

京都市バスで廻る国宝ナビゲーション

川崎 真子 須永 宏

大阪工業大学情報科学部 〒573-0196 大阪府枚方市北山 1-79--1

E-mail: hiroschi.sunaga@oit.ac.jp

あらまし 世界的な観光地である京都は多数の国宝を始めとする文化財を有し、非常に多数の人々市バスを利用してそれらを廻るが、本研究ではそれらスポット自体の情報とバスの運行情報を合わせて管理できるアプリケーションを提案する。京都市バスなどいくつかのバス会社では、スマートフォンからアクセスできるバス運行情報を提供し、利用したいバス停に利用したい系統のバスが接近しているかが把握できる。この情報は操作が面倒であるので、路線図や地図に表示したバス停をタッチするだけで情報が得られることが望ましい。また GPS により、自分がいる場所が地図上に表示され、最寄りのバス停が分かると便利である。利用者がある場所から国宝のあるスポットに行きたい場合、そこに直接行ける系統があるのか、そのバスがすぐに来るのがわかれば効率的に観光ができる。目的地に着くまでにそのスポットの基本的な情報を閲覧でき、現地から帰る場合もバスの接近がわかれば、そのスポットにいる時間をより楽しく過ごせるであろう。技術的には、Android アプリケーションとして、路線図や地図を中心としたページを構成し、タッチ操作で必要な情報をポップアップしたり、ページ遷移したりする機能を実装する。データ自身は既存の Web サイトへのリンクやいくつかのキーワードをそれらサイトから抽出しておき、汎用的なデータ構造として定義する。試作したプロトタイプに関しては概ね良好な評価を得ている。

キーワード サービスコンピューティング, Android アプリケーション, 京都市バス, 京都文化財

Kyoto National Treasure Navigation by Kyoto City Bus

Mako Kawasaki Hiroshi Sunaga

1-79-1 Kitayama, Hirakata-shi, Osaka, 573-0196 Japan

E-mail: hiroschi.sunaga@oit.ac.jp

Abstract Kyoto, one of the most popular tourist destinations in the world, is home to numerous cultural assets including a number of national treasures, and tons of visitors take the Kyoto City Bus to travel around places where they have these treasures. In this study, we propose an application that can manage tourist spot and bus service information. Several bus companies, including Kyoto City Bus, offer bus service information accessible by smartphone, which makes it possible to find out whether the desired bus is approaching the nearest bus stop. However, their systems require the user to go through a lot of steps to get the required information. With our application, on the other hand, it's possible to access the same information by simply touching the bus stop on the map or on the bus route map displayed on the phone. In addition, GPS displays the user's present location on the map, which makes it easier to tell where the nearest bus stop is. This application is especially useful for tourists who want to cover as many sightseeing spots as possible within a limited amount of time. It helps them save time by letting them know if there is a bus route that goes directly to their destinations or if the desired bus is coming shortly. It also helps them make the most of their visits by offering easily-browsable basic information about their destinations before reaching them. It allows them to enjoy their time at sightseeing spots even further by letting them know if the bus they want to take next is approaching. To make this technically possible, we use Android to create map- or bus-route-map pages and implement functions for necessary information to pop up and for page transition, which can be activated by touch operation. The data itself is linked to existing websites, and their key words have been extracted in advance. We define such data as general-purpose data structure. The prototype application has received a lot of favorable feedback.

Keyword Services Computing, Android applications, Kyoto City Bus, National treasures in Kyoto

1. 研究の背景と目的

世界的な観光都市である京都には多数の国宝や重要文化財指定を受けた建築物、仏像彫刻、絵画がある。桜や紅葉、葵祭や祇園祭などに加え、文化財を廻るのが観光客の大きな楽しみとなっており、シーズには多数の観光客でごった返す。京都市内の交通は、京阪等の鉄道や地下鉄もあるが、市バスの依存度が非常に大きい。市バスで行ける国宝スポットが多い、近くまで行ける、一日乗車券で経済的などが理由と言えるが、コロナ禍前は、道路の渋滞、バス自体の混雑などで定時運行が困難な状況であった。今後、観光需要が戻れば同様な状態になるであろう。

京都市交通局では主要なバス停にバス接近表示装置を設置しており(図1左)、運行が乱れていてもどの系統のバスが到着しそうなのかわかる[1]。装置が無いバス停でも、あるいは離れた場所においても、図1右のように所定のバス停での関連系統の接近表示をスマートフォンで見ることができる[2]。バス時刻表通りに動いていない状況でも利用者はバスをそのまま待つのか、別の系統を利用すべきか、どこかで時間を潰すかなどの判断が可能となる。



