

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 17 日現在

機関番号：14303

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25330193

研究課題名(和文) 論理型記述と関数型記述の組み合わせによる音声対話システム開発方法論の研究

研究課題名(英文) Studies on methodology of development for spoken dialogue systems based on logic programming and functional programming

研究代表者

荒木 雅弘 (Araki, Masahiro)

京都工芸繊維大学・情報工学・人間科学系・准教授

研究者番号：50252490

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、音声対話システム開発のパラダイムシフトを目的として、CSRs(Collaboratively constructed Semantic Resources)と呼ばれる意味情報が付加された大量のセマンティックデータをバックエンドデータとして、複数パラダイムのプログラミング言語を組み合わせた新しい音声対話システム開発方法論を提案し、その処理系および開発支援環境を実装した。

研究成果の概要(英文)：In order to make a paradigm shift to the new development process of spoken dialogue systems, we propose a new development methodology of spoken dialogue systems that utilizes a large amount of semantic data, that is called CSRs (Collaboratively constructed Semantic Resources). The methodology is constructed combining with different paradigm programming languages. We designed the programming language for the development of spoken dialogue systems and implemented its interpreter and a support environment for the development.

研究分野：音声対話処理

キーワード：音声対話システム 対話記述言語 セマンティックweb

### 1. 研究開始当初の背景

音声対話システムは様々な要素技術が絡み合った複雑なシステムであり、その効率的な開発・拡張・保守には近年のソフトウェア工学の知見を活用した開発方法論が必要である。

研究開始当初の音声対話システムの研究は、対話参加者の心的空間における推論・プランニングのモデル化を研究対象とする人工知能的アプローチと、音声認識における統計的手法を言語理解・対話管理に拡張・統合することを目指す統計的アプローチが主流であった。これらは高度な対話システムを実現しているものの、その研究成果は要素技術として利用できるほどには成熟していない。一方、対話管理は単純な状態遷移にとどめておき、音声認識・音声合成・バーチャルエージェントなどを組み合わせた開発環境を提供し、音声対話システムを普及させる試みもあった。しかし、実用的な対話システムでは状態数は数千にも及ぶものになり、その保守管理に多大なコストがかかること、また、そのようにコストの高い対話管理であっても、音声対話システム開発全体工程の 20%以下でしかないと指摘され、開発方法論のパラダイムシフトが求められていた。

### 2. 研究の目的

本研究では、音声対話システム開発のパラダイムシフトを目的として、CSRs (Collaboratively constructed Semantic Resources) と呼ばれる意味情報が付加された大量のセマンティックデータを対象とした論理的推論と、言語理解結果を関数とみなす関数型記述を組み合わせることによる音声対話システム開発方法論を確立することを目指した。

### 3. 研究の方法

我々はこれまで近年のソフトウェア工学の知見を活用した、開発効率が高く、拡張性・保守性に優れた音声対話システム開発方法論の研究を進めてきた。セマンティック web 標準技術に基づいて収集された実データである CSRs をクラスライブラリとし、開発者はクラスライブラリに基づいたデータ定義を行うだけで、近年の Web アプリケーションの標準である MVC (Model-View-Controller) モデルのコードが自動生成されるオブジェクト指向型の音声対話システム開発方法論を提案した。これによって、セマンティックスに基づいた情報検索や情報入力が行える音声対話システムのプロトタイプを簡易に実装できることを示した。しかし、タスクは単純な検索・情報

取得・情報入力に限られ、既存研究との差異はプロトタイプ開発の効率性に限定されていた。

本研究はこれまでの研究成果を発展させ、オブジェクト指向設計に基づく MVC コードの自動生成によって音声対話システム開発全体をカバーするという基本スタンスは維持したまま、記述論理で定義された知的な対話のための高度な推論規則および関数オブジェクトで表現された言語理解結果を組み合わせた処理を記述することができるコントローラ言語およびその処理系を実現することで、拡張性・保守性に優れた音声対話システム開発方法論を確立することを目指した。

### 4. 研究成果

関数型記述による言語理解結果の表現に関しては、情報状態更新モデルによる対話履歴の表現を用いて、その更新情報を関数として表現すること(図1)により、省略補完等を明示的に行うことなく断片的な発話を理解すること(図2)、誤解が生じたときに、誤解が生じた時点での対話履歴から、次候補以下の関数を連続して適用することによる対話の回復が行えることを示した。

