

小型・低廉デバイスを用いた自律統合型デジタルサイネージシステムの実現 (継続)

代表研究者	三 島 和 宏	東京農工大学総合情報メディアセンター	助教
共同研究者	櫻 田 武 嗣	東京農工大学総合情報メディアセンター	講師

1 本研究開発の背景と目的

計算機システムの低価格化とディスプレイなどのハードウェアの省電力化によって、コンピュータシステムをベースとしたデジタルサイネージシステムが広く利用されるようになってきた。デジタルサイネージは、固定的な情報ではなく、動的な情報を都度表示するもので、これまでの壁広告のような一定期間変わらず掲載される形態の広告と比較し、定期的に情報を入れ替えたり、短時間で複数の広告を表示したり、といったことが可能となり、多様な情報提供が可能となっている。また、駅や列車内での運行状況表示といった常に内容が入れ替わる情報提示を行うシステムではテレビにおける CM に類する動画（広告）コンテンツと列車運行に係る情報コンテンツなどが入れ替わり表示されるものとなっている。本研究開発は、Raspberry Pi などに代表される小型かつ低廉な情報デバイスを利用したデジタルサイネージ表示装置（サイネージデバイス）と、これらを複数運用する際に「集約管理」を可能とする自律統合型デジタルサイネージシステムの実現を低コストにて目指す。「機器コスト」、「構築コスト」、「運用コスト」の3コストに着目し、初年度計画では、集約管理アーキテクチャの実現に向けた活動を継続してきた。次年度計画として、初年度の活動を通じて重要度の高い課題といえる項目から、(1) 集約管理アーキテクチャの高度化、ならびに、(2) 初期構築コスト低減を図るためのアプリケーションパッケージ開発を行う。

(1) 集約管理アーキテクチャの高度化として、サイネージデバイスが室内に展開されることを想定し、GPS などではなく、近隣に設置された無線 LAN システムとの協調により、位置情報を推測し、推測された情報に基づくサイネージデバイスの各種設定項目（ネットワークや表示コンテンツの設定）の簡素化、ならびに、自動化（ゼロコンフィグレーション）を実現する。

(2) サイネージシステム構築パッケージの実現として、本研究開発の成果物を公開し、利用するにあたって、ユーザビリティを高めるために各種環境に向けたアプリケーションのパッケージ化を行う。これにより、ユーザは提供されたパッケージを OS 等の実行環境に展開することで容易に自律統合型サイネージシステムの運用を開始できるようになる。

初年度計画の成果により、オープンシステムとしてより低コストにサイネージデバイスを構築し（機器コストの低減）、かつ集約管理を行うことを可能とした（運用コストの低減）。これに加え、本次年度計画の成果により、構築コストと運用コストの両面からさらなるコスト低減を可能とする。これによりさらなる手軽さを有したデジタルサイネージシステムを実現し、デジタルサイネージをより広く一般的なものとするのが可能となる。

2 本研究開発を取り巻く環境

デジタルサイネージシステムは、計算機の高度化と小型化に伴い、動画や静止画を自由に表示可能な機器を壁面などに容易に組み込めるようになったことから、研究ベースに加えてビジネススペースでの開発も活発化している。今日、デジタルサイネージシステムは、駅や公共エリアの施設等で広く利用されるようになってきており、一般ユーザの目に付くことも多くなってきた。デジタルサイネージシステムに関連した研究では、いわゆるシステム自体に関連した取り組みの他、ロケーションをベースとしたもの[1]やユーザインタラクションを取り入れたもの[2]など表示方法に関連した応用研究などがある。

この状況下において、パッケージングされた商用製品も多く存在しており、このようなデジタルサイネージシステムとして、パナソニック社製の NMstage[3]や三菱電機社製の MEDIAWAY[4]、トレインビジョン[5]などがある。トレインビジョンは、JR などの鉄道網での案内表示に利用されている。また、小型かつ低廉な情報デバイスを利用したシステムとして、Screenly[6]が挙げられる。[6]についても、全ての機能を利用す

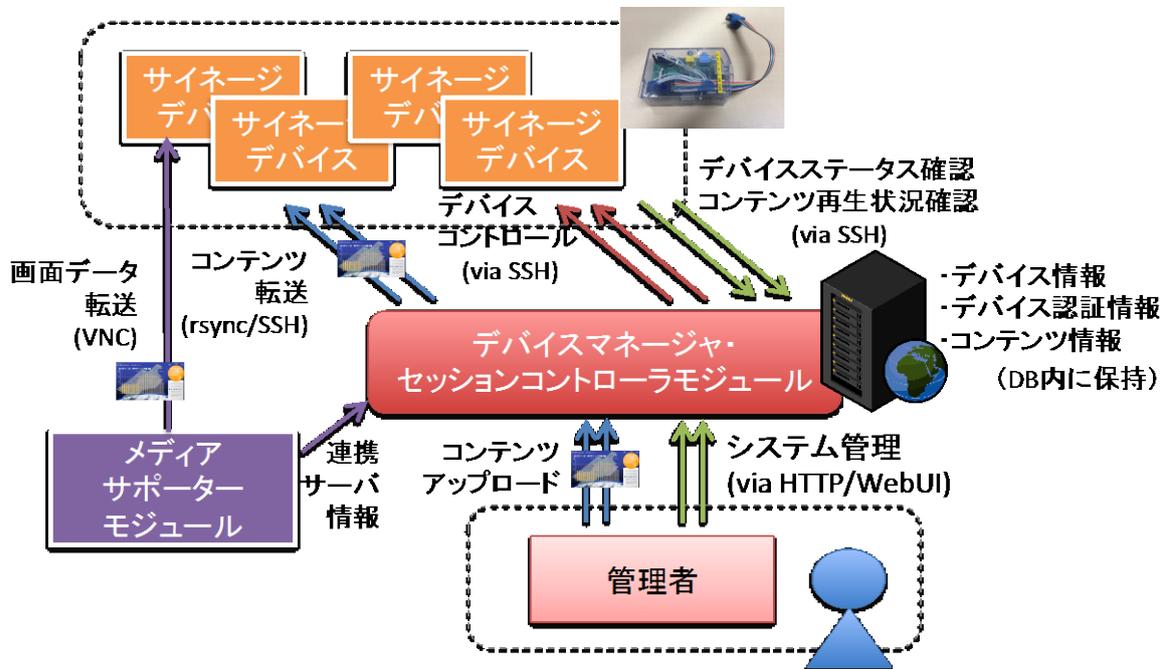
る場合、導入コストが発生する商用のパッケージソフトウェアとなっている。

本研究開発では、導入・運用に対する「機器コスト」、「構築コスト」、「運用コスト」を考慮し、小型かつ低廉な情報デバイスを利用したデジタルサイネージシステムならびに低コストにて利用可能な集約管理アーキテクチャをターゲットとする。本ターゲットにおける事例として、フリーソフトウェアの Raspberry Digital Signage [7]がある。しかし、[7]は単独での構築・運用を想定したシステムであるため、複数の表示装置を集約的に管理することができない。このように、複数の表示装置を安価かつ集約的に管理することを想定した場合、コスト面からユーザが容易に利用可能なデジタルサイネージシステムは非常に限定的なものとなってしまふ。初年度は、分散配置されたサイネージデバイスを集約統合的に管理するためのアーキテクチャを実現した。今年度は、これに対して、室内を想定した環境下におけるサイネージデバイスのロケーション認識と、ロケーションに応じたサイネージデバイスのゼロコンフィグレーション運用のためのアーキテクチャを提案している。これらの本研究開発にて実現を目指すシステムは初年度におけるシステム以上に運用を意識した環境において非常に重要度が高いと言える。