図1. 京都市バス接近情報表示装置とスマホ画面

ある場所から国宝スポットに行きたい場合、直接のバス路線があるのか、そしてそのバスはすぐ来るのかが判断できると旅行者は行動をとりやすい。またスポットからバスに乗って帰宅したり別の場所に移動する際も最寄りバス停へのバス接近状況がわかると、急いでバス停に向かうべきかももう少しゆっくり滞在するかが判断できる。本稿ではこのような市バスで廻る国宝ナビゲーションを実現するアプリケーションを提案し、実装方式を述べ、試作状況を報告する。

なお、このアプリケーションで必要とするバスの運行状況データ、国宝スポットや各文化財の写真や説明データは基本的に公開されておらず、著作権保護の下にある。ホームページで表示されているデータもリンクも二次利用は禁じられている。今回の試作はアプリケーションの可能性を示すものであり、アプリケーションの公開や商用利用を目的としない。試作を通して、データ形式や汎用機能を明確にして、将来的に著作権

者がデータを公開した場合に備えておけるようにすること、標準データ形式に関し考察を進めておきたいという位置付けである。

この後2章にてベースとなるバス運行情報、国宝関連サイトの分析とアプリケーション化の方向付け、3章ではバス情報アプリケーション構成法を、4章では国宝ナビゲーション構成法を、5章で結論と今後の課題を述べる。

2. データ研究の背景と目的

2.1.京都市バス接近表示

京都市交通局はオープンデータとして時刻表データを提供し[3]、それを基に「バス・鉄道の達人 歩くまち京都」などの時刻表検索・乗り継ぎ支援アプリケーション開発がなされている[4]。「京都市バス検索」[5]など他の時刻表検索サイトも明示されていないがこのデータセットを利用していると推察される。なお、このサイトのTwitter[6]からはバス停情報はクラウドソーシングにより行っているとの記述がある。

今回提案のアプリケーションは、市バスの時刻表は扱わず、接近表示を路線図や地図ベースでタッチにより表示するという機能を想定している(図2)。交通局のポケロケのサイトでは、読み仮名検索、バス停名直接入力、系統番号、現在地のGPS情報などの方法により利用したいバス停を指定し、そこから最大5個までの系統番号・方面を指定して接近情報が表示されるようになっている。我々のアプリケーションは、バス停をタッチするとそのバス停に発着する全ての行先別系統のバスの情報を示すことを狙っている。その他、大まかに市バス運行範囲の領域を升目で区切ったり、拠点となるバス停、GPS情報的に近いバス停を指定できるモードも備える。

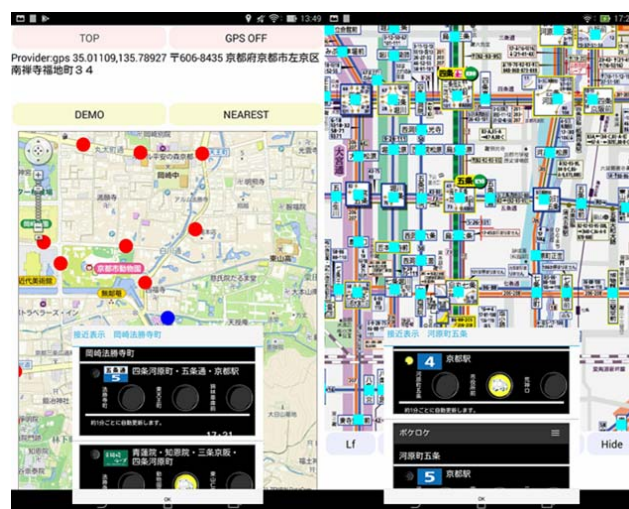


図2. 提案アプリケーションのイメージ



図 3 . ポケロケ登録画面

当アプリケーションを構築するには公開された時刻表データでは実現できないので、交通局のホームページから得られる情報を加工して、京都市バス以外にも適用可能となる汎用的なデータ記述形式（JSON形式[7]）を提案する。基本的にはサイトへのリンクと、そこに誘導するのに必要なキーワードに留める。そのようなアプローチは文献[8][9]のように研究活動の一環として扱われている。無論著作権的な問題があり、データの体系化を検証するという目的に留める。京都市から大阪北部に路線を持つ京阪バスも接近情報を提供しており[10]、そのようなバス会社にも適用可能なものを考えたい。

