情報処理学会論文誌　コンシューマ・デバイス & システム　Vol.5　No.4　70–78 (Oct. 2015)

コンシューマ・システム論文

ユーザ行動に応じたプロアクティブなサービス配信を可能とするフレームワークの開発と業務システムへの応用

烏谷 彰[1,a)]　岩田 敏[1]　寺薗 浩平[1]　森 信一郎[1]

受付日 2015年1月26日, 採録日 2015年7月8日

概要：スマートデバイスに代表されるように，ユーザがいつでも，どこでもアプリケーションやWebサイトなどのサービスを利用できる環境が整いつつある．その利用形態には，ユーザが自分でサービスを選ぶアクティブ型と，システムがユーザの好みや行動歴からサービスを提示するパッシブ型，さらにユーザの状況に応じて既定のサービスを配信するプロアクティブ型がある．スマートデバイスのセンサを活用したプロアクティブ型への注目が高まっているが，センシングする状況や配信するサービスを定義する負担の大きい問題がある．筆者らは，人が業務を段取りする能力を活用して，業務に精通した専門家など他のユーザの行動の進め方やサービスの使い方を，一般のユーザが流用できるようにするフレームワークを開発した．専門家の業務のノウハウを，ユーザが自分の業務に取り込みアレンジして，スマートデバイスへプロアクティブにサービスを配信できるようにする．本稿では，フレームワークを業務システムへ応用して試験運用し，その実用性を確認したので報告する．

キーワード：プロアクティブ，サービス配信，フレームワーク，試験運用，コンテキストアウェアネス

Development of Framework Enabling Proactive Service Delivery according to User's Context and Application for Business Systems

Akira Karasudani[1,a)]　Satoshi Iwata[1]　Kohei Terazono[1]　Shinichirou Mori[1]

Received: January 26, 2015, Accepted: July 8, 2015

Abstract: Recently a user can use services anytime and anywhere with a smart device through the spread of ubiquitous computing environment. There are 3 ways to access services. Active-type: a user selects services by him/herself. Passive-type: a system suggests services based on the user's preference. Proactive-type: a system delivers pre-defined services according to pre-defined user's context. Although the proactive-type that utilizes sensors on a smart device has received a lot of attention, it is difficult to define a user's context and delivered services under the context. We develop a framework that enables a user to define his/her context and delivered services utilizing experts' work processes. By using the framework, a user can import experts' work knowhow that expresses when, where and which services the experts access into the definition and arrange it in order to prepare the proactive service delivery. In this paper we report details of the developed framework and its application for business systems.

Keywords: proactive, service delivery, framework, trial, context awareness

1. はじめに

スマートデバイスやモバイルネットワークの普及で，ユーザがいつでも，どこでもサービスやアプリケーションを利用できる環境が整いつつある．

ユーザは時々の状況によってスマートデバイス上で必要なサービスやアプリケーションを使用して，顧客への提案や授業などの業務を行ったり，家族とのコミュニケーションなどプライベートな活動をしたりする（図 **1**）．ユーザ

[1] 株式会社富士通研究所
FUJITSU LABORATORIES LTD., Kawasaki, Kanagawa 211–8588, Japan
[a)] karasudani.akir@jp.fujitsu.com

© 2015 Information Processing Society of Japan

図 1　ユーザの状況とスマートデバイスで扱うサービス
Fig. 1　User's context and services for his/her smart device.

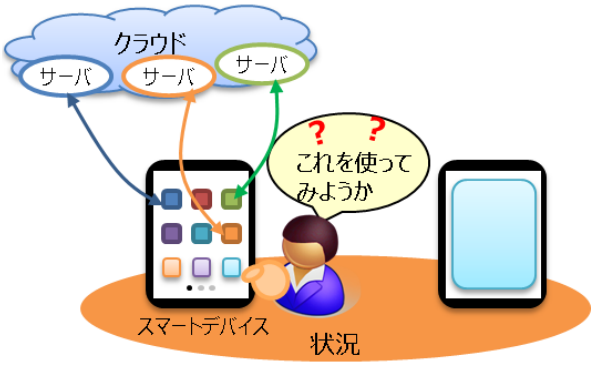

図 2　アクティブ型のサービス使用例
Fig. 2　A service usage example of active-type.

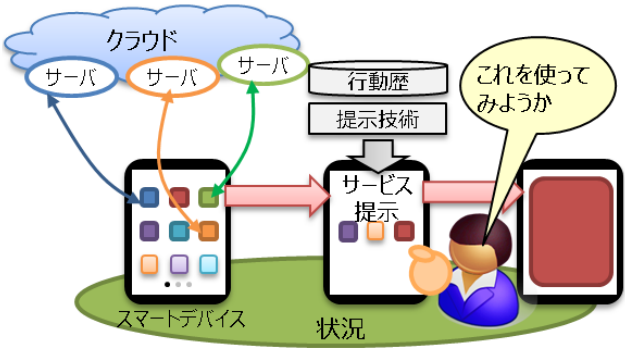

図 3　パッシブ型のサービス使用例
Fig. 3　A service usage example of passive-type.

