慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	デジタルサイネージを用いた鉄道空間におけるマルチキャスティング•システムの研究
Sub Title	Study of Multi-Casting System Using Digital Signage in the Railway Spaces
Author	高安, 英子(Takayasu, Eiko)
Publisher	慶應義塾大学湘南藤沢学会
Publication year	2013
Jtitle	交通運輸情報プロジェクトレビュー No.22 (2013.) ,p.24- 32
JaLC DOI	
Abstract	From the viewpoint of data analysis, the public spaces are in flow state because passengers in there are moving and transient. In order to recognize the state of public spaces, it is essentially important to catch up continuous changes of moving people. It is desirable to establish a method to deliver information according to such transient and continuously changing states. Thus, we propose a mass's context-aware digital signage system to be applied to the automatic information delivery for people in the public spaces. Our system utilizes sensors installed in public facilities to obtain statistical data for representing people movements. And then, the system classifies the obtained statistical data, within a specific time-window, into several predefined categories corresponding to advertisement criterion. The most important feature of this system that it controls the 3-axis of digital signage according to the recognized status of people. This 3-axis consists of 2-dimentional(X and Y)layout structure of the digital signage, and the update frequency of each content on the digital signage display. This system allows for controlling size, place, and frequency of showing contents, in a quantitative, fine-grained, and context-aware way. By using this system, it is possible to improve the performance of digital signage because this system offers different contents for people in the public spaces. For example, students, DINKS, couples with children, and seniors will look different contents even if there are no personalization function, by analyzing the structure of the person of the place. This paper shows a prototype implementation using HTML5 technology of digital signage system that we propose, and examines the effectiveness of controlling quantitatively the screen of the digital signage that is installed in a public spaces.
Notes	2013年度慶應義塾大学JR東日本寄附講座報告書 慶應義塾大学交通運輸情報プロジェクト その2 : .JR東日本派遣研究員の活動報告
Genre	Technical Report
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO92001006-00000022-0024

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

デジタルサイネージを用いた鉄道空間における マルチキャスティング・システムの研究
Study of Multi-Casting System Using Digital Signage in the Railway Spaces

高安　英子　（慶應義塾大学　ＳＦＣ研究所）

Eiko　Takayasu
(Keio University SFC Research Institute)

From the viewpoint of data analysis, the public spaces are in flow state because passengers in there are moving and transient. In order to recognize the state of public spaces, it is essentially important to catch up continuous changes of moving people. It is desirable to establish a method to deliver information according to such transient and continuously changing states. Thus, we propose a mass's context-aware digital signage system to be applied to the automatic information delivery for people in the public spaces. Our system utilizes sensors installed in public facilities to obtain statistical data for representing people movements. And then, the system classifies the obtained statistical data, within a specific time-window, into several predefined categories corresponding to advertisement criterion. The most important feature of this system that it controls the 3-axis of digital signage according to the recognized status of people. This 3-axis consists of 2-dimentional (X and Y) layout structure of the digital signage, and the update frequency of each content on the digital signage display. This system allows for controlling size, place, and frequency of showing contents, in a quantitative, fine-grained, and context-aware way. By using this system, it is possible to improve the performance of digital signage because this system offers different contents for people in the public spaces. For example, students, DINKS, couples with children, and seniors will look different contents even if there are no personalization function, by analyzing the structure of the person of the place. This paper shows a prototype implementation using HTML5 technology of digital signage system that we propose, and examines the effectiveness of controlling quantitatively the screen of the digital signage that is installed in a public spaces.

キーワード：情報提供サービス，旅客流動，　アクティブマルチデータベース，広告，
デジタルサイネージ
Keywords: Information Provision Service, Passenger-Flow, Active Multi-database, Advertisement, Digital Signage

1. はじめに

鉄道の駅は、学生、会社員、子連れの主婦、お年寄りなど様々な属性を持った人たちが絶えず移動をして、かつ、短時間で入れ替わるフロー状態にある。この特徴を生かして、現状では、ポスターやデジタルサイネージを用いた情報配信を多く行っている。特に、デジタルサイネージは、通信ネットワークを使ったリアルタイムな操作が可能で、日程や時間、場所に応じて表示される内容を随時配信・変更が出来るという利点があり、今後ますます駅や電車内への設置が拡大していく [13]。

鉄道空間における情報提供の課題は、デジタルサイネージの閲覧者の属性を十分に考慮した情報提供が難しいことである。これは、現状で

は、公共空間の状態をセンシングするシステムと、デジタルサイネージをリアルタイムに連結する機構が実現されていないからである。この連結を困難にしている要因は、次の２点である（図１参照）。