2.2. 京都国宝探訪

京都にある国宝・重要文化財の情報、写真等のデータも著作権フリーなものはない。現在公式以外でそのような文化財を紹介するサイトは何らかの著作権利用の契約は結ばれていると想定されるが、今回の研究レベルではアプリケーションのコンセプトの有効性をしめすため、サイトのデータを解析して必要な部分をアプリケーションに組み込むこととする。国宝が網羅的に掲載され、市バス系統が示され、かつHTML構造が解析しやすいサイトとして「京都に乾杯 国宝 目的で探す京都の文化財・文化施設 京の文化財」[11]を今回利用する。

アプリケーションを構築するに当たり、汎用化に必要なデータ要素としては、国宝が存在する施設名（それ自身が国宝である場合もある）、国宝名、種別（建造物、仏像彫刻、絵画）、見どころ情報、そのスポットへのリンク、スポットや国宝の写真リンク、近隣停留所名と系統名である。これらを該ページへアクセスすることで集約し、アプリケーション内で扱いやすいJSON形式で規定する。これもサイトや画像へのリンクを主とし、それらへ誘導するためのキーワードを扱う。なお、多数のサイトを利用するのではなく、今回上記[11]

のサイトのみとしているので、スポットによっては写真リンクが無いなどの状況もある。

3. 市バス接近情報表示機能

3.1. 機能イメージ

図2で示したように、地図と路線図上のバス停をタッチするとポケロケ公式サイトのリンクを呼び出し、接近情報の画面をポップアップする。このアプリケーションの特徴としては、そのバス停の全ての系統・方面別の画面を同時に表示し、スクロールで該当のものを閲覧してもらうという形にしていることである。この画像を構成するために必要となるデータを以下にまとめる。

京都市バスは700近いバス停があるので、このバス停名を全て揃えることが第一歩である。バス停コードも定義されているのでこれも収集する。各バス停には系統・方面別の接近表示の接近表示のURLが定義され、合計5000以上になる。そしてこれらバス停の地図上の緯度経度と路線図上の相対座標を取ることで、Androidアプリケーションのタッチイベント処理が可能になる。

データに関しては各サイトを訪れhtmlファイルを保存、ソースコード表示により取得でき、これらHTMLから正規表現[12]処理を駆使して必要なものに絞り込む。これらを図4に示すJSONにまとめることで、Androidアプリケーションが各場面で機能を果たせる。バス停事にバス停名・緯度経度・相対x,y座標・接近情報要素（info）を持つJSONObjectを作り、それを繰り返し要素として持つJSONArrayを定義する（名称はbusjson）。Info要素は、方面・系統番号・urlを要素とするオブジェクトのJSONArrayである。

```

{
  "busstop": [
    {
      "stpname": "葵橋西詰",
      "stpnum": "481",
      "lat": "35.0307370000",
      "lng": "135.7697330000",
      "coord": {
        "x": "353",
        "y": "630"
      },
      "info": [
        {
          "dest": "北大路BT・金閣寺",
          "num": "205",
          "url": "http://blsetup.city.kyoto.jp/blsp/show.php?..."
        },
        ...接近情報オブジェクト繰り返し...
      ]
    },
    ...バス停オブジェクト繰り返し...
  ]
}

```

図 4 . JSON 構造の提案

地図の表示はZenrin 地図[13]のAPIを用いる。Androidのページを構成するActivity内にWebView要素としてHTML文書を表示させる。このHTMLにはJavaScriptで地図APIを操作し、指定された緯度経度を中心に地図を表示、各バス停の緯度経度の位置にマーカーを記述、その位置のタッチイベントを拾う設定をする機能を盛り込む。緯度経度データは上記JSONか

ら与え、また Android から取れる GPS による緯度経度で移動していても地図がその位置をフォローできるようにする。地図のタッチ位置はその緯度経度と JSON 内の緯度経度情報を当たり判定して、どのバス停が指定されたかを判定する。

路線図を用いたページに関しては、その路線図内のバス停の相対座標を求める必要がある。このために、この Android アプリケーションとは別に、ブラウザ上に路線図を表示させ、その全てのバス停をタッチして座標を求めるプログラムを作成した。路線図の画像ファイルを読み込み HTML5 の Canvas 上に描画し、画像の左上を原点にした座標をタッチイベントで記録するプログラムである。

