

Google Maps を用いた統合型家電機器操作システムの構築

植田 健太[†] 小坂 隆浩[†] 佐藤 健哉[†]

これまで、地図上で分散したコンテンツを管理する仕組みは考えられてきたが、コンテンツの内容は地図情報やテキスト、画像などであった。本稿では、地図上に分散したコンテンツとして、地図情報やテキスト、画像といった情報だけでなく家電機器情報を地図上に表示し、複数の家電機器を操作できる統合型家電機器操作システム CANDLE (Control Architecture for Networked Devices in Locational Environment) を構築した。CANDLE では、家電機器情報を Google Maps を用いた地図上に登録し、操作画面を地図上に表示することによって、Web ブラウザから地図にアクセスするだけで家電機器操作が可能となる。また、Ajax を用いた非同期通信で家電機器操作を行うことで、従来の Web アプリケーションでは実現しなかった画面遷移無くサーバと家電機器操作通信を行うユーザインタフェースの提供も可能となった。CANDLE の構成は、地図上に家電機器を登録するインタフェースサーバと、家電機器情報を保持し、家電機器操作を行うデバイスサーバと、操作される家電機器からなり、インタフェースサーバとデバイスサーバが通信を行うことにより、Google Maps 上で家電機器登録、操作を可能とした。

Integrated Device Control System Using Google Maps

KENTA UEDA,[†] TAKAHIRO KOITA[†] and KENYA SATO[†]

This paper proposes a device control system named CANDLE (Control Architecture for Networked Devices in Location Environment) which provides user interface to control physically distributed devices using Google Maps. The proposed system consists of an interface server which generates user interface to web browser and device server(s) which manages devices connected to ubiquitous network. By using Ajax and the servers, the proposed system integrates device information to one map and realizes flexibility to control devices with asynchronous communication. The implementation of the proposed system is also discussed to demonstrate its effectiveness.

1. はじめに

Google Maps API¹⁾ や、Yahoo! Maps AJAX API²⁾ など、インターネット上で地図を利用するための API (Application Program Interface) が公開され、誰でもインターネット上で簡単にプログラムから地図を利用することが可能となった。これらの API は、JavaScript での拡張ができるため、様々なシステムと地図を組み合わせることができる。

これまで、地図上で分散したコンテンツを管理する仕組みは考えられてきたが、コンテンツの内容は地図情報やテキスト、画像などであった。本稿では、地図上に分散したコンテンツとして、地図情報やテキスト、画像といった情報だけでなく、家電機器情報を地図上に表示し、複数の家電機器を操作できる統合型家電機

器操作システム CANDLE (Control Architecture for Networked Devices in Locational Environment) を構築した。家電機器情報とは、家電機器の操作画面、家電機器の名前、家電機器の場所など家電機器を識別し、操作するための一連の情報を定義する。CANDLE の構成は、Google Maps を用いた地図上に家電機器情報や操作画面を表示するインタフェースサーバと、家電機器情報の管理、操作を行うデバイスサーバと、操作される家電機器からなり、インタフェースサーバとデバイスサーバが通信を行うことにより、Google Maps 上で操作対象の家電機器登録、操作を可能とした。従来の Web アプリケーションではサーバと Web ブラウザが同期通信を行う実装であったため、ユーザが Web ブラウザでページ遷移などの操作を行うたびにサーバとの通信が必要となっていた。この同期通信を行う実装では、サーバの処理を待たなければならぬので、機器同士が非同期に通信し動作するユーザインタフェースを実装するのには向かない。そこで、