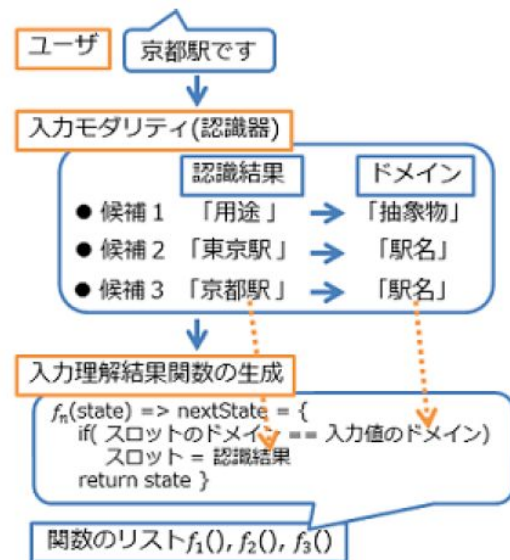


図1 発話理解結果の関数による表現生成

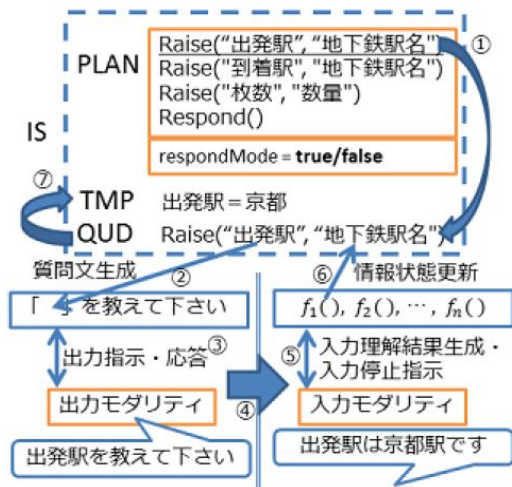


図2 情報状態の更新

論理型記述に対しては、オントロジーの知識に基づいた開発作業を支援するために MMI システム開発環境 MrailsBuilder を構築した。MrailsBuilder は、オントロジーの構造を可視化することで、データ定義作業を容易にする(図3, 図4)。また、定義されたデータモデルから Linked Open Data を自動的に取得する SPARQL を自動的に作成し、さらに別途定義された推論規則と組み合わせることによって、対話システムで提供するコンテンツを幅広い情報源から自動取得する機能を持つ。この開発環境を用いて特定タスクの MMI システムを作成し、開発プロセスにおけるこれらの機能の有効性を確認した。

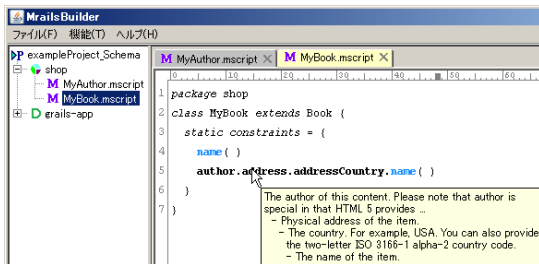


図3 データ定義時の補助情報提示

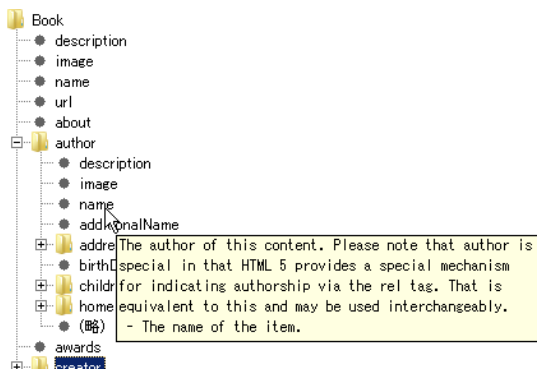


図4 属性選択時の補助情報提示

また、我々が開発したマルチモーダル対話システム開発のためのフレームワークと、web 技術の標準化団体である W3C (World Wide Web Consortium) の Multimodal Interaction Working Group が策定している標準化アーキテクチャ等との関連を調査し、本研究が今後のマルチモーダル対話システム開発における標準技術の一部となる可能性を検討した。また、開発フレームワークに雑談対話機能を組み込むための検討を行った。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

(雑誌論文)(計 1 件)

竹腰 大輔, 荒木 雅弘: コンテンツの情報構造を利用したマルチモーダル対話システム開発支援環境, 人工知能学会論文誌, Vol.30, No.1, pp.61-70, doi: 10.1527/tjsai.30.61, 2015. 査読有

(学会発表)(計 5 件)

Ryuichiro Higashinaka, Kotaro Funakoshi, Masahiro Araki, Hiroshi Tsukahara, Yuka Kobayashi and Masahiro Mizukami: Towards Taxonomy of Errors in Chat-oriented Dialogue Systems, In Proc. SIGDIAL 2015 年 9 月 2 日, pp.87-95, 2015. プラハ(チェコ)

中野哲寛, 荒木雅弘: 雑談対話システムにおける単語分散表現を用いた話題展開手法, 言語処理学会第 21 回年次大会, B1-2, 2015 年 3 月 17 日. 京都大学(京都府・京都市)

Daisuke Takegoshi and Masahiro Araki: Development Environment for Multimodal Interactive System based on Ontological Knowledge, In Proc. IIAI AAI 2014, pp.785-788, DOI 10.1109/IIAI-AAI.2014.158, 2014 年 9 月 3 日 北九州国際会議場(福岡県・北九州市)

Masahiro Araki: Representation method for significant pauses in a multimodal motion learning system, In Proc. IIAI AAI 2013, pp.361-364, DOI 10.1109/IIAI-AAI.2013.33, 2013 年 9 月 3 日. くにびきメッセ(島根県・松江市) 井手麻友美, 荒木雅弘: マルチモーダル対話記述における関数による解釈表現の検討, 2013 年度人工知能学会全国大会論文集, 1K3-OS-17a-3, 2013 年 6 月 4 日. 富山国際会議場(富山県・富山市)

(図書)(計 1 件)

荒木雅弘: イラストで学ぶ音声認識, 講談社, 2015. 192 ページ

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.ii.is.kit.ac.jp/araki/index.html>

## 6．研究組織

### (1)研究代表者

荒木 雅弘 (ARAKI, Masahiro)

京都工芸繊維大学・情報工学・人間科学  
系・准教授

研究者番号：50252490