3.2. 路線図上での表示

Android 画面に路線図を表示、タッチ操作によりバス停を指定し、バス毎の接近情報を表示するには、文献[14][15]などにあるように View, Canvas, Bitmap などのクラスを用いる。路線図ファイルを読み込み、Canvas 上に drawBitmap を用いて描画する。その後、JSON より路線図の相対座標データ(図4の"coord"配下の"x"と"y")を読み込み、水色のボタンとしてバス停を描画する。タッチイベントは左上を原点とした座標が onTouchEvent メソッドで撮れるので、その座標と JSON の相対座標データが一致するバス停の接近情報をポップアップとして表示する。ポップアップは、AlertDialog 上にレイアウトを組み、その中にバス接近情報 HTML サイトの url (そのバス停の全系統の全方向の url) を指定して WebView として表示する。

3.3. 地図 API を用いた表示

Zenrin 地図 API を利用して GPS で得た緯度経度を中心に描画する HTML ファイルを作り、それを WebView で一画面に表示する。バス停は赤丸で描写し、ページ上部には GPS で取得した現在位置を表示している。

初期画面は京都市役所中心、GPS を取得するとその位置を中心に移動する(青丸)。市バス路線範囲外の地域にいる場合は、そこから最も近いバス停がある場所を JSON データの緯度経度要素を用いて計算する。この計算は現在位置と各バス停の直線距離をキーとし、線形探索アルゴリズムを用いて一番近いバス停の割り出しを行っている。

地図表示の HTML ファイルは WebView でのページロードが終わる (onPageFinished メソッドにて通知) と Android 側からのバス停緯度経度情報を受け取り、地図上に円を描画、タッチイベントにより Android へ通知(alert)する。Android 側ではこの alert を onJsAlert メソッド(コールバック)により受け取り、そのバス停に関しポップアップを生成(3.2節と同等)する。

4. 国宝スポットへのナビゲーション

4.1. 機能イメージ

京都市バスにより国宝スポットを効率的に巡ることができる機能を実現する。2.2 節に示したサイト[11]の情報をベースに構築するが、以下の各情報をポップアップやページ遷移で提供することを考える。

- ・ 国宝建造物、国宝彫像、国宝絵画一覧
- ・ 各スポットの個別ページへのリンク
- ・ 各スポットのバス停情報
- ・ 各スポットの写真表示用リンク

まずメインページから「国宝探索」ボタンにより国宝を所有する寺社一覧ページ(図5左)へ遷移する。寺社をタッチすると、ポップアップにて選択したスポットの所有する国宝一覧、見どころと市バスのページへと遷移するボタンが表示される(図5右)。ポップアップにはバス接近情報の表示と同様、AlertDialog 上にレイアウトを組みその後 WebView としてそのスポットの画像のリンクを読み込み表示させている。



図5. 選択画面と選択された国宝スポット

スポット名をタッチすると京都の国宝を紹介するサイトのリンクを呼び出し Web サイトとして表示する。図5右の見どころ紹介ボタンではそのスポットの見どころを一覧で表示し、市バスボタンではそのスポットへ向かう系統のバスの接近情報をポップアップにて表示する。これら機能を実現するために必要となるデータを以下にまとめる。2.2 節で示した「国宝に乾杯・・・」サイト[11]の HTML および、そこから迎える個々のページの HTML を解析することで以下の JSON データを作成する。

- ・ 国宝建造物・彫像・絵画情報(kyototreasures.json),
 - ・ 各スポットの個別ページリンク(spotlinks.json),
 - ・ そのスポットへ向かう全系統のバス停情報(spotbusinfo.json),
 - ・ 各スポットの写真ファイルリスト(treasureinfo.json)
- をまとめた JSON をそれぞれ作成する。上記 には各

バス停の最寄りの観光スポットとそれに付随する彫像や絵画が、には観光スポットとそのサイトの URL が、には観光スポットとその最寄りのバス停情報が、には観光スポットの名前と、その名所の写真を表示するリンクがそれぞれ要素として格納されている。バス情報とのリンクについては 4.3 節にて述べる。の JSON は図 6 のような構成要素から成る。

```
{
  "historicalbuildings": [
    {
      "name": "東寺(教王護国寺)",
      "items": "金堂 五重塔 大師堂 蓮花門",
      "img": "<img src='...' alt='東寺(教王護国寺)'>",
      "spot": "<a href='スポットのリンク'>東寺(教王護国寺)</a>",
      "area": "<a href='周辺情報リンク'>京都駅</a>"
    },
    ...以下スポット毎に繰り返し
  ]
  (HTMLタグ内の'"'はバックスラでエスケープ)
```

