

ACL2014 参加報告 (その 2)

– Semantic Parsing 関連の話題 –

田 然[†]

1 はじめに

6月に米国のボルティモアで開催された ACL2014 において、三つある Semantics のセッションはどれも高い関心を集め、そして本会議のあとで開催された初めての Semantic Parsing ワークショップ SP14 も、6人の著名な研究者による招待講演もあって、たくさんの参加者を惹き付けた大盛況であった。本報告は、筆者自身の参加経験に踏まえ、Semantic Parsing 関連の幾つかの話題を紹介したいと思う。

2 論文紹介

2.1 FreeBase QA

最初に紹介する論文は “Semantic Parsing via Paraphrasing” (Berant and Liang 2014) で、今回の Best Long Paper Honorable Mention にもなった論文である。そのタスクは自然言語の質問文に対して FreeBase などの大規模な構造化データベースからエンティティを検索して答えるもので、近年大きな注目を集めている (Cai and Yates 2013; Kwiatkowski, Choi, Artzi, and Zettlemoyer 2013; Berant, Chou, Frostig, and Liang 2013)。研究に使われるデータセットは、人手で作った 917 個の質問文とその意味表現のペアからなる Free917 (Cai and Yates 2013) と、Google suggestion から質問文をクロールして Mechanical Turk で回答を付与した 5810 ペアからなる WebQuestions がある (Berant et al. 2013)。

図 1 に提案手法の概要を示した。自然言語質問文 (“What party did Clay establish?”) の答えを引き出す正しい論理表現 (`Type.PoliticalParty` \sqcap `Founder.HenryClay`) を得るために、まずたくさんの候補 (Candidate Logical Form) を作り、それぞれの候補から幾つかの標準発話 (Canonical Utterance) を生成し、それが元々の質問文のパラフレーズになっているかどうか、を判定する手法である。

[†] 東北大学大学院情報科学研究科, Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

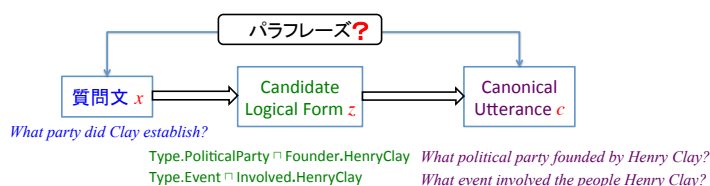


図1 “Semantic Parsing via Paraphrasing” の提案手法

論理表現候補の生成は、まず質問文から固有表現を認識し、そこから論理表現を成長させる方法を取る。論理表現の成長は、いくつかのテンプレートにはまったもの全てを考慮する。このように非常に大雑把に作った論理表現候補であるが、WebQuestions のデータセットにおいて生成された論理表現候補の中で正解を取り出せるものを含む割合は 63% と低めである。これは、WebQuestions の中には今回扱っていなかった最上級などの高度な論理操作が必要な問題の存在を示唆するものと考えられる。論理表現から標準発話の生成もテンプレートによるものであるが、FreeBase の関係の語彙化は、FreeBase エンティティを ClueWeb にアラインしたコーパスから、OpenIE の手法で抽出したリソース (Berant et al. 2013) を利用している。

パラフレーズモデルの訓練は、選ばれた論理表現が正しい回答を FreeBase から取り出せるように、質問と答えのペアから学習する。この学習の仕方や、論理表現として使われる λ -DCS などは、共著者である Percy Liang 氏の 2011 年の論文、“Learning Dependency-based Compositional Semantics” (Liang, Jordan, and Klein 2011) から受け継がれたものが多い。

しかし、Liang 氏の 2011 年の論文は、間接的な訓練シグナル (質問に対する答えの集合だけ) から潜在的な論理表現を学習する画期的なものであるが、実験に使われたデータセット (GeoQuery など) が限られたドメインにあることや、訓練のために人手でレキシコンを追加したことが論文に対する疑問をもたらしていた¹。そこで今回の論文は、質問と答えのペアから学習する手法の拡張性を証明しようとする意味合いが強い。

だがその一方で、今回に扱う問題の複雑性は 2011 年のと比べ非常に単純化されていて、それがまた批判を招いた。たとえば、同じく ACL2014 で発表された論文 “Information Extraction over Structured Data: Question Answering with Freebase” (Yao and Van Durme 2014) では、FreeBase QA のタスクを FreeBase エンティティに対する単純な分類器だけで解き、WebQuestions データセットでは Semantic Parsing の手法よりも少し良い数字を出している。このことに関連して SP14 のワークショップでは、“Freebase QA: Information Extraction or Semantic Parsing?” (Yao, Berant, and Van Durme 2014) と題された論文で二つのシステムが比較され、結果に有意差がなく、“Semantic Parsing via Paraphrasing” で提案された手法は結局 “Parsing” ではな

