

# サービス合成における メタデータを用いた協調プロトコル合成手法

高橋 竜一，深澤 良彰  
早稲田大学大学院 基幹理工学研究科  
〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1  
{ryu1-t, fukazawa}@fuka.info.waseda.ac.jp

鄭 顕志，石川 冬樹，本位田 真一  
国立情報学研究所  
〒101-8430 東京都千代田一ツ橋 2-1-2  
学術総合センター  
{tei, f-ishikawa, honiden}@nii.ac.jp

## Abstract

マルチエージェントシステムではエージェント間の協調動作を定義する協調プロトコルが重要である。しかし、多数のエージェントが参加する協調プロトコルを定義することは非常に複雑でコストの高いタスクである。複雑な協調プロトコルを容易に作成する手法として協調プロトコル合成があるが、既存の協調プロトコル合成では一つの協調プロトコルを複数の箇所合成する場合には、合成のコストを十分に低減することができなかった。本論文では協調プロトコル合成の新しい手法として、メタデータを用いた協調プロトコル合成手法を提案する。本手法を用いることで、一つの協調プロトコルを複数箇所合成する場合の合成のコストを低減することができる。

## 1 背景

Web サービスやマルチエージェントシステムのように、複数のプロセスや主体が協調動作をするアプリケーションでは、設計時にその協調動作の定義（協調プロトコル）を作成することが必要である。協調プロトコルは協調動作の参加者（ロール）間で送受信される、外部から観測可能なメッセージ、メッセージによってやり取りされる変数を定義したものである。協調プロトコルを正確に設計することは非常に重要であるが、ロール数やメッセージ数が多く、また分岐構造等を多数持つような協調プロトコルは複雑になり、正確に設計するにはコストがかかる。大規模な協調プロトコルの作成コストを低減する手法に、協調プロトコル合成がある。協調プロトコル合成は部品化した小規模な協調プロトコル（部品プロトコル）を組み合わせることで、目的の協調プロトコルを作成する。フルスクラッチで作成するよりも、部品化した協調プロトコルを再利用することでコストを低減することができる。

協調プロトコル合成の既存技術として、OWL-P [1] がある。OWL-P はベースとなる協調プロトコルの任意の箇所に処理を追加できるが、その指定は協調プロトコル内で定義されているメッセージ名を使用する。そのため、処理を追加する場所とそれを指定する記述（合成記述）

は1対1で対応しなければならず、同じ処理を複数箇所へ追加する場合には処理の追加箇所の数だけ合成記述が必要になる。また、OWL-P ではメッセージ名を直接指定して合成を行うため、使用する部品プロトコル内の記述を十分に知らないとは合成ができない。

## 2 提案

本研究では新たな協調プロトコル合成の手法を提案する。本手法ではメタデータを使用する。ここでいうメタデータとは協調プロトコル中のメッセージや変数の意味を表現する単語集合のことであり、このメタデータを合成時に使用する。特にメッセージに付与したメタデータを合成記述内で、合成方法を指定するときに使用することで、合成記述の抽象度を上げる。合成の抽象度を上げることによって、1種類の合成記述で複数箇所への合成をすることができるようになり、また部品プロトコルの具体的な記述内容ではなく、部品プロトコルが持つ抽象的な意味に依って合成を指定することができるようになる。

## 3 メタデータを用いた協調プロトコル合成

協調プロトコル合成を実現するには処理を組み合わせる際に、合成方法を指定する方法が必要になる。合成箇所は部品プロトコルの挿入箇所として指定され、指定方法はメッセージを基点する。一例としては指定したメッセージの直前または直後といった形で指定される。既存手法ではメッセージを指定するにはメッセージ名を直接指定する必要があった。本手法では既存手法では用いなかったメタデータを新たに導入し、合成方法の指定時にはこのメタデータ指定する。合成箇所は指定したメタデータを持つメッセージを基点として合成する。

メタデータを使用するメリットとしては、同じ性質・意味を持つ複数のメッセージを一度に指定することができる。Figure 1 のように1種類の合成記述で同種の複数の合成を行うことができるようになる。また、メッセージの意味に注目して合成を指定できるので、メッセージ名を直接指定するよりも抽象的に合成を指定することがで