[†] 同志社大学工学部

Faculty of Engineering, Doshisha University

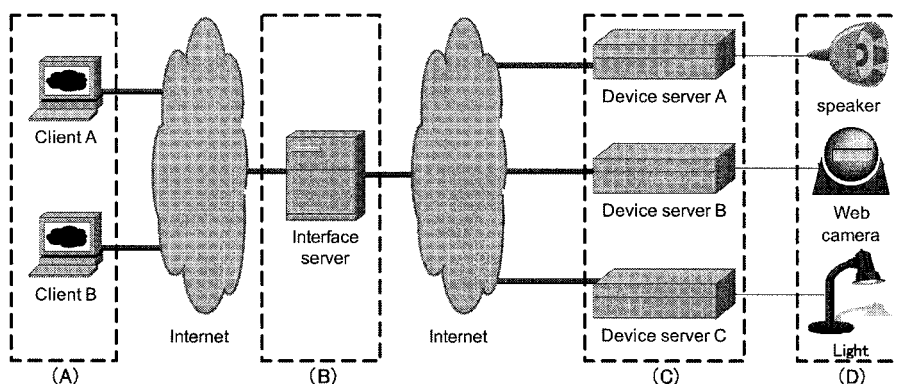


図1 ネットワーク構成例

CANDLEでは、Web ブラウザとインタフェースサーバ、さらにインタフェースサーバとデバイスサーバとの通信を Ajax を用いた非同期通信で行うことで機器同士が非同期に通信し動作するユーザインタフェースの提供を実現する。

2. システム構成

2.1 CANDLE

Google Maps を用いた地図上で、複数の家電機器操作を同一画面上で可能とするシステムの構成について述べる。図1にシステム全体のネットワーク構成例を示す。CANDLEは、インタフェースサーバ、デバイスサーバ、家電機器、クライアントという機器から構成されている。次に各機器について説明する。

クライアント (A) ユーザが使用する Web ブラウザとする。インタフェースサーバへアクセスし、地図を閲覧したり、地図上で家電機器操作リクエストをインタフェースサーバに送信する。

インタフェースサーバ (B) Google Maps を表示するサーバである。また、家電機器登録を行うことで Google Maps 上に家電機器情報や操作画面を表示する。

デバイスサーバ (C) 家電機器情報を保持し、インタフェースサーバからの家電機器操作リクエストをもとに家電機器を操作する。

家電機器 (D) スピーカや Web カメラ、照明など様々な機器をさす。

2.2 システムの動作概要

CANDLE の一連の動作の流れを図2に示す。図中の(1)から(7)の処理について、次に述べる。

(1) ユーザが Web ブラウザであるクライアントからインタフェースサーバへアクセスし、地図を Web

ブラウザに表示する。

(2) 表示された地図から操作したい家電機器を選択する。

(3) 選択した家電機器を扱うデバイスサーバへインタフェースサーバを経由し、非同期通信(図では Ajax request)を行う。

(4) 家電機器情報や操作画面を取得する。

(5) 表示された操作画面より家電機器を操作し、家電機器操作リクエストをインタフェースサーバ経由でデバイスサーバへ非同期通信を行う。

(6) デバイスサーバでは送られてきたリクエストを元に、家電機器を操作し、その結果を返す。

(7) ユーザの Web ブラウザに結果を表示する。

2.3 デバイスサーバ

デバイスサーバは、インタフェースサーバと家電機器をつなぐ役割を持つサーバで、家電機器操作を行い、Web サーバとして動作している。家電機器自身に Web サーバとしての機能が無い場合もあるため、代わりにデバイスサーバをもうけることで、家電機器操作をインターネット上で行うことを可能とした。もし、家電機器自身が Web サーバとなり、家電機器情報や操作画面などを保持出来るならば、デバイスサーバを用意する必要はない。また、同一の建物内の同じ部屋など、近い範囲に複数の家電機器が存在する場合には操作画面をまとめるためにデバイスサーバを用いることが可能である。デバイスサーバが保持する情報として次の情報がある。

