

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 30 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500035

研究課題名(和文) Webサーバ/クライアント・携帯機器上の高度連携システムの自動生成方式の研究

研究課題名(英文) Description-Based Mashup Generation Systems for Cooperation of Mobile Applications, Web Services, and Web Applications

研究代表者

徳田 雄洋(TOKUDA, TAKEHIRO)

東京工業大学・情報理工学(系)研究科・教授

研究者番号：30111644

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円、(間接経費) 1,230,000円

研究成果の概要(和文)：今日多くの人々が日常的に利用する環境内に、有用なモバイルアプリケーション、Webサービス関数、Webアプリケーションが広範に提供されている。しかしながら、これらを自動的に連携させ1つのアプリケーションへ統合することは一般には容易ではない。従来の連携技術、すなわちマッシュアップ技術はWeb上のWebサービス関数の連携、あるいは1台のモバイル機器内のモバイルアプリケーション連携に限定されていた。

本研究はモバイルアプリケーション、Webサービス関数、Webアプリケーションを統合して、1台あるいは複数台のモバイル機器上で連携するモバイルマッシュアップアプリケーションを自動生成するシステムを開発した。

研究成果の概要(英文)：Nowadays we have many useful mobile applications inside smart phones, and Web service functions or Web applications on the Web. Unfortunately it is not easy yet to integrate them to realize a new application. Traditionally mashup technology was limited to integration of Web service functions on the Web, or integration of mobile applications inside one mobile phone.

We developed a series of mobile mashup application generation systems, which may allow us to integrate mobile applications, Web service functions and Web applications within one mobile device or different devices. One typical example of generated mashup applications is to show a restaurant near the central point of three mobile phone user locations. We also discovered a new composition approach for multiple-device mashups via the use of tethered mashup applications. This approach allows us to realize cooperation of various functions among rich and poor mobile devices.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・ソフトウェア

キーワード：ソフトウェア生成系 マッシュアップ 携帯機器 モバイルアプリケーション Webアプリケーション
Webサービス 連携システム

1. 研究開始当初の背景

今日ではアプリケーションソフトの実行環境は、伝統的なパソコンデスクトップ、Web サーバ、Web クライアント上から、Android 環境や iOS 環境のスマートフォンやタブレットコンピュータといった携帯機器上へと急速に拡大している。これらの携帯機器上では、位置情報、画像認識、手書き入力、音声読み上げなどの高度ソフトが無料で利用可能である。もしこれらのアプリケーションソフト同士や Web 上の各種サービス関数や Web アプリケーションを連携させるシステムが容易に生成できるならば、従来存在しなかった全く新しいタイプの高度応用システムを次々と実現することが可能となる。

2. 研究の目的

本研究チームは世界に先がけて Web アプリケーションと Web サービス関数の自動連携方式を、Web ページ部分情報抽出技術の発展技術として開発した。この成果をさらに発展させ、モバイルアプリケーション、Web サービス関数、Web アプリケーションを統合した、モバイルマッシュアップアプリケーションを自動生成する生成システムを開発する。生成システムに与える入力記述は、コンポーネントの宣言的記述および統合方法についての宣言的記述で、これらから高度連携システムを自動的に作り出す。

3. 研究の方法

宣言的記述から統合アプリケーションを自動生成するシステムとして、MAIDL システムおよび C-MAIDL システムを開発した。前者は 1 台の機器で動作するタイプの統合アプリケーション、後者は複数の機器で連携動作するタイプの統合アプリケーションを作り出す。

統合アプリケーション生成のために、各コンポーネントを扱う基本的方法は次の通りである。まず Web アプリケーションは Web 部分情報抽出技術に基づき、結果ページの中から必要部分を取得することにより、結果情報を扱う。Web サービス関数については、REST 型 Web サービス関数を対象とする。モバイルアプリケーションについては、インテント呼び出し法が公開されているタイプのモバイルアプリケーションに限定する。

次にコンポーネントの統合方式として、データフロー方式とイベント駆動方式を扱った。データフロー方式では、入力・処理・出力のデータの流れを記述するので、非プログラマにも記述可能である。繰り返し処理や連続的実時間表示を行うにはデータフロー方式は適していない。イベント駆動方式では、イ

ベントに対応した動作起動を記述する。連続的実時間表示も記述可能である。一般に実行効率はデータフロー方式がすぐれ、表現力はイベント駆動方式が優れている。

C-MAIDL システムによるコンポーネントの統合過程は図 1 のように示すことができる。3 人の参加者が現在位置情報を渡し、集合するポイントを決める統合アプリケーションの連携の様子は図 2 のようになる。