¹ 人手でレキシコンを追加したことについて、Percy はプライベートな議論で “They said I was cheating...” と愚痴をこぼした。

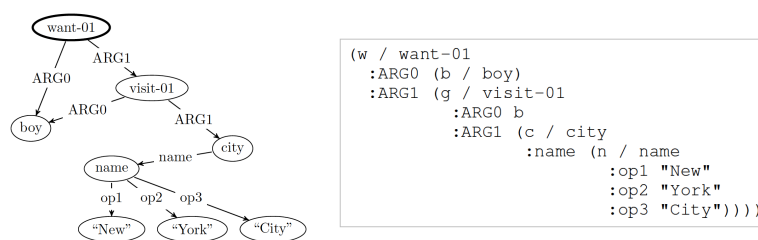


図2 “The boy wants to visit New York City” の AMR グラフ表示 (左) とアノテーション (右)

く単なる “Entity Matching” であると結論づけられた²。また、ACL2014 の Short Paper で “Semantic Parsing for Single-Relation Question Answering” (Yih, He, and Meek 2014) では、問題の設定を “Single-Relation QA” と明言している³。

とはいえ、FreeBase のような大規模なデータベースに対する質問回答は、チャレンジングで興味深い課題であることに間違いない。今回の “Semantic Parsing via Paraphrasing” の結果は、“Parsing” ではなく従来の Information Extraction の手法から本質的に前進していないという批判に対して、Percy Liang 氏は SP14 ワークショップにおける講演で、2011 年の論文に使われた GeoQuery と 2014 年の論文で使われた WebQuestions 両方のデータセットの特徴を合わせ、“compositional AND open-domain” な新しいデータセットの作成を提示し、もっと複雑な質問文に対応できる Semantic Parsing の有用性を力説することで将来の方向性を示した。

2.2 機械翻訳

次に紹介する論文 “A Discriminative Graph-Based Parser for the Abstract Meaning Representation” (Flanigan, Thomson, Carbonell, Dyer, and Smith 2014) も Best Long Paper Honorable Mention になった論文である。この論文のトピックは、自然言語文を意味表現の一つである Abstract Meaning Representation (AMR) (Banarescu, Bonial, Cai, Georgescu, Griffitt, Hermjakob, Knight, Koehn, Palmer, and Schneider 2013) にマッピングする Semantic Parsing のタスクである。図2に AMR の一例を示した⁴。これは、英語にバイアスのかかった一種の中間言語とも言える意味表現であり、全称量子化などの論理操作は表現できないが、機械翻訳を念頭に設計されている。この意味表現を手でアノテーションしたコーパスの作成は進んでおり (Banarescu et al. 2013)、紹介論文はこのコーパスから学習した初めての AMR パーサーに関するものである。

²興味深いことに、“Semantic Parsing via Paraphrasing” の第一著者である Jonathan Berant 氏は SP14 の論文の共著者でもあり、このことに対するスタンスを聞かれたら悟りきった表情で “I contradicted myself.” と氏が答えた。

³この論文の手法は、wikianswers.com から抽出した質問文のモノリンガル・パラレル・コーパス PARALEX を利用していることや、意味のベクトル表現を活用していることなど、“Semantic Parsing via Paraphrasing” との類似点も多い。

⁴図2は元論文の Figure 1 を基に作成した。

自然言語文を統語・意味解析した情報を、いかに機械翻訳に活用できるかは古くから活発で重要な研究テーマである。今回の論文で使われた AMR の意味表現も、機械翻訳に本当に役立つかどうか、更なる研究が必要であろう。このテーマに関連して、Graham Neubig 氏と Kevin Duh 氏による論文 “On the Elements of an Accurate Tree-to-String Machine Translation System” (Neubig and Duh 2014) も、フォーカスしたトピックであるが非常に優れた仕事である。

2.3 論理推論

最後に紹介する論文は “Probabilistic Soft Logic for Semantic Textual Similarity” (Beltagy, Erk, and Mooney 2014) である。この論文のテーマは、文の意味の「類似性」を計算するために、一階述語論理式で表現された文の意味に分布意味論による「確率」を組み込むことである。確率付きで論理推論を行う枠組みとして、前は Markov Logic Network (MLN) を使っていたが、MLN による推論が非常に重いため、今回は Probabilistic Soft Logic (PSL) に切り替えた。PSL の大きな特徴は、MLN のように原子文に 1 と 0 (真と偽) の二値を割り当てるのではなく、連続した真理値 $t \in [0, 1]$ を割り当てることにある。このように MLN が整数計画問題に帰着できるのに対して PSL は線形計画問題に帰着でき、非常に効率的に解かれる。紹介論文では、PSL を応用することで前のシステムと比べ改善が見られたことが報告されている。

