

マルチデバイスによる協調コンテンツ提示に向けた 共通受信機アーキテクチャ

阿部晋矢^{1,a)} 瀧口徹¹ 遠藤大礎¹ 池尾誠哉¹ 藤沢 寛¹

近年のインターネットやIoTデバイスの普及に伴い、コンテンツを視聴する手段が多様化している。放送局のサービスも放送電波によるテレビ受信機を対象としたサービスだけでなく、インターネットを利用して多様なデバイスを対象としたものへ広がっている。視聴手段、配信手段の多様化から、あらゆるIoTデバイスで放送、通信に限らず共通にコンテンツを受信し、提示する仕組みが求められる。本稿では、様々なデバイスを利用したコンテンツ提示により実現されるユースケースを整理し、システム要件を抽出する。そして、抽出したシステム要件をすべて満たす、共通の受信機アーキテクチャを提案する。提案アーキテクチャはWeb技術をベースに独立したユーザーエージェントがコンテンツを提示し、ユーザーエージェント間の協調動作で機器連携を実現する。提案アーキテクチャを持つデバイスによるコンテンツ提示システムの検証へ向け、ユースケースの1つを実現するプロトタイプを試作し動作を検証した。

1. はじめに

インターネットやIoTデバイスの普及により、コンテンツを視聴する手段が多様化している。若年層を中心にスマートフォンやPCなどのテレビ以外のデバイスによるコンテンツ視聴が増加したとの調査結果が報告されている¹⁾。この調査では、テレビでの視聴時間は減少傾向にあるものの、他のデバイスでの視聴が増加し、全体のコンテンツ視聴時間は増加し続けている。近年はスマートスピーカなども普及し、コンテンツを視聴するデバイスの選択肢は増え続けている。

放送局のコンテンツも電波によるテレビのみを対象としたものだけでなく、スマートフォンやタブレット端末を対象としたサービスが増加している。例として、ラジオのストリーミングサービス^{2,3)}や動画コンテンツの配信サービス^{4,5)}があげられる。コンテンツを視聴可能なデバイスが増える一方、テレビを中心とした放送の受信手段、スマートフォンを中心としたインターネットコンテンツの受信手段は互換性がない。これまでもスマートフォンなどへ向けた放送コンテンツの展開へ向け、放送通信連携を検討したコンテンツ提示システムは存在した。例として、ハイブリッドキャストの端末連携機能⁶⁾があげられる。国外でも欧州のHbbTV⁷⁾、米国のATSC⁸⁾などで放送通信連携システムが規格化されている。しかし、既存手法ではテレビをサーバであるプライマリデバイス、その他のデバイスをクライアントであるコンパニオンデバイスと考え、それぞれで受信機アーキテクチャが異なり互換性がない。

そこで我々はあらゆるデバイスに組み込まれることを想定したWeb技術をベースとする受信機アーキテクチャを提案した⁹⁾。同アーキテクチャは、各デバイスに独立したユーザーエージェント機能を持っている。ユーザーエージェント機能は、外部アプリケーションや外部サービスと連携することで、自律したコンテンツ提示を実現する。あ

らゆるデバイスを対象とするため、たとえば触覚デバイス¹⁰⁾などもこのアーキテクチャを導入することでアクセシビリティの向上が期待できる。

一方、前回提案したアーキテクチャの課題としてユーザーエージェント間の協調動作があげられる。コンテンツによっては単一のデバイスで独立して提示されるだけでなく、他のデバイスと協調し連動して提示され、視聴体験の向上を目指す場合がある。例として、テレビとスマートフォンが機器連携し、テレビで表示できない補助情報についてスマートフォン側で表示する場合があげられる。本稿では、デバイスの区別なく放送局コンテンツを利用可能で、必要に応じてデバイス間の機器連携を実現する改善受信機アーキテクチャを提案する。

本稿では、2章にて放送やインターネットを対象としたコンテンツ提示に関連する技術を紹介し、提示システムやデバイス間の機器連携について整理する。3章であらゆるデバイスで利用されるコンテンツ提示を考えた際のユースケースを紹介する。4章では、3章で紹介したユースケースを実現するシステム要件を整理する。5章では、既存のコンテンツ提示システムでは実現が難しい4章のシステム要件をすべて満たす改善受信機アーキテクチャを提案する。6章では、5章で提案した改善受信機アーキテクチャの検証へ向け、3章のユースケースの1つを実現するプロトタイプを試作し動作を検証した結果を紹介する。最後に7章で今後に向けた取り組みや展望を述べ本稿をまとめる。