の時々の状況は，時間や場所，温度などの物理的な条件や，仕事やプライベート，役割などの立場，ユーザの意図や感情など心理，他者との関係など，様々である．ユーザはこれらの要素を考慮して，その状況で使うサービスやアプリケーションを選んでおり，本稿ではまとめてサービスの使用と呼ぶ．ユーザがスマートデバイスで使うサービスの選び方には，次の形態がある（図 2，図 3，図 4）．

（1）　アクティブ型

ユーザが自分で様々なサービスから現在の状況に適したサービスを選んで使用する形態である．

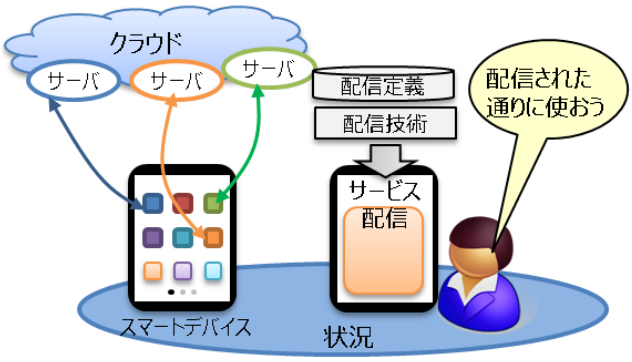

図 4　プロアクティブ型のサービス使用例
Fig. 4　A service usage example of proactive-type.

（2）　パッシブ型

スマートデバイスがユーザの嗜好や行動歴から状況に適したサービスを提示し，ユーザがそれを使う形態である．

（3）　プロアクティブ型

ユーザがある場所などへ来ると，あらかじめその場所などのユーザの周辺状況の条件に合わせて配信するように定義されていたサービスがスマートデバイスへ配信され，ユーザがそれを使う形態である．ユーザの状況は，スマートデバイスの GPS や Bluetooth などのセンサでとらえられる．

このうちアクティブ型では，年々増えている大量のサービスから [1]，ユーザが自分で適切なサービスを選ぶ必要がある．パッシブ型では，ユーザがサービスを選ぶ必要はないが，スマートデバイスがユーザの嗜好や行動歴を蓄積するための時間が必要となる．対して，プロアクティブ型では，スマートデバイスがとらえたユーザの状況の条件に合わせて定義済みのサービスが配信されるので，ユーザが適切なサービスを選んだり，スマートデバイスがユーザの嗜好や行動歴を蓄積したりせずに済む．また，センサの種類や機能の拡張が進み，スマートデバイスがとらえられる周辺状況も広がりつつあることから，プロアクティブ型への注目が高まっている．

しかし，現状のプロアクティブ型では，サービスを提供する事業者が配信する条件やサービスを決めることが多い．たとえば，広告やクーポンなどを配信する事業者が顧客来店時にサービスが配信されるようにシステム構築を行う．このために，ユーザが自分の業務や日常生活での行動に合せて配信する条件やサービスを決められない問題がある．また，ユーザが一から自分の業務に関する行動を抽出して，その状況をスマートデバイスで判別可能な条件として定義したり，配信すべきサービスを定義したりすることは，ユーザに手間がかかり負担となる問題もある．したがって，ユーザが自分の行動の状況やそこで扱うべきサービスを低負担で定義できるようにして，スマートデバイスへプロアクティブにサービスが配信されるようにすることが重要である．

© 2015 Information Processing Society of Japan

この目的を達成するために，他のユーザがその行動に合わせて定義した配信の条件やサービスを流用して，ユーザが自分の行動に合せて配信する条件やサービスを低負担で定義できる方法を考えた．特に，他のユーザとして，業務に精通している専門家の行動やサービスの使い方を流用することで，実用的な配信の条件やサービスを決められると考えた．提案方法を実際の業務へ適用して試験運用し，実用性を確認したので報告する．

以下，2 章では関連研究を説明し，3 章ではプロアクティブなサービス配信の実現に必要な要件と提案方法を説明する．4 章では提案方法を用いたシステム構築とその評価結果を述べ，5 章で考察して，6 章でまとめる．

2. 関連研究

プロアクティブ型で，位置に応じたサービス提供を実現する様々な方法が提案されている．PlaceEngine では，スマートデバイスで測定した複数の Wi-Fi AP（Access Point）の電波強度を利用してユーザの位置を推定し，その位置に応じたサービスをスマートデバイスへ配信する [2], [3]．iBeacon では，サービスを配信したい位置に置いた BLE（Bluetooth Low Energy）ビーコンの信号をスマートデバイスが検出して，その位置に応じたサービスを配信する [4]．

先に述べたように，これらの方法では，サービスを提供する事業者が定義した配信する条件やサービスに沿って，ユーザのスマートデバイスへサービスを配信する．ユーザの業務や日常生活など様々な行動の状況に応じて，そこで使うサービスを配信することはできない．

3. 提案方法（フレームワーク）

3.1 フレームワークの要件

前述の目的を達成するために，ユーザが他のユーザによる業務の段取りの能力を活用したり，ユーザが業務管理に使用しているスケジューラや To Do リストなどを用いたりして，ユーザが自分の行動の状況に合せて配信する条件やサービスを定義できるようするためのフレームワークを考えた．

業務の段取りとは，業務のゴールに向かって，いつ，どこで，どのようにして，誰と業務を進めるかを具体的に考えることである．人が業務を段取りする際には，その時間や場所，関係者などの条件だけでなく，そこで扱うサービスやコンテンツなど，どのような道具を使って業務を行うかも頭に描いていることが多い [5], [6], [7]．特に業務に精通している専門家は，この段取りの確固としたイメージを有しており，業務の初心者や未熟な従事者に比べて，効率的に業務を進めることができる．たとえば，熟練の営業担当者は，顧客との商談で，アプローチの段階で使う資料，ヒアリング段階で確認する項目，プレゼンテーションで用いる商材など，営業の段階に応じた細かいノウハウを有している．熟練の教師は，集団学習やグループ学習，個別学習など授業のスタイルに合わせて道具を変えたり，生徒の理解具合に合わせて教材を変えたりしている．

