

A-16

# 広域分散環境における OSGi Framework 統合へのアプローチ

## An Approach to Integration Distributed OSGi Framework in a Wide Area Network

森田 剛光 †      小坂 隆浩 ‡      佐藤 健哉 †  
Yoshimitsu Morita   Takahiro Koita   Kenya Sato

### 1 はじめに

近年、デバイスを連携させて動作させるホームネットワークサービスが OSGi(Open Service Gateway Initiative) Framework[1] を用い、実現されている。OSGi Framework は Java 言語に基づいたサービス指向アーキテクチャベースのフレームワークで OSGi Alliance によって仕様が策定されている。OSGi Framework 上で動作するソフトウェアモジュールは Bundle と呼ばれ、Bundle の連携によってサービスを実現する。OSGi Framework では、Bundle により定義したサービス同士が相互に乗り入れ、異なるプロトコルや規格のデバイスを連携させることが可能である。

広域に分散されたホームネットワークにおいて、ユビキタスネットワーク実現のため、ホームネットワークに接続された異なるプロトコルや規格のデバイスを相互に連携することが求められる。そのためには広域に分散された OSGi Framework において、デバイスを操作するための Bundle を共有することが必要である。しかし、Bundle は登録された OSGi Framework 上でのみ管理され、異なる OSGi Framework から利用することができない。

本稿では、OSGi Framework 上の Bundle を共有することで、広域分散環境における OSGi Framework を統合し、各 Bundle を相互に利用可能なシステムの実現を目指す。実現方法として、ゲートウェイを用いた広域分散環境における OSGi Framework 統合方式を提案する。広域分散環境における OSGi Framework を統合することで、管理者の観点から考えられるメリットは、OSGi Framework を用いて広域に分散したシステムに利用される Bundle を管理する際に、Bundle の再利用が可能になり管理にかかるコストを軽減できる。また利用者の観点からは、遠隔地にある友人宅やホテルなどの異なる LAN の OSGi Framework を利用している際に自宅の OSGi Framework のサービスが利用可能となるメリットがある。

### 2 OSGi Framework

OSGi Framework はフレームワーク上で動作するソフトウェアモジュールとして Bundle を定義している。Bundle は OSGi Framework に登録されることによって、他の Bundle から参照可能となり、Bundle 間の連携が可能となる。Bundle の登録とは、Bundle を OSGi Framework 上の保管場所に登録することである。しかし、Bundle を連携する際には、OSGi Framework は同一フレームワーク上の Bundle しか利用できず、異なる OSGi Framework から Bundle を利用することができない。従って、広域分散環境における OSGi Framework 統合のためには、異なる OSGi Framework 間で Bundle を共有できないことが問題点として挙げられる。異

なる OSGi Framework 間で Bundle を共有できないという問題点を解決するためには、異なる OSGi Framework からアクセス可能な別の場所に Bundle を登録することが必要である。本稿では、異なる OSGi Framework からアクセス可能な場所をサービスレジストリとする。また、異なる OSGi Framework からサービスレジストリにある Bundle を共有可能とする必要がある。

### 3 提案方式

本稿では広域分散環境における OSGi Framework 統合を実現する方法として、第 2 章で述べた機能を持ったゲートウェイを用いた方式を提案する。異なる OSGi Framework 間で Bundle を共有するために必要なのは、異なる OSGi Framework 間で共有する Bundle を管理する場所としてのサービスレジストリと、サービスレジストリにある Bundle を共有可能にする機能である。ゲートウェイを介することで、LAN 内からのみアクセスできるサービスレジストリを広域分散環境において任意にアクセス可能とする。以下に、ゲートウェイの持つ 2 つの機能について記述する。