2. 関連研究

本章ではコンテンツ提示に関する既存の関連研究やサービスを紹介し、課題を紹介する。

近年は、インターネットやIoTデバイスの普及により、コンテンツを視聴する手段が多様化している。放送局のコンテンツにおいても、テレビ以外を提示デバイスとする規格、研究が提案されている。日本では、放送通信連携システムとしてハイブリッドキャスト⁶⁾が標準化され、これま

¹ 日本放送協会 放送技術研究所
Japan Broadcasting Corporation,
1-10-11 Kinuta, Setagaya-ku, Tokyo 157-8510, Japan.
a) abe.s-jg@nhk.or.jp

で、NHK や他の民間放送事業者によりサービスが提供されている。ハイブリッドキャストでは、放送信号と連携する HTML5 ブラウザを搭載したテレビにより、放送と連動可能な Web アプリをテレビ上で利用できる。更にスマートフォンにコンパニオンアプリを導入することで、テレビとスマートフォンが放送を起点に連携する端末連携サービスも利用できる。具体的には、同一ネットワーク内にあるテレビとコンパニオンアプリ上の各 Web アプリ間で通信を実施し端末連携を実現する。同様の技術は欧州の HbbTV 2.0⁷⁾、米国の ATSC 3.0⁸⁾などでも規格化されている。また、ハイブリッドキャストの端末連携を拡張し、生活行動との連携を目指した行動連携システムも提案された¹¹⁾。行動連携システムでは生活行動のサービスや IoT 機器と放送を連携したサービスが実現可能である。

しかし、これらはテレビ及びその他の各デバイスで受信機アーキテクチャの互換性がない。また、デバイス間の機器連携はテレビをサーバとして、他のデバイスはテレビのクライアントであるコンパニオンデバイスとして動作する。そのため、既存規格、既存研究では放送コンテンツを同一の方法で様々なデバイスに提示することや、デバイスに区別なく協調動作することは難しい。

一方、インターネットによりコンテンツを配信するサービスとして、YouTube¹²⁾や Netflix¹³⁾などがあげられる。同様のサービスのうち、放送局のサービスとしてはラジオのストリーミングサービス^{2,3)}、動画コンテンツの配信サービス^{4,5)}などがある。また、ライブストリーミングにより放送同様のリニアサービスを実現する AbemaTV¹⁴⁾なども運用されている。これらはスマートフォンやタブレット端末、PC などを中心にスマートスピーカーやテレビも提示対象としている。提示方法は専用アプリケーションの他、Web ブラウザの利用も可能で、各デバイス間で同一の手段で視聴できる。また、多くのサービスは各デバイスで連携したクラウド上のアカウントに紐づきデバイス間の連携を実現する。一方、クラウド上を経由しない、ローカルな機器連携の代表的なものとしてキャストがあげられる。DIAL (Discovery And Launch)¹⁵⁾は、機器発見やアプリを起動するためのオープンプロトコルである。DIAL を利用することで、スマートフォンで再生するコンテンツをテレビへキャストして視聴できる。

しかし、これらはインターネットによるコンテンツを対象としており、放送コンテンツを同一の提示システムで扱うことができない。また、ローカルな機器連携は限定的である。例として、テレビから他のテレビへ、またはスマートフォンからスマートフォンへローカルにキャストを実行できない。放送番組などは特別番組なども多く、クラウド上のアカウント連携なしにその場限りでデバイスを連携したい事例も多い。また、災害等でインターネットが輻輳する場合などは、インターネットを経由しない放送情報を用

いたローカルな機器連携も求められる。これらの要件を既存の提示システムで実現することは難しい。

以上より、既存研究や既存サービスのコンテンツ提示システムでは対応できないユースケース、要件がある。以降では、我々が対象とするユースケースを整理し、要件を整理し、システムを提案する。

3. ユースケース

2章で示した既存研究や既存サービスの課題を踏まえ、改善または新たに導入すべきユースケースを検討した。あらゆる IoT デバイスで放送コンテンツを提示するにあたり、本章では代表的な4つの事例を示し、概念図を図1に示す。