本提案システムは，このような専門家など他のユーザによる業務の段取りを，初心者などの一般のユーザが流用できるようにする．専門家など他のユーザが ICT 上に記述した業務の段取りを，一般のユーザが利用して，専門家のノウハウをもとに少ない手間で，効率的に自分の業務に合わせたサービスの配信が実現できるようになる．具体的には，専門家の業務の段取りとして，いつ，どこで，誰と業務をするのかという状況をスマートデバイスのセンサで検出可能な条件として定義できるようにし，さらに，業務の段階に応じて使うべきサービスを定義できるようにする．ユーザは専門家の段取りに沿って定義された，これらの状況やサービスを参照して，自分の業務に合うように状況の条件やサービスの種類に変更を加えた後，自分のスマートデバイスへ配信されるように設定する．

この仕組みを実現するためのミドルウェアとして，専門家など他のユーザによる状況やサービスの定義，ユーザによるその定義の参照・変更や自分の業務への取込み，取り込んだ定義に沿ってスマートデバイスへサービスの配信，を行うフレームワークを実装した．フレームワークには，少なくとも次の機能が必要である．

(a) 状況とサービスを定義できること．
　専門家などの他のユーザが，業務の状況とサービス，その関係を定義できる必要がある．
　状況の定義は，日時や場所など物理的に記述できる条件である．たとえば，授業の開始日時や教室の場所を定義する．サービスの定義は，Web サービスやスマートデバイスのアプリケーション，コンテンツなどである．たとえば，営業活動用の商材や，授業の教材，グループ学習用アプリケーションなどを定義する．状況とサービスの関係の定義は，両者の定義を紐づけることである．たとえば，営業先への訪問と顧客へ提案する商材を紐づけたり，授業の開始日時と，授業の教材を紐づけたりする．

(b) 状況に合せてサービスを配信すること．
　(a) で定義した状況の条件とサービス，その関係をスマートデバイスへ提供し，スマートデバイスが状況の条件を満たした場合に，それと紐づいたサービスをスマートデバイスへ配信して実行する必要がある．たとえば，ユーザが営業活動で訪問先へ到着すると，その位置を検出して，顧客へ提案する商材を配信する．ユーザが授業開始日時に教室へ入ると，その時刻と位置を検出して，授業で使う教材やグループ学習用アプリケーションを配信する．

(c) 定義の設定・参照・変更や取込みの仕組みがあること．
　専門家など他のユーザが業務の状況やそこで扱うサー

© 2015 Information Processing Society of Japan

ビスの定義を設定したり，ユーザがその定義を自分の業務へ流用するために参照してコピーしたり，業務の差異を反映するために定義を変更したりする仕組みが必要である．また，ユーザが直観的に状況やサービスを定義できる仕組みも必要である．たとえば，ユーザが定義の設定や参照，変更を行う管理 UI（User Interface）や，スケジューラに設定した予定の内容に合わせて業務の状況やサービスと，それらの関係を自動的に定義する仕組みなどである．

3.2　フレームワークのアーキテクチャ

前節の要件を考慮して，次のようなレイヤー構造でフレームワークのアーキテクチャを考えた．3 つの要件に沿って，アーキテクチャは 3 層からなる（**図 5**）．

(a) 状況・サービス定義層

状況と，サービス，その関係の定義を保管する層である．

状況は日時や場所，ユーザ ID，といった条件を，スマートデバイスで判別可能なセンサ値や属性値として定義したものである．場所は，GPS の緯度経度値や，Wi-Fi AP の識別名（SSID），NFC タグの ID などで定義する．ユーザ ID は，スマートデバイスの使用者を定めるためのアカウント名やデバイス ID などで定義する．条件の論理和や論理積も可能で，定義した状況へは，「教室 1」，「社会科授業第 1 回」などの名付けもできる．

サービスはブラウザで参照する Web サービスや，アプリケーション，コンテンツなどスマートデバイスで実行可能なものである．業務に対して複数のサービスを定義できる．定義したサービスの集合に対して，「A 教室用サービス」や「社会科授業第 1 回用サービス」などの名付けができる．

状況とサービスの関係では，両者を紐づけて，いつ，どこで，誰が，どのサービスを用いるかを定義する．

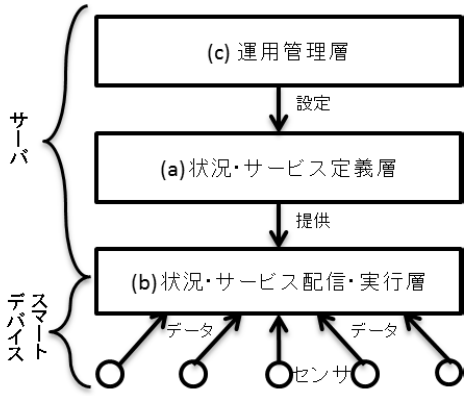

図 5　フレームワークのアーキテクチャ
Fig. 5　Architecture of the framework.