① 駅空間に設置されたセンサが分散しているために、利用者に関する情報のセンシングが難しい。

② デジタルサイネージが前提とする広告掲出のパラメーターと、センサから得られる情報の“Semantic Gap”が大きい。

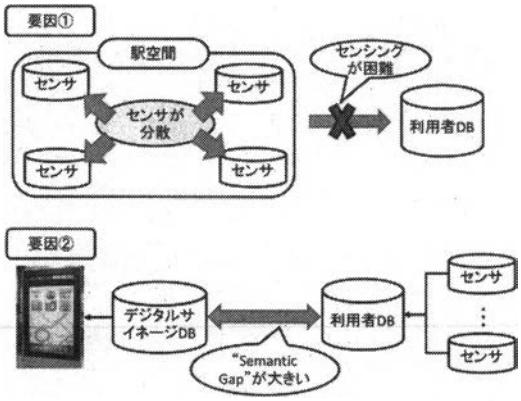

図１　センシングシステムとデジタルサイネージの連結を困難にしている要因

これらの要因が存在するため、現状の情報提供では、時間帯や場所によって掲出コンテンツを変更するなどの、質的なコントロールによる手法が主流となっている。この質的なコントロールの利点は、センサの統合が不要であり、動的な計算を伴わないため、容易に実装が出来るという点である。一方で、人手でコンテンツを更新するタイミングや、情報を表示する場所を設定する必要が生じるため、コストが高くなるという欠点がある。

本研究は、駅を通過する利用者集団を対象として、フローの変化に応じた情報配信を行う、デジタルマルチキャスティング・システムを構築する。このシステムを構築するために、複数のデータベース群を連結するマルチデータベースの手法を用いて、公共空間に設置されたセンサから得られるデータを分析し、利用者の年代や性別などの特徴を表すデータを抽出する。そして、利用者の特徴を分類することで、集団の興味関心の強さに適合した情報配信を実現する。

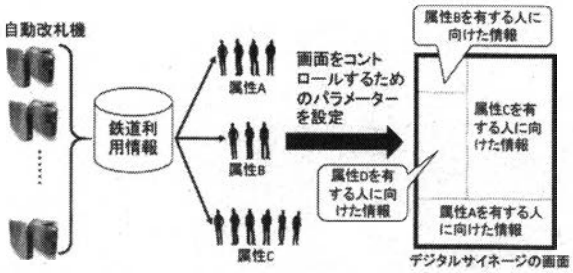

図２　鉄道利用情報を用いたマルチキャスティング・システムの概要

図２に示すように、本研究の特徴は、この情報配信において、利用者群の分類状況や各分類の人数の割合から、デジタルサイネージの画面をコントロールするためのパラメーターを設定し、動的に画面のレイアウト構造とレイアウトの更新頻度を変更する点にある。例えば、フローが低速で、かつ、分類のバリエーションが少ない場合は、大きなレイアウトを長時間表示する。一方で、フローが高速で、かつ、分類のバリエーションが多い場合は、小さなレイアウトを頻繁に更新する。本方式は、利用者の特徴量を、デジタルサイネージのレイアウト構成と情報更新頻度を決定づけるパラメーターとして用いるため、利用者のフローの状態と広告掲出状態の“Semantic Gap”を小さくすることが出来る。

本システムは、時間と共に変化する利用者のフローの状態に適応して、発信する情報を量的にコントロールする方式であり、公共空間における情報提供の課題を解決する。更に、本方式によって、情報提供者が一方的に利用者に情報提供をするのではなく、情報発信側と情報閲覧側の間で双方向関係のある情報提供方式を可能とする。具体的には、センサデータの分析結果がデジタルサイネージ画面に反映され、そのデジタルサイネージを閲覧した人の行動が再びセンサに入力されるというサイクルが実現する。本システムを、公共空間における広告活動に応用し、例えば学生向け、社会人向け、シニア向けなど全く性質の異なる広告を、その場の人の構成を分析して掲出することで、広告の閲覧効

果を向上させることが出来る。

2. アクティブマルチデータベース

デジタルマルチキャスティング・システムを構築するために、本研究では、アクティブマルチデータベースを用いて，鉄道利用情報の分析結果と駅周辺の店舗情報を統合し，利用者の属性に合わせて情報配信をするシステムを実現する。

通常のデータベースシステムは、外部からの命令に従って処理を開始する。一方で、アクティブデータベースとは、Event(発生した事象)、Condition（条件)、Action（実行する操作）に対応して、自動的に行動を起こすデータベースである。図３に示すように、ECA ルールが動作することによって、必要なデータやアプリケーションの受け渡しを行う。

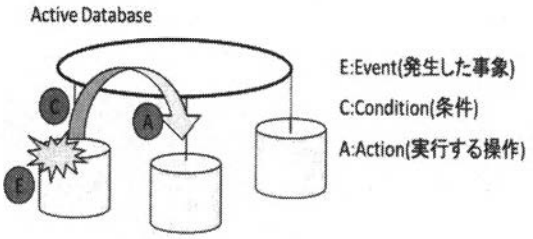

図３　アクティブデータベースの概要

マルチデータベースは、複数のデータベースを仮想的に１つのデータベースとして扱えるようにしたシステムである。図４に示すように、異なるローカルデータベース内で定義されたデータ型について、それぞれデータ処理を実行することによって、メタレベルシステム標準データ形式に変換する。そして、パターン表現、時間表現、空間表現を対象とした結合処理を行うことで、新たなデータベースが完成する。