#### 3.1 サービスレジストリ機能

異なる OSGi Framework 間で共有する Bundle を登録するためのサービスレジストリ機能について述べる。サービスレジストリとは、同一 LAN 内にある各 OSGi Framework の共有したい Bundle を管理する場所であり、それぞれの LAN に 1 つあるゲートウェイに保持される。サービスレジストリにおける Bundle の登録とは、Bundle を同一 LAN 内または異なる LAN からゲートウェイを介することで参照可能な状態にすることである。Bundle をサービスレジストリに登録する際には、Bundle の jar ファイル、Bundle の名前や連携する際の依存関係など Bundle の情報を示すマニフェストファイルが登録される。OSGi Framework 上にある Bundle をサービスレジストリに登録する際や共有したい Bundle を発見・取得する際の、OSGi Framework とゲートウェイとの通信に必要な Bundle を GatewayBundle とし、あらかじめ OSGi Framework 上に登録されているものとする。また、GatewayBundle は同一 LAN 内のサービスレジストリを持つゲートウェイのアドレスをあらかじめ知っており、アクセスできるものとする。OSGi Framework から GatewayBundle を介してサービスレジストリに Bundle を登録する際、GatewayBundle は Bundle 情報を含んだレジストリメッセージをゲートウェイに対して送ることで、ゲートウェイの持つサービスレジストリに共有したい Bundle が登録される。レジストリメッセージとは、共有したい Bundle の jar ファイル、Bundle 名、Bundle 間の依存関係を示したマニフェストファイルなどを含んだ Bundle 情報を含む。

次に、サービスレジストリに登録されている Bundle の削除・更新について述べる。サービスレジストリに登録されている Bundle の削除に関しては、GatewayBundle を介し、GatewayBundle からサービスレジストリを持つゲートウ

† 同志社大学大学院 工学研究科 情報工学専攻

‡ 同志社大学 理工学部 情報システムデザイン学科

イヘリムーブメッセージを送ることで可能とする。リムーブメッセージには、削除したい Bundle の名前を含んでおり、名前的一致でサービスレジストリ内の Bundle を特定し、削除を行う。Bundle の更新に関しては、Bundle をサービスレジストリに再度登録することで Bundle 情報が書き換えられ、更新を可能とする。

### 3.2 Bundle の共有機能

Bundle の共有機能は、サービスレジストリ機能に登録されている Bundle を広域分散環境で共有できるようにする機能である。Bundle の共有機能について述べる。OSGi Framework は共有したい Bundle を GatewayBundle を介して、ゲートウェイに対してサーチメッセージを出す。サーチメッセージとは OSGi Framework とゲートウェイ間、もしくはゲートウェイ間において、共有したい Bundle の探索要求を出すメッセージである。サーチメッセージの中には、Bundle の名前を含み、サーチメッセージ内の Bundle の名前とサービスレジストリ内の Bundle の名前との一致によって Bundle を特定する。またサーチメッセージに対して、ゲートウェイはサービスレジストリ内に共有したい Bundle の有無を示すためのメッセージとしてレスポンスメッセージを OSGi Framework に送る。レスポンスメッセージとは、サーチメッセージを送ったゲートウェイや OSGi Framework に対して、サーチメッセージを受けたゲートウェイのサービスレジストリが送るメッセージである。サーチメッセージを受けたゲートウェイのサービスレジストリ内に、要求している Bundle が有るならば、レスポンスメッセージ内に Bundle の jar ファイルとマニフェストファイルを含む。サービスレジストリ内に要求している Bundle が無いならば、レスポンスメッセージ内に Bundle は無いという記述が含まれる。ここで、ゲートウェイはあらかじめ異なるゲートウェイのグローバルアドレスを知っているものとする。また、通信プロトコルとしては SOAP(Simple Object Access Protocol) を用いる。

### 3.3 Bundle 共有の手順

Bundle を共有する際の手順を、異なる LAN にあるゲートウェイの持つサービスレジストリに共有したい Bundle がある場合について、図 1 を用いて述べる。

1. OSGi Framework X は同一 LAN 内のゲートウェイ X に共有したい Bundle(共有 Bundle) を発見するためのサーチメッセージを送る。ゲートウェイ X はサーチメッセージ中に含まれる Bundle 名を利用して、共有 Bundle を探索する。
2. 共有 Bundle がゲートウェイ X には存在しないので、OSGi Framework X から送られたサーチメッセージを異なる LAN にあるゲートウェイ Y に送る。
3. ゲートウェイ Y に共有 Bundle が有った場合、ゲートウェイ Y からゲートウェイ X に、共有 Bundle 情報を含んだレスポンスメッセージが送られる。ゲートウェイ Y に共有 Bundle が無かった場合は Bundle が無かったという情報を含んだレスポンスメッセージがゲートウェイ X に送られる。
4. ゲートウェイ X は、OSGi Framework X へ共有 Bundle 情報を含んだレスポンスメッセージを送る。OSGi Framework X は、レスポンスメッセージに含まれた Bundle 情報を取得する。