(b) 状況・サービス配信・実行層

この層では，状況・サービス定義層で設定された状況とサービスの設定値とその関係を取得し，スマートデバイスへ配信する．そして，スマートデバイスでセンシングした値が，状況の条件を満たした場合に，その状況に紐づけられたサービスを配信して，実行する．

(c) 運用管理層

運用管理層は，状況・サービス定義層に対して，状況やサービス，状況とサービスの関係の定義を設定する．そのために Web ブラウザで実行する定義 UI を提供する．また，スケジューラなど他のシステムと連携してこれらの定義を自動で設定するスケジューラ連携モジュールも提供する．

専門家や専門家から業務の段取りを聞き取った現場の運用者など他のユーザは，定義 UI を用いて，自分の業務の段取りである状況やサービスと，その関係を定義する．ユーザは同様に定義 UI を用いて専門家の業務の段取りをコピーし，自分の業務の状況やサービスとして流用することができる．また，コピーした状況やサービスを自分の業務の状況に合せて変更することも可能である．たとえば，専門家の設定した状況の条件の場所を変更したり，サービスとして配信するアプリケーションを追加したり，コンテンツを変えたりできる．

運用管理層は，スケジューラ連携モジュールによって，ユーザがスケジューラに設定した業務の予定とそこで使用するサービスを，状況・サービス定義層へ反映することもできる．スケジューラ連携モジュールは予定に設定された日時，場所，参加者などの条件に合わせて，その業務の状況を定義する．このとき，状況・サービス定義層に，予定に設定したのと同名の場所や参加者の定義があれば，その定義を引用して業務の状況を定義する．たとえば，「教室 1」という名前の場所が定義済みの場合に，ユーザが新しい予定の開始日時と場所として「2015 年 1 月 26 日 15:00 から教室 1」と設定したとする．このとき，運用管理層は，状況・サービス定義層から「教室 1」の定義を取得し，ユーザが設定した予定の状況として，開始日時と「教室 1」の定義内容を組合せた新たな条件を定義する．また，ユーザが予定の内容に業務で使うサービスやコンテンツの URL を設定した場合，スケジューラ連携モジュールは予定の内容からそれらを抽出して業務で扱うサービスとして定義した後，予定から定義した状況とそれらのサービスを紐づける．

スケジューラ連携モジュールを用いることで，専門家など他のユーザと，一般のユーザとの間で配信する条件やサービスを共用することもできる．たとえば，専門家がスケジューラに予定を設定する際に，一般のユーザを業務の参加者に指定することで，ユーザが自分で専門家の業務の段取りを取り込まなくとも，専門家の段取りに沿って業務で使うサービスが配信されるようになる．

© 2015 Information Processing Society of Japan

このように，運用管理層のスケジューラ連携モジュールによって，ユーザはふだんの業務管理で予定を設定するのと同じ方法で，業務の行動に合わせて配信する条件やサービスを定義できるようになる．

3.3　フレームワークの実装

フレームワークの実装について説明する（**図 6**，**図 7**）．フレームワークのサーバ側の層は，CPU がインテル Core i7 2.9 GHz，メモリ 8 GB，HDD500 GB，ネットワーク 1000 BASE-T で，OS が Windows 7 Professional である PC に実装した．フレームワークのスマートデバイス側の層は，Android 4.2.2 のタブレット端末に実装した．

(a) の定義層は，状況，サービス，状況とサービスの関係の定義を保管するための DB（Database）と，その DB を管理するための Web API を提供するサーブレットで構成した．DB には PostgreSQL を用い，サーブレットは Tomcat 7 で動作する Java サーブレットで実装した．

(b) の状況・サービス配信・実行層は，(a) の定義層から状況，サービス，状況とサービスの関係の定義を取得してスマートデバイスへ配信する状況・サービス配信モジュールと，スマートデバイスでその定義を一時保管する DB と，スマートデバイスの様々なセンサ値が変化した際にコールバックするセンサ統合モジュールと，センサ値から状況を判定するモジュールと，判定した状況に紐づいたサービスを呼び出す，サービス実施モジュールとから構成する．サービスはクラウド上の Web サービスや，アプリストアに登録された Web アプリケーション，またはスマートデバイスで動作するネイティブのアプリケーションである．

状況・サービス配信・実施層の実装には，スマートデバイスの場所に合わせて，その場所に紐づいたサービスを配信・実施する，プレイスサービス基盤を用いた [8]．プレイスサービス基盤のサーバ側は，Windows 7 で動作する仮想環境の Linux 上にサーブレットとして実装した．プレイスサービス基盤の端末側は，Android 上の Java と，HTML5+Javascript+CSS の組合せによるアプリケーションで実現した．プレイスサービス基盤は，アプリストアに登録された HTML5+Javascript+CSS で記述されたアプリケーションをダウンロードして実行したり，URL で指定された Web サービスを Web ブラウザに表示したり，WebIntent でネイティブアプリケーションを呼び出すことができる．

運用管理層は，(a) の定義層に対して，状況やサービス，それらの関係などを設定するための定義 UI を実装した．定義 UI は Internet Explorer などの Web ブラウザで動作するようにした．また，スケジューラと連携して自動的に (a) の定義層への定義を行う，スケジューラ連携モジュールを実装した．スケジューラ連携モジュールは，Tomcat 7 上の Java サーブレットと，Windows 7 上の実行アプリケーションとして実装した．

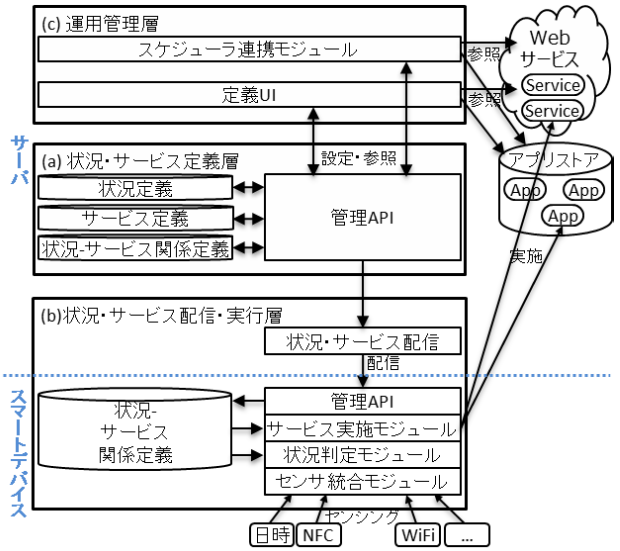

図 6　フレームワークの実装構成
Fig. 6　Implement structure of the framework.

