

コネクショニズムを適用した文脈理解*

6R-9

桜井 啓司, 唐澤 博†

山梨大学‡

1 はじめに

従来, 筆者らは文脈処理に対し, 入力事象に関係する事象や前提条件になる事象にリンクを張るプランナを[?]を使用してきた。しかし, これは入力事象に近い部分にリンクを構築するだけであった。一方, 少ない入力で多くの情報を得ることができれば, 強力な予測ができると考えた。また, テクストを「ある状況や行為者の目標で一貫している事象連鎖の集合」とし, そのような連鎖同士の連鎖も存在するとした。さらにそのような連鎖を抽象化した主題的なものがあると考えた。つまり, 主題的なもの, 具体的な状況, さらに具体的な事象連鎖, 個々の事象の順でトップダウンに展開するとした。以上の枠組にコネクショニズム[?]を用いる。これにより, 僅かな事象の入力でその事象と同一の目標が発火し, 目標達成に必要な状況も発火状態なる。本研究では発火しているユニットの集合を指摘することで文脈理解をしているものと考えらる。

2 テクストの構成

本研究では, テクストの概念構成を「主題—具体的な状況—より具体的な事象連鎖—個々の事象」とした。つまりテキストがトップダウンな階層を構成すると考えた。それゆえ下位から上位に伝播をしないので伝播が巡回せず, 発振を回避できるというメリットもある。

そして, 最下位の事象から, スクリプト[Schank, Abelson 77], MOPs[Schank 79], TOPs[Schank 81]による階層的な構造になるとする。まずスクリプトは, 一連の行動パターンが決定しているものをまとめた記憶構造[Schank, Abelson 77]で, ある状況下で一貫している事象の連鎖を可能にする。またスクリプトの発展であるMOPsは, ある状況下で起こり得るスクリプトを保持したものとする。すなわち, ある状況下の全スクリプトを下位に持つものとする。TOPsは, MOPs理論の範囲を越えた, ある主題に跨った複数の事象に対する処理に有用である。TOPsはMOPsよりも抽象的なレベルすなわちMOPsの上位に位置するものと捉える。

すなわち, テクストに関する「主題—具体的な状況—より具体的な事象連鎖—個々の事象」という構成を「TOP—MOP—スクリプト—事象」という形式に当てはめた。

3 枠組となるモデル

階層構造を実現する枠組にはコネクショニズムを適用する。以下, コネクショニズムとはRumelhartらが提唱した一般的枠組[?]を指す。

コネクショニズムはユニットと呼ぶノードとユニットを結び付けるアークからなる。ユニットには活性化状態を示すユニット値がある。ユニットは前述したTOPs等の記憶構造となる。出力値が a_k であるユニットを起点とし, 重みが w_k であるアークに結合しているユニットの出力値 U を, (1)式およびシグモイド関数を用いて(2)式のように定義する。

$$x = \sum_{k=1}^n w_k a_k \quad (1)$$

$$U = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (2)$$

重み付けに関しては, 本研究では各々のユニット値について伝播によって差が出るように, 興奮なら0.9, 抑制なら-0.9とする。TOP-MOP間, MOP-スクリプト間, スクリプト-事象間の全てのユニット同士に重みを付ける。直接上位-下位の関係があるユニット同士には興奮, 直接関係はないが上位に共通するユニットを持つもの同士には0, 関係ないもの同士には抑制の重みを付ける。またユニットがシグモイド関数の中間値0.5を越えてすぐに発火するように, “ユニットが発火 $\Leftrightarrow$ 出力値が0.6”とする。

4 TOPによる予測

予測はTOPの発火から始まる。TOPが発火した後, その下位にあるMOPへ伝播が起こり, 伝播を事象のレベルまで次々と伝播する。TOPは目標と条件の項目を持つ記憶構造である。また目標追求の項目と条件項目との詳細を埋めることで索引を組み立てる。どちらかの項目の, または, その組合せの特性が索引となる可能性を持つ[Schank 81]。発火は索引に関するマッチングの程度で起こるとする。マッチングには以下のようなWAVE[角田, 田中 93]に基づく最尤マッチングを実行する。連想記憶WAVEにおいては複数概念(単語)を入力し, 概念毎に関係する複数概念(場面)をそれぞれ想起し, 活性化値により, 最尤度概念を選択するとしている。TOPの索引内に前もって用意した値 W_{ij} を, (3)式のように C_i に加算していく。