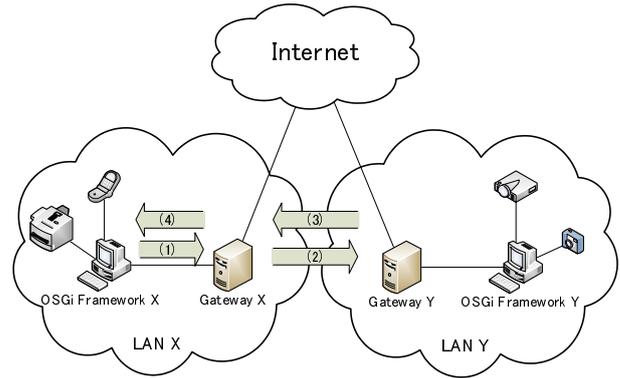


図 1 提案手法の概要

提案方式における OSGi Framework 統合方式についての得失について考察する。提案方式によって、同一フレームワーク上でのみ利用が可能であった Bundle が広域分散環境において共有することが可能となった。広域分散環境において Bundle の共有が可能となることで、Bundle 管理者の観点からは管理する際のコスト軽減、Bundle の利用者の観点からは自宅と異なる LAN においても自宅と同様のサービスを受けることが出来るなどのメリットが挙げられる。また、広域に分散されたホームネットワークにおいて、各ホームネットワークに接続されたデバイスの連携が可能となる。次に提案方式における問題点と解決法を述べる。提案方式における問題点として、サービスを実現するために連携する Bundle をマニフェストファイルに基づいて個々に Bundle を取得する必要があることが挙げられる。解決策としては、サービスレジストリにおいてマニフェストファイルに記述されている依存関係を解決するように Bundle 同士をサービスとして登録することが考えられる。

## 4 関連研究

### 4.1 VPN

VPN(Virtual Private Network) を用いて、広域分散環境における OSGi Framework を統合した場合について検討する。VPN には、主に仮想的なローカルエリアネットワークをデータリンク層で構築する手法とネットワーク層で構築する手法の 2 通りが存在する。データリンク層で構築された VPN は、ネットワーク層のパケットの種類を問わずブロードキャストパケットやマルチキャストパケットも転送可能であるが、ネットワーク層で構築された VPN では、ブロードキャストパケットやマルチキャストパケットの転送に対応していないルータも存在する。対応ルータであっても、各ローカルネットワークに重複しないアドレス空間を割り当てるなど事前に設定が必要であり、本稿の提案手法のように任意の LAN 間でグローバルネットワークを介して Bundle の共有を行うことは困難である。また提案手法のように、他の LAN 内から利用できるサービスを限定するなどの柔軟なアクセス制御を行うことは困難である。VPN を用いた場合、異なる OSGi Framework にある Bundle の編集や、その Bundle を利用したサービス開発、接続されているデバイスの操作が可能であるが、異なる OSGi Framework にある Bundle をインストールすることはできない。

## 4.2 R-OSGi

R-OSGi[2]とは、LAN内においてdistributed Service RegistryというSLP(Service Location Protocol)をベースとしたサービスレジストリに、ユーザが作成したアプリケーションBundleのjarファイルとその依存関係を示したInjectionlistを登録することで、他のユーザも異なるOSGi Framework上にあるBundleを参照し、利用することができる技術である。サービスの参照は、サービスの名前もしくはURIを指定することによって実現される。従って、LAN内においてはどのOSGi Frameworkで作成されたBundleも異なるOSGi Frameworkから利用することができる。しかし、サービスの名前もしくはURIをあらかじめ知っておく必要がある。また、R-OSGiは同一LAN内のみでBundleを共有することが可能で、広域分散環境においてはBundleの共有ができない。

