

第1部

特集1 Software Defined Media コンソーシアム 2017年活動報告書

SDM WG メンバー

第1章 はじめに

2020年の東京オリンピック・パラリンピックの開催に向けて、世界からの訪問者への高度なおもてなしを目指した社会インフラのスマート化が急がれている。中でも、オリンピックの理念である「スポーツを通して心身を向上させ、さらには文化・国籍など様々な差異を超え、友情、連帯感、フェアプレーの精神をもって理解し合うことで、平和でよりよい世界の実現に貢献する」という目標を支援するため、地球規模での一体感を生み出すような視聴メディアに関する研究開発の重要性が高まっている[1]。そのためには、グローバルなインターネットを前提とした映像・音響の視聴空間と視聴メディアの設計が必要である。

近年は、多くのスマートフォンに標準的に内蔵される収録機器を常時持ち歩くことが増え、収録された映像音声の情報はインターネット上で瞬時に伝達・共有・加工される状況が出来上がった。さらには、収録対象から映像素子に入力されたビットマップ情報と、ステレオマイクに入力された2チャンネルの音声情報としてそのまま伝送し、受信側でそのまま再生するだけでなく、空間に存在する収録対象を三次元モデルとして解釈し複数の視聴オブジェクトに分解して伝送し、受信側ではこれらのオブジェクトを用いて空間を再合成するオブジェクト指向の方式が注目を集めている。これにより、ヘッドマウントディスプレイ(HMD)、3Dテレビ、立体音響装置などの受信側のシステムの構成に合わせた柔軟な三次元表現が可能となるだけでなく、他のコンテンツの視聴オブジェクトを別途受信し組み合わせることで、今までにない表現が可能になる。

例えば、音響においては、Dolby Atmos[2]やAuroMax[3]などの映画館やホームシアター、さらには個人向けモバイル機器を対象に、音のオブジェクトから三次元の音場を生成する立体音響システムが登場している。また、映像においては、複数の地点・角度から撮影された映像・動画から、撮影した空間に存在する三次元オブジェクトの抽出が可能であり、抽出した三次元オブジェクト情報を用いて、任意の視点(自由視点)からの映像の作成・再構築が可能となりつつある[4][5]。こうした流れに目を向けると、今後はインターネットを介して収録環境と再生環境を双方向で接続し、視聴オブジェクトを交換しながら、三次元表現を持つ情報空間をエッジヘビーコンピューティングまたはクラウドで計算処理することによって、映像音声を作り出されていくことになるであろう。

映像と音声のオブジェクト化が融合することで、従来の配布型コンテンツビジネスを超えた、新しい次元のインタラクティブなオリンピック・パラリンピックの視聴形態などこれまでにないビジネス領域や、これまでにないデジタルメディアを用いた表現方法などを開拓・開花させることが期待される。例えば、音と映像をオブジェクト化することで、スポーツ観戦者の要求に応じてリアルタイムに応援スタンド側からの視聴や、選手の一人称視点からの視聴を切り替えることが可能になるだろう。さらに、コンサートの視聴においては、複数の歌手の中の一人や、演奏者のうちの一人をズームアップすると映像に追従して音もズームアップするなどのインタラクティブなコンテンツ制作が可能になる。

さらに映像・音声を作り出す空間に目を向ければ、例えば、劇場、ホームシアター、テレビ会議システム、講義室など、様々な用途に対して専用に設計されたシステムが存在している。これらの映像・音響システムには、收音シ

システム、拡声システム、制作システム、BGMや館内放送のためのシステムなどのサブシステムから構成されている。こうしたサブシステム間で信号の伝送を行う場合は高精度同期と低遅延を求められるため、従来はアナログ線でシステム間を結ぶ必要があった。例えば、劇場では、演劇、軽音楽、講演といった様々な演目に対応する必要があり、各演目によって要求される演出が異なるため音声信号の伝送路も必要に応じて組み替えるが、アナログパッチの差し替えや大規模なマトリクスなどによって組み換えを実現しているため、処理が複雑になり、また事前の設定通りに組み替えるため、柔軟性に欠けていた。