3 自律統合型デジタルサイネージシステムの高度化とアプリケーションパッケージング

3-1 自律統合型デジタルサイネージシステムの概要と高度化

各種コストに着目したデジタルサイネージシステムとして、小型・低廉な情報デバイスを用いた「自律統合型デジタルサイネージシステム」の構築を行っている。このシステムは、1) 小型・低廉な情報デバイスを用いたデジタルサイネージ表示デバイス（「サイネージデバイス」）、2) 複数設置されたデジタルサイネージ表示装置を集約管理するための集約管理システム（「デバイスマネージャ」、「セッションコントローラ」）、3) Flash コンテンツや高度なメディアコンテンツの表示に対応するためのヘルパーシステムである「メディアサポーター」から構成され、各サイネージ表示デバイスは設定に基づき OS を含め独立的に動作し（自律）、かつ、各サイネージデバイスを集約的に管理するためのシステムによって管理を容易にする（統合）機能を持つ。これらの全体構成は以下に示す。



図：自律統合型デジタルサイネージシステムの構成

(1) 小型・低廉な情報デバイスを用いたデジタルサイネージ表示デバイス

デジタルサイネージ表示デバイスを可能な限り安価に実現するため、安価なシングルボードコンピュータを利用したデバイスを構築した。シングルボードコンピュータとは、ひとつの基板上に必要なチップ等を搭載し、かつ、利用可能な計算機としての機能を制約することで、安価にコンピュータを提供してくれるデバイスである。これらシングルボードコンピュータのうち、入手の容易さ、性能、価格等のバランスが良い Raspberry Pi を表示デバイスとして利用している。Raspberry Pi を利用したデジタルサイネージ表示デバイスは、すでに学内に展開しており、単独で複数の MPEG-4 ビデオを表示する機能、ならびにメディアサポーターでレンダリングされた Flash コンテンツや高度なメディアコンテンツを VNC 経由で表示する機能を有している。シリアル通信ポートを GPIO ピン経由で実装することでディスプレイ装置の電源制御にも対応している。

(2) デジタルサイネージ集約管理システム

デジタルサイネージ集約管理システムは、複数台設置されたデジタルサイネージ表示デバイスを集約的に管理可能とすることで管理コストを低減することを目的として構築されている。従来、商用ソフトウェア等で実現されていたコンテンツ管理やデバイス管理といった機能を有している。集約管理システムは、デバイスマネージャ、セッションコントローラの各モジュールで構成されており、以下のような情報が RDBMS 上に保持されている。

- デバイス情報：
固有 ID・ホスト名・IP アドレス（デバイスとの接続に利用する識別子）・デバイス表示名（各 WebUI で表示する際の名称）・デバイスの運用モード情報・デバイスの運用に係るステータス情報
- コンテンツ情報：
固有 ID・コンテンツ表示名（各 WebUI で表示する際の名称）・コンテンツタイプ・コンテンツ再生時に利用するオプション情報
- コンテンツセット情報：
複数コンテンツ（ビデオコンテンツ）に対するために、複数のコンテンツをひとつにまとめるためのコンテンツセット情報として、固有 ID・コンテンツセット表示名（各 WebUI で表示する際の名称）・コンテンツタイプ・コンテンツリスト
- コンテンツアサインメント情報：
各サイネージ表示デバイスとコンテンツセットの関連づけを行い、コンテンツ再生時間等の制御を行うためのコンテンツアサインメント情報として、固有 ID・コンテンツタイプ・稼働時間帯

集約管理システムでは管理者の容易な管理を実現するため、各種設定作業用の Web ユーザインタフェースを有している。Web ユーザインタフェースは、サーバ上に導入された Web サーバ (Apache) で動作する Web アプリケーション（言語：Perl）として実装されており、シンプルな画面デザインとするため、Bootstrap をベースとした Web ページデザインとなっている。

(3) 自律統合型デジタルサイネージシステムの高度化

これまで構築を行ってきた自律統合型デジタルサイネージシステムに対して、サイネージデバイス設置時のコスト低減を図るべく、サイネージデバイスに対する設定を可能な限り 0 に近づけること、すなわちゼロコンフィギュレーションの実現を目標とする。サイネージデバイスには、ネットワーク接続とコンテンツ表示に関しての設定を行う必要がある。ネットワーク接続については DHCP といった標準化プロトコルがあり、自動化可能である。しかし、コンテンツ表示に関しての設定はそのデバイスがどこに設置されるかといった情報を認識できなければ自動化することは困難である。そこで、サイネージデバイスの位置情報を識別し、その情報に基づいたコンテンツ設定を自動決定し、コンテンツ配信を行う手法を開発する必要がある。本研究開発がターゲットとするデジタルサイネージ表示デバイスが表示用モニタの背面に設置・固定的に運用されること、設置場所は室内であることを考慮し、室内においてある程度の粒度（どの部屋にあるデバイスか）で位置を把握できる必要がある。一般的な位置情報の把握には GPS (Global Positioning System) を利用する例はあるが、室内であることから衛星による測位は難しい。そこで、これに代わる手法にて位置推測を行うことで、サイネージデバイス設定のための位置情報認識を行う。