(1) 視聴者の移動に合わせたコンテンツの提示

視聴者がリビングで番組を視聴していたところ、家族が複数人で見る番組を視聴することとなった。継続して番組を視聴するため、自室へ移動する。その際に、視聴者がリビングで視聴していた番組の受信チャンネル等を覚えていなくとも、自室でテレビをつけた時点で続きから再生されるなど簡単な操作で視聴が継続できる。また、自室ではテレビでなく、所有のスマートフォンや PC 等で視聴したい場合も対応できる。

(2) 視聴する人物や人数に合わせたコンテンツ提示

提示デバイスを視聴する人物や人数等に合わせて、提示するコンテンツが選択され再生される。例えば家族で1台のテレビを見ている場合、家族向けの番組の紹介や、家族向けのターゲット広告が挿入され再生される。一方、視聴する人物がある特定の人物の場合、その人物に合わせたコンテンツが推薦され再生される。

(3) ライブでの他の視聴者との共同視聴

歌番組やスポーツ番組などを複数の視聴者で共同視聴する。視聴者が利用するデバイスはテレビに限らず、スマートフォンやヘッドマウントディスプレイによる VR 表現なども含む。声援などを他の視聴者と共有することで、臨場感のある体験を提供する。ローカルでの機器連携に加え、外部ネットワークを介した双方向で同期のとれた再生を実現する。

(4) 災害時の情報取得

災害時に利用可能な媒体と機器連携により、必要な情報をもれなく通知する。放送がアンテナ倒壊等で通じない場合は通信経路で、通信が輻輳等で利用できない場合は放送から各デバイスに共通の方法で必要な情報を提供する。