しかし現在では、IPを利用した1Gbps環境等の大容量通信環境の一般化により、各サブシステム間をIPによりネットワーク化することが可能となった。これにより、映像音声の入力から制作、出力までの伝送路の組み換えを一貫してソフトウェアによって制御するシステムの実現が期待される。ソフトウェアによって定義された演出を、目的に応じて柔軟に変更することが可能になれば、一つのシステムを講演会、遠隔会議、音楽イベント、映画や放送の上映など様々なアプリケーション向けに最適化し活用することも容易になる。例えば、アプリケーションを載せ換えることで、映画館を遠隔音楽教室として利用するなどのユースケースが考えられる。演出者の意図を汲み、柔軟に視聴空間をソフトウェア制御するためには、映像・音声の設備機能を抽象化して管理し、演出に関する意思決定を行うアプリケーションと実際の映像・音響の入出力を行うデバイスを引き離して(decoupling)扱うべきである。その際、実際の入出力デバイスを仮想化し、複数のアプリケーションから同時並列に利用可能にする。また、視聴空間のソフトウェア制御は、同じくIPネットワークの一般化により生まれた照明や空調などをソフトウェア制御するスマートビルディングの技術との親和性を持ったシステムであることが望ましい。オブジェクト指向のデジタルメディアと、ネイティブ・デジタルなインターネット環境が前提の映像・音響空間を用いたビジネス創造を目指し、2014年1月にSoftware Defined Media (SDM)コンソーシアム¹を設立した。

SDMとは、映像・音響システムのIPネットワーク化を背景に、これらの設備の機能に対して抽象化・仮想化を行い、サービスとしての映像・音響を提供するための基盤的なアプローチである[6, 7, 8, 9]。これまでの研究で議論を進めた結果、SDM実現するSDMアーキテクチャを図1に定めた。

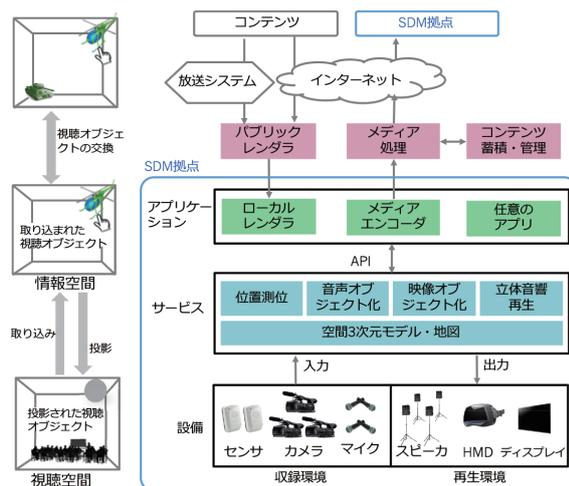


図1 SDMアーキテクチャ

SDMは図1左に示すように、視聴空間(実空間)に存在する収録対象を三次元モデルとして解釈し、複数の視聴オブジェクトに分解して情報空間に取り込み、視聴オブジェクトの交換など様々な計算処理を行って、その結果を自在に視聴空間に投影することで視聴空間の再合成を行う仕組みである。上記の視聴空間と情報空間をつなぐ処理を行うSDMの基本単位をSDM拠点と呼ぶ。また、SDM拠点のシステムは、図1右に示す通り、設備層、サービス層、アプリケーション層に分けられる。

設備層には、収録する空間に存在する映像音声の収録対象を三次元的に解釈しオブジェクト化するためのセンサ、カメラ、マイクなどの設備と、再生空間において視聴オブジェクトから三次元の映像音声を作り出すためのスピーカ、HMD、ディスプレイなどの設備がある。設備例はこれに限らず、これから登場する革新的デバイスの機能も取り込めるよう設備層の差異を吸収できる形で、上位のサービス層を設計する。また、SDM拠点は収録専用・再生専用の空間だけでなく、収録環境と再生環境は

*1 <http://sdm.wide.ad.jp/>

同一の実空間上に配置される可能性も想定して設計する。

サービス層は、設備層の設備機能を抽象化しアプリケーションに対してApplication Programming Interface (API)を通じてサービスとして提供するための層である。視聴オブジェクトと管理するための基礎となる空間三次元モデルと地図を定義し、位置測位、音声オブジェクト化、映像オブジェクト化、立体映像再生などのサービスを提供する。APIは開発者が創造的なアプリケーションを実現できるよう柔軟かつ拡張性を持つ。

アプリケーション層は、APIを通じてSDMサービスを利用する任意のアプリケーションが動作する層である。この層にローカルレンダーと呼ぶアプリケーションがあり、インターネット上に存在するリアルタイムとアーカイブのコンテンツを取得してSDMサービスと組み合わせることでSDM拠点の視聴空間に対して視聴者の要望に合わせた映像音声を作り出す。レンダーリングの機能は、ローカルだけではなく既存の放送システムやインターネット経由で取得したコンテンツを共同編集するなどの機能を持つパブリックレンダーにより前処理される。また、アプリケーション層に定義されるメディアエンコーダによりSDM拠点を、他のSDM拠点からは放送局として機能させる。SDM拠点からの放送はリアルタイムに他のSDM拠点に転送されるだけでなく、視聴オブジェクトの蓄積・管理などのコンテンツ管理を行う。SDMでは、放送局から送信されるリアルタイムとアーカイブのコンテンツに対し、標準化されたメタデータや、タグを付与することで、ソフトウェアによって柔軟なコンテンツ管理や、状況に応じたコンテンツ選択を制御する。メディアデータとコンテンツ情報、位置情報などのメタデータを持つ視聴オブジェクトを基本単位として扱う。