しかし、一階述語論理式による文の意味表現は依然と繁雑で扱いにくく、例えば紹介論文では推論知識の不足を補うために、文ペアの論理表現を比較して動的に “On-the-fly Knowledge” を生成する手法を採用しているが、非常に限られた On-the-fly Knowledge (単語のペアや短い名詞句のペアだけ) しか扱っておらず、一般的なパラフレーズをどう扱うかが問題である⁵。論理推論を行うために一階述語論理式で文の意味を表す必要性があるかどうかについて、SP14 ワークショップで議論がなされ、別の方向性を提示した論文 (Tian et al. 2014; Rocktäschel, Bošnjak, Singh, and Riedel 2014) も ACL 本会議や SP14 で見られた。

3 おわりに

Semantics は非常に難しい研究課題の一つであるが、その波及範囲は深遠で応用も広い。近年の技術発展、とくに意味の分散表現や間接シグナルを使った訓練手法などによって、古い難題の一つ一つに人々の関心もまた益々高まり、活発な研究が進められていると筆者は感じた。本報告では、Semantic Parsing のいくつかのトピックに関連する論文の紹介を通じて、ACL2014 で行われていた熱気溢れる議論の片鱗でもお伝えできればと願う。

⁵パラフレーズのような一般的な On-the-fly Knowledge も簡潔に扱える仕組みは (Tian, Miyao, and Matsuzaki 2014) にある。このトピックがきっかけで筆者と Beltagy 氏は議論を深めた。

謝辞

国立情報学研究所が推進している「東ロボプロジェクト」で、筆者が今回の ACL で発表した研究 (Tian et al. 2014) が生まれた。このプロジェクトに携わっている方々に感謝いたします。そして、本稿の一部は情報処理学会第 217 回自然言語処理研究会 (NL 研) での ACL2014 参加報告に基づく。研究会の運営に携わっている方々、それから本稿の執筆機会を与えていただいた言語処理学会に感謝いたします。

参考文献

- Banarescu, L., Bonial, C., Cai, S., Georgescu, M., Griffitt, K., Hermjakob, U., Knight, K., Koehn, P., Palmer, M., and Schneider, N. (2013). “Abstract Meaning Representation for Sembanking.” In *Proceedings of the 7th Linguistic Annotation Workshop and Interoperability with Discourse*.
- Beltagy, I., Erk, K., and Mooney, R. (2014). “Probabilistic Soft Logic for Semantic Textual Similarity.” In *Proceedings of ACL2014*.
- Berant, J., Chou, A., Frostig, R., and Liang, P. (2013). “Semantic Parsing on Freebase from Question-Answer Pairs.” In *Proceedings of EMNLP2013*.
- Berant, J. and Liang, P. (2014). “Semantic Parsing via Paraphrasing.” In *Proceedings of ACL2014*.
- Cai, Q. and Yates, A. (2013). “Large-scale Semantic Parsing via Schema Matching and Lexicon Extension.” In *Proceedings of ACL2013*.
- Flanigan, J., Thomson, S., Carbonell, J., Dyer, C., and Smith, N. A. (2014). “A Discriminative Graph-Based Parser for the Abstract Meaning Representation.” In *Proceedings of ACL2014*.
- Kwiatkowski, T., Choi, E., Artzi, Y., and Zettlemoyer, L. (2013). “Scaling Semantic Parsers with On-the-Fly Ontology Matching.” In *Proceedings of EMNLP2013*.
- Liang, P., Jordan, M., and Klein, D. (2011). “Learning Dependency-Based Compositional Semantics.” In *Proceedings of ACL 2011*.
- Neubig, G. and Duh, K. (2014). “On the Elements of an Accurate Tree-to-String Machine Translation System.” In *Proceedings of ACL2014*.
- Rocktäschel, T., Bošnjak, M., Singh, S., and Riedel, S. (2014). “Low-Dimensional Embeddings of Logic.” In *Proceedings of the ACL 2014 Workshop on Semantic Parsing*.
- Tian, R., Miyao, Y., and Matsuzaki, T. (2014). “Logical Inference on Dependency-based Compositional Semantics.” In *Proceedings of ACL2014*.
- Yao, X., Berant, J., and Van Durme, B. (2014). “Freebase QA: Information Extraction or Semantic Parsing?.” In *Proceedings of the ACL 2014 Workshop on Semantic Parsing*.
- Yao, X. and Van Durme, B. (2014). “Information Extraction over Structured Data: Question Answering with Freebase.” In *Proceedings of ACL2014*.
- Yih, W.-t., He, X., and Meek, C. (2014). “Semantic Parsing for Single-Relation Question Answering.” In *Proceedings of ACL2014*.

略歴

田 然（正会員）：

2012年東京大学大学院数理科学研究科・数理科学専攻博士課程終了。同年、国立情報学研究所特任研究員。博士では代数幾何の研究に従事したが、現在は人工知能、自然言語の意味解析の研究に従事。2014年より東北大学大学院情報科学研究科研究特任助教。博士（数理科学）、言語処理学会、人工知能学会、ACL 各会員。

（2014年6月24日依頼）

（2014年8月18日受付）