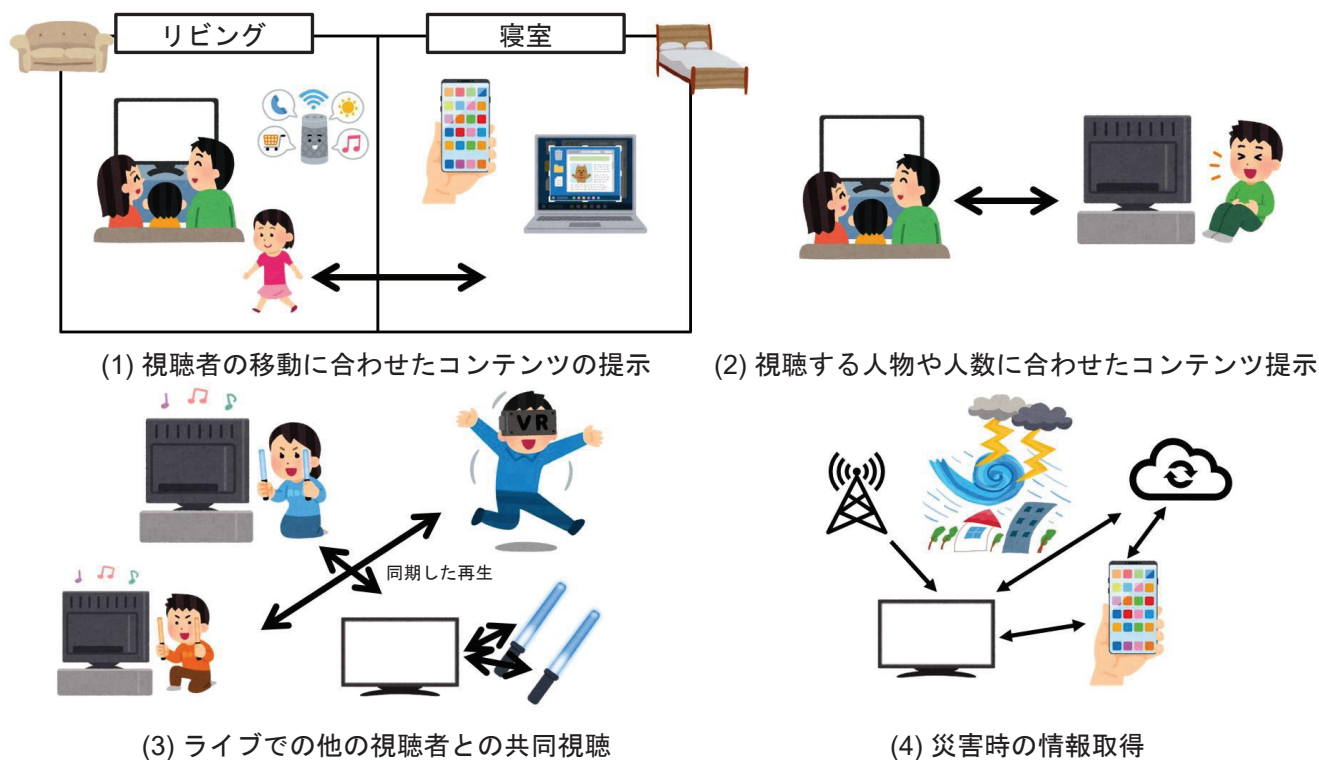


図 1 各ユースケースの概念図

4. システム要件

3章ではあらゆる IoT デバイスで放送コンテンツを提示するにあたり、想定されるユースケースを整理した。各ユースケースを実現可能な受信機アーキテクチャの設計へ向け、システム要件を整理する。

要件 1

放送電波受信のためのチューナーを持つか、どの配信方式や符号化方式に対応したメディアプレイヤーを持つか、などのデバイスの差を抽象化し、テレビだけでなく、スマートフォンやタブレット端末、あらゆる IoT デバイスに導入可能なこと。

要件 2

地上放送や衛星放送、インターネット経由のメディアストリーミングなど、コンテンツのメディアに制限なく適用でき、導入されたデバイスで再生可能なメディアを把握できること。

要件 3

再生中や停止中といった現在の状況を把握し、デバイス自身が独立してコンテンツの選択、遷移、再生などが可能なこと。

要件 4

他のコンテンツ提示デバイスを把握し、他のデバイスとの機器連携が可能なこと。その際、放送を受信したものがサーバ、通信受信端末がクライアント、またはその逆などの区別がなく連携可能なこと。また、インターネットを経由しない、ローカルな機器連携も可能なこと。

要件 5

人物とデバイスの位置関係や、人物やデバイスの状況などを把握するといった、外部機能と連携可能なこと。

5. 改善受信機アーキテクチャの設計

4章で整理した要件について、一部を実現するシステムや規格は存在するが、すべてを満足するものは提案されていない。例えば放送方式のハイブリッドキャストや HbbTV, ATSC はあらゆるデバイスに区別なく導入できず、またテレビがサーバとなる連携が基本であり要件 1、要件 4 を満たさない。一方インターネットサービスの YouTube は、放送に対しても同じシステムを適用できず要件 2 を満たさない。また、端末連携も限定的のため要件 4 を満たさない。そのため、現在の放送方式やインターネットサービスで 3章のユースケースは実現できない。また、閉じた系として 3章のユースケースを個別に実現するようなシステムはあるが、要件すべてを満たさない。例として、スマートフォンや PC, IoT 機器などが Web 上の音楽と連携して再生しユ