## 4.3 JXTA-Bridging middleware

JXTAとは、Sun Microsystemsによって開発されたP2Pプロトコルである。JXTAによるP2Pを利用し、異なるホームネットワークに属すOSGi Framework上にあるサービスの利用を可能にしたシステムである。JXTA-Bridging middleware[3]には、rendezvous proxyと呼ばれるJXTAにおけるランデブーピアの役割とOSGi Framework上のサービスを動作させる役割を持つものがある。JXTA-bridgingというBundleによってOSGi FrameworkのサービスはJXTAのメッセージの中に含まれ、JXTAネットワークに参加することができる。このシステムではJXTAネットワークを利用するため、OSGi Framework上のサービス検索、取得は容易であると考えられる。しかし、すべてのOSGi Framework上にJXTA-bridging Bundleをインストールしなければならない点や、他のクライアントからのアクセス制限における柔軟性が問題点として挙げられる。

## 4.4 Jini-Bridge

Jini[4]とはデジタル機器をネットワークに接続するだけで、機器間での協調動作を容易に実現するためのJava分散オブジェクトの応用技術である。Jiniを構成する主要素としてサービスの提供側であるサービスプロバイダ、サービスの利用側であるクライアント、ネットワーク内のすべてのサービスを管理するLookupサービス、クライアントがサービスを利用するために必要なクラスファイルを格納するcodebaseが挙げられる。Jini-Bridgeシステム[5]では、Jini-Bridge ServiceというOSGi Framework上で動作するサービスがあり、ローカルなOSGi Framework上のサービスをカプセル化し、JiniのLookupサービスに登録、またはそのようにして登録されたサービスを異なるOSGi Framework上にダウンロードすることができる。このシステムではJiniを利用するのと同様にサービスの検索・取得を容易に行うことが可能である。しかし、Jini-Bridge Serviceというサービスをインストールする必要がある点、また異なるLAN間における通信が不可能である点が問題点として挙げられる。

## 5 まとめと今後の課題

各ホームネットワークに接続されたデバイスを相互に連携するため、ホームネットワークに用いられるOSGi Frameworkの統合が求められる。本稿ではOSGi Frameworkの統合実現のため、異なるOSGi Framework間で共有するBundleを登録できるサービスレジストリ機能を持ったゲート

ウェイによる方式を提案した。広域分散環境におけるOSGi Frameworkを統合することによって、各ホームネットワークに接続された異なるプロトコルや規格のデバイスを相互に連携することが可能となる。

今後の課題を述べる。提案方式では、共有したいBundleを取得するまでの設計は行われているが、Bundleを取得したあと、どのようにOSGi Framework上に登録され、Bundleを動作させるのかという設計は行われていない。OSGi Frameworkを利用しているユーザがシームレスに広域分散環境におけるBundle共有を行うためには、共有したいBundleを取得したと同時に、取得したBundleを動作させるためのインタフェースがOSGi Framework上に自動的に生成されるべきである。共有したいBundleを取得したと同時にOSGi Framework上にBundleを動作させるためのインタフェースが自動的に生成されるシステムの設計を今後の課題と考えている。

## 参考文献

- [1] OSGi Service Platform - Release 4, OSGi Alliance, (2005).
- [2] R-OSGi: Distributed Applications through Software Modularization, J.S.Rellermeier, G. Alonso, and T. Roscoe, Proceedings of the ACM/IFIP/USENIX 8th International Middleware Conference pp.1-20 (2007).
- [3] A JXTA-Based Communication Model for OSGi Framework with Extension to P2P Networks, C. Zhu and G. Chang, Proceedings of the ISECS International Colloquium, pp.215 - 219 (2008).
- [4] Jini Network Technology - White Papers, Sun microsystems, (2001).
- [5] An approach to service integration in the OSGi architecture of home networks, L. Yiqin, Y. Yao, S. Yingkai and Y. Xiaodong, Proceedings of the 11th IEEE Singapore International Conference, pp.756 - 760, (2008).