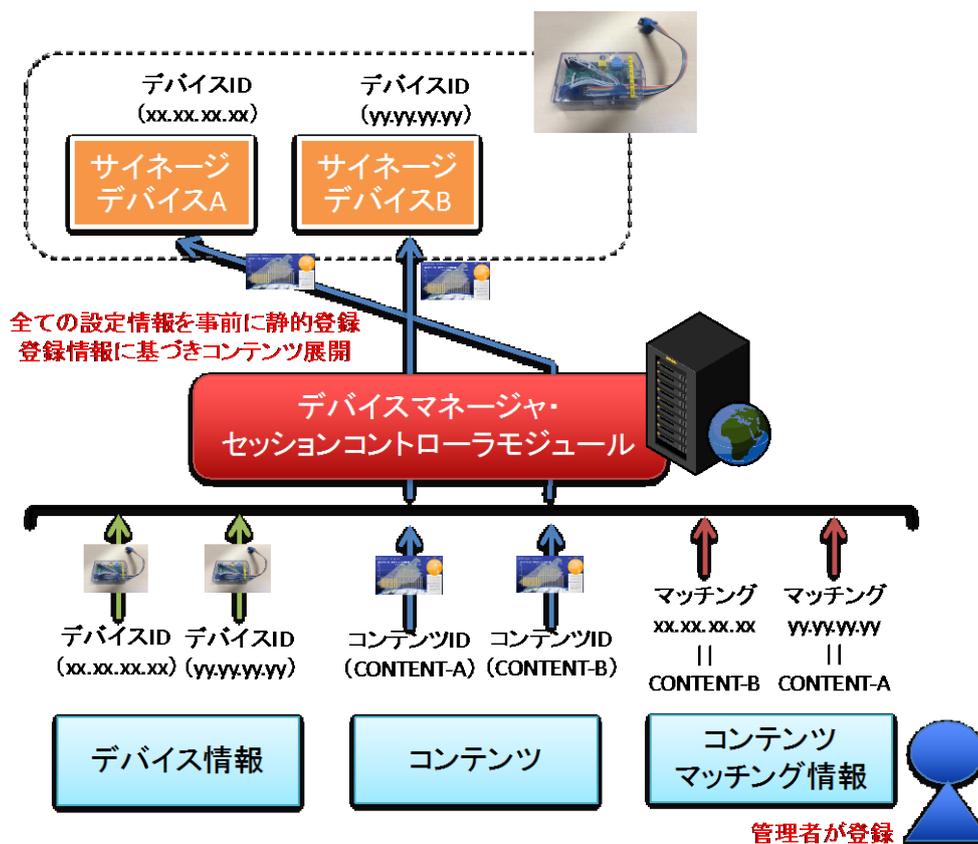
3-2 自律統合型デジタルサイネージシステムにおけるコンテンツ管理

自律統合型デジタルサイネージシステムでは、特定のデジタルサイネージ表示デバイスと特定のコンテンツをマッチングさせることで、必要なコンテンツを表示させることができる。これを実現させるためにデバイス自体の情報（デバイス情報）、コンテンツ自体の情報（コンテンツ・コンテンツセット情報）、デバイスとコンテンツのマッチング情報（コンテンツアサインメント情報）をそれぞれ集約管理システム上に登録する必要がある。

（１）静的なコンテンツアサインメント

静的なコンテンツアサインメントは、集約管理システムにおけるもっとも基本的な設定項目である。下図に示すようにすべての設定は固定的（静的）に行われる。サイネージ表示デバイスの運用には、コンテンツとのアサインメントを実施する前に、デバイスのネットワーク接続情報がすべて用意されていることが前提となっている。すなわち、サイネージ表示デバイスの持つ IP アドレスが事前に登録されている必要があり、すべての制御は事前に設定されたこの IP アドレスの情報を元に行われる。デバイスの登録情報、コンテンツの登録情報、最終的なデバイスとコンテンツのアサインメント情報すべて「静的」に行われる。IP アドレスを含むデバイス情報が静的に設定されることから、デジタルサイネージ表示デバイスに対して固定 IP アドレスを事前に割り当てた上でシステムの運用を行う形となる。

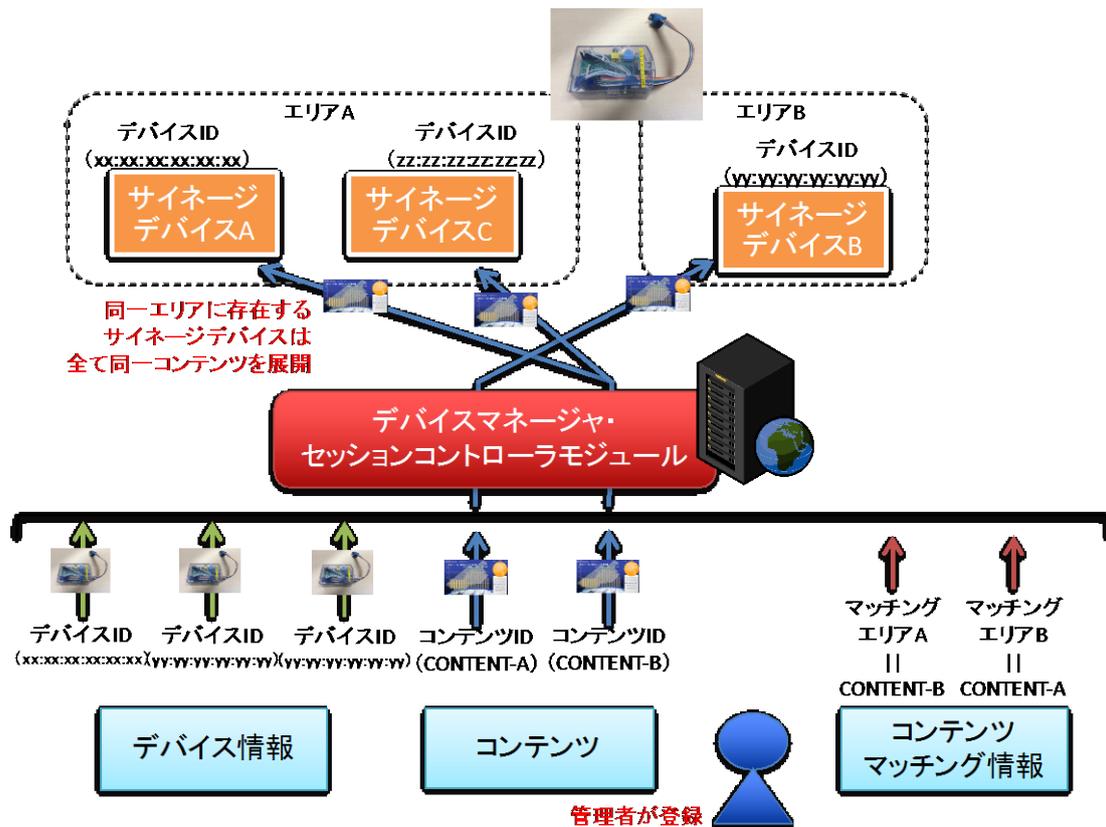
この静的な構成は、サイネージ表示デバイスが壁面や天井などの比較的移動を考慮しない場所に設置され、固定的に運用されることが想定される。実際にデジタルサイネージが設置される場所はそう簡単に移動されるものでもないため、静的な管理が行われるケースも多く、サイネージ表示デバイスを管理する上で非常に有用である。