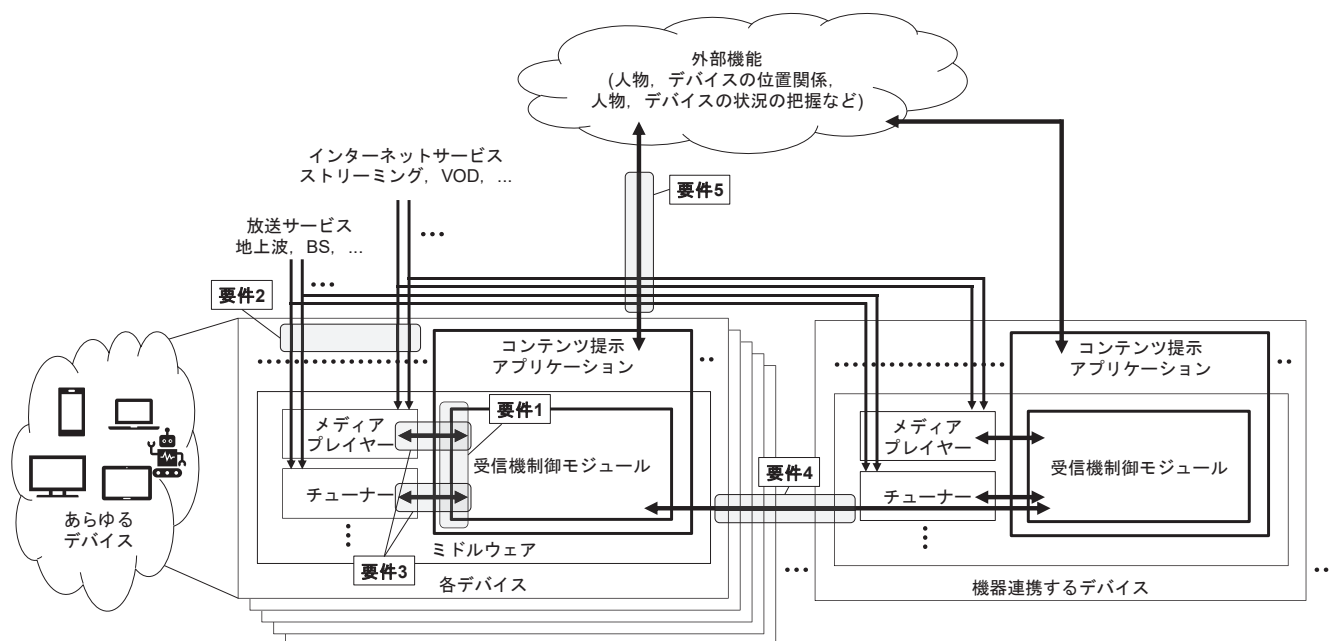


図 2 改善受信機アーキテクチャ

ースケース(3)を実現する Songle Sync¹⁶⁾がある。しかし、Songle Sync は放送受信サービスを前提としておらず、要件 2 を満たさない。

本章では、4 章で整理した要件をすべて満足する提示システムを実現する受信機アーキテクチャを提案する。あらゆる IoT デバイスでの利用を想定し Web 技術に注目する。W3C で標準化される Web 技術には、Web ブラウザだけでなく、W3C Web of Things¹⁷⁾に代表される IoT 機器に向けた標準もあり、我々のシステム要件とも親和性が高い。また、インターネット経由のサービスだけでなく、ハイブリッドキャストや HbbTV 2.0, ATSC 3.0 も Web 技術の採用や互換性を意識しており、放送規格の方向性とも合致している。我々はあらゆる IoT デバイスに組み込まれることを想定した Web 技術をベースとする受信機アーキテクチャを提案した⁹⁾。前回提案したアーキテクチャの課題として要件 4 の協調動作があげられる。本稿では、標準化された Web 技術との互換を保ちつつ、既存の標準では実現できない 4 章の要件をすべて実現する改善受信機アーキテクチャを提案する。

改善受信機アーキテクチャを図 2 に示す。改善受信機アーキテクチャは、デバイスごとの構成の違いを抽象化する図 2 の受信機制御モジュールを特徴とする。受信機制御モジュールは、Web ブラウザに代表されるユーザーエージェントが利用するミドルウェアとして実現される。受信機制御モジュールがメディアプレイヤーやチューナーを抽象化することで、テレビだけでなくあらゆるデバイスに導入でき、放送通信の区別なくコンテンツを受信し提示できる。例えば HTML5 による Web アプリとして実装されるコンテンツ提示アプリケーションは、受信機制御モジュールによ

り再生可能なメディアやコンテンツの再生状況の把握、コンテンツの遷移などを実施する。コンテンツ提示アプリケーションが外部システムと連携することで、人物やデバイスの位置関係などを把握する外部機能と連携したアプリケーションを作成可能である。また、各デバイスのコンテンツ提示アプリケーションの受信機制御モジュール同士を連携することで、他のデバイスとの機器連携が可能となる。

6. 改善受信機アーキテクチャとユースケースの試作検証

5 章で示した改善受信機アーキテクチャの検証へ向け、本アーキテクチャをソフトウェア実装するとともに、それを用いた 3 章のユースケース(1)の一部を実現するコンテンツ提示システムを試作した(図 3)。ユースケース(1)の一部として、部屋間のテレビによる人物の移動に応じたコンテンツ提示を実現する。

試作コンテンツ提示システムは市販の Android TVTM である TV-A, TV-B に実装した。TV-A, TV-B は放送サービスとして ISDB-T 方式による放送 TS (Transport Stream)を受信する。また、TV-A, TV-B は LAN (Local Area Network) 接続しており、またインターネットと接続しインターネットサービスも受信できる。ユーザーエージェントとなるコンテンツ提示アプリケーションは Android OS 上で直接動作するネイティブアプリとして実装した。コンテンツ提示アプリケーションはミドルウェアである受信機制御モジュールからテレビ受信機内のチューナーを制御可能であり、また外部システムの検出結果を HTTP により取得し利用する。外部システムである人物検出システムは Web カメラに