上記のアクティブマルチデータベースシステムを、我々が提案するマルチキャスティング・システムに適応させる。まず、鉄道利用情報を用いて、各時間帯および各改札口別に、ある属性を有する人の人数の割合を算出する。ここで算出された統計データが、ECA ルールの中の Event 部分となる。次に、マルチデータベースの手法を用いて、駅周辺の店舗やイベント情報

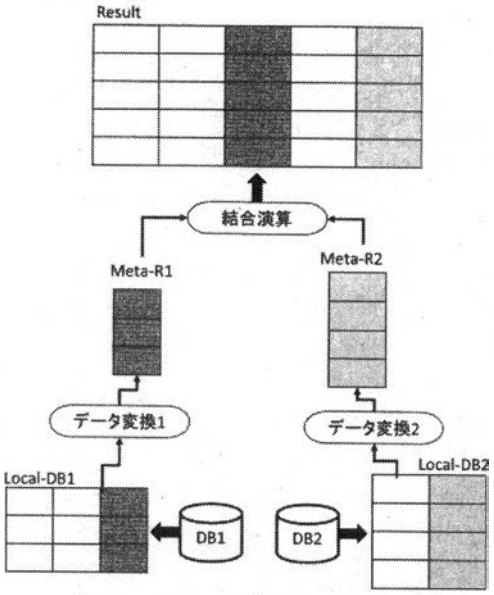

図４　マルチデータベースの概要

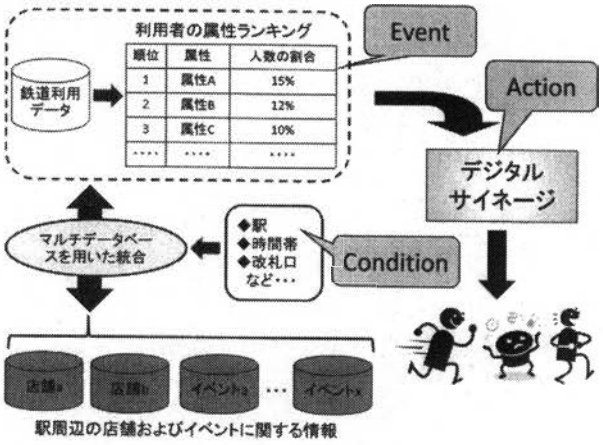

図５　アクティブマルチデータベースを適応したマルチキャスティング・システム

と、利用者の属性ランキングデータの結合を行う。この際に、Condition として、駅、改札口、時間帯などの条件を考慮する。そして、各データの結合結果が、デジタルサイネージの画面を制御するパラメーターとなり、Action として閲覧者に情報が提供される。

3．本研究の応用例

本システムの機能は、鉄道の駅における広告活動に応用することが出来る。例えば、鉄道空間場合、朝夕の通勤時間帯や日中の時間帯、または、列車の到着や出発によって、利用者のフローの状態は大きく変化する。そこで、鉄道利用データの統計情報から、年代や性別、乗車駅などの利用者の属性を表すデータを分類して、駅の利用者のフロー状態を分析する。統計情報を、どのような属性で何種類に分類をするのかについては、情報提供や広告活動をするための目的によって異なる。本稿では、例として次の２つの属性に焦点を当てた場合の広告活動について述べる。

1）利用者の年齢と性別を考慮した広告活動

駅を出る人は、これから街中で仕事をしたり、ショッピングや飲食を楽しんだりする人が多い。利用者の年齢・性別によって、利用する店舗の好みが異なる。そこで、センサデータから、年齢と性別の属性を抽出・分類し、各属性が興味を示すと予測される店舗広告を表示する。駅で、利用者の属性に合わせた広告を発信することで、広告閲覧率を向上させ、新たな消費活動や行動を促すことが出来る。

2）利用者の乗車駅を考慮した広告活動

鉄道利用データの統計情報から、電車を利用した人が、どこの駅から乗車したのかを把握することが出来る。鉄道利用者は乗車駅と同じ駅に戻るという仮定のもと、例えばA駅で降車した集団が、その日に何駅から何人乗車したのかを分類をする。この分類結果に基づいて、それぞれの乗車駅の周辺にある、店舗広告や観光情報を掲出する。デジタルサイネージの閲覧者たちは、A駅で降車する際に、自分の乗車駅の周辺にある店舗などの情報を知ることで、家の最寄り駅に戻った際に買い物や飲食をするなどの新たな行動につながる。

