

審査の結果の要旨

氏名 クライン・アドリアン・ヘルムート・ダビド

様々な機能をネットワーク経由で提供する Web サービスが、多く公開され活用されるようになってきている。これに対し、ワークフローに含まれる各機能を実現するサービスの組み合わせを、品質を最適化するように選ぶ問題が盛んに取り組まれている。サービス選択問題においては、サービスを組み合わせた結果のワークフロー全体に対して、利用料金や応答時間などの品質に対する制約充足と最適化を考える。このため、膨大な組み合わせの探索が必要となり、近似解法のスケーラビリティの実現に重点が当てられてきた。しかしサービス選択問題に対しては、2003 年に行われた当初の研究における問題の定義を踏襲してスケーラビリティを追求している取り組みが多く、現実に必要とされる側面を扱っていない。

そこで本研究においては、問題の定義自体を拡張するとともに、十分なスケーラビリティを確保できるアルゴリズムを提案している。具体的な拡張としては、第一に長期間の利用における品質の確保、第二にネットワークの影響を考慮した品質の確保を扱っている。

本論文は以下の 6 つの章から構成されている。

第 1 章では研究の概要を述べている。次に第 2 章では前提となる背景知識を説明した後、第 3 章ではサービス選択問題に対する既存研究を議論し、課題を整理している。

第 4 章では、長期間の利用における品質を考慮するという方向性に基づき、3 つの貢献が議論されている。従来のサービス選択問題においては、毎回の実行において品質の制約を満たしつつ、品質に対する効用関数を最大化することを考えていた。しかし、例えば利用料金など、複数の実行を通じた長期間での値が保証できれば十分ということも多い。また、複数の実行を考えると、品質の異なる複数サービスを特定の比率で使い分けるような選択肢も増えてくる。本章ではこれらの動機を踏まえ第一に、長期間にわたる確率的なサービス選択問題として、問題の拡張を形式的に定義している。この問題は、Linear Programming に対応づけることにより、効率よく解くことができる。加えて、人間による決定プロセスの支援など、提案手法の活用方法を 4 つ議論している。評価としては、スケーラビリティの観点に加え、従来の問題定義よりも利用者が得る効用が高くなることも実験的に示している。本章では第二に、技術的には、このアプローチが

従来の問題においても活用できるというアイデアを示している。具体的には、上記の効率的に得られる解を、山登り法などのメタヒューリスティックスにおいて改善の対象となる初期解として用いる。これにより従来の問題においても、より最適解に近い解を求めることができ、かつスケーラビリティのある手法を実現され、またその評価がなされている。本章では第三に、本章で扱う問題の集大成として、品質や利用の時系列の変化パターン、および代替えサービスの選択を含めた問題を定義している。これに対して遺伝アルゴリズムに基づく独自の解法を提案し、利用者における効用の増加、信頼性の保証、およびスケーラビリティを達成、評価している。

第5章では、ネットワークの影響を考慮するという方向性に基づき、3つの貢献が議論されている。従来サービス選択問題においては、ネットワークの影響もサービスの品質の一部としてモデル化していたため、ユーザの位置への依存性が扱われていなかった。またクラウドの普及により地理的な分散が拡大し、サービスの配備箇所を選択肢も膨大となるため、ネットワークの影響を考慮し、かつスケーラビリティを達成することがより重要となっている。本章ではこれらの動機を踏まえ準備段階として、現実的な適用可能性を議論するために、分散アーキテクチャを提案している。このアーキテクチャは標準的な集中型、および完全な分散アーキテクチャのバランスをスレーブノードの導入にてとろうというものである。また加えて、サービス利用の前後関係を踏まえたネットワーク品質の表現モデルを提案している。これらは以降のサービス選択に統合され効果的に活用されている。本章では第二に、遺伝アルゴリズムを問題に応じて拡張し、サービス利用の前後関係やネットワーク品質を踏まえるアルゴリズムにより、効率的な解法を提案、評価している。さらに第三に、ネットワーク品質と一般のサービス品質とのバランスを取る自己適応的なアルゴリズムを提案、評価している。これらの取り組みにより、ネットワークとサービスの双方の品質を踏まえて利用者にとって高い効用、および高いスケーラビリティも達成、氷解している。

第6章では最後に、本論文の内容をまとめている。

以上のように本論文は、増加するWebサービスの活用という大きな目標に向けて着実に技術を進歩させている。特に従来問題定義に対して現実を踏まえた拡張を提起した上で、より困難な問題に対して十分にスケーラビリティを達成する解法を提案している。また実用の観点、技術活用の観点から、非常に様々なアイデアが注意深く論じられている。以上のように本論文は独自かつ先進的な成果を挙げたものであり、審査委員会は、博士号に十分値するものと判断した。よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。

よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。