$$C_i = \sum_j W_{ij} \quad (3)$$

W_{ij} は, k を索引要素に関係あるTOP数(ある索引項目あたりのリンク数)として(4)式で表す。

$$W_{ij} = \frac{1}{k} \quad (4)$$

U をTOPの値とする。 C_i を(5)式に代入したとき, U が閾値以上になるまではその時点での値を保持するが, U が閾値以上になれば C_i を(5)式に代入した値をTOPの値とする。また C_i が0.6の場合をTOPの発火とする。

$$U = \frac{1}{1 + e^{-C_i}} \quad (5)$$

5 予測失敗に対する回復処置

発火していないユニットにマッチする入力がある場合を予測失敗とする。予測失敗を謬や格言で表現すること, そのような謬や格言からのエピソード想起をするTAU[Dyer 83]のアプローチを適用することで, 予測失敗に対する回復処置を実現する。

TAUの処理は, 予測できなかった入力に至るまでの内容の探索, そのような入力が起こる理由の説明, その入力が正当であるとして矛盾ないように今後の予測をする回復処置に分ける。

6 話題の転換に対する対策

現時点でユニット値が大きいのにも拘らず, 最新の入力に影響を受けないTOPやTAUの値に対して, 時定数による減衰曲線を適用する。時刻 $t+1$ における入力に影響を受けないTOPや

*Context Understanding Applying Connectionism

†Keiji SAKURAI, Hiroshi KARASAWA

‡Yamanashi Univ.

TAUのユニット値を $x_{(t+1)}$ とする場合、時刻 t におけるユニットの値が $x_{(t)}$ ならば、(6)式のようにとした。

$$x_{(t+1)} = e^{-1}(x_{(t)} - 0.5) + 0.5 \quad (6)$$

これにより、ユニット値が減衰したTOPやTAUについては、それを話題としていないとする。

7 実験

TOPの索引を共通に持ち、下位に共通するユニットを持つものを二つ用意し、それら二つと索引を共有せずとも下位に共通するユニットを持つものを一つ用意した以下のドメインにより各々のドメインに属するTOPの索引にマッチする入力をし、伝播に関して干渉を見ることで正しい予測をするか実験した。

7.1 大きなかぶ

次の「大きなかぶ」に基づく。「おじいさんがかぶの種を撒く。種が大きなかぶに成長する。おじいさんがかぶを抜く。かぶは抜けない。おじいさんがおばあさんと呼ぶ。おじいさんとおばあさんがかぶを抜く。かぶは抜けない。おばあさんが孫と呼ぶ。おじいさんとおばあさんと孫がかぶを抜く。かぶは抜ける。」

7.1.1 ユニット関係

「大きなかぶ」を理解するためには、以下のようなユニット関係になる。TOPのラベルは「収穫 top」である。索引は、「種撒き」、「畑に撒く」、「(かぶの)種に関する用途が食用」とし、下位には「生育」、「収穫」自体に関するMOPを設置する。「生育MOP」は「種撒き」や「植物が育って行く」スクリプトに興奮を伝播し、「収穫MOP」は「抜き取り」、「計画」に関するスクリプトに興奮を伝播する。「種撒きスクリプト」は「種を撒く」といった事象に興奮を伝播し、「植物が育って行く」スクリプトは「種から成長する」状態変化の事象に興奮を伝播する。そして、「抜き取り」スクリプトは事象「抜く」に興奮を伝播し、「計画スクリプト」は事象「計画する」に興奮を伝播する。

7.2 観葉植物育成に関するユニット関係

TOPに関しては、ラベルを「(観葉植物育成の目的となる)快樂追求」とし、索引を収穫と共通である「種撒き」、「鉢に撒く」、「(花の)種に関する用途が観賞用」とする。また「生育」、「観葉植物育成」のMOPに興奮を伝播とする。「観葉植物育成」のMOPは「観賞スクリプト」に興奮を伝播する。「観賞スクリプト」は「見る」、「楽しむ」という事象に興奮を伝播し、「計画スクリプト」は「計画する」という事象に興奮を伝播する。

7.3 TOPが共通索引を持たないドメイン

上二つのドメインとは、TOPの索引に関して共通性がないものとして、「ウエストサイドストーリー」から「ロミオとジュリエット」を想起起こすようなTOPに基づく。TOPのラベルは「相互目標追求」、索引は、「若い男女が互いに一緒にいようとすること」である。「恋愛MOP」、「所属集団反対」のMOP、「結末MOP」に興奮を伝播する。「恋愛MOP」は一緒にいたいという意味で「一緒スクリプト」に興奮を伝播し、「所属集団反対」のMOPは「憎み合い」や「引き裂き」のスクリプトに興奮を伝播する。「結末MOP」は「計画」、「死の偽報」、「失望」のスクリプトに興奮を伝播し、「一緒スクリプト」は事象「一緒になる」に興奮を伝播する。この他にも幾つかのスクリプトを持つ。