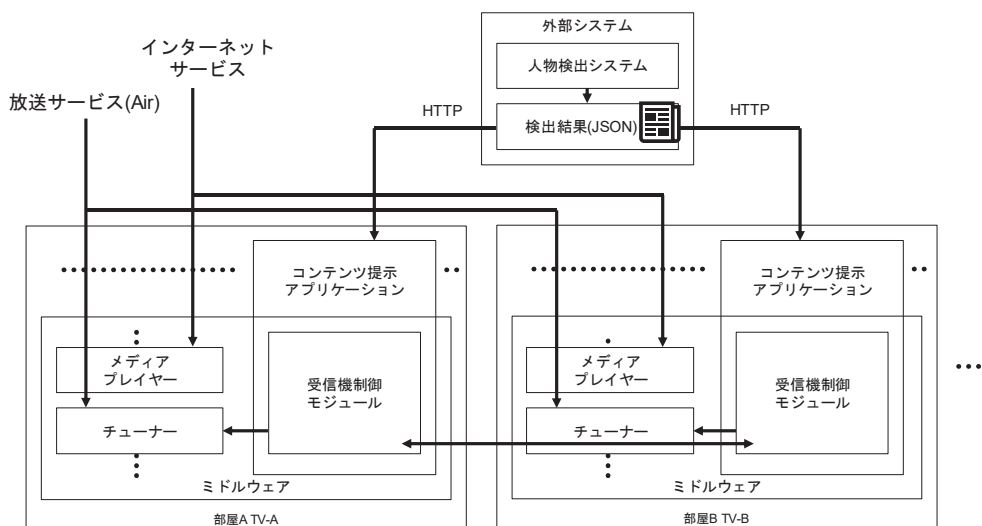


図 3 ユースケース(1)の一部を実現する試作コンテンツ提示システム

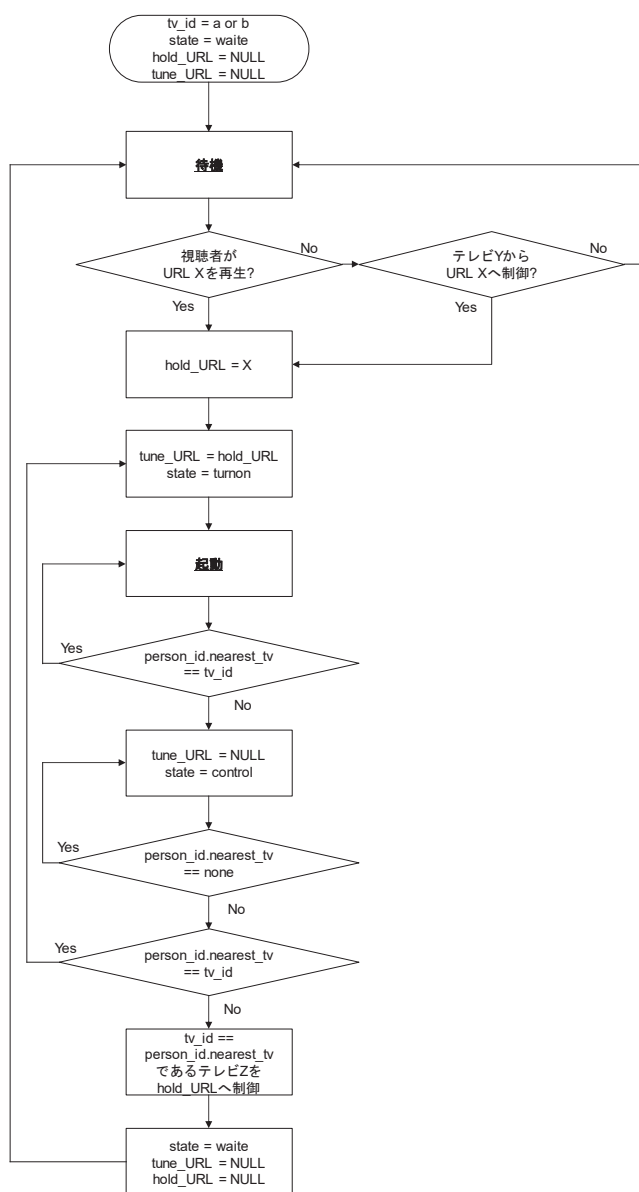


図 4 コンテンツ提示アプリケーションの処理フロー

より撮影した映像からデータセット COCO¹⁸⁾により学習した YOLOv3¹⁹⁾を用いて人物を検出する。

コンテンツ提示アプリケーションの処理フローを図 4 に示す。初期処理として、tv_id に自身が TV-A、TV-B のどちらかを表す識別子(a もしくは b)を代入する。また、状態 state を待機状態 waite とする。視聴者により起動される、もしくは他のテレビから制御された場合、起動状態 turnon へ移行する。再生中のコンテンツを tune_URL、再生していたコンテンツは hold_URL で保持する。電波による放送を選局する場合は、ARIB の URL 表記²⁰⁾を利用する。起動中は外部システムの人物検出システムから、人物が最も近い TV の識別子 person_id.nearest_tv(a, b, もしくは none)を取得する。person_id.nearest_tv = none の場合は、人物が移動中で最も近いテレビがない状態を示す。person_id.nearest_tv と自身の tv_id が異なる場合、人物が移動を開始したと判断し、tune_URL=NULL とし、コンテンツの再生を一時停止する。同時に制御状態 control へ移行する。person_id.nearest_tv が自身の tv_id に戻った場合、人物が戻ってきたと判断し、tune_URL=hold_URL へ戻し、起動状態 turnon へ戻す。person_id.nearest_tv が他方のテレビの tv_id と同一になった場合、人物の移動先をテレビ Z とし、保持する hold_URL へテレビ Z を制御する。そして、自身の tune_URL=NULL, hold_URL=NULL とし、待機状態 waite へ戻す。

以上の動作により、人物の検出結果という外部機能を利用し、機器連携しながらそれぞれのテレビを制御することで、部屋間のテレビによる人物の移動に応じたコンテンツ提示を実現する。試作したシステムの写真を図 5 に示す。