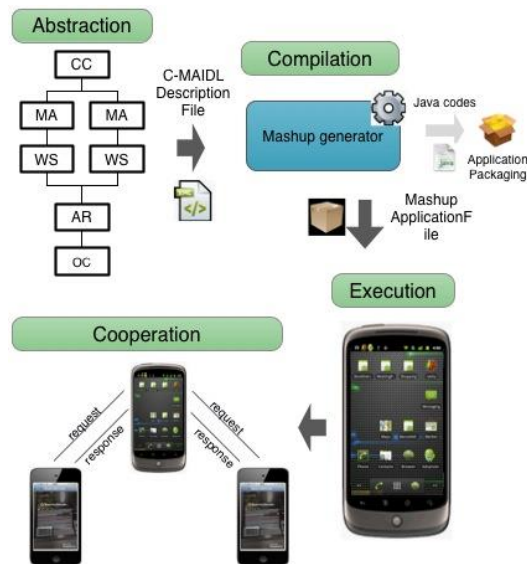


図 1: C-MAIDL システムの統合過程

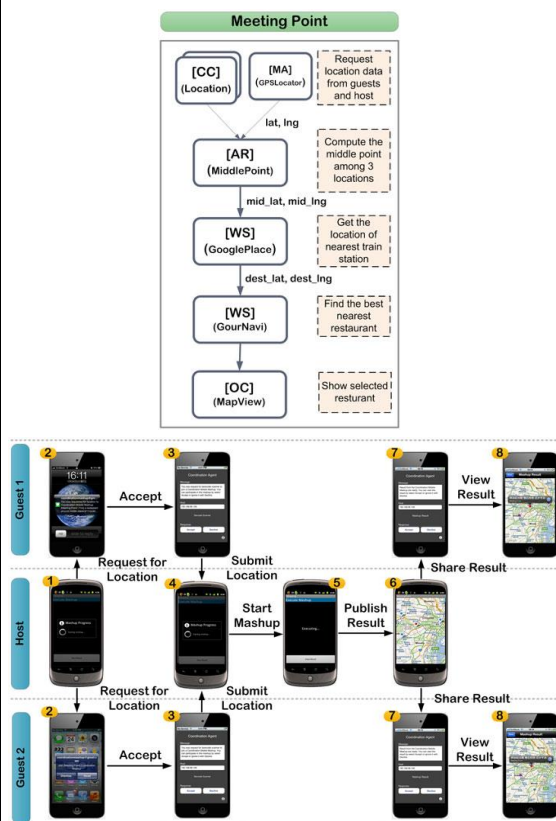


図 2: 統合アプリケーションの連携

今回主に使用したモバイルアプリケーションのプラットフォームは Android 環境である。Android 環境ではインテント呼び出しのメカニズムを利用することにより、きわめて制限の強いモバイルアプリケーションの実行環境の中で、連携を実現することができる。もう 1 つのモバイルアプリケーションのプラットフォームは iOS 環境である。このプラットフォームにおいても URL スキームというメカニズムを利用すると、同じく制限の強いモバイルアプリケーションの実行環境の中で、連携を実現することができる。

4. 研究成果

MAIDL システムおよび C-MAIDL システムの 2 つのマッシュアップ生成系を開発することができた。

MAIDL システムは、1 台の携帯機器上の複数応用システムと外部 Web アプリケーションや Web サービス関数のコンポーネント記述ならびに統合記述から自動生成を行う。

1 台の携帯機器上で連携させたい仕事の 1 つ 1 つの単位は、機器内のモバイルアプリケーションの起動、外部 Web サービス関数の入力パラメータ付き呼び出しと結果取得、外部 Web アプリケーションの入力データ付き起動と出力ページの部分情報抽出に基づく結果取得である。

XML 全体記述から、連携システムをモバイルアプリケーションとして自動生成すること以外にも、連携システムを、Web サービス関数として、あるいは Web アプリケーションとして生成することも可能である。

C-MAIDL システムは、MAIDL システムの成果を発展させ、複数の携帯機器上のアプリケーションや Web アプリケーション、Web サービス関数の連携システムを宣言的記述から自動生成できる。C-MAIDL システムでは、Web アプリケーション、Web サービス関数、モバイルアプリケーション、計算、連携、出力の 6 種類のコンポーネントの記述を組み合わせることによって連携システムを定義できる。C-MAIDL による宣言的記述から自動生成された連携システム用モバイルアプリケーションは、ホスト役の携帯機器にインストールされる。またホスト役の携帯機器と 1 台以上のゲスト役の携帯機器には専用の実行環境があらかじめインストールされている。例えば複数のゲスト携帯機器のバーコードスキャナで読み取った商品情報をホスト携帯機器が収集し、オンラインストアでの販売価格を取得して一覧表示するシステムや、複数のゲスト携帯機器の位置情報から中心点を計算し、その近くのレストランを検索するシステムなどが統合例である。