上記の広告システムは、鉄道の利用者が駅を出る際に自動改札機にICカードを接触させた瞬間に、リアルタイムでセンサから統計情報を取得し、利用者の目の前に広告を表示する。本システムを採用することによって、１枚のデジタルサイネージの画面で、公共空間を利用する多くの属性に向けた広告活動が実現する。本システムは、任意に設定した時間に応じて統計情報を取得するため、従来では不可能であった分単位、もしくは秒単位での広告のスケジューリングが可能となる。

4．関連研究調査

研究を進めるにあたって、公共空間における情報提供の先行研究の調査を行った。

公共空間において、利用者に適応した情報提供の典型的な例として、カメラで閲覧者の顔や行動を取り込み、コンテンツ内容を変更したり、情報を配信するタイミングを変更したりする手法がある。［2］［4］が提案するシステムは、デジタルサイネージの閲覧者の行動を撮影し、その結果に応じて表示内容を変更する。例えば、首を傾ける、首をすくめるなどの閲覧者の気持ちを示す行動によって、ネガティブ反応またはポジティブ反応なのかを判断し、配信するコンテンツを選択する［2］。［3］は、閲覧者とデジタルサイネージの画面との距離を測定し、その距離に応じて配信するコンテンツ内容を変化させる手法を提案している。［7］は、画面の前に立つ複数人の対人距離や位置、人数の情報から、複数人の関係性を推定し、その関係性に基づいた広告提示の手法を提案している。これらのアプローチは、商業施設などで、閲覧者が立ち止まってじっくり画面を見るような空間において、個人的に情報提供をする場合には有効である。しかしながら、常に人が流れていて、立ち止まって画面を見ることが困難な鉄道の駅には適していない。

Phil Tian［1］は、人の顔を認識し、その人の Point-Of-Sale(POS)データや広告への反応時間、その日の天気情報との相関関係に基づいて、広告コンテンツを選択する手法を提案している。［8］は、顧客の嗜好を測るためのいくつかのデータを統合し、データマイニングや機械学習の知識を活用するアプローチを採用している。これらの手法は、Web上でのマーケティングや店舗での商品推薦には有効である。これらは、公共空間で、短時間に多くの人に商品をアピールする必要がある環境には適していない。