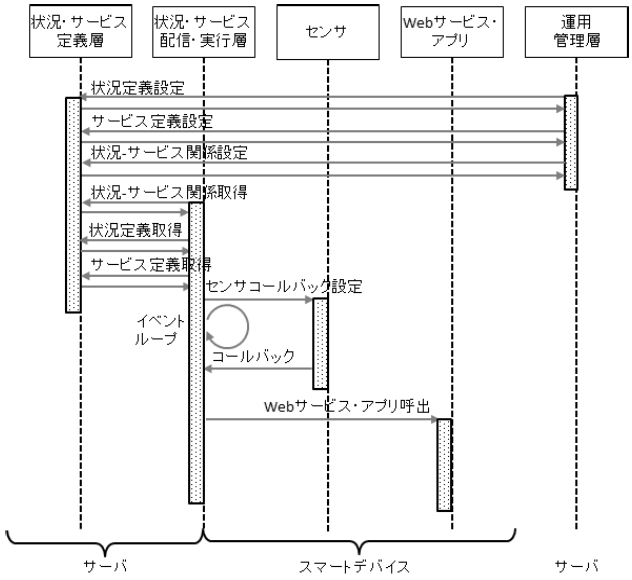

図 7　フレームワークの処理フロー
Fig. 7　Process flow of the framework.

これら (a)～(c) の各層の動作遷移を図 7 に示す．ユーザは運用層の定義 UI やスケジューラ連携モジュールを用いて，状況やサービスを定義したり，また状況とサービスの関係を紐づける．ユーザがスマートデバイスを持って業務へ向かうと，スマートデバイスの状況・サービス配信・実行層が状況とサービスの定義やその関係を状況・サービス定義層から取得して，状況を判別するためにセンサのコールバックを設定する．センサの値変化を検出してコールバックすると，状況・サービス配信・実行層が状況の条件を満たすか判定し，条件を満たす場合は，その状況に紐づいたサービスを呼び出す．

© 2015 Information Processing Society of Japan

4. フレームワークによるサービス配信の実証

開発したフレームワークを実際のサービスへ適用した．従来のように事業者などサービスの提供者が配信する状況の条件や配信するサービスを決めるのではなく，ユーザの業務に合わせて，その状況によって配信する内容が切り替わるようなサービスとして，大学の教師の主な業務の 1 つである授業へ適用した [9]．

教師と生徒がスマートデバイスを持ち，授業の開始時に教室へ入室する．スマートデバイスが日時と入室を検出して，今回の授業で使用する教材と，出席簿などのサービスがスマートデバイスへ自動的に配信される．また，授業中のグループ学習の開始に合わせて，メモや情報共有用のアプリケーションなどがスマートデバイスへ自動的に配信される．教師と生徒は，授業で必要な教材やアプリケーションがスマートデバイスに揃っているので，これらを自分で配布したり，探し出したりする手間がなく，スムーズに授業を進められる．

適用したシステムの構成を図 8 に示す．システム構成は，教師が授業の予定として状況や配信するサービスを設定するための PC と，授業の予定を管理するためのスケジューラを動かすサーバ 1，授業の予定をスケジューラから取り出してフレームワークで授業の状況とサービスを定義するサーバ 2，教師や生徒が授業に合わせてフレームワークから配信されたサービスを使用するスマートデバイスからなる．PC やサーバの仕様は次のとおりである．

- PC，サーバ 1，サーバ 2（すべて同仕様）
  CPU：Core i7 2.9 GHz，RAM：8 GB，HDD：500 GB，有線 LAN：1000 BASE-T，OS：Windows 7 Professional
- スマートデバイス
  CPU：Qualcomm MSM8974 2 GHz，RAM：2 GB，ROM：64 GB，画面：10.1 インチ，
  Wi-Fi：IEEE 802.11a/b/g/n/ac，OS: Android 4.2.2
- Wi-Fi AP
  有線 LAN：1000BASE-T 4 ポート，
  Wi-Fi：IEEE802.11a/b/g/n/ac

PC，サーバ 1，サーバ 2 と Wi-Fi AP は 1000 BASE-T の有線 LAN で接続し，スマートデバイスと Wi-Fi AP は無線 LAN の 802.11ac で接続した．

教師が授業の予定を登録する際には，PC の Internet Explorer などの Web ブラウザで動作する Outlook Web App を用いた．サーバ 1 で授業の予定を管理するスケジューラには，Exchange Server 2010 を利用した．サーバ 2 には，ユーザが Exchange Server 2010 へ授業の予定を登録した際にその通知を受けて，フレームワークのスケジューラ連携モジュールへ予定に対応する状況やサービスの設定を依頼する Exchange アダプタと，フレームワークを実装した．

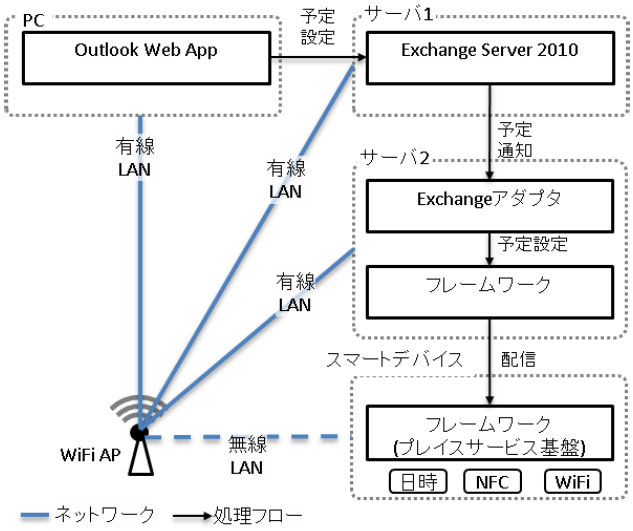

図 8　システム構成
Fig. 8　System configuration.

