

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 3月31日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2009～2011

課題番号：21240014

研究課題名（和文） サービスコンピューティングに基づく集合知の研究

研究課題名（英文） Research on Collective Intelligence Based on Services Computing

研究代表者

石田 亨（ISHIDA TORU）

京都大学・大学院情報学研究科・教授

研究者番号：20252489

研究成果の概要（和文）：本研究では、サービスを単位とした集合知の形成方法を提案し、パブリックな環境で集積される原子サービスから新たな複合サービスを生成、管理、運用する技術体系の確立を試みた。具体的に、「サービス集合知基盤の構築」「サービス集合知基盤の制度設計」「ユーザ参加型デザイン」の3つの要素からなるサービス集合知形成のプロセスを提案し、その実現方法と効果を、多言語サービス集合知基盤「言語グリッド」を用いて示した。

研究成果の概要（英文）：In this research, we propose an approach to forming the service-oriented collective intelligent. We also establish the technological framework of creating, sharing, managing and operating the composite services that are composed by various atomic services. The process of forming the service-oriented collective intelligence consists of three elements: infrastructure design, institutional design, and user participatory design. We use the Language Grid, a multi-language service infrastructure, to evaluate the proposed approach.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	12,300,000	3,690,000	15,990,000
2010年度	11,600,000	3,480,000	15,080,000
2011年度	12,300,000	3,690,000	15,990,000
総計	36,200,000	10,860,000	47,060,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・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

インターネットは世界の人々を繋いだと言われるが、言語の壁は依然として存在している。インターネット上には多数の言語資源（データ及びソフトウェア）が存在しているが、専門家でなければそれらを異文化コラボレーションの現場で利用することは難しい。複雑な契約や知的財産、データ構造やインタフェースの多様性が、言語資源の利用を困難

にしている。インターネット上の多言語基盤をサービス指向の集合知で形成するという、言語グリッドのアイデアは2005年に1年間をかけた検討を経て生まれたものである。そのアイデアは、2006年1月のSAINTの招待講演で発表されている。その後、2006年4月より、NICTで5年間の言語グリッドプロジェクトが始まり、基盤ソフトウェアの開発が行われた。そのソフトウェアを用いて、2007年

12月に京都大学情報学専攻で運営が開始され、現在に至っている。その間に運営方式は、初期の単独組織から、複数の組織が連携する連邦制運営へと進化している。現時点では、バンコクのNECTEC、ジャカルタのインドネシア大学に運営組織が立ち上がり、京都大学の運営組織と相互に連携されている。言語グリッド構築の動機は、2001年の9.11事件(アメリカ同時多発テロ事件)の直後に行われた異文化コラボレーション実験に遡る。機械翻訳を用いた日中韓馬の共同実験の際に、その実験にカスタマイズされた多言語環境を構築したのだが、その作業は容易ではなかった。言語グリッドの着想が言語処理研究の出口としてではなく、異文化コラボレーション環境の実現を容易にするためのものであったことが、その後のプロジェクトの性格を決定づけている。ソフトウェア開発を行うNICT、運営を行う京都大学に加え、プロジェクトの当初から異文化コラボレーション環境を必要とするNPO/NGOや大学研究室が言語グリッドアソシエーションを形成し、開発に参加した。

本基盤研究が実施された2009年～2011年は、言語グリッドの初期開発が一段落し、運営が軌道に乗り始めた頃であった。言語グリッドは、開発、運営、利用が連携したプロジェクトであることは既に述べたが、本基盤研究は、その水先案内としての研究を担当している。大学の研究室で博士課程や修士課程の学生が様々に行う研究は、利用現場で生じる問題を先取りし、開発の効率を高める。一方、学生にとっては、望まれる研究を行っているという手ごたえを感じることができる。具体的には、言語サービスを応用分野として、基盤技術の開発と基盤の運営、基盤の利用を考慮したサービス集合知の形成方法を提案する研究を行ってきた。

2. 研究の目的

本研究は、サービス指向の集合知を形成することを目的とし、下記の3つの課題に取り組んだ。

(1) サービス集合知基盤の構築: Webサービスを蓄積し、共有するためには、標準のインタフェースを持つ原子サービスに基づいてサービスを連携する基盤ソフトウェアが必要である。さらに、利用者がそれらのサービスを用いて自らの活動のためのアプリケーションシステムを簡単に開発できなければならない。