図：静的なコンテンツアサインメント

(2) 動的なコンテンツアサインメント

静的なコンテンツアサインメントと比較し、事前に登録すべき項目を限定し、かつ、周囲から取得できるネットワークの情報をベースに設置された場所をゆるやかに推測し、その「場所」に対してコンテンツをアサインするものである。このようなアサイン手法を「動的なコンテンツアサイン」と呼び、サイネージ表示デバイスがどこに設置されたのかを認識し、場所に応じたコンテンツを自動設定する。本手法の利用が想定されるケースとしては、デジタルサイネージの設置に際して、一定期間を限定して設置されたり、比較的移動が発生しやすかったりするサイネージが挙げられる。例えば、学会開催などで特定期間の間に案内を実施するために学内に設置される案内板をデジタルサイネージ化するという利用が想定される。また、通常、固定的に設置されたデジタルサイネージにおいても、デジタルサイネージ設置時の事前設定項目を削減することや、場所に対してコンテンツがアサインされることから、特定エリアに同一のコンテンツを流すことをまとめて設定することも容易となる。



図：動的なコンテンツアサインメント

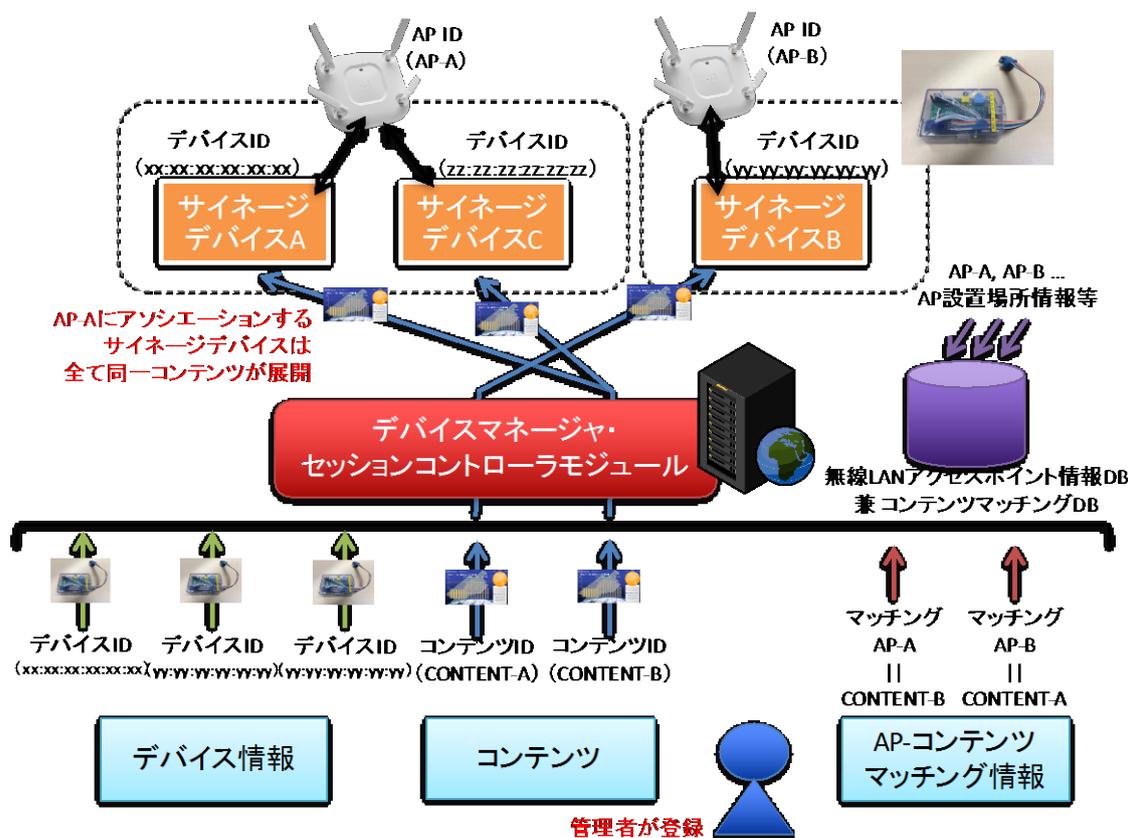
3-3 動的コンテンツアサインを実現する無線 LAN アクセスポイント情報による位置推測とアサイン手法

動的なコンテンツアサインメントは、対象となるデジタルサイネージ表示デバイスが「どの場所」にあるかをベースとして、マッチングされたコンテンツを表示するよう設定するものである。設置されたサイネージデバイスが場所を認識するためにはいくつかの方法が考えられる。センサ情報や位置測位技術などを利用することで精度の高い場所に関する情報が得られるが、サイネージデバイスに対して付加的な機器を必要とする結果となる。本稿では、場所の情報は厳密なものではなく、サイネージデバイス自体が取得できる情報をベースとしてほしいどの辺りに機器があるかといったゆるやかな情報に基づいてコンテンツのマッチングを図ることを目的とする。そこで、本稿ではゆるやかな場所を認識するひとつの手法として、無線 LAN アクセスポイント情報をベースとした動的なコンテンツアサインを提案する。

無線 LAN アクセスポイント情報を用いた簡易的な位置推測を利用するとしてまず、サイネージデバイスとして採用している Raspberry Pi の最新モデルである Pi3 には基板上に無線 LAN モジュールを搭載されている

ことが挙げられる。Raspberry Pi はモデルがリニューアルされた際においてもほぼ値段を変えることなく新しいモデルを利用することが可能であり、コストの大幅な増大を経ることなく、無線 LAN から得られる情報を取得することが可能である。次に、大学等における無線 LAN システムの運用状況が挙げられる。大学等の大規模もしくは中規模に展開される無線 LAN システムでは、ある一定のエリアに対して、ある程度定まったアクセスポイントを設置し、ユーザの利用を行えるようにしており、あるアクセスポイントがどこに設置されているかといった情報がすでにある。この特定のアクセスポイントの情報を元に、だいたいどの辺りに機器があるか（例えば、大学キャンパスの何号館なのか、といったレベル）という緩やかな情報が推測可能である。

無線 LAN アクセスポイント情報を用いた動的なコンテンツアサインメントを下図に示す。集約管理システムに対して無線 LAN アクセスポイントに関する情報を登録するデータベースを拡張し、アクセスポイントに関する情報を登録し、合わせてコンテンツとのマッチングを図るための情報をデータベース上に登録するものとなる。