本研究のアプローチは、利用者の個人情報を

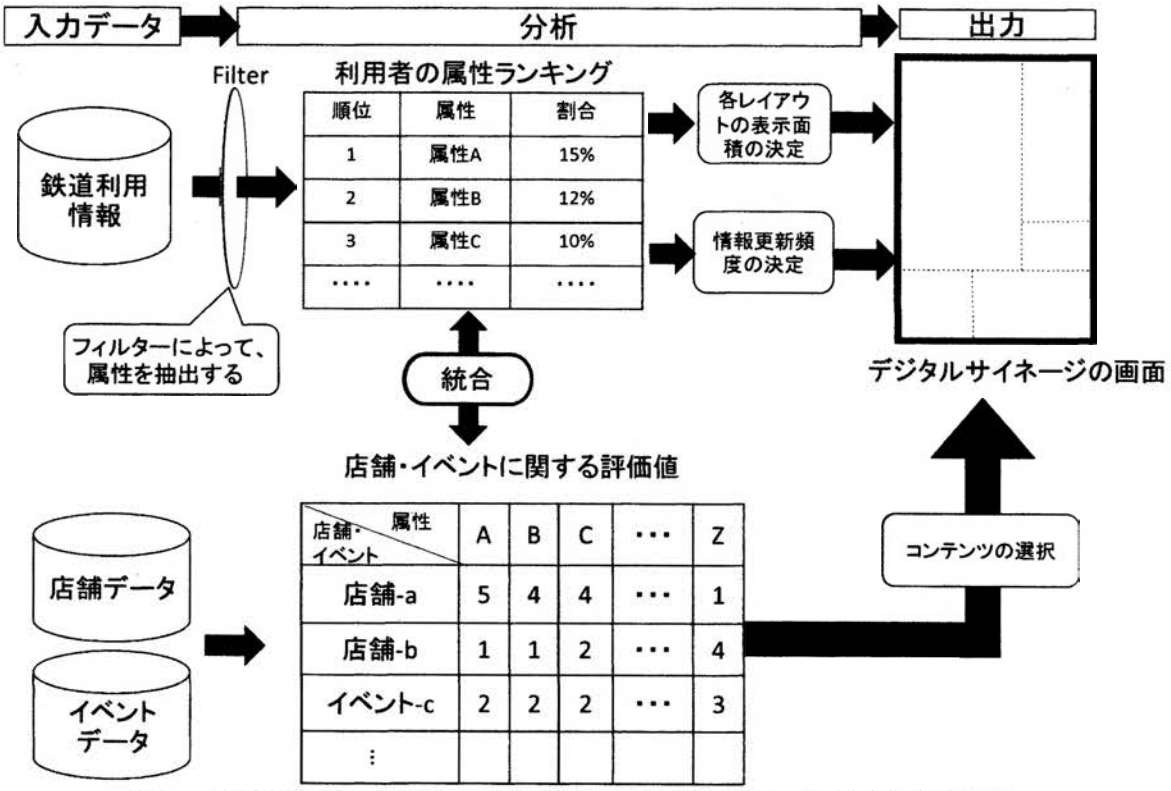

図6　鉄道利用情報と店舗・イベントデータを統合するシステム構造の概要

使用することなく、公共空間を移動する利用者集団のフローの状態に対応した情報を発信する手法を用いる。従って、本研究にて提案するマルチキャスティング・システムによって、人が絶えず動いている鉄道の駅で、利用者が自分にとって興味関心の高い情報を探す必要がなく、受動的に情報を収集することが可能となる。

5．基本方式

この章では、提案するシステムの基本方式について説明する。図6に、我々が提案するマルチキャスティング・システムの概要を示す。

まず、システムに鉄道利用情報と、店舗・イベントに関するデータを入力する。鉄道利用情報は、属性を抽出するフィルターを通して、ある一定の時間内における属性の人数ランキングを作成する。店舗およびイベントデータは、各属性の人たちの興味度を1～5段階で評価付けを行う。これらの異種データを統合し、1）情報更新頻度、2）レイアウトの画面面積、3）コンテンツ選択　に関する3つの要素のパラメーターを設定することで、デジタルサイネージの画面を制御する。

以下に、これら3つの要素のパラメーターの計算方法について述べる。

1）情報更新頻度

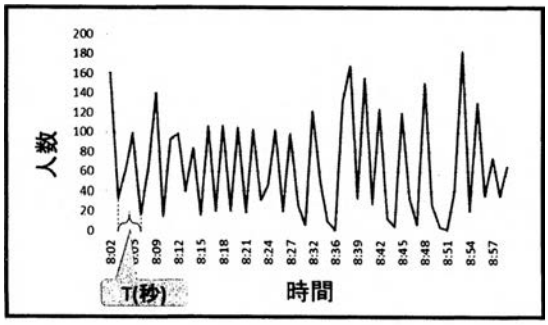

図7　駅の改札口を通過した利用者の人数

図7に示すように、鉄道環境では、列車が到着すると駅の改札口に人が集まり、時間が経つと徐々に減っていくというフローの変化がある。我々のアプローチは、閲覧者の移動速度に合わせてデジタルサイネージの情報更新頻度を変更する。鉄道利用データから、フローの人数が増

加してから減少するまでにかかる時間を分析して、t（秒）とする。そして、式（1）を用いて、1人あたりが自動改札機を通過する時間⊿t（秒）を計算する。

$$\Delta t = \frac{t \times (\text{自動改札機の台数})}{(t\text{秒間に改札口を通過した人数})} \quad (1)$$

式（1）で求めた⊿t（秒）が、デジタルサイネージの情報更新時間となる。

2）レイアウトの画面面積

通過時間⊿t の間に、各属性の人が全体の何パーセントの割合で存在するのか統計処理を行い、その結果をMatrix P とする。図8に示すように、Matrix P がパラメーターとなり、デジタルサイネージの各レイアウトの画面面積が決定する。

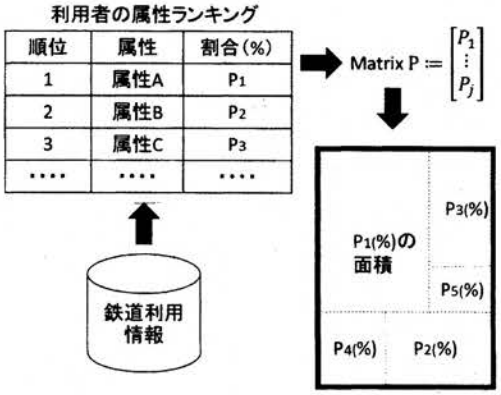

図8　レイアウト面積を決定するパラメーター設定方法

デジタルサイネージの最小表示時間を t_{min}（秒）とすると、t 秒間に各レイアウトに表示出来るコンテンツ数を、式（2）を用いて求める。

$$\text{コンテンツ数} = \frac{\Delta t}{t_{min}} \quad (2)$$

3）コンテンツ選択

各時間における属性のランキングデータと、評価付を行った各店舗のメタデータ間の相関量を計算する。相関量の大きい店舗広告を優先的に表示する。

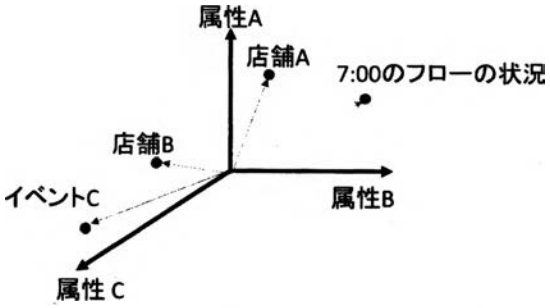

図9　利用者の属性データと店舗・イベントデータの相関量計算の概念図

図9に示すように本システムは、時間と共に変化する利用者のフローを示す属性ランキングデータと、各店舗・イベントのメタデータに関して、相関量計算を行う。計算の結果として、相関量が大きい店舗およびイベントの広告がデジタルサイネージに優先的に表示される。