- 家電機器情報を保存した XML データ、もしくは XML データを返すスクリプト
- 家電機器の操作画面など、家電機器情報の表示に必要なデータ

あらかじめ、XML データは第2.5節で述べるデー

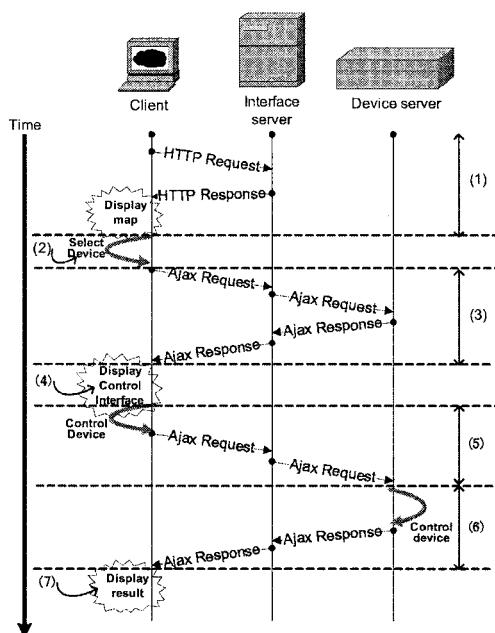


図 2 リクエストの流れ

タ構造に従って作成し、家電機器情報の表示に必要なデータとともにデバイスサーバへ保存しておくこととする。家電機器情報の記述は木構造をもとにしているため、木構造を用いた記述が可能な XML をデータの形式として採用した。また、家電機器などの操作画面をデバイスサーバで保持することにより、インタフェースサーバは XML データを受け取り、それに準じて家電機器情報や操作画面の表示を行うだけでよい。また、家電機器の状態など、短時間に変化する内容をデバイスサーバが保持することにより、インタフェースサーバに最新の情報を渡すことができるように構築した。これにより、インタフェースサーバに登録した内容を変更することなく、XML データの内容や家電機器情報の表示に必要なデータを書き換えるだけで、家電機器情報が変更可能となる。

2.4 インタフェースサーバ

インタフェースサーバは、ユーザとデバイスサーバをつなぐ役割を持ち、CANDLE の要となるサーバで、Web サーバとして起動している。インタフェースサーバは次の機能を持つ。

- 地図表示機能
- XML パース機能
- 家電機器情報表示機能
- 家電機器情報登録機能

2.4.1 地図表示機能

地図表示機能は、前述の通り Google Maps を用いた地図を表示する。地図の機能として、表示した地点の経緯度の表示や、登録した家電機器の場所へフォーカスをあてる機能がある。また、地図単独では機能は少ないが、他の機能を地図上で実現するため、地図表示機能と組み合わせられるように構成した。

2.4.2 XML パース機能

XML パース機能は、デバイスサーバより受け取った XML データから、地図表示機能が利用する情報を抽出する機能である。XML データ構造については第 2.5 節で説明する。

2.4.3 家電機器情報表示機能

家電機器情報表示機能表示は、XML パース機能が抽出した情報を受け取り、地図上に表示するための形式に変換し、表示する機能である。

2.4.4 家電機器情報登録機能

CANDLE の地図上で家電機器操作を行うための家電機器情報登録機能について、詳しく述べる。

まず、地図上で家電機器操作を行うには、家電機器情報や操作画面などを保持しているデバイスサーバの情報を登録する必要がある。家電機器情報や、操作画面などの情報は、デバイスサーバが XML データとして保持することとした。登録は地図上で行うことができ、また、登録する内容は次の情報である。

- 家電機器の経度
- 家電機器の緯度
- 家電機器の名前
- デバイスサーバの URL
- XML データを返すファイル名 (data.xml,data.php 等)

登録した情報により地図上で家電機器検索をすることが可能となる。さらに操作する家電機器を選択することで、デバイスサーバから XML データを受け取り、家電機器の操作画面など詳しい情報を表示する。登録する家電機器情報を保持したデバイスサーバは何台でも登録することが可能である。

2.5 XML データ構造

デバイスサーバに家電機器情報などを記述した XML データを保持させておくことで、インタフェースサーバによる家電機器情報の取得を可能とした。CANDLE では XML データ構造を独自に定め、この構造に従って記述することで、インタフェースサーバ側で適切なパースを行うことが可能となる。XML データ構造は家電機器を（同一の建物や部屋などの単位で）まとめて操作する場合も想定し、家電機器が存在する建物

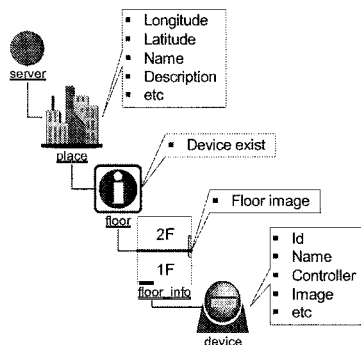


図 3 XML データ構造概要

を最大の単位として扱えるよう設計した。ここでは本 XML データ構造の木構造の部分を説明する。図 3 に XML データ構造の概要を示す。図では子ノードを持つノードを画像で表現し、子ノードを持たないノードをフキダシの中に示す。