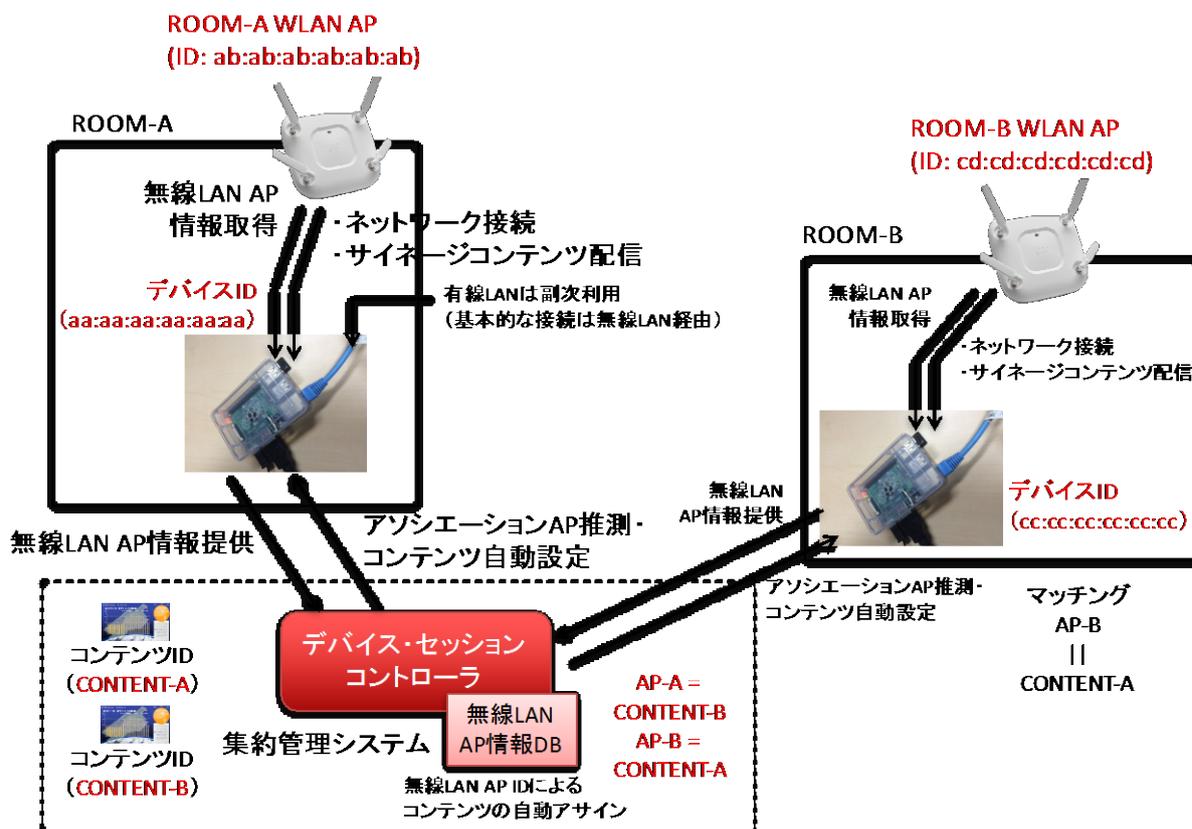


図：無線 LAN アクセスポイント情報を用いた動的なコンテンツアサインメント

(1) 動的なコンテンツアサインメントで用いる各種情報

無線 LAN アクセスポイント情報を用いた動的なアサインメントでは、下図に示すように静的なアサインメント同様、デバイス・コンテンツ (コンテンツセット)・アサインメントの各情報が必要である。まず、コンテンツに関する情報は静的なアサインメント時と同様であり、登録に係る処理も変わらない。デバイスに関する情報としては、デバイス ID が必要となる。デバイス ID は対象となるデジタルサイネージ表示デバイスの無線 LAN インタフェースの MAC アドレスを利用する。静的なアサインメント時と異なり、DHCP 等 IP アドレスが固定的ではない環境下での利用が想定されることから、デバイス識別 ID と合わせ、デバイスに対してコンテンツ展開する際には対象デバイスの IP アドレスが必要となるため、何らかの形でデバイスの IP アドレスを認識しておく必要はある。これに加えて、場所の推測対象となる無線 LAN アクセスポイントの情報と

して、アクセスポイントのデバイス ID が必要となる。ここでは、対象となる無線 LAN アクセスポイントの持つ MAC アドレス（BSSID と呼ばれる識別子情報）を利用する。これらの各種デバイスに関する情報とコンテンツに関する情報をマッチングする情報として、どの AP に対してどのコンテンツを割り当てるかを示すアサインメント情報が必要となる。



図：コンテンツアサインに用いる各情報

(2) 動的なコンテンツアサインメントの流れ

動的アサインメントを用いて自律統合型デジタルサイネージシステムに対して、デジタルサイネージ表示デバイスを登録し、実際にサイネージ表示を行うまでの流れを以下に示す。

- 流れ 1 :
デジタルサイネージ表示デバイスの情報として、デバイス情報（MAC アドレス等）を集約管理システム上に登録する
- 流れ 2 :
集約管理システム上で、デジタルサイネージ表示デバイスとの BSSID 等の情報交換を行う際に利用する認証トークン情報と、コンテンツ展開時に必要となる SSH 認証鍵情報を生成し集約管理システム上に登録する
- 流れ 3 :
集約管理システムから生成された SSH 認証鍵情報を取得し、デジタルサイネージ表示デバイス上の所定の場所に保存する
- 流れ 4 :
集約管理システム上にコンテンツを登録し、コンテンツセット情報を合わせて登録する

- 流れ 5 :
集約管理システム上に無線 LAN アクセスポイントとコンテンツ (コンテンツセット) のマッチング情報 (無線 LAN アクセスポイントの BSSID とコンテンツの対となる情報) を登録する
- 流れ 6 :
デジタルサイネージ表示デバイスの起動とともに、無線 LAN アクセスポイントへのアソシエーションを行い、アソシエーション先の無線 LAN アクセスポイントの BSSID を取得する
- 流れ 7 :
デジタルサイネージ表示デバイスから集約管理システムに対して自身のアクセス可能な IP アドレスとアソシエーション先無線 LAN アクセスポイント情報 (BSSID) を通知する
- 流れ 8 :
集約管理システムにてマッチング情報 (コンテンツアサインポリシー) を検索し、設定を行うべきコンテンツ情報を確定させ、サイネージ表示デバイスに対してコンテンツ展開し、サイネージ表示を開始する