(2) サービス集合知基盤の制度設計: サービス集合知基盤の各ステークホルダー(サービス利用者、サービス提供者、サービス基盤

運営者)を協調させ、サービス集合知基盤を運営するためのサービス提供と利用の仕組みを設計する必要がある。

(3) ユーザ参加型デザイン: 提供されるサービスが多ければ多いほど、利用者はそのサービスによる利益を享受できる。つまり、サービス指向の集合知を形成するには、利用者とコミュニティを積極的に参加させ、サービスを提供させることが必要である。

3. 研究の方法

(1) サービス指向集合知基盤の設計
言語グリッドは、集合知のアプローチを取っている。即ち、専門家や様々な利用現場のユーザが開発した言語資源を共有し利用できる環境として設計されている。言語グリッドの特徴は、言語資源をサービスの形で共有することである。そこには、サービスグリッド運用者、サービス提供者、サービス利用者の3種のステークホルダーが存在する。サービスグリッド運用者は、言語グリッドを管理し、言語サービスの実行を制御する。サービス提供者は、機械翻訳や形態素解析、辞書などの言語資源をサービスとして言語グリッドに登録する。サービス利用者は登録されたサービスを異文化コラボレーション活動に利用する。言語グリッドは、このように異なる組織から提供される言語サービスを結合するプラットフォームである。

言語グリッドは、P2Pサービスグリッド、原子サービス、複合サービス、アプリケーションシステムの4層から構成される。P2Pサービスグリッドは、コアノードとサービスノードという2種類のノードを接続することを目的としている。コアノードはサービスの登録情報を管理し、サービスのアクセス制御を行い、サービスを連携させる。一方、サービスノードには、サービス実体とそのラッパーが配備される。原子サービスは、個々の言語資源に対応したWebサービスである。例えば、機械翻訳や形態素解析、辞書、用例対訳が典型的な言語資源である。これらの資源は標準化されたサービスインタフェースに基づいてラッピングされる。既に、様々な言語データや言語処理ソフトウェアのサービスインタフェースを階層的に標準化するためのオントロジー体系が提案されている。言語グリッド上で提供される言語サービスのインタフェースは、このオントロジー体系に基づいて規定されている。複合サービスは、ワークフローによって原子サービスを合成したものである。ワークフローはWS-BPELによって記述され、BPEL実行エンジンによって解釈、実行される。言語サービスのドメインでは、折り返し翻訳や専門翻訳といった多様な複

合サービスが必要となる。例えば、専門的な文書の翻訳は、機械翻訳サービスや形態素解析サービス、および専門用語辞書サービスを合成して実現される。

(2) サービスグリッドの制度設計

サービスグリッドのステークホルダー（利害関係者）について以下にまとめる。単純化のために、主要なステークホルダーは以下の3者とする。(a)「サービス提供者」はサービスグリッドに対して各種のサービスを提供する。(b)「サービス利用者」はサービスグリッドに提供されたサービス呼び出して利用する。(c)「サービスグリッド運営者」はサービス提供者からサービスの提供を受け、そうしたサービスをサービス利用者に供する。なお、サービス提供者とサービス利用者を「サービスグリッド利用者」と総称する。実際、サービスグリッド利用者は、サービス提供者とサービス利用者の両方の立場を取ることができる。サービスグリッド運営者の果たす役割は、サービスグリッド利用者の間に立って、サービスの提供と利用を促進することにある。本研究では、サービスグリッド運営者とサービスグリッド利用者の契約という観点から制度設計を進める。具体的に、サービスの提供（サービス利用目的の分類、サービスの登録、サービス利用に制御）とサービスの利用（応用システムを介したサービスの利用、応用システムの運営方式、サービス提供者へのリターン）に関する制度を設計する。