その他、連携コンポーネントとなるモバイルアプリケーションの共有可能機能の記述方式の開発、イベント駆動アプローチによる

統合手順記述方式の開発を行った。共有可能機能の記述方式では、抽象レベル記述と実装レベル記述からなり、前者は、その共有可能機能が扱うデータ型、インタフェースを記述し、後者は機能を実行するためのプロトコルや設定の技術的定義を記述する。イベント駆動アプローチによる統合手順記述では、従来の逐次型や並列型のみでの統合手順に制限されていた表現力を、大幅に拡大することが可能となった。すなわち定められた順序に基づく逐次型あるいは並列型の手順実行のみでなく、イベントの発生に伴う起動の必要性に応じてコンポーネントを自由に連携させることが可能となった。

以上の成果については、Web 工学の世界的会議である Web Engineering 国際会議等において論文発表を行った。

発表論文の概要は次の通りである。雑誌論文の文献 1 は、Journal of Web Engineering に採録された雑誌論文で、MAIDL システムの生成手法を詳細に述べている。さらに、能力の低い端末装置が能力の高い端末装置に接続して一部能力を獲得する接続型連携アプリケーションの生成手法も述べている。

学会論文の文献 2 と文献 3 は、ベルリンで 2012 年に開催された Web Engineering 国際会議の発表論文で、C-MAIDL システムの生成手法と生成例、記述手法について述べている。

学会論文の文献 1 は、奈良で 2013 年に開催された Information Modelling and Knowledge Bases 国際会議の発表論文で、コンポーネントの共有可能機能記述システム LIMA について述べている。

学会論文の文献 4 と文献 5 は、パフォスで 2011 年に開催された Web Engineering 国際会議の発表論文で、MAIDL システムのアプローチ、応用について述べている。

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)

- ① Prach Chaisatien and Takehiro Tokuda. "A Description-Based Composition Method for Mobile and Tethered Mashup Applications", Journal of Web Engineering, Vol.12, No.1&2, pp.93-130, Rinton Press, 2013. 査読有
<http://www.rintonpress.com/journals/jweonline.html#v12n12>

[学会発表] (計 5 件)

- ① Korawit Prutsachainimit, Takehiro Tokuda. "LIMA: A Modeling Language for Enhancing Mobile Application Interoperability", Information Modelling and Knowledge Bases XXV, Frontiers in Artificial Intelligence and

Applications, Vol.260, pp 98-114, IOS Press, 2014. 査読有
DOI: 10.3233/978-1-61499-361-2-98
23rd European-Japanese Conference on Information Modelling and Knowledge Bases, 2013/6/4, Nara, Japan.

- ② Korawit Prutsachainimit, Prach Chaisatien, Takehiro Tokuda. "A Mashup Construction Approach for Cooperation of Mobile Devices", Current Trends in Web Engineering, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 7703, pp.97-108, Springer, 2012. 査読有
DOI: 10.1007/978-3-642-35623-0_11
4th International Workshop on Lightweight Integration on the Web, 2012/7/23, Berlin, Germany.
- ③ Korawit Prutsachainimit, Takehiro Tokuda. "A Description-Based Mashup for Cooperation of Mobile Devices", Current Trends in Web Engineering, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 7703, pp.227-231, Springer, 2012. 査読有
DOI: 10.1007/978-3-642-35623-0_24
ICWE 2012 Doctoral Consortium, 2012/7/25, Berlin, Germany.
- ④ Prach Chaisatien, Korawit Prutsachainimit, Takehiro Tokuda. "Applications of Mobile Application Interface Description Language MAIDL", Current Trends in Web Engineering, Lecture Notes in Computer Science, Vol.7059, pp 332-336, Springer, 2012. 査読有
DOI: 10.1007/978-3-642-27997-3_35
ICWE 2011 PhD Symposium, 2011/6/21, Paphos, Cyprus.
- ⑤ Prach Chaisatien, Korawit Prutsachainimit, Takehiro Tokuda. "Mobile Mashup Generator System for Cooperative Applications of Different Mobile Devices", Web Engineering, Lecture Notes in Computer Science, Vol.6757, pp 182-197, Springer, 2011. 査読有
DOI: 10.1007/978-3-642-22233-7_13
11th International Conference on Web Engineering, 2011/6/22, Paphos, Cyprus.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

徳田 雄洋 (TOKUDA TAKEHIRO)
東京工業大学・大学院情報理工学研究科・教授
研究者番号：30111644

(2) 研究分担者

野呂 智哉 (NORO TOMOYA)
東京工業大学・大学院情報理工学研究科・助教
研究者番号：80401553