図 9　定義 UI の画面例
Fig. 9　A user interface example of settings.

授業の状況と授業で使用する教材などのサービスの設定は開発したフレームワークの運用管理層の定義 UI とスケジューラ連携モジュールを用いて，次のように行った．授業の専門家が用意した授業やグループ学習用の段取りを用いて，教師や大学の運用者が約 2 時間の所要時間で，自分の授業の状況やスマートデバイスへ配信するサービスを定義できた．

(1) 運用管理層の定義 UI による設定
大学の授業の教師とシステムの運用者が，授業の専門家が設定したサービスを，自分の授業で使用するように，定義 UI で設定した（図 9）．
専門家が，あらかじめ，生徒がグループに分かれて議論するグループ学習のためのサービスを定義しておいた．サービスは，生徒が自分の意見を記録するメモと，自分の意見や画像をグループ内で共有するためのアプリケーションである．
大学の運用者は，生徒のグループ分けが NFC タグを

© 2015 Information Processing Society of Japan

用いて検出されるように定義 UI で条件を設定した．生徒がスマートデバイスを NFC タグへかざすと，その生徒のスマートデバイスが NFC タグで識別されるグループへ登録されたと検出する．

教師は定義 UI を用いて，大学の運用者が設定した NFC タグによるグループ分けの検出と，専門家が定義したグループ学習用のサービスを紐づけて，生徒のグループ分けに応じて，各グループの生徒のスマートデバイスへサービスが配信されるように設定した．

(2) スケジューラ連携モジュールによる設定

教師が，授業の開始日時と終了日時，教室の場所，授業名，授業で使用する教材やサービスを，PC 上の Outlook Web App を用いて予定に登録した．教材は Microsoft Word，Excel，PowerPoint の文書で，予定に添付した．授業で使用する出席簿などのサービスは，専門家がアプリストアに登録しておいたアプリケーションの URL を，教師が予定の内容に指定した．

教師が予定を登録すると，Exchange アダプタが，教師の登録した予定を抽出して，スケジューラ連携モジュールに渡す．スケジューラ連携モジュールは，授業の状況とサービス，それらの関係を設定する．授業の状況は，予定に登録した授業の開始日時と終了日時，授業の場所の論理積である．授業の場所は，その教室に置いた Wi-Fi AP の SSID で検出されるようにあらかじめ専門家が定義 UI で設定しておいた．授業で配信されるサービスは，授業の予定に添付したファイルをスケジューラ連携モジュールが配信可能な形式に変換してアプリストアに登録し，その URL を設定したり，授業の本文に指定した，専門家がアプリストアに登録したアプリケーションの URL を設定したりした．

本システムを実際に大学の教師 1 名，生徒約 20 名の授業に適用した．授業は，前半に集合教育による講義を行い，後半にグループ学習を行った．グループ学習は生徒が約 6 名のグループに分かれて実施した．合計 8 回の授業で本システムを試用し，授業の開始やグループ学習の開始に合わせて，スマートデバイスへ教材やサービスが配信できることを確認した．**図 10** と**図 11** にこのときのスマートデバイスの画面例を示す．また，本システムを別の教師による他の授業へも適用した．先に実施した授業の状況やサービスを別の教師が流用して，自分の授業用に配信する条件やサービスを定義できることも確認した．

本システムが実用的な時間で動作することを確認するために，サーバやスマートデバイス間の処理時間を計測した．計測したのは次の 3 項目である．ユーザが PC から予定を登録してから，サーバ 1 の Exchange Server 2010 へ反映し，サーバ 2 のフレームワークに設定されるまでに要した時間と，スマートデバイスが授業の開始を検出してからスマートデバイスへサービスを配信するのに要した時間と，

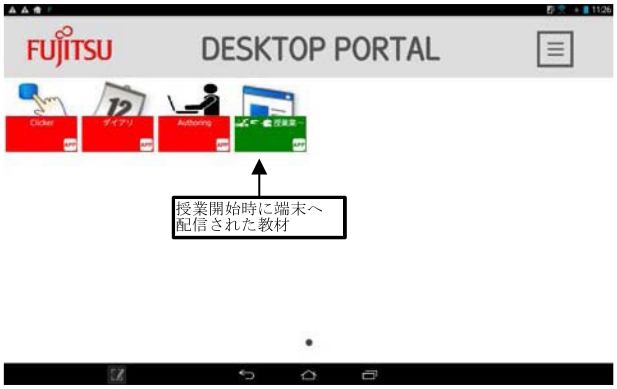

図 10　授業での教材配信例
Fig. 10　Delivered service example at a class.

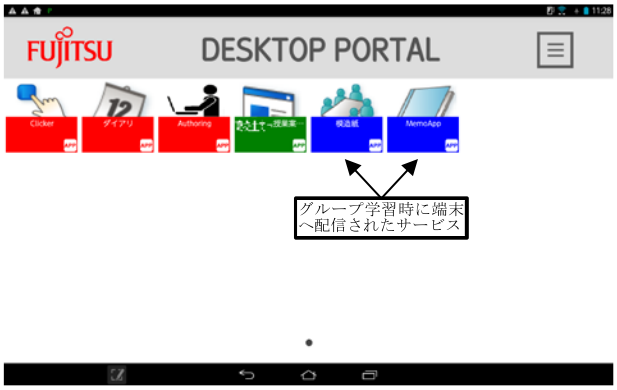

図 11　グループ学習時のサービス配信例
Fig. 11　Delivered service example at a group study session.