本論文では、SDMの実現のためにコンソーシアムで行ってきた研究について報告する。2章では2017年、2018年にSDMコンソーシアムで行なった収録について報告する。3章では、収録データを利用した、自由視聴点インタラクティブ三次元映像音声アプリケーション「360Square」(昨年報告書で報告)の主観評価の結果を報告する。4章では、「LiveでVibrationを伝えるVR配信」

というコンセプトをもとに開発した「LiVRation」について述べる。5章では、三次元映像音声メディアの素材データの管理のために策定・開発したSDM Ontologyについて報告する。6章では、2017年07月20日に東京大学で開催されたSDMワークショップの詳細を述べる。7章にてまとめを行い、今後の課題について述べる。

第2章 三次元映像音声メディアのデータ収録

2.1 Musilogue Bandジャズセッションの収録(2017)

2017年1月26日に六本木ミッドタウン内にあるBillboard Live TokyoでMusilogue Bandのコンサートを収録した。Billboard Live Tokyoのフロアは3層あり、3階・4階に位置するテーブル席、ソファ席、主に5階に位置するカジュアルな席を合わせて、300人の観客を収容できる。リハーサル中に録音した映像、音声のコンテンツを格納し、3章で報告するSDM360²のコンテンツを完成させ、収録から約4時間後にはLive Music Hackasongでの最終発表を行った。図2に、バンドの編成、360度カメラの設置場所、マイクの設置場所を示す。

バンド編成は、藤原佑介、藤谷一郎、金子巧と3人のアーティストによる、Drums, Electric Bass, Keyboardの3種の楽器演奏である。会場のリスナーへの表現手法としては全ての楽器にマイク或いは電気信号を増幅する機材に接続し、Sound Reinforcement (SR)用ミキシングコンソールで調整されたのちに大規模なスピーカで再生される。音圧レベルは場所にもよるがおおよそ100dBsplとなる。

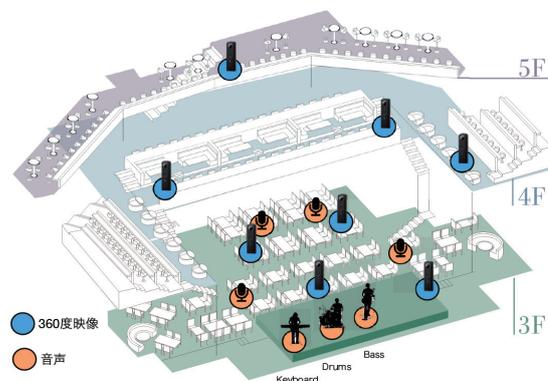


図2 ビルボードライブ収録(2017)のカメラとマイクの配置

舞台内のマイク構成については楽器単体の他にAudienceマイクを4本設置する。音源より近いポジションとしてステージ袖の上手、下手に1本ずつ、もう2本は天井から無指向性のマイクDPA4090を2本つりさげでの構成とした。音源より近いマイクはステージの角の位置、高さ1mくらいの所に設置する。音源より遠いマイクについてはステージから奥に5m、高さ5mのところにセンターを中心に約1mの幅で2本設置した。

音声は全てSR用ミキシングコンソールに纏められおり、コンソールのHead Amp分岐をデジタルでDAWに転送するシステムとなっている。録音される音量レベルは全てミキシングコンソールの設定に依存する為、後に整音作業が必須となる。

録音したデータを編集用のDAWにてDrumsMix, BassMix, KeyboardMixそれぞれ楽器ごとの単体で纏め上げた音源に編集し、さらに観客席の左奥, 右奥, 左手前, 右手前のアンビエンスMixを編集した。

さらに、映像データを収録するにあたりリコー社製品の全地球カメラ「Ricoh Theta S」を、図2に示す場所に、8台配置した。ステージと同じ階である3階には、ステージ目の前、ステージから見て右手、観客席右手、観客席左手に4つ配置した。4階の観客席はステージを取り巻くようにコの字型になっており、ステージから見て最端右手、右手、左手に3つ配置した。5階に設置したRicoh Theta Sは全景を見渡せるよう、中央に配置した。