6．プロトタイプシステムの作成

本研究では、ある駅の利用者がどの駅から乗車してきたのか分類をして、プロトタイプシステムを作成した。このシステムは、HTML5 の技術と Web フレームワークを使用している。図１０では、作成したシステムのスクリーンキャプチャーを示している。本プロトタイプシステムでは、デジタルサイネージに表示される画面に加えて、操作者が画面を容易にコントロールしたり、データ構造を理解しやすくしたりするために、以下に示すようないくつかの付加機能を有している。

①タイムコントロールバー
②グラフ
③グラフ内容の詳細
④各駅の名前の表示
⑤各レイアウトの枠線
⑥沿線情報

①～③は、プロトタイプシステムの操作者のための機能である。機能①によって、操作者はシステムの時間の流れを容易に操作することが

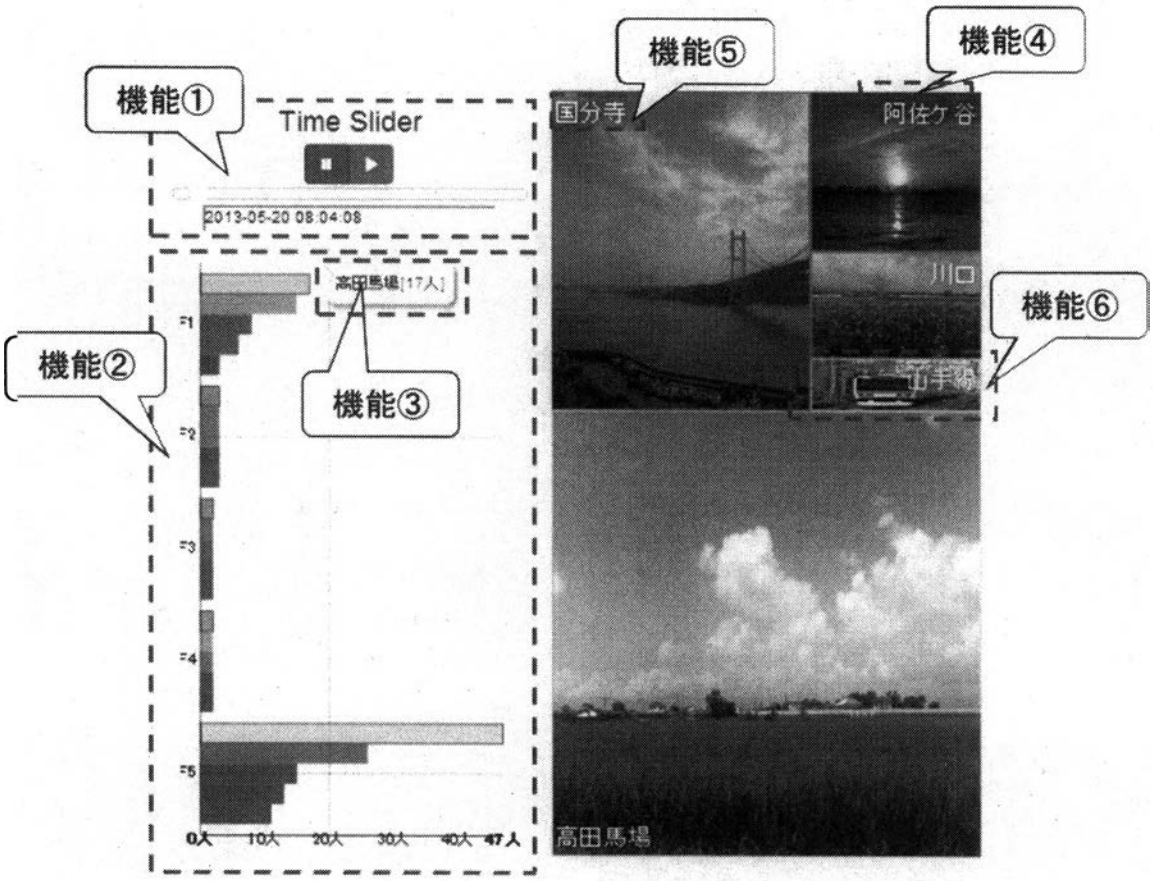

図１０　プロトタイプシステムのスクリーンキャプチャー

可能となる。機能②は、デジタルディスプレイのシミュレーションを作成するために使用される基礎となるデータを表示するグラフである。機能③は、操作者がグラフにマウスのポインタを置いた時に、グラフの各バーにデータを表示する。

