる抽象度の情報のやりとりを表現手法の変換により実現する⁽⁶⁾等の処理により、ある程度のソフトな(準記号的な)制約処理によるロバスト性の向上を行うことも興味深い課題である。

参考文献

- (1) Christopher K. Riesbeck, Roger C. Schank, "INSIDE CASE-BASED REASONING", LAWRENCE ERLBAUM ASSOCIATES, PUBLISHERS(1989).
- (2) 小林重信, "事例ベース推論の現状と展望", 人工知能学会誌, Vol. 7, No4, pp. 3~9, 1992.
- (3) Tomabechi H., "A Graph Propagation Architecture for Massively-Parallel Processing of Natural Language", In Proceedings of The Thirteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society, 1991.
- (4) Tomabechi H., "Quasi-Destructive Graph Unification with Structure-Sharing", In Proceedings of COLING92, 1992.
- (5) 藤岡孝子, 苦米地英人, 古瀬蔵, 飯田仁, "並列時間差準破壊的単一化アルゴリズム実現の手法", 情報研報, 90-NL-80, 1990
- (6) Tomabechi, H., "MONA-LISA: Multimodal Ontological Neural Architecture for Linguistic Interactions and Scalable Adaptations", In Proceedings of the International Workshop on Future Generation Neural Language Systems, 1991.