

確率的意図推定に基づき対話管理を行う情報検索対話システム

山崎 翔太 †

中野 幹生 ‡§

菅野 重樹 †

† 早稲田大学大学院 創造理工学研究科

‡ 早稲田大学 理工学術院

§(株) ホンダ・リサーチ・インスティテュート・ジャパン

1 はじめに

情報検索システムを使って何かを調べようとするとき、要求する情報のキーワードが自明でないことは多い。このとき、システム側から聞き返すことで意図を具体化することができれば、調べる対象に関する詳細な知識のないユーザでも必要な情報を見つけることができる。これは、対話によって未知語、抽象的な情報要求（クエリが不足しているので足りない情報を聞き返す）、状況やユーザーの知識に関する情報不足（適合する検索結果の中でどの情報が適切かを聞き返す）などを解決することができるためである。特に、ユーザが詳細な知識を持っていない分野の情報収集を対象としたドメインで、Webなどの未整理の情報資源を扱う場合には、曖昧性のある意図の表現が多くなり、対話によって意図を具体化することが有効だと考えられる。

このような、大規模な情報資源を対話的に検索する研究として、トラブルシューティングを扱った対話システム [1] やユーザーに合わせた検索サービスを提供する対話エンジン [2] などがあるが、これらは定義されたルールに従って対話を行うため、大規模な情報資源を直接検索できる利点があるものの、不足情報の種類をある程度定義できる必要がある。従って、ドメインによって情報が多様化する場合にはルールの数を増やす必要があり、その結果複数のルールが重複して適合する場合にはその優先順位を逐一決めて処理を行う必要がある。一方で、対話のルールを定義しない方法では、コンテキストと検索結果から対話行動を出力する関数を機械学習する方法 [3] などが提案されているが、こうした方法では対話そのものの学習データが大量に必要な上に、対話行動の種類が制限されるため、やはり未知分野を扱うのは難しい。

本論文では、このようなドメインの知識を意図として表現し、知識に基づいて未整理の情報資源を扱う情報検索対話システム実現のために、階層的な知識構造に基づく確率的な意図推定によって意図の曖昧性を解消する対話システムのアーキテクチャを提案する。

Dialogue System for Information Retrieval based on Probabilistic Estimation of User's Intention

†Shota YAMAZAKI ‡Mikio NAKANO †Shigeki SUGANO

†Graduate School of Creative Science and Engineering, Waseda Univ.

‡Faculty of Science and Engineering, Waseda Univ.

§Honda Research Institute Japan Co., Ltd.

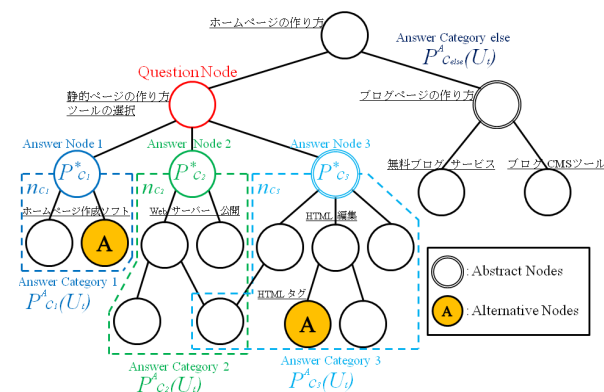


図 1: ドメイン知識の階層構造と確率更新

2 提案システム

提案システムでは、機械学習による確率分類と知識の階層構造を利用した確率更新により、意図推定の曖昧性と対話処理を確率モデルで統一的に扱う。

まず対象ドメインの意図を階層的に構造化し、対応する質問文と応答文の学習データから意図の確率分類を機械学習する。動作時には、自然言語の入力に対して意図の確率分布を推定し、曖昧である場合には聞き返すことで、その返答から階層構造を利用して確率分布を更新し、意図を具体化する。各発話ターンの対話状態に応じて、あらかじめ知識に組み込んである応答情報と、質問文の学習データから抽出したキーワードで情報資源を検索した結果を合わせた応答を出力する。

2.1 ドメイン知識

ドメイン知識として、ユーザーの情報要求の意図を階層的に構造化し、意図をノードとして表現する(図1はドメインを「Web ページ作成」に関する情報とした例である)。ノードが持つ基本的な要素は、上位ノードのリスト、抽象ノード (Abstract Node) であるかを表す属性、下位ノードを具体的に選択させるユーザーへの聞き返し質問、および知識に組み込むユーザーへの応答情報(テキストや URL など)である。抽象ノードとは、例えば「ホームページの作り方を教えて」「HTMLについて知りたい」など、ノードが表現する意図が抽象的であり応答すべき情報が漠然として大きすぎるような場合を表す。この階層構造では、上位ノードの方が1つ下位のノードより知識を前提としない一般的な情報、時間的に前に当たる情報、抽象的な情報を持つ

ている．上位ノードのリストに複数のノードを指定することを可能とすることで，知識の構造は完全な木構造ではなくネットワーク構造となる．また，各ノードの意図を表現するユーザーの質問文と，上位ノードによりシステムが聞き返し質問をしてユーザーから応答が得られた場合の意図を表現する応答文の学習データを用意し，これらを合わせてドメイン知識とする．