ルートノードを server と名付けその子ノードとして、建物情報などを記述するノード place を定義する。ノード place は主に地図上に位置をマークするための経緯度、その際に表示する名前や説明文を記述するノードである。次に、ノード place の子ノードとして、建物のフロア情報などをまとめ、操作できる家電機器が存在するかの判定を記述するノード floor を定義する。そして、ノード floor の子ノードとして、建物各フロア情報などを記述するノード floor_info を定義する。ノード floor_info は建物のフロア画像やフロアの名前などを記述するノードである。さらに、ノード floor_info の子ノードとして、家電機器情報を記述するノード device を定義する。ノード device は家電機器の名前や、家電機器情報の URLなどを記述するノードである。

3. システムの実装

3.1 実装環境

前章で述べてきたインタフェースサーバと、照明機器、Web カメラを接続したデバイスサーバを実装した。インタフェースサーバの環境は、Web サーバに Apache-2.0.54 を、スクリプト言語に Ruby-1.8.2 を、DBMS に MySQL-4.1.11 を用いた。デバイスサーバの環境は、Web サーバに Tomcat-4.0.6 を用い、家電機器操作プログラムには Java-1.5.0_06 を用いた。

3.2 XML 記述

本実装において、デバイスサーバが保持している XML データについて説明する。図 4 に XML データ

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<server>
  <place>
    <location lon="135.7674582984924" lat="34.79960279193114"/>
    <url>http://119.22.96.1:8080/device/</url>
    <id>KE</id>
    <device_info exist="1"/>
    <name>恵喜館</name>
    <description>ネットワーク情報システム研究室があります</description>
    <link>http://www.doshisha.ac.jp</link>
    <image>img/ke.gif</image>
    <floor exist="1">
      <floor_info floor_name="1 階" info="0">
        <floor_image>img/ke1.png</floor_image>
        <device floor="1">
          <device_id>Ke115Lite</device_id>
          <device_name>KE115 照明</device_name>
          <device_controller display="html">
            ctl/ke115.hta
          </device_controller>
          <device_image>img/light.png</device_image>
          <device_location left="260" top="90"/>
        </device>
      </floor_info>
      <device floor="1">
        <device_id>ke115Camera</device_id>
        <device_name>Web カメラ</device_name>
        <device_controller win="window">
          http://119.22.96.1?page=Single
        </device_controller>
        <device_image>img/camera.png</device_image>
        <device_location left="260" top="55"/>
      </device>
    </floor_info>
    <floor_info floor_name="2 階" info="0">
      <floor_image>img/ke2.png</floor_image>
    </floor_info>
    <floor_info floor_name="3 階" info="0">
      <floor_image>img/ke3.png</floor_image>