3-4 無線 LAN アクセスポイント情報を用いた動的なコンテンツアサインメントの実装

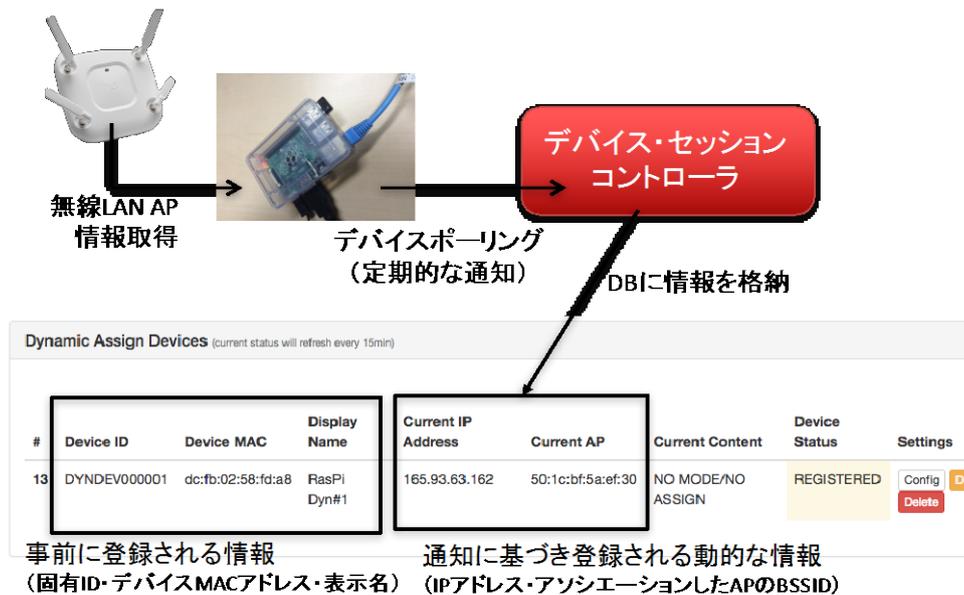
(1) 集約管理システムでの通知受付のための拡張実装

デジタルサイネージ表示デバイスからの通知を受け取るためのインタフェースを集約管理システムの Web アプリケーションを拡張する形で実装している。当該の Web アプリケーションは下表の開発環境を用いて実装されている。デジタルサイネージ表示デバイスからの通知は HTTP POST 経由で行われ、正しく登録されたデバイスであるかを判断するための認証トークン情報とともに、デジタルサイネージ表示デバイスがアソシエーションしている無線 LAN アクセスポイントの BSSID と MAC アドレス (集約管理システム上に登録したデバイス ID) を取得する。通知された認証トークン情報と MAC アドレスをデータベース上の情報と照合し、異なっていた場合は処理を行わず、正しい場合はデータベースの当該エントリを通知された BSSID と対象となる機器の IP アドレス (HTTP の REMOTE_ADDR 環境変数を用いる) で更新する。

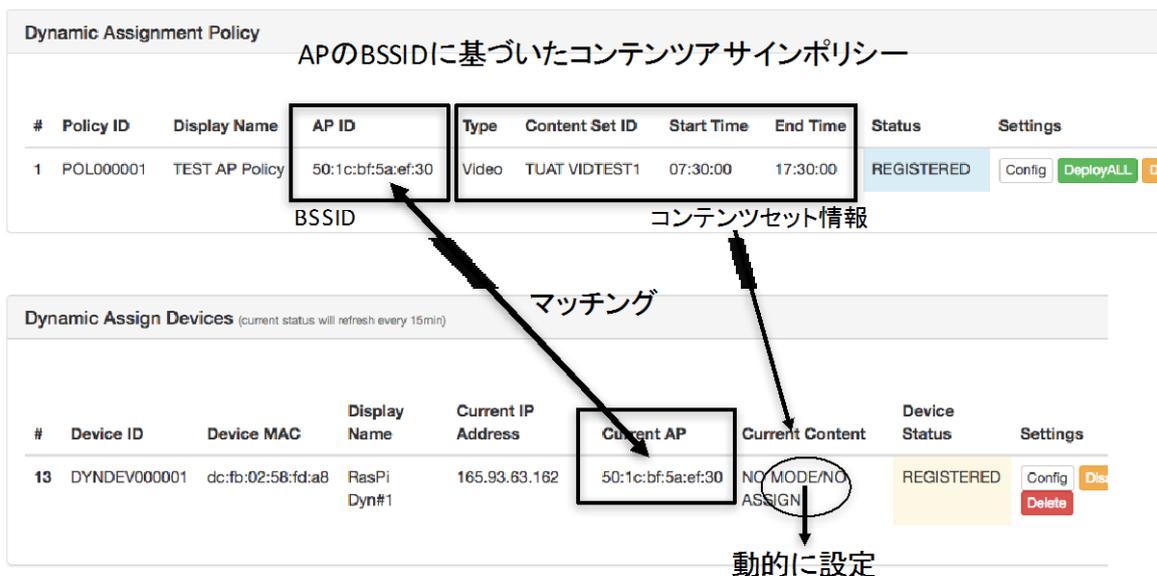
デバイスからの通知に基づき情報が更新されると、対象のデバイスに対してどのコンテンツを展開する必要があるか集約管理システムが判断する。この際に、すでに登録されたマッチング情報を参照し、新規もしくは更新としてコンテンツを展開する必要があると判断された場合、静的なコンテンツアサインメント時に管理者がデプロイメントボタン (展開実行) をクリックした際と同じ処理を実行する。これによって、デジタルサイネージ表示デバイスに対して、必要なコンテンツの展開やコンテンツ接続に係る情報が行われ、指定された内容にてデジタルサイネージ表示が開始される。

表：開発サーバの構成

OS	CentOS 6.5
ハードウェア	Cisco UCS B ブレードサーバ B200 M3 (1vCPU, 4GB Memory, 32GB Storage) ストレージとして、ASUSTOR NAS 領域をマウントし使用
導入アプリケーション	Apache Web Server (2.2 系) Perl (5.10 系) MySQL Server (データストレージ)



図：デバイス情報の取得と DB への登録



図：コンテンツの動的なアサイン実行

(2) デジタルサイネージ表示デバイスからの通知受け付け実装

集約管理システムにおいて無線 LAN アクセスポイント情報とコンテンツとのマッチングを行うために、デジタルサイネージ表示デバイスは定期的に自身がアソシエーションしている無線 LAN アクセスポイントの BSSID を集約管理システム側に通知する必要がある。このために、デジタルサイネージ表示デバイスには必要な情報を定期的に通知するためのスクリプトが実装されている。BSSID の取得のために、Raspbian 標準の wireless-tools パッケージに含まれるコマンドを利用し、BSSID を取得し、集約管理システムに対して HTTP POST 経由で BSSID と自身の MAC アドレスを 15 分ごとに通知する。

3-5 自律統合型デジタルサイネージシステムの高度化による効果

～動的なコンテンツアサインメントによるデバイス登録に係る必須項目の削減

動的なコンテンツアサインメントでは、静的なアサインメントと比較してデバイスに設定された IP アドレスの事前登録が不要であるため、アドレスの変更を伴うデジタルサイネージ表示デバイスの移設が比較的容易に行うことができる。すでに述べたとおり、常設性の低いデジタルサイネージ利用にとってメリットがある。これに加えて、管理者が事前に登録する必要がある情報が静的なアサイン時と比較して少なくなるため、管理者がデバイス登録に必要な情報の削減が図られる。表 2 にデバイス情報として登録が必要な情報を示す。静的なアサインメントでは、デバイスに設定されている IP アドレス、デバイスの表示名、デバイスでどのようなコンテンツを表示するかといった情報などを事前登録する必要がある。これに対し、動的なアサインメントではデバイスの MAC アドレスとデバイスの表示名の登録を行うだけでよい。集約管理システムとデバイスの通信に必要な情報はデバイスからの通知で動的に取得・更新される。