(3) 基盤ソフトウェアとツールの設計

サービス指向集合知の基盤となるP2Pサービスグリッドのシステムを構築し、オープンソースソフトウェアとして提供する。サービス提供者は、Webサービスのインタフェース記述であるWSDLとサービスの著作権情報、ライセンス情報、アクセス制約をサービスマネージャに登録する。サービスマネージャは、WSDLファイルを取得すると、インタフェース情報とエンドポイントのURLを抽出し、同じインタフェースの仮想エンドポイントをサービススーパーバイザ上に生成する。仮想エンドポイントの目的は、サービスへの直接のアクセスを禁止し、指定されたアクセス制約に基づいて、サービスへのアクセスを制御することである。サービスを利用するときには、応用システムから仮想エンドポイントにSOAPリクエストを送りサービス呼び出す。サービススーパーバイザは、そのリクエストをユーザリクエストハンドラで受け取ると、サービス登録時に設定されたアクセス制約を満たしているかどうか検証する。満たしていれば、サービススーパーバイザは実際のエンドポイントをプロファイルレポジトリから取

得しサービスにアクセスする。サービスからのレスポンスはアクセスログに蓄積され、アクセス制約が守られていることの検証や、サービス利用のモニタリングに利用される。

また、上記のサービスグリッド上に言語サービスを対象として、利用実証のための多言語コミュニティサイト「言語グリッドToolbox」を構築する。NPOが活動内で利用する外来語や造語、固有名詞などを独自の辞書に登録し、機械翻訳と連携させて利用することで翻訳品質を向上させている。さらに、コミュニティ内で、翻訳結果を修正し合うことにより、自然な翻訳文を共有することができるようになってきている。NPOにおいて、多言語コミュニティサイトが日常的に利用されていることは、言語グリッドの研究開発に大きなフィードバックを与えた。実際に、このコミュニティサイトを参考に、多言語コミュニケーションを支援するツール群である言語グリッドToolboxが開発され、現在、多くのグループが利用している。

4. 研究成果

(1) 言語グリッドの利用

本研究では、ユーザ参加型デザインの手法によって、多言語サービス指向集合知基盤「言語グリッド」はローカルコミュニティとグローバルコミュニティにおいて、コミュニティのニーズに合わせて利用されている。以下、それぞれの例を示す。

在日外国人の増加に伴い、医療の現場においても、十分に日本語を話すことができない外国人患者との対話が大きな問題となっている。医療現場の場合、病状、薬、保険制度などが、医療従事者と患者の双方で正しく伝わらなければならない。京都では、医療通訳ボランティアが同行する支援が行なわれているが、その需要は増大している。そこで、用例対訳を利用し、医療従事者と患者間の対面でのコミュニケーションを支援する多言語医療受付支援システム^{M3}が、和歌山大学と多文化共生センターきょうとにより開発された。医療現場、特に医療受付時に高頻度で利用される用例が必要となるため、医療用例収集システムTackPadが開発され、医療通訳ボランティアによる用例対訳の収集が行われている。

Wikipediaは、誰でも記事を作成・編集できるため、約270もの言語により情報が共有されている。これらの記事はそれぞれの文化を背景に執筆されているため、異文化の相互理解のための知識の宝庫と言える。しかしながら、その内訳を調べると、言語によって記事の数に大きな偏りがある。知識の翻訳を加速

するためには、翻訳に関する議論が可能な多言語掲示板が必要である。そこで Wikimedia 財団と共同で、言語グリッドを応用した多言語掲示板を MediaWiki 上に開発した。この多言語掲示板を用いれば、世界中の Wikipedia ボランティアは、記事の翻訳のために、多言語での質問応答を行うことができる。実現方法としては、まず、MediaWiki 上に、言語グリッドへのアクセス手段を提供する言語グリッドエクステンションを開発した。次に、これを利用し、Wikimedia 財団が開発した単言語の掲示板『Liquid Thread』を拡張した多言語掲示板『Multilingual Liquid Thread』を開発した。Multilingual Liquid Thread は、記事ごとに多言語用語集を作成できるため、記事ごとに機械翻訳をカスタマイズし、翻訳精度を向上させることができる。