    </floor_info>
    <floor_info floor_name="4 階" info="0">
      <floor_image>img/ke4.png</floor_image>
    </floor_info>
  </place>
</server>
  
```

図 4 XML 記述例

の記述例を示し、図 3 で説明した値がどのように記述されているかを次で述べる。ちなみにアドレスなどはサンプルのアドレスに差し替えている。

- ノード place:建物などの情報を記述
 - location 経緯度を記述
 - name 建物などの名前を記述
 - description 建物などの説明文を記述
- ノード floor:操作できる家電機器が存在するかの判定を記述
- ノード floor_info:各フロアの名前を記述
 - floor_img フロアの画像を記述
- ノード device:家電機器情報を記述
 - device_id 家電機器の id を記述
 - device_name 家電機器の名前を記述
 - device_controller 家電機器の操作画面の場所を記述
 - device_image 家電機器を示す画像の場所を記述

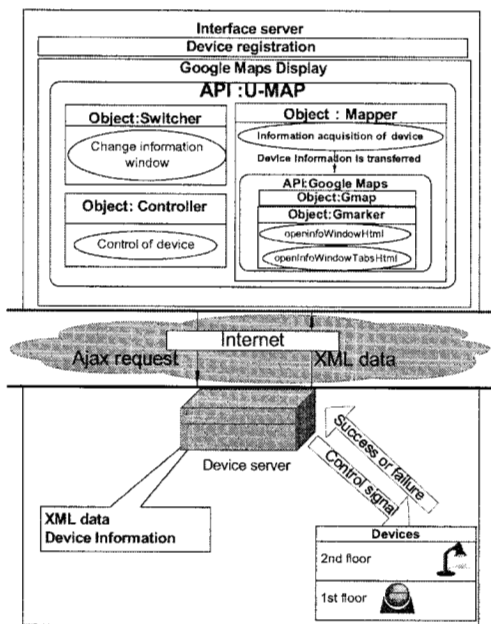


図5 インタフェースサーバ、デバイスサーバの内部構成

記述規則について説明する。ノード floor_info にはフロアの情報を記述し、また、表示したいフロアの数だけ記述することができる。図4ではノード floor_info を4つ記述している。各ノード floor_info の属性を見ればわかるが、各ノードが1階、2階、3階、4階、のように建物の4階までの情報を記述している。次に、ノード device には上記の通り家電機器情報を記述する。一つの家電機器に対して1ノードを用いて記述し、その家電機器が存在するフロアのノード floor_info の子ノードとして記述する必要がある。図4では1階を示すノード floor_info の子ノードとして、照明やWebカメラの家電機器情報を記述している。

3.3 システム内部構成

インタフェースサーバと、デバイスサーバの内部構成を図5に示し、以降でシステムの構成要素の各機能について説明する。U-MAP (Ubiquitous-MAP API) とは以前我々がこれまで開発してきた、階層型位置情報向けユーザインタフェースのためのAPIである。詳しくは文献³⁾を参照されたい。本節では主にインタフェースサーバの内部構成について説明する。

3.3.1 家電機器登録機能

家電機器登録の画面は図6のようになっており、図5のインタフェースサーバの機能 Device registration により実現している。地図上の登録したい場所をクリックすることで、クリックした場所に指の画像が置



図6 家電機器登録画面

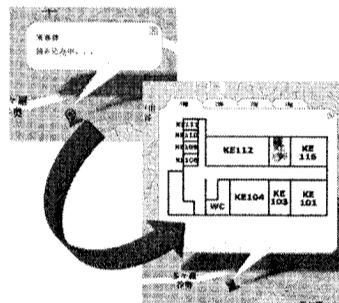


図7 家電機器情報の取得

かれ経緯度の情報がフォームに自動で記入される。他に登録する情報として、地図上に表示される名前、デバイスサーバのアドレス、XMLデータの名前がある。このように、インタフェースサーバが保持する情報を少なくし、デバイスサーバに情報を置くことで家電機器の状態などをXMLデータに反映させるといった機能拡張を想定した実装となっている。

3.3.2 家電機器情報取得機能

Google Maps を用いた地図上で、家電機器情報が存在する地点にマーカの画像を置き、その地点に家電機器が存在することを示す。家電機器情報の取得は図7の左上に表示されているようなマーカをクリックすることで行われる。図5のオブジェクト Mapper により実現している。マーカをクリックした後、吹き出しに「読み込み中...」というメッセージが表示され、デバイスサーバへのリクエストを非同期通信で行い、家電機器情報を受け取ると図7の右下のような表示に変わる。また、家電機器の操作画面へは図7右下のフキダシに表示されている家電機器のアイコンをクリックすることで家電機器の操作画面を読み込み、家電機器の操作画面へ表示が変わり、家電機器操作が可能となる。こちらの機能は図5のオブジェクト Controller により実現している。

3.3.3 家電機器操作機能

家電機器の操作画面が表示され、ユーザが家電機器操作を行った後、送信ボタンを押すことで、インタフェースサーバがデバイスサーバへ非同期通信によるリクエストを送信し、デバイスサーバがそのリクエストをもとに家電機器操作を行い、その結果をインタフェースサーバに返す。ちなみに、デバイスサーバへの非同期通信によるアクセスは、家電機器サーバ側で指定したアドレスからのアクセスのみを許可する設定となっており、インタフェースサーバ以外からの非同期通信によるリクエストは受け付けない。これより、不正なアクセスによる家電機器操作を防ぐことができる。図5のオブジェクト Controller により実現している。