これらの7つの音源と、8つの映像をデータ素材として、SDM360²アプリケーションで利用する。

2.2 仮谷せいらの収録(2018)

2018年1月30日にBillboard Live Tokyoで仮谷せいらのコンサートを収録した。リハーサル中に録音した映像、音声のコンテンツを格納し、4章で報告するLiVRationのコンテンツを完成させ、収録から約4時間後にはLive Music Hackasongでの最終発表を行った。

図3に、バンドの編成、360度カメラの設置場所、マイクの設置場所を示す。

ライブの構成は、ボーカルにシンガーソングライターの「仮谷せいら」で、バックバンドにドラムを担当する松浦と、キーボード、バスを担当する川原という構成であった。会場のリスナーへの表現手法としては全ての楽器にマイク或いは電気信号を増幅する機材に接続し、Sound Reinforcement (SR)用ミキシングコンソールで調整されたのちに大規模なスピーカーで再生される。音圧レベルは場所にもよるがおおよそ100dBsplとなる。

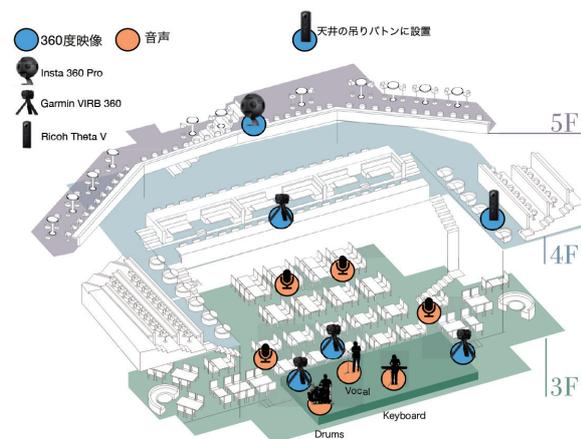


図3 ビルボードライブ収録(2018)のカメラとマイクの配置

舞台内のマイク構成については楽器単体の他にAudienceマイクを4本設置する。音源より近いポジションとしてステージ袖の上手、下手に1本ずつ、もう2本は天井から無指向性のマイクDPA4090を2本つりさげでの構成とした。音源より近いマイクはステージの角の位置、高さ1mくらいの所に設置する。音源より遠いマイクについてはステージから奥に5m、高さ5mのところにセンターを中心に約1mの幅で2本設置した。

音声は全てSR用ミキシングコンソールに纏められおり、コンソールのHead Amp分岐をデジタルでDAWに転送するシステムとなっている。録音される音量レベルは全てミキシングコンソールの設定に依存する為、後に整音作業が必須となる。

録音したデータを編集用のDAWにてVocalMix, DrumsMix, BassMix, KeyboardMixそれぞれボーカルと楽器ごとの単体で纏め上げた音源に編集し、さらに観客席の左奥, 右奥, 左手前, 右手前のアンビエンスMixを編

集した。

映像を収録する360度カメラは、「Insta 360 Pro」1台、「Garmin VIRB 360」4台、「Ricoh Theta V」2台を利用した。全てのカメラで3840 x1920@30fps(4K)での撮影を行った。Insta 360 Proは、6枚のF2.4魚眼レンズを備えたハイエンド360度カメラであり、ライブ会場の全景を撮影するため、5階席に設置した。Garmin VIRB 360は、2枚のレンズを備えた360度カメラであり、設置場所は、ハッカソンの審査員席に利用された4階正面、ボーカルの真前、ドラムの真前、ステージ右横の4カ所を選択した。Ricoh Theta Vは、2枚のレンズを備えた360度カメラであり、もっとも軽いため、ライブ会場の天井に吊ってあるバトンに1台設置した。また、もう一台を4階席右手に設置し撮影を行った。

収録した音声、動画は4章で述べるLiVRationにて素材データとして利用する。

第3章 SDM360²の研究開発と主観評価

現在、音楽イベントのDVDなどのパッケージメディアは、マイクやカメラなどの収録機材の位置によって大きく制約を受けるコンテンツである。こうした課題を解決するため、本研究では、クラシックコンサートとジャズセッションのイベントを収録し、インタラクティブに自由視点での三次元映像音声を再生するアプリケーション「SDM360²(SDM360スクエア)」を設計、実装した[10]。



図4 SDM360²のスクリーンショット

これは、収録会場の3Dモデルを作成し、位置情報に基づいてパートごとの音源や映像を配置することで、自由視点と複数視点のインタラクティブな切り替えを可能にしたアプリケーションである。実際の動作画面は図4のようになる。ユーザは、観客席の複数の箇所からの視点を切り替えて観ることができ、また舞台上の音源は自由に有効化・無効化することが可能である。