図 6 . 国宝スポットに関する JSON 構造

京都市バスで廻れるスポットは、西本願寺、東寺、下鴨神社、北野天満宮、千本釈迦堂、二条城、知恩院、清水寺、南禅寺、銀閣寺、妙法院、三十三間堂、豊国神社、仁和寺、広隆寺、高山寺、東福寺、大徳寺、上賀茂神社、六波羅蜜寺、清凉寺、神護寺、法性寺、清浄華院、上品蓮台寺、青蓮院門跡、建仁寺、金地院、永観堂、泉屋博古館、智積院、妙心寺、曼殊院門跡、京都国立博物館の三十四カ所になる。

4.2. ページ構成法

図 5 左ページは上記のスポット用いて Button 要素の配列により構成する。スポット名を引数としてとして右ページを呼び出す。指定のスポット名の Web サイトへのリンク、国宝類の項目表示、スポットの代表的画像の表示、みどころページへのボタン、バス情報ページへのボタンから成るページである。写真表示はから得られる画像 URL を WebView にて表示したもので、その他の部分は Button や TextView である。ここで、例えば url_link という TextView を作り<a>タグを記述しても単なる文字列となってしまうので対策が必要である。LinkMovementMethod.getInstance()によりインスタンス (MovementMethod 型) を生成し、url_link に対してセットする (setMovementMethod メソッド)。リンク定義した文字列 html を Html.fromHtml(html)により変形し、これを CharSequence でキャストしたものを url_link に setText メソッドで設定する。これにより、図 5 左のリンクから同図右の Web ページのブラウザが開かれる。

図 7 の見どころ一覧では、指定されたスポット名に対する見どころをの JSON から、画像リンクをから読み出して生成する。図 7 左は上述の MovementMethod によりリンクとして表示している。ここをタッチするとその写真が Web サイトとして表

示される (図 7 右) 。

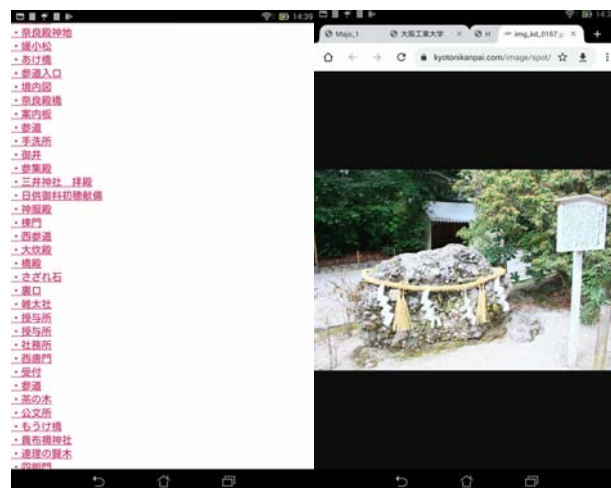


図 7 . 見どころ一覧と写真ページ

4.3. バス情報との関連付け

図 5 右の「市バスで Go」をタップすると図 8 左のこのスポットに行けるバス停一覧が表示される。ここでは関連系統の全てのバス停を表示しているわけではなく、市内の主要な駅や複数訪れるだろうスポットのいくつかに限定している。バス停名をタッチすると右図の様にバス接近情報がポップアップされる (WebView として)。3 章で説明した市バス接近情報のポップアップ (図 2)はそのバス停の全系統の情報を表示するが、こちらのページで示されるのは該当スポットに向かう系統のバス接近情報の表示のみの仕様となっている。



図 8 . バス情報との連携

このページを構成するために、スポット名からの JSON データにより関連のバス停が得られるが、これにバス情報を対応させるため、図 4 の基本データから系統ごとにバス停をまとめた JSON を図 9 のように新たに作成する。これは系統番号をキーに JSONArray とし、その要素である JSONObject には系統番号と始点 ~ 終点の全バス停名を JSONArray で構成される。

```

{
  "keitos": [
    {
      "num": "1",
      "stops": [
        {
          "stpnum": "225",
          "stpname": "大徳寺前"
        },
        {
          "stpnum": "016",
          "stpname": "植物園前"
        }
      ]
    },
    ...以下バス停繰り返し、系統繰り返し
  ]
}

```

図9. 系統毎にまとめたJSON構造

図8左ページでは、のJSONデータでスポット付近のバス停名とそこに向かう系統番号のリストを管理しているので、図9のJSONから関連系統毎の全バス停名を取り出す。JavaのSetクラスにより重複を排除し、予め規定した主要バス停一覧を合致するものを選んで表示する。このボタンをタップすると図9右のようなポップアップがAlertDialogにより表示されるが、上述の通り、該当バス停の全系統ではなく、指定されたスポットに直行する路線のみである。