表 1　処理時間
Table 1　Processing Time.

測定項目	平均処理時間 (s)
予定登録からフレームワークへ状況・サービスを設定するまでの処理時間	7.85
授業開始時にフレームワークからスマートデバイスへサービス配信するまでの処理時間	4.78
グループ分け時にフレームワークからスマートデバイスへサービス配信するまでの処理時間	7.25

同様にグループ学習の開始からサービスを配信するのに要した時間を測定した．測定は各 10 回実施して，その平均処理時間を求めた（**表 1**）．

ユーザが PC で予定を設定してから，フレームワークに設定されるまでに要した時間は，平均 7.85 秒であった．予定に添付した教材は，PowerPoint で 9 ページ，2 MB の資料を用いた．フレームワークに設定した授業のサービスが

© 2015 Information Processing Society of Japan

スマートデバイスへ配信されるまでの所要時間は，授業開始時の教材の配信で平均 4.78 秒，グループ分けしたときのサービスの配信で平均 7.25 秒であった．なお，授業開始時に配信される教材のサイズは，2,213 KB で，グループ分け時に配信されるサービスのサイズは，意見記録用メモが 93 KB，意見共有用アプリケーションが 1,145 KB であった．

以上，測定結果から，教師は授業開始の数分前までに授業の準備として予定を登録すればよく，授業の休み時間などに作業できるので，実用上，十分な処理時間であると考える．また，授業中，10 秒以内に教材配信やグループ学習で使うアプリケーションの配信を終えるので，授業が中断することもなく，スムーズに授業を進められると考える．

5. 考察

前章までの実証の結果をもとに，フレームワークの新たな機能について考察する．フレームワークによって，ユーザが業務の状況や配信するサービスを定義し，スマートデバイスがとらえたユーザの周辺状況の条件が一致した場合に，そのサービスが配信されることを実証で確認した．実証した授業のケースでは，状況の条件として，日時と Wi-Fi AP の SSID によって教室の場所を判定している．

しかし，実証の結果，スマートデバイスによるユーザの周辺状況の把握を正しくできないケースがあった．ケースには主に，(1) ユーザが定義した業務の状況と，実際の業務の状況が異なる場合，(2) スマートデバイスがユーザの周辺状況を正しく検出できない場合，の 2 種類がある．たとえば，(1) では 15:00 から教室 1 で実施する授業を 14:00 から教室 1 で開始と定義した場合などである．(2) では，15:00 から教室 1 で授業を実施と定義し，ユーザもその時間にその場所にいたのに，スマートデバイスが教室 1 もしくは教室 2 のどちらにいるか検出できなかったような場合である．特に場所の検出を Wi-Fi AP や BLE ビーコンのような無線を用いた方式で行っている場合，無線にはその到達範囲を制限できない性質があるために，このようなケースが生じることがありえる．

2 つのケースに示したような誤りを防ぐために，フレームワークへ次の機能を導入することで対応が可能となる．考え方のポイントは，ユーザが定義した状況には誤差はないが正しくない場合があることと，スマートデバイスが検出した状況は正しいが誤差があるということである．そこで，ユーザの定義した状況と，スマートデバイスの検出した状況の差が，(a) スマートデバイスの状況検出の誤差範囲を超える場合はスマートデバイスの検出結果を優先し，(b) スマートデバイスの状況検出の誤差範囲を超えない場合はユーザの定義した状況を優先する（**図 12**）．これにより，(1) の例では，スマートデバイスは教室 1 にいると正しく検出しているのに，ユーザの定義ではその時間には教室にいないとなっているので，スマートデバイスの検出を優先し，ユーザは教室 1 にいると検出してサービスを配信する．(2) の例では，スマートデバイスは教室 1 か，教室 2 にいるのかを検出できていないが，ユーザが教室 1 と状況を定義したので，ユーザは教室 1 にいると検出してサービスを配信する．

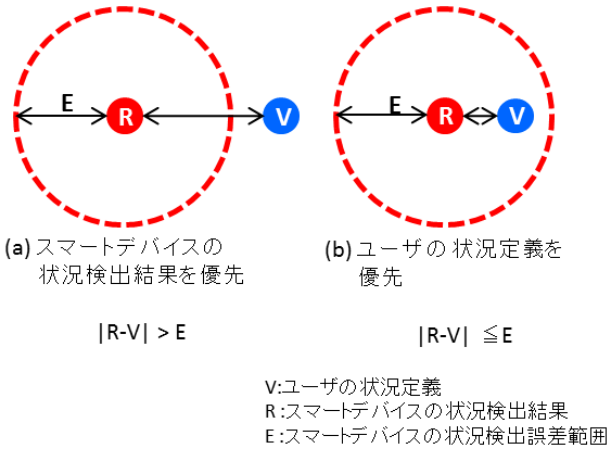

図 12　フレームワークによる状況検出の概念図
Fig. 12　Concept of context detection by the framework.