(2) 言語グリッドの運営

我々が考案した言語グリッドの運営モデルは、世界各地の研究機関や NPO などの利用グループの意向を反映したものである。運営モデルの策定は言語グリッドの基盤ソフトウェアの開発と並行して行われたが、運営モデルの合意には半年以上を要した。運営モデルを実現するために、基盤ソフトウェアが開発されたと言っても過言ではない。言語グリッドは、2007 年 12 月に京都大学によって運営が開始された。その後、17 カ国 145 組織が覚書に署名している。2011 年 2 月には、タイの NECTEC が言語グリッドオペレーションセンターをバンコクに立ちあげ、京都大学のオペレーションセンターと連邦制運営を開始した。その結果、言語グリッド（京都、バンコク）に登録された言語サービスは、現在、170 を超えた。多様な原子・複合サービスが、Translation, Bilingual Dictionary, Parallel Text, Morphological Analysis, Text-to-Speech など 20 種以上のサービスタイプに分類され共有されている。さらに、「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が、欧州、米国の言語資源研究者の間で共有され始めている。米国では、自然言語処理、情報検索、機械翻訳、音声、セマンティックウェブなどの分野で、これまで個別に作成されてきた言語資源を、分野を超えて再利用するプロジェクト SILT (Sustainability Interoperability for Language Technology) が進められてきた。SILT の次期プロジェクトは、言語グリッドの基盤ソフトウェアを利用する計画になり、米国の NSF に採択された。また、欧州では、効率的に新規の言語技術や言語資源を開発できるように、今後の技術課題の優先度付けやロードマップを検討するプロジェクト FLaReNet (Fostering Language Resources

Network) が進められてきた。この FLaReNet は言語グリッドを参考に、言語資源から言語サービスへの移行を提唱し、MetaNet という新しいプロジェクトを生みだしている。言語サービスを世界規模で共有するために、欧米とアジアの協力が今後ますます必要となると思われる。

(3) サービスグリッドの連邦制運営

大学や研究機関などの非営利組織を中心とするサービスグリッドが世界的な広がりを見せるためには、複数の運営者の連携が求められる。これを「連邦制の運営」と呼ぶ。連邦制の運営が必要となる理由は、運営者が管理できるサービスグリッド利用者の数に限りがあからだけではない。運営者がコミュニケーションを行えるサービスグリッド利用者の範囲には、地理的あるいは専門的な観点からの局所性があるからである。連邦制の運営には 2 つの方式が考えられる。第一は集権的な方式で、運営者を構成員とする連邦組織を別途構成し、合意に基づいてサービスグリッド間の連携の仕組みを決定していく。第二は分権的な方式で、サービスグリッド利用者が、同一の覚書を用いて別のサービスグリッドの運営者となることを許す。以下では、大学や研究機関などの非営利組織に向くとと思われる、分権的な連邦制の運営方式を詳しく述べる。

「連携運営者」とは、同一の覚書を用いて別途自らサービスグリッドを運営しているサービスグリッド利用者をいう。また「連携利用者」とは、同一の覚書を用いて連携運営者が運営するサービスグリッドの利用許諾を受けているものをいう。このとき連携利用者が、連携運営者がサービスグリッド利用者として参加しているサービスグリッドを利用できるというのが連邦制のアイデアである。ただし、その場合にも、サービス提供者が連携利用者に利用許諾をするか否かの選択をする権限は継承される。一般に 2 つのサービスグリッドが対等の関係で連携するには、双方の運営者が各々相手方のサービスグリッド利用者となり覚書を締結すればよい。こうした双方向の連携は、同種のサービスグリッドが地理的な制約を超えてネットワークを形成していくのに適している。しかしながら、一方向の連携が意味を持つこともある。また、異なるサービスグリッドが同一の覚書を用いることが困難な場合もある。特に問題となるのは準拠法である。国際的な連携では、ニューヨーク州法など特定の法令を準拠法と定めることも考えられるが、運営者はそれぞれが所在する地の法令を準拠法とすることを望むかもしれない。このような場合には、サービス提供者は、連携利用者が異なる準拠

法の下でサービスを利用することを理解しておく必要がある。本研究期間では、我々は2年間に及ぶサービスグリッドの運営を経験してきた。こうした経験の共有が、制度設計の知見の蓄積を促し、サービス指向の集合知の発展に寄与することを願っている。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計4件)

① 石田 亨, 村上陽平, 稲葉利江子, 林 冬恵, 田中正弘. 言語グリッド: サービス指向の多言語基盤. 電子情報通信学会論文誌 D, 査読無, Vol. J95-D, No. 1, pp. 2-10, 2012. (招待論文)

② 石田憲幸, 高崎俊之, 石松昌展, 石田 亨. Wikipedia 翻訳のための多言語議論の支援. 電子情報通信学会論文誌 D, 査読有, Vol. J95-D, No. 1, pp. 39-46, 2012.