④～⑥は、デジタルサイネージの閲覧者のための機能である。機能④によって、現在各レイアウトに表示されている駅の名前が表示される。日本の鉄道は、例えば山手線沿線の駅では緑色、中央線沿線の駅ではオレンジ色など、線区によって駅のオリジナルカラーが決まっている。機能⑤は、各レイアウトの枠線の色を、駅のオリジナルカラーに設定する。機能⑤によって、閲覧者の注意がデジタルサイネージの画面に集中し、各利用者の最寄りの駅に関する情報を容易に発見することが可能となる。JR 東日本が管轄する首都圏の駅は、約４００駅あり、多くの利用者が様々な駅で乗降をしている。このような鉄道環境において、短時間で全ての利用者に関連する情報を提供することは困難である。しかしながら、公共性の高い鉄道空間において、人数の多い属性の人たちに対する情報だけでなく、人数が少ない属性の人たちもカバーするような情報提供が求められる。出来るだけ多くの人に関連した情報を提供するために、機能⑥は、線区の利用者のランキングに基づいて沿線情報を表示する。

図１１は、デジタルサイネージの画面シミュレーションの時間的な変化について示している。このシミュレーションでは、１人あたりの利用者が自動改札を通過する時間$\Delta t = 5$（秒）、デジタルサイネージ画面の最小表示時間 $t_{min} = 1$（秒）と設定している。従って、式（２）より、１つのレイアウト画面について、それぞれ５つの駅や線区に関する広告情報を表示することが可能となる。

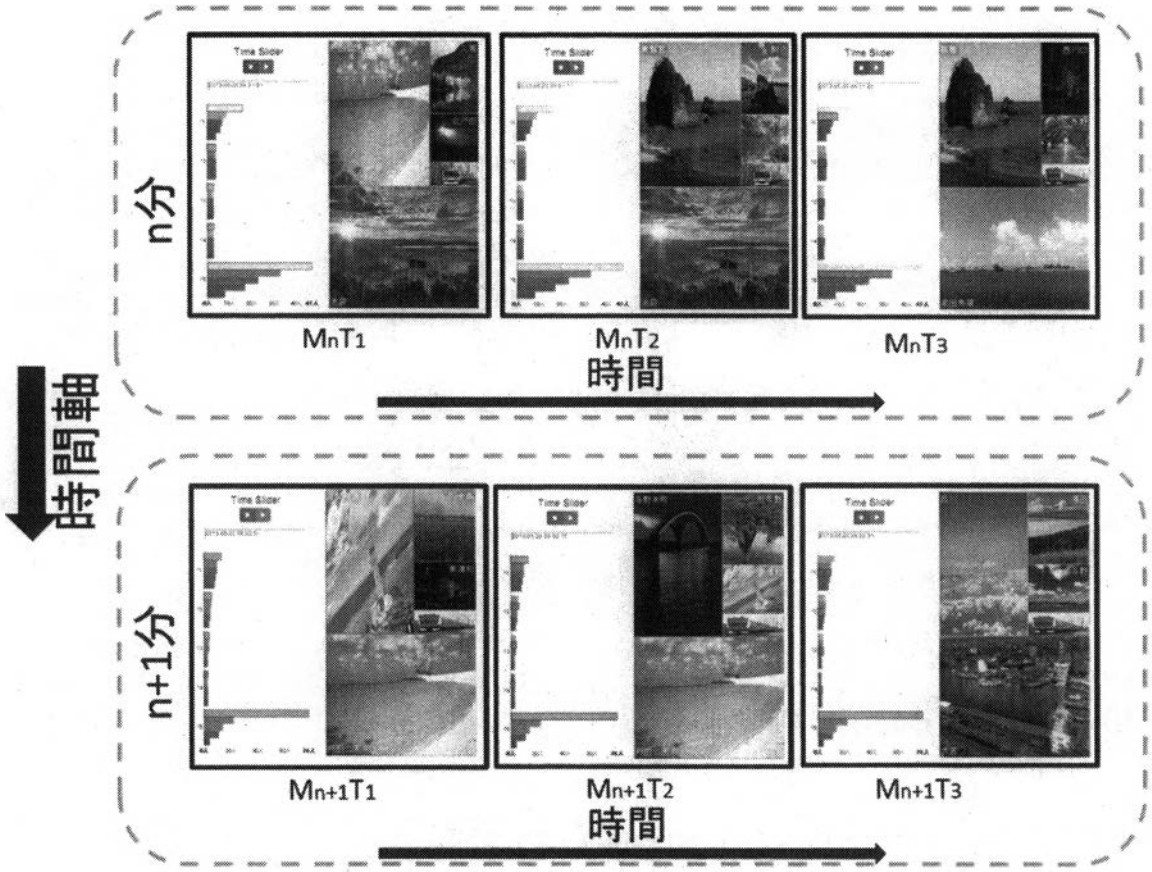

図１１　デジタルサイネージ画面の時間的変化の構造

各グラフのグループは、それぞれ５つの棒グラフを示している。そして、各棒グラフは、１つの駅もしくは線区を利用した人の人数を表している。この利用者の人数のデータは、ｎ分の間に、各レイアウト内で駅や線区に関する広告を表示する時間を決定するために用いられる。それぞれの駅や線区の利用人数の割合に応じてｎ分間を分割し、その結果が広告表示時間となる。つまり、利用人数が多い駅や線区に関する広告は長い時間表示される。一方で、利用人数が少ない駅や線区に関する広告は、短い時間表示される。