主要バス停は、今回は、京都駅前、大徳寺前、下鴨神社前、北大路バスターミナル(地下鉄北大路駅)、出町柳駅前、三条京阪前、北野白梅町、御室仁和寺、四条京阪前、四条河原町、五条坂、七条京阪前、博物館三十三間堂前、岡崎公園 美術館・平安神宮前、二条城前、北野天満宮前、金閣寺道、四条烏丸(地下鉄四条駅)、銀閣寺道、七条大宮・京都水族館前、京都駅八条口、四条大宮、嵐山、二条駅前、河原町三条、東寺東門前、東福寺、梅小路公園・JR梅小路京都西駅前、松尾大社前、上賀茂神社前(御園口町)、南禅寺・永観堂道、鷹峯源光庵前を選定した。

5. 結論と今後の課題

本研究では、非常に多数の国宝を始めとする文化財を有し、世界的な観光地である京都を題材に、観光地の情報とバスの運行情報を合わせて管理できるアプリケーションの開発をするとともに、汎用的なバス情報のデータ構造を提案した。京都は街自体が一種のミュージアムであり、デジタル的に楽しむことも実地で実物を鑑賞するのも両方とも「有り」である。試作したプロトタイプに関しては概ね良い評価を得ることができ、天気や道路状況によって到着時間が変わるバスのデメリットとうまく噛み合ったと言える。

今後の課題としては、バス停名、位置の変更や利用率減少からの廃止などうまく対応するために、効率の良いデータの取得方法が挙げられる。京都市バスの公式サイトや他の時刻表サイトでは乗り継ぎに関するルート提案や時刻表提示機能を有しているが、これらをどう取り入れるかも課題である。今回は直行便のみで逆方向の終点向きの表示も出る状態であるので、乗

り継ぎも含め対応を考えたい。また、京都市から大阪北部に路線を持つ京阪バスを始め、京都市バス同様にバス接近情報を提供しているバス会社に、本研究を適応可能できるようにしていきたい。

文 献

- [1] “京都市営バスを便利にする IoT、「ハイテクバス到着案内システム」の裏側”, <https://www.itmedia.co.jp/enterprise/articles/1501/06/news093.html>
- [2] “京都市バス携帯型バスロケシステム”, <http://www2.city.kyoto.lg.jp/kotsu/blssmart/index.html>
- [3] “京都市バスの時刻表データセット”, <https://data.city.kyoto.lg.jp/node/14553>
- [4] “バス・鉄道の達人 歩くまち京都”, <http://www.arukumachikyoto.jp/>
- [5] “京都市バス検索”, <http://kyoto-bt.sakura.ne.jp/index.html>
- [6] “Twitter 京都市バス検索”, https://twitter.com/Kyoto_bt_info
- [7] IETF RFC7159, “The JavaScript Object Notation (JSON) Data Interchange Format”
- [8] “音声対話による京都市バス運行情報案内システム”, <http://sap.ist.i.kyoto-u.ac.jp/members/kawahara/paper/bus-navi.pdf>
- [9] 須永 宏, 相原隆志, 古川里奈, “サービスコンピューティングによる実用的アプリケーションのマッシュアップ”, 信学技報 AI2012-12, SC2012-9 (2012-08)
- [10] “京阪バス接近情報検索”, <https://busnavi.keihanbus.jp/pc/busstate>
- [11] “京都に乾杯 国宝 目的で探す 京都の文化財・文化施設 京の文化財”, https://www.kyotonikanpai.com/purpose/culture/cultural_property/kokuhou.shtml
- [12] 正規表現言語-クイックリファレンス|Microsoft Docs <https://docs.microsoft.com/ja-jp/dotnet/standard/base-types/regular-expression-language-quick-reference>
- [13] API サービス|株式会社ゼンリン <https://www.zenrin.co.jp/product/category/iot/api/index.html>
- [14] 須永 宏, “Android View クラスを用いた描画軌跡保存・共有方式”, 信学技報 SC2015-29 (2016-03)
- [15] Eri Yokoyama, Hiroshi Sunaga, Makoto Hirayama, “Cooperative E-learning Applications Based on HTML-5 Canvas for Japanese Classical Literature Education”, IIEEJ Transactions on Image Electronics and Visual Computing Vol.8 No.2 (2020)