表：デバイス情報として登録される情報

静的なアサインメント	動的なアサインメント
<u>固有 ID (DB ID)</u>	<u>固有 ID (DB ID)</u>
デバイス IP アドレス	デバイス MAC アドレス
<u>表示名</u>	<u>表示名</u>
ホスト名	* IP アドレス
対応コンテンツ種別	* アソシエーション AP BSSID

下線は静的・動的で共通の情報

*印は通知に基づき登録される項目（管理者による登録作業は不要）

3-6 自律統合型デジタルサイネージシステムのアプリケーションパッケージングとコンポーネント化

(1) 自律統合型デジタルサイネージシステムパッケージングに向けた集約管理システムの実装

集約管理システムの開発は、Linux OS (CentOS 6.5) 上で行っている。可能な限り OS 標準のモジュールを活用して動作することを前提に開発を行っており、多くはシェルスクリプト、Perl によるスクリプトと Web ユーザインタフェースを形成するモジュールに集約されている。Web ユーザインタフェースにおいては、Perl を開発言語とし、フレームワークとしては CGI Application を使い、動作に必要なモジュールとしては Perl モジュールを活用することで実装をより迅速に行えるよう配慮している。これらの動作に当たっては、多くの Linux ディストリビューションには独自のパッケージ管理システムを持っていることから、これらのパッケージを用いてインストールできることが、ユーザが本システムを利用するに際にも有利に働くとと言える。しかし、利用している Perl モジュールのうちには、OS によってパッケージ化されていないものも含まれることがあり、これをどのような形で実装するか検討する必要があった。

そこで、集約管理システムに含まれる各モジュールはバイナリ形式で稼働する物を排し、さらに依存する Perl モジュール等の関連ライブラリに関してもバイナリとして動作するものを極力排することとした。最終的に、利用している Perl モジュールに関しては、すべて Pure Perl なライブラリを利用することができているため、集約管理システム実行用のプログラム・ライブラリすべてをフォルダにまとめ、かつ、インストールする際もそれを OS 上の特定のディレクトリに展開し、Web サーバから実行できるようにするのみで展開できる実装を作り上げた。これによって、本研究開発にて実装を行った自律統合型デジタルサイネージシステムのうち、集約管理システムに関しては、UNIX OS であり、Web サーバと MySQL サーバ（データベース）を備え、Perl が動作する環境であればそのまま実行させることが可能となった。

(2) アプリケーションパッケージング

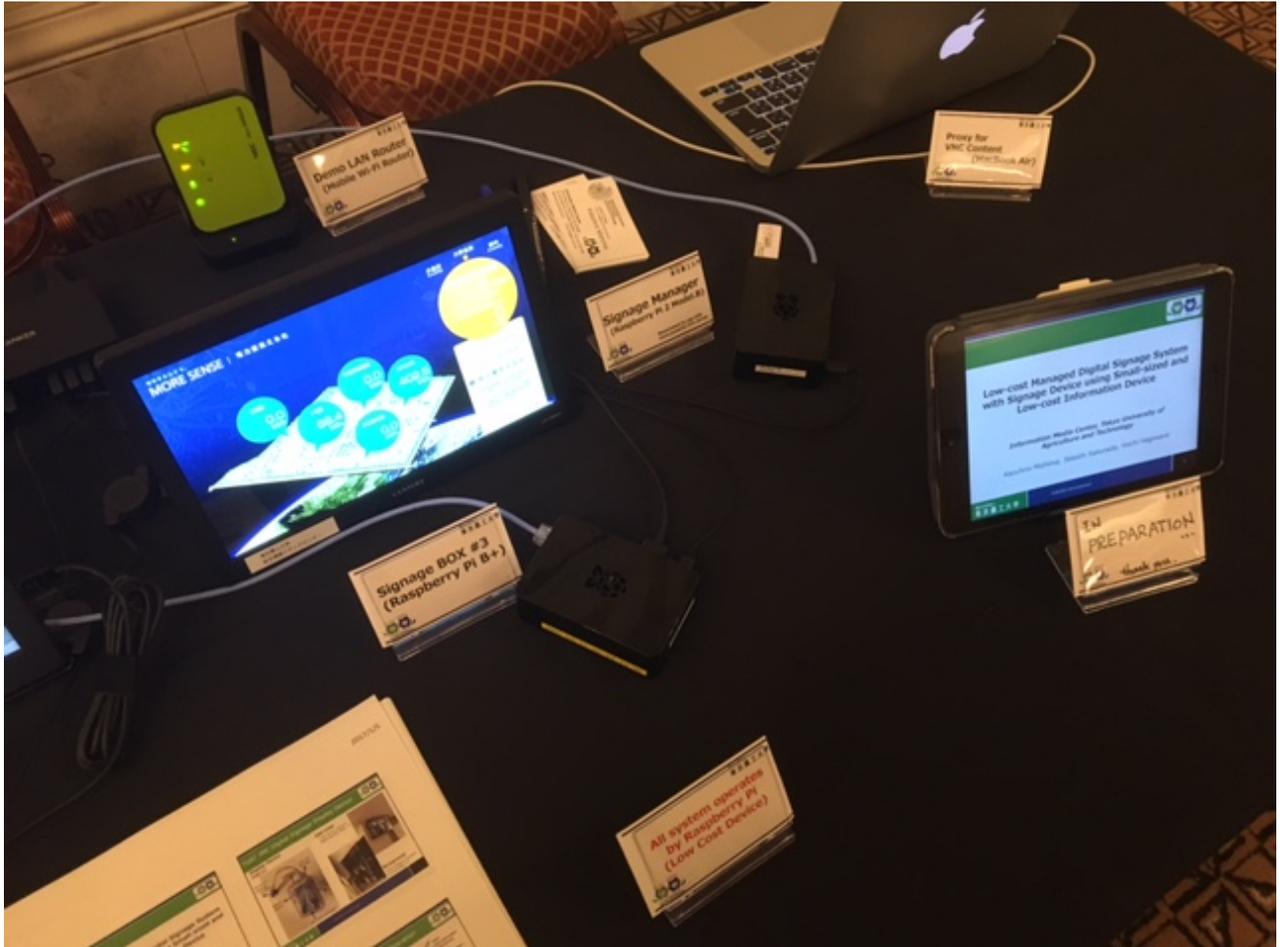
アプリケーションパッケージングに関しては、デジタルサイネージ表示デバイスと集約管理システムに分けた形でユーザが容易に利用可能なパッケージングを行っている。デジタルサイネージ表示デバイスに関しては、Raspberry Pi を動作ターゲットとするデバイスとしているため、これを利用するユーザが標準的に当該デバイス利用する形でパッケージングを行う必要がある。そこで、デジタルサイネージ表示デバイスを展開するための OS イメージを作成している。このイメージを 8GB 以上の SD カードに焼き込み、Raspberry Pi に対して挿入して起動することで必要な機能が利用可能となる。集約管理システムに関しては、いくつかの形でインストールを容易にする実装を行っている。Linux OS (現時点では CentOS を想定とする) においては、Web サーバと MySQL データベースを事前に作成した上で、集約管理システムのモジュールファイルを展開し実行できるまで設定を行うインストールスクリプトを作成している。同様に、ASUSTOR NAS 向けのインストール用スクリプトも作成しているが、ユーザに対して展開していくためには十分なテストが行えていないため、これについては今後の課題であると言える。