次に、時間軸がｎ＋１分に移行すると、鉄道利用情報は全て再計算される。新たなフローの属性ランキングを作成し、その結果に応じてデジタルサイネージ画面は更新される。そして、新たに利用人数に応じて駅や線区が選択され、ｎ＋１分間の利用者のフローに適応したグラフや広告情報が表示される。

７．まとめと今後の展望

本研究は、公共空間の情報分析を目的とした異種のデータベース群を動的に統合し、コンピュータ上で自動的な情報配信を実現する手法を実現した。また、プロトタイプシステムの開発による本方式の実現可能性を示した。本システムは、公共の実空間において発生する事象および現象としての旅客流動に自動的に反応し、情報配信に必要な要素を抽出・合成する。従って、新しい公共実空間と情報空間を連動する公共空間情報環境を実現することができる。

これらの機能を実現する本質は、移動者のフローといった動的データに内在する時間的・空間的様相の抽出方法、および、それらの要素に関する動的データ間での関係性の計量方法の設計・構築にある。時間的、空間的要素の抽出は、鉄道利用データに内在する状況・環境変化の“分析・認識・抽出”に対応する。

今後の研究では、本システムに列車ダイヤの

情報も盛り込み、駅と駅を移動する、鉄道ネットワーク上の人の流れを考慮した情報配信システムを構築していく。また、我々が提案するシステムに、経路検索履歴から得られた移動予測情報も統合し、未来の利用者の移動を考慮した情報提供方法を提案する。

謝辞

清木康先生、倉林修一先生をはじめ、慶応義塾大学清木研究室と倉林研究室のみなさまには技術指導、議論、共同作業など大変お世話になりました。また、JR 東日本フロンティアサービス研究所のみなさまにはご指導頂きましたことを感謝いたします。

参考文献

[1] P. Tian, A. V. Sanjay, K. Chiranjeevi, and S. Malik "Intelligent Advertising Framework for Digital Signage", 18th *ACM SIGKDD international conference on knowledge discovery and data mining, page 1532-1535, 2012.*

[2] K. Nagao, and I. Fujishiro, "Understanding Viewers' Involuntary Behaviors for adaptive Digital Signage", 13th *proceedings of the ACM Symposium on Applied Perception, page 145, 2013.*

[3] S. Sugimoto, and R. D. Noguchi, "Presentation Technique of Scents Using Mobile Olfactory Display for Digital Signage", Human-Computer Interaction, *page 323-337, 2011.*

[4] J. Hardy, E. Rukzio, and N.Davies, "Real World responses to Interactive Gesture Based Public Displays", 10th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia, *page 33-39, 2011.*

[4] J. Hardy, E. Rukzio, and N.Davies, "Real World responses to Interactive Gesture Based Public Displays", 10th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia, *page 33-39, 2011.*

[5] C. Narayanswami, D. Coffman, J. H. Han, H. K. Jang, J. H. Kim, and J. K. Lee "Pervasive Symbiotic Advertising", 9th workshop on Mobile computing systems and applications, *page 80-85, 2008.*

[6] J. Seeburger, and M. Foth "Content Sharing on Public Screens: Experiences through Iterating Social and Spatial Contexts", 24th Australian Computer-Human Interaction Conference, *page 530-539, 2012.*

[7] K. heishi, Y. Abe, Y. Nakajima, and T. Inoue "Investigation of Physical between People for adaptive advertisement", Information Processing Society Symposium, *page 133-138, 2006.*

[8] Digital Signage. http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_signage.

[9] 仁科貞文、田中洋 「広告心理」、電通出版、 2007.

[10]加藤肇、中里栄悠、松本阿礼 「移動者マーケティング」、日経 BP コンサルティング、2012.

[11]稲田修一 「ビッグデータがビジネスを変える」、アスキー新書、2012 年

[12]長橋賢吾 「ビッグデータ戦略」、秀和システム、2012.

[13]交通新聞（2013 年 9 月 4 日版） "鉄道業界に広がるデジタルサイネージ"

[14] 角田史記、清木康、吉田尚史 "意思決定支援機構を有するマルチデータベースの実現とモバイルコンピューティング環境への適用", 電子情報通信学会第15 回データ工学ワークショップ(DEWS2004), CD-ROM 論文集掲載, 2004.