③ 石田 亨, 村上 陽平. サービス指向集合知のための制度設計. 電子情報通信学会論文誌 D, 査読有, Vol. J93-D, No. 6, pp. 675-682, 2010. (招待論文)

④ 森田大翼, 石田 亨. 共同翻訳のためのプロトコルの開発. 電子情報通信学会論文誌, 査読有, Vol. J92-D, No. 6, pp. 739-746, 2009.

[学会発表] (計20件)

① Julien Bourdon and Toru Ishida. A Graph Based Model for Understanding Localisation Patterns in Multilingual Websites. International Conference on Culture and Computing (Culture and Computing-11), poster session, Kyoto, Japan, October 22nd, 2011.

② Linsi Xia, Naomi Yamashita and Toru Ishida. Analysis on Multilingual Discussion for Wikipedia Translation. International Conference on Culture and Computing (Culture and Computing-11), Kyoto, Japan, October 21th, 2011.

③ Jun Matsuno and Toru Ishida. Constraint Optimization Approach to Context Based Word Selection. International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-11), pp. 1846-1851, Barcelona, Spain, July 20th, 2011.

④ Arif Bramantoro and Toru Ishida. Cultural Language Service: A Discovery, Composition and Organization. IEEE International Conference on Services Computing (SCC-11), pp. 402-409, Washington DC, USA, July 8th, 2011.

⑤ Shinsuke Goto, Yohei Murakami and Toru Ishida. Reputation-Based Selection of Language Services. IEEE International Conference on Services Computing (SCC-11),

pp. 330-337, Washington DC, USA, July 6th, 2011.

⑥ Ari Hautasaari, Nadia Bouz-Asal, Rieko Inaba, Toru Ishida. Intercultural Collaboration with the Language Grid Toolbox. The 2011 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW-2011) Videos, pp. 579-580, Hangzhou, China, March 23rd, 2011.

⑦ Nadia Bouz-Asal, Rieko Inaba, Toru Ishida. Analyzing patterns in composing teaching materials from the Web. The 2011 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW-2011) Interactive papers, pp. 605-608, Hangzhou, China, March 21st, 2011.

⑧ Ari Hautasaari. Machine Translation Effects on Group Interaction: An Intercultural Collaboration Experiment. International Conference on Intercultural Collaboration (ICIC-10), ACM, pp. 69 - 78. August 19th, 2010.

⑨ Masahiro Tanaka, Yohei Murakami, Donghui Lin and Toru Ishida. Service Supervision for Service-oriented Collective Intelligence. IEEE International Conference on Services Computing (SCC-10), pp. 154-161, July 7th, 2010.

⑩ Yohei Murakami, Naoki Miyata and Toru Ishida. Market-Based QoS Control for Voluntary Services. IEEE International Conference on Services Computing (SCC-10), pp. 370-377, July 7th, 2010.

⑪ Toru Ishida. The Language Grid for Intercultural Collaboration. Web Science Conference (WebSci-10), April 27th, 2010.

⑫ Toru Ishida, Rieko Inaba, Yohei Murakami, Tomohiro Shigenobu, Donghui Lin and Masahiro Tanaka. The Language Grid: Creating Customized Multilingual Environments. International Conference on Global Interoperability for Language Resources (ICGL-10), January 19th, 2010.

⑬ Julien Bourdon, Laurent Vercoouter and Toru Ishida. A Multiagent Model for Provider-Centered Trust in Composite Web Services. International Conference on Principles of Practice in Multi-Agent Systems (PRIMA-09), Lecture Notes in Artificial Intelligence, 5925, Springer-Verlag, pp. 216-228, Nagoya, Japan, December 14th, 2009.

⑭ Ari Hautasaari and Toru Ishida. Semantic Web Approach to Support Wiki-to-Wiki Translation Communities. エージェント合同シンポジウム (JAWS2009),

Zao, Miyagi, October 30th, 2009.

⑮ Julien Bourdon and Toru Ishida. Trust Chaining for Provider Autonomy in Composite Services. エージェント合同シンポジウム(JAWS2009), Zao, Miyagi, October 30th, 2009.

⑯ Arif Bramantoro and Toru Ishida. QoS Agent in User-Centered Service Selection. エージェント合同シンポジウム(JAWS2009), Zao, Miyagi, October 30th, 2009.