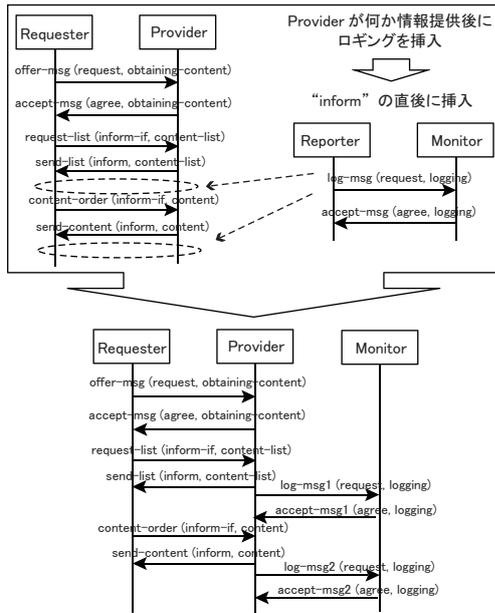


Figure 1. 同一協調プロトコルの複数箇所への挿入例

きる。従って、部品プロトコルの意味や性質を理解していれば合成ができ、メッセージ名などの内部処理の詳細を知っている必要がない。

#### 4 メタデータ付与のルール

本手法ではメタデータ付与のルールが重要になり、付与ルールの決め方によって合成能力が変わる。メタデータは語彙と意味がセットになり、予め運用する範囲内で定義及び周知してから使用する必要がある。

例えば付与ルールの一例としてアプリケーションでのメッセージの意味をメタデータで表現する方法が考えられる。メッセージの意味は「誰が誰に何をどうする」という形で表現できる。「誰が誰に」という送受信者の情報はメッセージ定義にあるので、メタデータとして改めて与える必要はない。「何を」の部分はアプリケーションドメイン毎に必要な語彙を定義して周知・利用する。また「どうする」の部分の語彙はFIPA-ACLの語彙を利用することができる。このルールに従うと、Figure 1では各メッセージのカッコ内のようにメタデータが与えられる。

#### 5 評価

プロトコル合成に必要な合成記述の記述量を、提案手法とOWL-Pで比較し評価する。評価には5つの協調プロトコルを用意し、組み合わせ方を変えて4種類の協調プロトコルを合成する。特にこの合成では同一協調プロトコルを複数回合成する様な組み合わせ例を用いる。また、それとは別に実在するビジネスプロセス [2] を部品

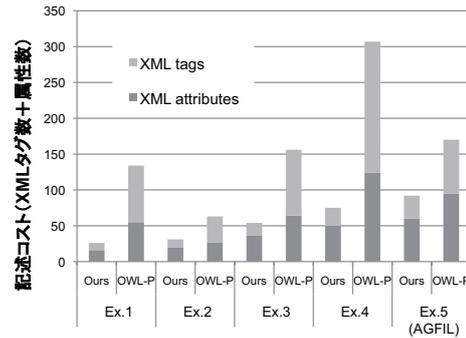


Figure 2. 合成記述の記述量

プロトコルからの合成で作成する。以上の5例において合成記述の記述量を比較する。

Figure 2に結果を示す。本手法を用いることによって全例において記述量を削減することができた。これは同一の処理を複数個所に合成するような場合において、既存手法では合成箇所の数だけ合成記述を用意しなければならなかったのに対して、提案手法では1つの合成記述で複数の合成を指定できるためである。

しかし、提案手法はメタデータを導入したことによってメタデータ付与のコストが新たに発生した。これは場合によっては合成記述の減少分を上回る場合もある。しかし、メタデータ付与のコストは合成の度に常に必要ではない。既にメタデータが付与された部品プロトコルを再利用することによってこのコストは削減することができる。このように本手法は部品プロトコルの再利用によって更なるコスト削減を見込むことができる。

#### 6 まとめ

本研究ではメタデータを用いたプロトコル合成手法を提案し、またメタデータ付与のルールの一例を示した。メタデータを使用することによって、合成記述の抽象度を向上させることができ、一度の記述で複数箇所への合成を記述することができる。提案手法によって同一協調プロトコルの複数回合成時の記述量を減らすことができる。

今後の課題としては、合成した協調プロトコルが意図した動作をするか、意図せず必要な性質が失われているかを検証するための検証機構の実装などが考えられる。また拡張案として、現在の手法では設計時の合成しかできないのを、実行時に実装を伴って合成し動的に振る舞いを変更できるような機構を実現することなどが考えられる。

#### References

- [1] N. Desai et al. OWL-P: A Methodology for Business Process Development. In *AOIS*, pages 79–94, 2005.
- [2] N. Desai et al. Business Process Adaptations via Protocols. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Services Computing*, pages 103–110, 2006.