7.4 TAU

7.4.1 大きなかぶのTAU

「(かぶを抜こうとして抜けなかったという)物理的变化に関する事象が不可能なことをマッチしてTAUが起動し、「収穫 top」の発火状態を保持する。次に「(物理的变化の実行に対し

て)力不足」というユニットが発火して理由を説明する。最後に「他人と一緒に行動する(抜く)」、「力が十分になる」が発火する。ラベルは「救援 tau」である。

7.4.2 育成失敗のTAU

「(観葉植物育成という)快樂追求」に関して、「観葉植物育成MOP」が発火していて、「(植物を)楽しむ(という目的が)達成できなかった」という入力がある場合の処理である。「快樂追求」の発火を保持したまま、理由の説明として「植物が思うように育たない」が発火状態になる。回復処置は「計画の見直し」の発火とする。ラベルは「育成失敗」である。

7.5 結果に関する考察

表1: 「大きなかぶ」に沿った入力に対するTAU, TOPの値
ラベル 出発値 入力1 入力2 入力3 入力4

救援 tau	0.5000	0.5000	0.5000	0.6000	0.7121
育成失敗	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
収穫 top	0.5000	0.9241	0.9890	0.9890	0.9890
快樂追求	0.5000	0.6225	0.5459	0.5169	0.5062
相互目標追求	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000

表1は「大きなかぶ」のストーリーを途中で入力した結果である。「救援 tau」、「育成失敗」はTAU、「収穫 top」、「快樂追求」、「相互目標追求」はTOPである。それ以下のユニットは紙面の都合により割愛する。出発値は全て中間値の0.5とした。入力1は「おじいさんが種を撒く」という事象、入力2は「かぶが大きくなる」という事象の入力である。入力1で「収穫 top」、「快樂追求」が共に0.6より大きくなるものの、入力2で「快樂追求」は影響を受けなかったため、その値は0.5459に減少してしまう。「相互目標追求」は最初から0.5となっているため減衰はない。入力3は「かぶが抜けなかった」という入力で、抜けるという「物理変化」の達成が失敗したので、「救援 tau」が0.6000となる。入力4は「他人(おばあさん)と一緒に行動する」という入力で、「救援 tau」を支持するものとしてその値を0.7121にしている。その間、「収穫 top」の回復処置が実行中なので、「収穫 top」は0.9890を保持する。一方、「快樂追求」の減衰処理も続く。

8 おわりに

主題を認識した時点でトップダウンに下位のを予測して、発話していない事象を補完できるような「コネクションズムを適用した文脈理解」の手法を提案し、実験を試みた。さらに予測失敗にTAUの方式を採用し、話題転換に減衰曲線を利用することも試みた。その結果、発火しているユニットの集合が文脈を正しく指摘した。一方、TAUの個数が増加した場合予測失敗の回復方法が競合するであろう。その場合に最適なTAUを選択できれば、より頑強な予測が可能である。それは今後の課題である。

参考文献

- [桜井, 唐澤 94] 桜井 啓司, 唐澤 博: 事象連鎖と事象の背景を構築するプランナ概念辞書への適用, 4R-8 (1994).
- [Rumelhart et al. 86] Rumelhart, D.E. et al.: *Parallel Distributed Processing*, The MIT Press (1986).
- [Schank, Abelson 77] Schank, R.C., Abelson, R.P.: *Scripts, Plans, Goals and Understanding*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., New Jersey (1977).
- [Schank 79] Schank, R.C.: *Reminding and Memory Organization: An Introduction to Mops*, Yale Univ. Research Report #170 (1979).
- [Schank 81] Schank, R.C.: *Dynamic Memory* (1981) [黒川はか訳: ダイナミックメモリ - 認知科学的アプローチ -, 近代科学社 (1988)].
- [角田, 田中 93] 角田 達彦, 田中 英彦: 連想推論における逐次学習方式の定式化とその評価 - 曖昧性解消に必要な文脈情報の定式化 -, 第47回情処全大, 2N-10(1993).
- [Dyer 83] Dyer, M.G.: *IN-DEPTH UNDERSTANDING A Computer Model of Integrated Processing for Narrative Comprehension*, The MIT Press (1983).