⑰ Arif Bramantoro and Toru Ishida. User-Centered QoS in Combining Web Services for Interactive Domain. In Proceedings of International Conference on Semantics, Knowledge and Grid (SKG-09), IEEE, pp.41-48, Zhuhai, China, October 13th, 2009.

⑱ 石松昌展, 田仲正弘, 石田 亨. 表形式の言語資源からのメタデータ抽出. 情報科学技術フォーラム FIT, 宮城県仙台市 September 3rd, 2009.

⑲ Rie Tanaka, Yohei Murakami and Toru Ishida. Context-Based Approach for Pivot Translation Services. In Proceedings of International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-09), AAAI Press, pp.1555-1561, Pasadena, California, USA, July 16th, 2009.

⑳ Masahiro Tanaka, Toru Ishida, Yohei Murakami, and Satoshi Morimoto. Service Supervision: Coordinating Web Services in Open Environment. IEEE International Conference on Web Services (ICWS-09), pp. 238-245, Los Angeles, USA, July 9th, 2009.

[図書] (計1件)

① Toru Ishida Ed. The Language Grid: Service-Oriented Collective Intelligence for Language Resource Interoperability. Springer, 306p., ISBN 978-3-642-21177-5, 2011.

[その他]

報道関連

「異文化つなぐ「言語グリッド」試み本格化」, 日本経済新聞, 2011. 3. 21. / 「ネット多言語システム タイ研究機関と連携」, 京都新聞, 2011. 2. 15. / 「言語グリッドを連携運営」, 日刊工業新聞, 2011. 2. 15. / 「京大の翻訳サービス タイの研究所と提携」, 産経新聞, 2011. 2. 15. / 「留学生も快適に・・・「誤訳」少ない翻訳サービス」, 産経新聞, 2011. 2. 10. / 「“京大用語”正しく翻訳」, 京都新聞, 2011. 2. 10. / 「京大留学生に必須語翻訳」, 読売新聞, 2011. 2. 10. / 「ネットで瞬時に多言語翻訳」2010年3月13日, 京都新聞, 朝刊 31面. / 「4か国語即翻訳サイト 京大 留学

生の生活 支援目指す」2010年2月20日, 読売オンライン. / 「4か国語即翻訳サイト 京大 留学生の生活支援目指す」2010年2月20日, 読売新聞, 朝刊, 京都 35面. / 「留学生のための「グローバル 30 多言語コミュニティサイト」」2010年2月19日, KBS 京都. / 「4カ国語スラスラ 京大 自動翻訳 留学生向け」, 2010年2月16日, 京都新聞, 朝刊 23面. / 「NICT 多言語コラボレーション支援ツールを OSS 公開 4つの汎用的な多言語 モジュールも同時開示」, 電波タイムズ, 2010年1月25日, 1面. / 「NICT 多言語コラボ支援 汎用ツールを OSS で」, 日本情報産業新聞, 2010年1月25日, 朝刊 2面. / 「多言語交流 ソフトで支援」, 京都新聞, 2010年1月21日, 朝刊 25面. / 「情報通信研究機構など支援ソフト 翻訳辞書ソフト取り込み容易に」, 日経産業新聞 [日経テレコン 21], 2010年1月19日, 朝刊 11面. / 「情報通信研究機構と京都大学が言語グリッドツール OSS として開発公開 多言語コラボレーションを支援」, 電経新聞, 2010年1月18日, 朝刊 4面. / 「情報通信研究機構など多言語機能容易に 支援ツール OSS で公開」, 日刊工業新聞, 2010年1月15日, 朝刊 11面.

研究成果に関する Web ページ

http://www.ai.soc.i.kyoto-u.ac.jp/publications/research_report/kibanA_report_2009_2011.pdf

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石田 亨 (ISHIDA TORU)
京都大学・情報学研究科・教授
研究者番号: 20252489

(2) 研究分担者

松原 繁夫 (MATSUBARA SHIGEO)
京都大学・情報学研究科・准教授
研究者番号: 80396118

服部 宏充 (HATTORI HIROMITSU)

京都大学・情報学研究科・助教
研究者番号: 50455581

(3) 連携研究者

村上 陽平 (MURAKAMI YOHEI)
独立行政法人情報通信研究機構・研究員
研究者番号: 00435786
(2009年度のみ)

林 冬恵 (LIN DONGHUI)

独立行政法人情報通信研究機構・研究員
研究者番号: 90534131
(2009年度のみ)