

科学研究費助成事業（基盤研究（S））公表用資料
〔研究進捗評価用〕

平成24年度採択分
平成27年3月10日現在

マルチエージェントモデルに基づく
持続可能な言語サービス基盤の世界展開

World-Wide Sustainable Language Service Infrastructure
Based on Multi-Agent Model

課題番号：24220002

石田 亨（ISHIDA TORU）

京都大学・情報学研究科・教授



研究の概要

本研究の目的は、言語サービス（辞書、機械翻訳など）を集積する「言語グリッド」を連邦制運営によって世界に展開し、国際的かつ持続可能な多言語サービス基盤を確立することである。本研究では言語サービスの持続的な集積を可能とする言語サービス提供のためのインセンティブ設計と、複数の独立した組織による世界規模の言語サービス基盤の運用を実現する連邦制運営の制度設計、世界規模で言語サービス基盤を接続するための言語サービスのオントロジー設計に取り組む。

研究分野：知能情報学

キーワード：ウェブインテリジェンス、サービスコンピューティング

1. 研究開始当初の背景

「言語の壁」は、世界がそして特に日本が典型的に持つ問題である。我々は2006年から5年をかけて、言語資源をサービスとして共有し連携させる多言語サービス基盤「言語グリッド」の運用を進めており、17カ国144組織が参加し、140を超える言語サービスが共有されている。この間に、「言語資源から言語サービスへ」という言語グリッドの方向性は世界中の言語資源研究者に共有された。

2. 研究の目的

本研究では、国際的かつ持続可能な多言語サービス基盤の確立を目的として、次の課題に取り組む。①言語サービスが持続的に集積されるよう、言語サービス提供のためのインセンティブ設計を行う。②各地で開設される運営組織が、独立に集積した言語サービスを連携できるように、言語サービス基盤連邦制運営の制度設計を行う。③言語サービス基盤の世界展開に向け、アジアにおける連邦制運営を実現し、欧米の主要大学・研究機関・研究プロジェクトの言語サービス基盤のインタフェースとのマッピングを行い、実際に連携することで、汎用的な言語サービスオントロジーを設計し、世界規模で接続された言語サービス基盤を実現する。

3. 研究の方法

本研究は、新規のアイデアを科学的に検証

する統制実験（ラボ）と、実世界での継続した実証システム開発（フィールド）とを並行して行い、フィールドでの問題をラボで理論的に解明し、ラボで得られた研究成果を随時フィールドに適用していく。フィールドとしては、実運用されている言語グリッドを用いると共に、NPO法人と連携して実証サイトを開設し維持する。ラボとしては、商用のクラウドソーシングを統制実験環境として活用すると共に、複雑なネットワークのシミュレーションを行うためのマルチエージェントシミュレーション環境を構築する。研究成果は、言語資源、サービスコンピューティング、マルチエージェントシステムの各分野で発表し、世界と連携して技術蓄積を図る。

4. これまでの成果

①言語サービス提供のインセンティブ設計
クラウドソーシングなどによって、多くのユーザが言語サービス（用例対訳など）を改善する場合に、迅速さと高品質を両立したインセンティブ維持メカニズムを考案し、商用のクラウドソーシング上で実証した。この手法では、成果報酬方式によって金銭報酬指向の不誠実な請負者の参加を抑制する。

また、各タスクへの動的報酬配分により最終成果物の品質を最大化するインセンティブ促進メカニズムを考案した。この手法では、タスク間に依存関係がある場合の動的報酬決定手法について、マルコフ意思決定問題と

して定式化し、作業の進捗状況に応じて報酬額を決定する。

②連邦制運営のための制度設計

言語サービス基盤の運営組織が中央制御なく各自の意思で連携できる連邦制運営メカニズムを考案し、実際の連邦制運営に適用した。この手法では、言語サービスの提供における認証・認可を所属する運営組織に委譲することで、サービス提供コストを削減する。