2.2 対話処理と確率更新

ユーザーの質問入力に対して学習結果から意図の確率分布 $P(I_i|U_1)$ を推定し，その分布から曖昧性を評価する．最大確率のノードとその他のノードの確率値の差が大きい場合には，最尤と推定されたノードで応答するが，それが抽象ノードである場合には聞き返し質問を返し，意図を具体化する．一方，差が小さい場合には，確率値の高いノード群 (Alternative Nodes) を定め，それらの上位ノードを辿ることで共通する上位ノードを聞き返しノード (Question Node) として特定し，このノードが持っている聞き返し質問を返す．その返答の結果から，聞き返しノードの子ノードの確率分布 $P_{C_m}^*(U_t)$ を推定し，以下の式により確率分布を更新する．

$$P_{I_i \in C_j}^A(I_i|U_t) = \frac{1}{\sum_{m=1}^{|C|} n_{C_m} \frac{P_{C_m}^*(U_t)}{P_{C_j}^*(U_t)}} \quad (1)$$

$$P(I_i|U_{t+1}) = \frac{P(I_i|U_t)P^A(I_i|U_{t+1})}{\sum_{k=1}^N P(I_k|U_t)P^A(I_k|U_{t+1})} \quad (2)$$

確率更新では，知識構造を利用してノードを各子ノードの下位に属すカテゴリー C に区分する (図 1)．ここで， U_t はターン t におけるユーザーの発言， I_i は各ノードが表現するユーザーの意図を表し， n_{C_m} はカテゴリー C_m に属するノードの数， N は全ノードの数である．

3 動作検証

提案アーキテクチャに基づき，ドメインとして「Web ページ作成」に関する知識を構造化してシステムを構築した．確率分類の学習では Bag of Words を素性とし，ナイーブベイズの多項モデルを利用して学習させた．図 2 はシステムの対話動作の例であり，図 3 はその時の意図の確率分布の変化である．図 3 における H は確率分布のエントロピーであり，対話により確率分布のばらつきが小さくなることを示している．

このように提案システムでは，「ホームページの作り方を教えて」といった抽象的な情報要求に対してホームページの形態や作成ツールの選択を聞き返したり，「問い合わせフォームを作りたい」などの情報不足な要求に対して必要情報のレベルや使用ツールなど詳細な情報を聞き返すことで，意図を具体化することが出来る．

U: ユーザー S: システム

- U: 問い合わせフォームを作りたい
- S: どのようなツールを使ってホームページを作っていますか?
 - ・ホームページビルダーなどのホームページ作成ソフトを使っていますか?
 - ・WordPress などの CMS ツールを使っていますか?
 - ・直接 HTML を編集していますか?
- U: ワードプレスを使っている
- S: 応答情報「WordPress で問い合わせフォームを設置する」(右図)



図 2: 対話動作例

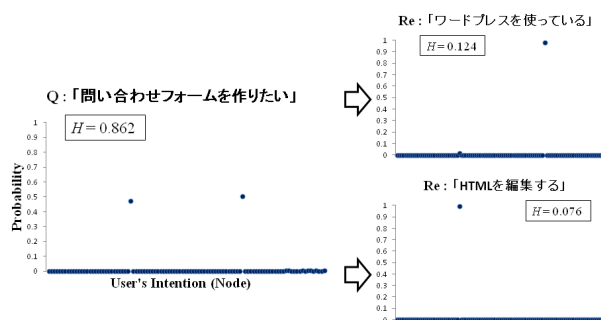


図 3: 確率分布の変化

4 まとめ

本論文では，ユーザが詳細な知識を持っていない分野のようなドメインで未整理の情報資源を扱える情報検索対話システム実現のために，階層的な知識構造に基づく確率的な意図推定によって発話意図の曖昧性を解消する対話システムのアーキテクチャを提案した．このアーキテクチャの利点は，緩い関係を定義としてドメインの知識をおおまかに構造化できること，また確率的な表現を用いることで曖昧性に応じた様々な対話処理を簡単に実装できることである．

今後は，実際にユーザーに利用してもらうことによる比較評価，質問文の学習データを自動的に収集する枠組みの構成などを行う．学習データの収集に関しては，ユーザーの履歴を利用する方法や，Q&A データからの類似質問検索 [4] などを応用する方法が考えられる．また，知識にない質問に対する応答も検討する．

参考文献

- [1] 清田ら. 大規模テキスト知識ベースに基づく自動質問応答 -ダイアログナビ-. 自然言語処理, Vol. 10, No. 4, pp. 145-176, 2003.
- [2] 北村ら. ラダリング型検索サービスのための対話エンジンの設計・開発. 情報処理学会自然言語処理研究報告, Vol. 2008, No. 67, pp. 97-102, 2008.
- [3] M. Denecke et al. Does this answer your Question? Towards Dialogue Management for Restricted Domain Question Answering Systems. In SIGDial'05, pp. 65-76, 2005.
- [4] X. Xue et al. Retrieval Models for Question and Answer Archives. In SIGIR'08, pp. 475-482, 2008.