また、もっとよりシンプルかつ低コストでシステムを利用出来るよう、デジタルサイネージ表示デバイスに用いている Raspberry Pi 自体を集約管理システムでも利用出来るようなパッケージングも行っている。集約管理システムに関連するファイル・ユーザインタフェースを動作させるための Web サーバや DB サーバなどをすでに設定し、サイネージコンテンツを保持する領域としては追加に USB メモリを挿入しておくことで自動的にそれを利用する設定を施した状態の OS イメージを作成しており、これをデジタルサイネージ表示デバイスと同様に SD カードに焼き込むことで集約管理システム自体も容易に動作させることが可能となる。ただし、集約管理システムではサイネージコンテンツの一部はファイルとして存在しており、これを展開するために読み込み・書き込みを行う性能が十分でないとシステムの稼働に問題が発生することが分かっており、実際に十分なパフォーマンスを発揮できるデバイスとしては、Raspberry Pi2 以降でなければならないことが判明している。

実際に、Raspberry Pi を集約管理システムおよびデジタルサイネージ表示デバイスとして利用してシステムを展開した例としては、本研究開発の成果公表を実施した国際学会での事例が挙げられる。この際はすべての機器を Raspberry Pi を用いており、デモ実施においても非常にコンパクト、かつ低コストで実際に見栄えのするシステムを展示することが可能であった。このことから、ユーザが利用する際にも十分低コストでシステムを展開できると言える。

4 本研究開発のまとめと今後の課題

本年度における研究開発は、実施計画に基づき、小型・低廉なサイネージデバイスを用いた自律統合型デジタルサイネージシステムの高度化とアプリケーションパッケージングを実施した。自律統合型デジタルサイネージシステムの高度化においては、サイネージデバイスとコンテンツのアサインメントに関連して、静的コンテンツアサインと動的コンテンツアサインを定義し、動的コンテンツアサインにおいては無線 LAN アクセスポイント情報を用いてサイネージデバイスの位置推測を行い、それに応じて自動的にコンテンツをアサインする手法を確立した。本手法は、すでに開発を進めている集約管理システム上に実装し、システムとして利用可能な状況としている。アプリケーションパッケージングにおいては、集約管理システムの実装を工夫し、OS やミドルウェアのバイナリ依存を極力排することで OS 間での差違を極力作らない形とした。また、Linux OS 上で容易に利用可能とするインストールパッケージ、AUSTOR NAS にてインストールする際のスクリプト、サイネージデバイスでも利用する Raspberry Pi で集約管理システムを動作させるためのパッケージングならびに OS イメージの作成を行った。研究開発を通じて得られた様々な成果に関しては、国内・外の研究発表会での発表や論文誌での成果公表等を実施している。今後も成果公表に関しては助成の有無にかかわらず、継続していきたいと考えている。また、合わせて、現時点で十分に対応しきれていないパッケージの公開（デプロイメント）を進めていきたい。



図：CCNC2017 デモンストレーションでの Raspberry Pi による集約管理システムの実際の動作
(画面中央、白い USB メモリが刺さったデバイスが集約管理システムの動作する Raspberry Pi)

なお、本研究開発における今後の課題として挙げられるものが、広くユーザに利用してもらうためのデプロイメント活動の継続が挙げられる。パッケージングを行った OS イメージやパッケージ等を広く公開し、利用出来るようにするための広報活動等をより強く実施する必要があると考えている。集約管理システムにおいては引き続き開発・改善を行っていくべき点も存在しており、これらの引き続きの取り組みを実施して行ければと考えている。本研究開発の成果と今後のより一層のデプロイメント活動により、オープンシステムとしてより低コストにサイネージデバイスを構築し（機器コストの低減）、かつ集約管理を行うことを可能とした（運用コストの低減）。これに加え、本次年度計画の成果により、構築コストと運用コストの両面からさらなるコスト低減を可能とする。これによりさらなる手軽さを有したデジタルサイネージシステムを実現し、デジタルサイネージをより広く一般的なものとする事が可能となる。

【参考文献】

- [1] Yasuhito Tsukahara, Takahiro Nemoto, Masaaki Sato, Atsushi Kawami, Hiroshi Kobayashi, Kazunori Sugiura: "LORDS": Design and Implementation of Location-Based Digital Signage System, Proc. of ITS World Congress 2013, Tokyo, 2013, pp.31-40
- [2] Q. Chen, F. Malric, Y. Zhang, M. Abid, A. Cordeiro, E.M. Petriu and N.D. Georganas, "Interacting with Digital Signage Using Hand Gestures," in International Conference on Image Analysis and Recognition (ICIAR 2009), Montreal, 2009, pp. 347-358.
- [3] NMStage: URL: <http://panasonic.biz/it/nmstage/>
- [4] MEDIAWAY:
URL: http://www.mitsubishielectric.co.jp/visual/digital_signage/l_scale/mediaway/index.html
- [5] トレインビジョン: URL: <http://www.mitsubishielectric.co.jp/society/traffic/product/syaryou/s10.html>
- [6] Screenly: URL: <https://www.screenlyapp.com/>
- [7] Raspberry Digital Signage: URL: <http://www.binaryemotions.com/raspberry-digital-signage/>

〈発 表 資 料〉

題 名	掲載誌・学会名等	発表年月
小型・低廉デバイスによるデジタルサイネージ端末とその集約管理を実現する自律統合型デジタルサイネージシステムの構築	国立大学法人情報系センター協議会 学術情報処理研究誌	2016/09
Low-cost Managed Digital Signage System with Signage Device using Small-sized and Low-cost Information Device	Proceedings of 2017 14th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC 2017)	2017/01
小型・低価格情報端末を用いたデジタルサイネージデバイス集約管理システムのプロトタイプング	情報処理学会 第 36 回インターネットと運用技術研究会	2017/03
小型・低廉デバイスを用いた自律統合型デジタルサイネージシステムとアソシエーション無線 LAN AP に基づく動的コンテンツアサイン手法	国立大学法人情報系センター協議会 学術情報処理研究誌	(投稿中)