また、低品質な言語サービス提供を抑制するため、言語サービスの評判を基にその評価を行う協調的評価アルゴリズムを考案した。

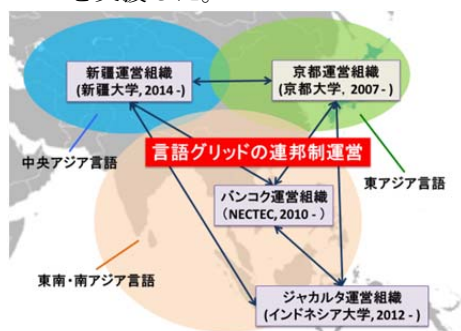
更に、言語グリッドのサービスの実データを用いて、サービス停止に伴う障害の連鎖によるサービス提供への影響を分析し、スケールフリーネットワークが障害の連鎖に対して最も頑健であることを明らかにした。特に機能の同じ代替サービスの数が少ないほど、頑健性の効果が大きいことを明らかにした。

③言語サービス基盤の世界展開

バンコク、ジャカルタ、新疆に運営センターを開設し、各言語グリッドを相互に接続することで、アジアワイドな言語サービスの相互利用を実現した。また、ウイグル語といった低資源言語の資源拡充の研究にも取り組み、英語や中国語といった多資源言語を介して、低資源言語間の対訳辞書を生成する手法を提案し、生成された辞書を言語サービスとして言語グリッドに登録し公開した。

欧米の言語基盤（欧州：META-SHARE、米国：LAPPS Grid）との接続では、欧米の言語資源協会と連携して、各基盤のポリシーに対応できる規約を作成した。2015年9月には、この規約に対応したオープン言語グリッドによる運用を開始し、言語サービスが相互利用できる見込みである。また、欧州のMETA-SHAREとの間で言語サービスの互換性に関する協議を開始し、米国のLAPPS Gridとの間のサービスインタフェースの相違を変換するコンバータを開発した。

更に、世界規模で接続される言語サービス基盤の有用性を検証するため、2014年8月にNPO法人パンゲアと世界四カ国の子供達の交流イベントを共催し、言語グリッドを用いたシステムを使って子供達のコミュニケーションを支援した。



言語グリッドの連邦制運営

5. 今後の計画

インセンティブ設計では、ボランティア志向の誠実な請負者の参加拡大を実現できるようにインセンティブ維持メカニズムの拡張を図る。インセンティブ促進メカニズムに関しては、実環境への適用可能性を向上させるために、作業進捗状況の誤認識に対処できるようにメカニズムの拡張を図る。

制度設計では、提案した協調的評価アルゴリズムを言語グリッドに適用する。サービス障害に対する頑健性については、ネットワークシミュレータを開発し、検証・評価を行う。

世界展開では、欧米の言語サービス基盤との接続に焦点を当てて研究を進める。既にシステム上は欧米の両言語サービス基盤META-SHAREとLAPPS Gridとの試験的な接続は完了しており、相互に言語サービスの情報は共有できる。よって、今後の課題は、言語サービスの相互運用に移る。具体的には、各言語サービス基盤が規定した言語サービスインタフェースの違いを埋めるために、言語サービスオントロジーについて、欧米の組織と協議しながら設計する。その後、言語サービスオントロジーに基づき、言語サービスのリクエストメッセージやレスポンスメッセージの自動変換を行えるように努める。

6. これまでの発表論文等(受賞等も含む)

1. M. Wushouer, D. Lin, T. Ishida, and K. Hirayama. A Constraint Approach to Pivot-based Bilingual Dictionary Induction. *ACM TALLIP*, 2015.
2. S. Matsubara and M. Wang. Preventing Participation of Insincere Workers in Crowdsourcing by Using Pay-for-Performance Payments. *IEICE Trans.*, Vol. E97-D, No. 9, pp. 2415-2422, 2014.
3. D. Lin, T. Ishida, Y. Murakami, and M. Tanaka. QoS Analysis for Service Composition by Human and Web Services. *IEICE Trans.*, Vol. E97-D, No. 4, pp. 762-769, 2014.
4. Y. Murakami, D. Lin, and T. Ishida. "Service-Oriented Architecture for Interoperability of Multi-Language Services, Towards the Multilingual Semantic Web", Springer, pp. 313-328, 2014.
5. T. Ishida, et al. Open Language Grid - Towards a Global Language Service Infrastructure. *Social Informatics 2014*, Cambridge, USA, 2014. (招待講演)

ホームページ等

<http://langrid.org/>