4. 関連研究

本研究の関連研究として、MapWiki⁴⁾ があげられる。MapWiki とは、共有地図上で Wiki コンテンツを表現し、ユーザが容易に記事の掲載や更新などが可能ないわゆるロコミ型コンテンツ共有を実現するという内容で、Google Maps を用いた GMap Wiki が例として実装されている。GMap Wiki は Google Maps 上に Wiki コンテンツを実装し、データ通信には RDF を用いている。

CANDLE でも同様に Google Maps を用いているが、CANDLE の場合は地図を表示するサーバとユーザの通信だけではなく、ユーザからの機器操作リクエストを地図を表示するサーバから、家電機器操作を行うサーバへ通信するといった複数のサーバが通信を行い家電機器情報を扱うことができる点で異なる。

次に、分散した地図情報やコンテンツを収集し表現する方法として、DHT を利用した地図分散型コンテンツ共有システム⁵⁾ という研究がなされている。DHT を利用することで、ネットワークが大規模になった際にもコンテンツの探索にかかる時間を抑えられ、さらに、地図上でコンテンツ共有を行うため、キーワードマッチングでは検索しづらい画像などのコンテンツを視覚的にわかりやすく取得することを可能としている。また、分散した地理情報を統合利用する情報ナビゲーションサービス⁶⁾ という研究もされており、ネットワーク上に分散する複数のデータベースや WWW コンテンツを横断的に検索し、さらに複数の地図コンテンツから地図を選択し、検索された情報を選択された地図上にマッピングする情報ナビゲーションシステムの実現方式の一つを示したものである。

これらの研究では分散したコンテンツを専用ブラウ

ザを用いて扱うが、CANDLE では、地図に Google Maps を用いることにより、ユーザは Web ブラウザからアクセスするだけで分散したコンテンツを利用できる点で異なる。また、CANDLE では、コンテンツの内容に地図情報やテキスト、画像といった情報だけでなく家電機器情報を扱うことができる点でも異なる。

5. まとめと今後の課題

本稿では Google Maps を用いた統合型家電機器操作システム CANDLE を提案し、Google Maps 上に登録した家電機器を表示することで、Web ブラウザからアクセスするだけで家電機器操作を行えるシステムを構築した。これにより、Google Maps 上に様々な家電機器を登録することにより、それらの家電機器を Google Maps 上で家電機器情報の閲覧、家電機器操作を行うことができる。しかし、現在の実装では、ユーザが家電機器を選択しなければ家電機器の詳細情報を取得しないので、家電機器の詳細情報を検索対象とすることが出来ない。今後の課題として、家電機器が現在使用可能であるか、といった状態を取得しより実際に家電機器の前にいるかのような情報を表示することが挙げられる。また、家電機器の状態をデバイスサーバに認識させることでデバイスサーバが保持する XML データに反映させ、よりリアルタイムに家電機器の状態を XML データに反映させることも重要な課題となる。これにより、デバイスサーバ側に保持している情報をもとにユーザが使用したい家電機器の種類を検索するなど、デバイスサーバ側の情報を用いた検索機能の追加なども考えられる。

参考文献

- 1) Google Maps API:
<http://www.google.com/apis/maps/>
- 2) Yahoo! Maps AJAX API:
<http://developer.yahoo.com/maps/ajax/>
- 3) 植田 健太, 小坂 隆浩, 佐藤 健哉 :階層型位置情報向けユーザインタフェースの設計, FIT2006, pp195-196, 2006.
- 4) Teranishi, Y., Kamahara, J., Shimojo, S.: MapWiki: A Ubiquitous Collaboration Environment on Shared Maps. Vol.4, No.6, pp.626-634, 2005.
- 5) 北 望, 重野 寛 :DHT を利用した地図分散型コンテンツ共有システム, 情報処理学会研究報告, 2006-DPS-127, pp.63-68, 2006.
- 6) 北角 智洋, 池田 哲夫, 田辺 弘美, 星 隆司 :分散した地理情報を統合利用する情報ナビゲーションシステム, 情報処理学会論文誌, Vol.42 No.15, 2001.