7. おわりに

本稿では、放通連携したあらゆる IoT デバイスでの放送

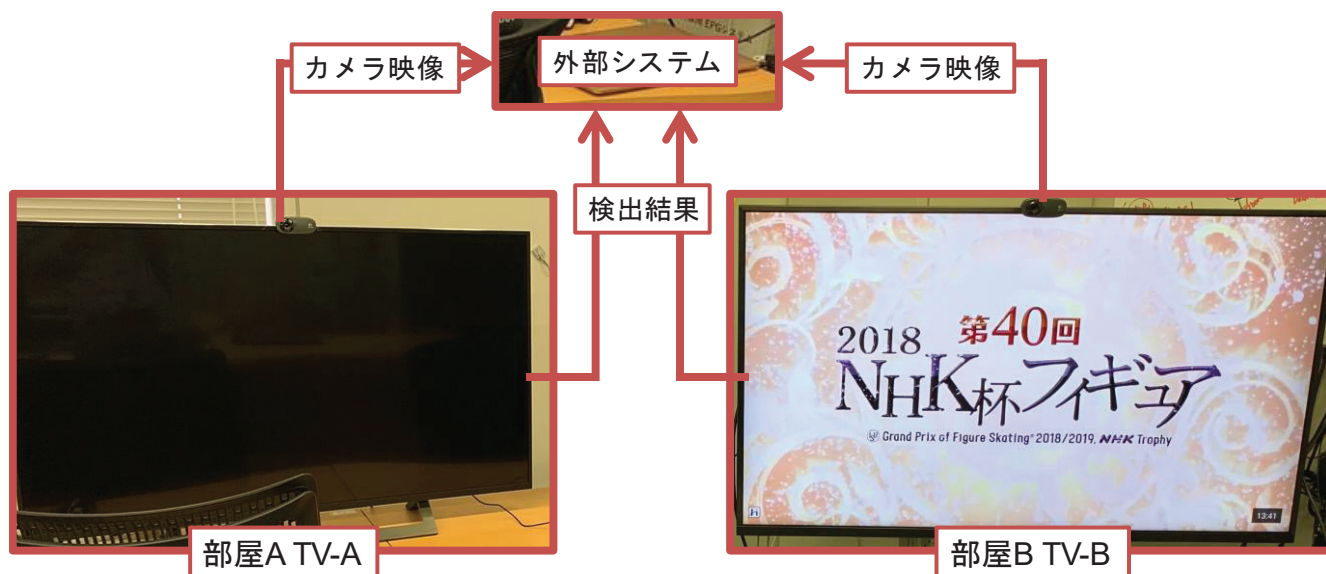


図 5 試作受信機システム

局コンテンツの視聴へ向け、共通の改善受信機アーキテクチャを提案した。まず、既存研究、既存サービスについて紹介し課題を整理した。次に、考えるユースケースを整理し、システム要件を整理し、要件を満たす改善受信機アーキテクチャを提案した。Web 技術をベースとしたユーザーエージェントによるコンテンツ提示により、既存研究、既存サービスでは難しいあらゆる IoT デバイスでの放送、通信によらない共通のコンテンツ提示を実現した。また、ユーザーエージェント間の協調動作により、機器連携によるコンテンツ提示を実現した。改善した受信機アーキテクチャを実装するデバイスによるコンテンツ提示システムの試作へ向け、ユースケースの1つを実現するプロトタイプを試作し動作を検証した。

今後の課題として、相互接続性の担保へ向けた標準化や更なるシステム検証があげられる。民間放送事業者やメーカーなど様々な事業者の協力を得ながら、更なるユースケースの充実や相互接続性の確認も必要である。特に受信機制御モジュールの標準化を進め、IoT デバイスでの相互動作の担保に努める予定である。

参考文献

- 1) 博報堂 DY メディアパートナーズメディア環境研究所: メディア定点調査 2020, <https://mekanken.com/mediasurveys/>, (Accessed 2020 -09-28).
- 2) radiko, <http://radiko.jp/>, (Accessed 2020 -09-28).
- 3) NHK ネットラジオ らじる★らじる, <https://www.nhk.or.jp/radio/>, (Accessed 2020 -09-28).
- 4) TVer, <https://tver.jp/>, (Accessed 2020 -09-28).
- 5) NHK プラス, <https://plus.nhk.jp/>, (Accessed 2020 -09-28).
- 6) IPTVFJ: Integrated Broadcast-Broadband System Specification,

- IPTVFJ STD-0010 Version 2.2(2018).
- 7) ETSI and EBU: Hybrid Broadcast Broadband TV, European Telecommunications Standards Institute, European Broadcasting Union(2018).