6. まとめ

業務に精通した専門家など他のユーザによる業務の進め方やサービスの使い方などの段取りを ICT 上に定義し，それをユーザが流用して自分の業務の状況に合わせてスマートデバイスへサービスをプロアクティブに配信できるようにするフレームワークを開発した．フレームワークの定義 UI やスケジューラ連携モジュールにより，ユーザは専門家の定義した業務の状況やその状況で扱うサービスを流用して，効率的に自分の業務の行動に合わせて配信する条件やサービスを定義できる．

実装したフレームワークを大学の授業へ適用し，専門家が定めた授業で必要なサービスや，教師が考えた授業で必要な教材などを，授業の開始日時やグループ学習の開始などの状況に合せて，教師や生徒のスマートデバイスへ配信するようにした．開発したフレームワークにより，大学の授業の運用者や教師が，実用的な時間で，ユーザの行動の状況に応じてスマートデバイスへ配信する条件やサービスを定義できることを実証で確認した．また，状況やサービスの設定に要する処理時間や，スマートデバイスが設定された状況を判定してサービスが配信されるまでの所要時間を計測して，いずれも 10 秒未満で処理でき，実用レベルにあることを確認した．

一方で，大学での実証を通して，次のような課題があることが分かった．スマートデバイスへの状況に応じたサービスの配信では，その処理時間は，状況の判定やサービスの配信要求への応答処理よりも，配信するサービスのサイ

© 2015 Information Processing Society of Japan

ズや，配信するスマートデバイスの台数，ネットワークの通信速度などが影響する．したがって，配信するサービスのサイズが大きい場合や，配信するスマートデバイスの台数が多い場合，またネットワークが低速な場合などは，事前にスマートデバイスへサービスを配信しておき，状況を満たすと同時にサービスを起動するような先読みの仕組みが必要である．

スマートデバイスで状況を誤検知した場合や，業務の延期，中断などの状態になった場合に，ユーザが自分で状況に合せて強制的にサービスを配信したり，逆に配信を止めたり，あるいは，サービスの使用を継続できるようにする仕組みも必要である．たとえば，スマートデバイスがユーザの業務状態をとらえて，ユーザが配信中のサービスと頻繁にインタラクションしている場合はユーザへ配信継続の判断を促し，逆に配信中のサービスを使用していない場合は条件に合わせて自動で配信を終了するようなことが考えられる．さらに，配信したサービスの活用結果を把握して，それを業務の専門家へフィードバックし，専門家が定義した状況やサービスを更新して，ノウハウの精度を上げられるようにする仕組みも必要である．

今後は上述の課題に対応するようにフレームワークの機能拡張を行うとともに，大学の授業以外の様々なシーンへフレームワークを適用して，その有効性を検証する．

謝辞　本稿の研究開発と執筆にあたって，有益なご助力や多大なるご協力をいただいた富士通研究所ユビキタスシステム研究所の皆様に，謹んで感謝の意を表する．

参考文献

[1] Number of available applications in the Google Play Store from December 2009 to February 2015, available from ⟨http://www.statista.com/statistics/266210/number-of-available-applications-in-the-google-play-store/⟩, Statista (2015).
[2] PlaceEngine, available from ⟨http://www.placeengine.com/⟩.
[3] 暦本純一：Sensonomy, PlaceEngine, and LifeTag: 実世界と融合するネットワーク，データベースと Web 情報システムに関するシンポジウム (2007).
[4] iBeacon について，入手先 ⟨http://support.apple.com/ja-jp/HT6048⟩.
[5] Scott Belsky（著），関　美和（訳）：アイデアの 99%—「1%のひらめき」を形にする 3 つの力，英治出版 (2011).
[6] 佐々木正悟，大橋悦夫：なぜ，仕事が予定どおりに終わらないのか？—「時間ない病」の特効薬！タスクシュート時間術，技術評論社 (2014).
[7] David Allen（著），森平慶司（訳）：仕事を成し遂げる技術—ストレスなく生産性を発揮する方法，はまの出版 (2001).
[8] 富士通研究所プレスリリース：ローカルな場での端末・機器間の情報交換サービスを迅速に構築できる基盤技術を開発，入手先 ⟨http://pr.fujitsu.com/jp/news/2014/04/15.html⟩ (2014).
[9] 富士通研究所プレスリリース：協働学習を支援するスマート教育の実証実験を開始，入手先 ⟨http://pr.fujitsu.com/jp/news/2014/11/20.html⟩ (2014).

烏谷 彰　（正会員）

1996 年中央大学大学院理工学研究科電気工学専攻博士前期課程修了．同年（株）富士通研究所入社．ストレージ機器向け組込制御技術の研究，次世代フレキシブルディスプレィの応用研究，情報推薦技術/文書予測提示技術の研究を経て，現在，フロントデバイス向け次世代プラットフォームの研究・開発に従事．

岩田 敏

1985 年慶応義塾大学大学院電気工学研究科修了．同年（株）富士通研究所入社．画像処理技術の研究，3 次元表示，次世代フレキシブルディスプレィの応用研究，携帯機器向け組込アプリケーションの研究・開発を経て，現在，フロントデバイス向け次世代プラットフォームの研究・開発に従事．

寺薗 浩平

2001 年大阪大学大学院基礎工学研究科博士前期課程修了．同年（株）富士通研究所入社．差分圧縮技術，組込み機器向け文字表示・生成技術の研究開発，次世代フレキシブルディスプレィの応用研究を経て，現在，フロントデバイス向け次世代プラットフォームの研究・開発に従事．

森 信一郎　（正会員）

1987 年関西大学工学部卒業．同年富士通（株）入社．2003 年（株）富士通研究所に異動．半導体製造ロボットの開発，GPS 携帯端末関連の開発，次世代携帯電話の開発，仮想世界/オーギュメンティッドリアリティに関する研究を経て，現在，ITS 向け高精度測位技術の研究に従事．

© 2015 Information Processing Society of Japan