- 8) ATSC: ATSC Standard: ATSC 3.0 Interactive Content, Advanced Television Systems Committee, Washington, DC(2020).
- 9) 阿部晋矢, 瀧口徹, 遠藤大礎, 池尾誠哉, 藤沢寛: 自律制御に向けたコンテンツ提示システムのアーキテクチャの一検討, 情報科学技術フォーラム講演論文集(2020).
- 10) 東真希子, 半田拓也, 高橋正樹, 清水俊宏: 編集機能付き触覚情報提示システムの開発(2019).
- 11) 大亦寿之, 池尾誠哉, 小川展夢, 山村千草, 瀧口徹, 藤沢寛: 番組視聴と生活行動のスムーズな連携を可能にする行動連携システムと端末連携アーキテクチャ, 情報処理学会論文誌, Vol.60, No.1, pp.223-239(2019).
- 12) YouTube, <https://www.youtube.com/>, (Accessed 2020 -09-28).
- 13) Netflix, <https://www.netflix.com/>, (Accessed 2020 -09-28).
- 14) AbemaTV, <https://abema.tv/>, (Accessed 2020 -09-28).
- 15) DIAL, <http://www.dial-multiscreen.org/>, (Accessed 2020 -09-28).
- 16) Kato, J., Ogata, M., Inoue, T. and Goto, M.: Sngle Sync: A large-scale web-based platform for controlling various devices in synchronization with music(2018).
- 17) W3C Web of things, <https://www.w3.org/WoT/>.
- 18) Lin, T.-Y., Maire, M., Belongie, S., Hays, J., Perona, P., Ramanan, D., Dollár, P. and Zitnick, C. L.: Microsoft coco: Common objects in context(2014).
- 19) Redmon, J. and Farhadi, A.: Yolov3: An incremental improvement, arXiv preprint arXiv:180402767(2018).
- 20) ARIB: デジタル放送におけるデータ放送符号化方式と伝送方式, ARIB STD-B24 6.4 版(2017).