本節では、新たに行った、SDM360²の主観評価に関して報告を行う。

3.1 実験方法

主観評価では、被験者がSDM360²を利用することで、インタラクティブな3次元コンテンツの視聴体験を得られたか確認することを目的に、アンケート調査を行なった。アンケートを利用し、ソフトウェアで演出された3次元の映像音声から立体感を得られたか、映像と音声の追従性は十分だったか、インタラクティブ性は十分だったか、今回取り入れた拡張的な演出(特定の音声を有効・無効化できる機能、音声可視化機能)が意図していた通りに受け取られていたか、を調査した。

アンケート調査は、2017年11月3日、4日に2日間にわたって開催されたKMDフォーラムにてデモンストレーション展示を行った際、来場者がSDM360²を体験した後、アンケートに回答してもらうことで行った。展示は、SDM360²をインストールしたタブレット(Apple iPad Pro 10.5 (2017))に、ヘッドホン(Sony WH-1000XM2)を有線接続する構成で、それぞれ3台用意して行った。

来場者に対し、SDM360²のボタンUIやタッチ操作に対する利用の仕方を説明し、実際にやって見せた上で、体験者に自由に操作させ、体験者の意思で止めるまで一つのiPadを占有して視聴してもらった。その後、アンケートへ回答をお願いすることでデータを取得した。

3.2 被験者

評価実験はKMDフォーラム2017の来場者からSDM360²を体験した被験者で、男性55人、女性34人、無回答6名の合計95人で行なった。また、年齢構成は、10代が5人、20代が46人、30代が23人、40代が11人、50代・60代

がそれぞれ4人ずつ、無回答2人という内訳であった。さらに社会人が44人、学生が36人、教員が8人であった。

3.3 アンケートの質問項目

アンケート項目は、以下に示す設問Q1からQ7までの7つを、それぞれ1から7までの7段階のリッカート尺度を用いて設定した。それぞれの回答に関して、最低の1、中間の4、最高の7の回答の目安を括弧内に記載した。

- Q1 映像の立体感は感じられましたか？ (1:まったく感じられない, 4:感じられる, 7:とても感じられる)
- Q2 音声の立体感は感じられましたか？ (1:まったく感じられない, 4:感じられる, 7:とても感じられる)
- Q3 音声は映像の方角と比べて正しい位置で鳴っているように聞こえましたか？ (1:まったく聞こえない, 4:違和感に気づくが許せる, 7:聞こえる)
- Q4 映像が動いた時、音声も追従して動いたと感じられましたか？ (1:まったく追従していない, 4:違和感に気づくが許せる, 7:追従している)
- Q5 インタラクティブな視聴体験の操作は簡単にできましたか？ (1:操作性が悪い, 4:操作によりインタラクティブな視聴体験ができた, 7:思い通り操作して視聴できた)
- Q6 音量可視化による音声オブジェクトの有効化・無効化は直感的でしたか？ (1:説明を聞いても理解できない, 4:説明を聞くと違和感無く理解できる, 7:直感的で理解できる)
- Q7 音声オブジェクトを有効化・無効化することで個別の

楽器の音色を聞くことができましたか？ (1:個別に聞くことができなかった, 4:個別に聞けた, 7:自由に楽器を選んで聞くことができた)

設問Q1とQ2は映像と音声の基本的な立体感を問う設問である。設問Q3とQ4は映像と音声の組み合わせが正しく一致しているように知覚されるかを問う設問である。設問Q3では静止時の音声の聞こえる方角と位置を問い、Q4では動いた時の映像と音声の追従性についての問いを設定した。また、設問Q5とQ6はタブレットのタッチ動作によるインタラクティブな視聴に関する問いであり、Q5は全般的な操作の容易さについての問いで、Q6では音声オブジェクトの可視化および操作についての問いを設定した。設問Q7は音声オブジェクトに分解されたオーケストラの個別の楽器の音色が聞けたかを問う。

さらに、アンケートの末尾には、「感想・要望・その他」という自由記載項目を用意して、視聴体験のコメントを得た。

3.4 主観評価結果

結果は図5に示す通りである。グラフはリッカート尺度のグラフデザインの助言[11]にしたがって作成した。X軸は1から7までの7段階の回答の比率をパーセントで表し、棒グラフの位置は、尺度の中間である4をX軸の0の中央に配置し、左に行くほど低評価、右に行くほど高評価という配置で描画した。また、Y軸は各設問を表示し、それぞれの回答には有効回答数を記載した。

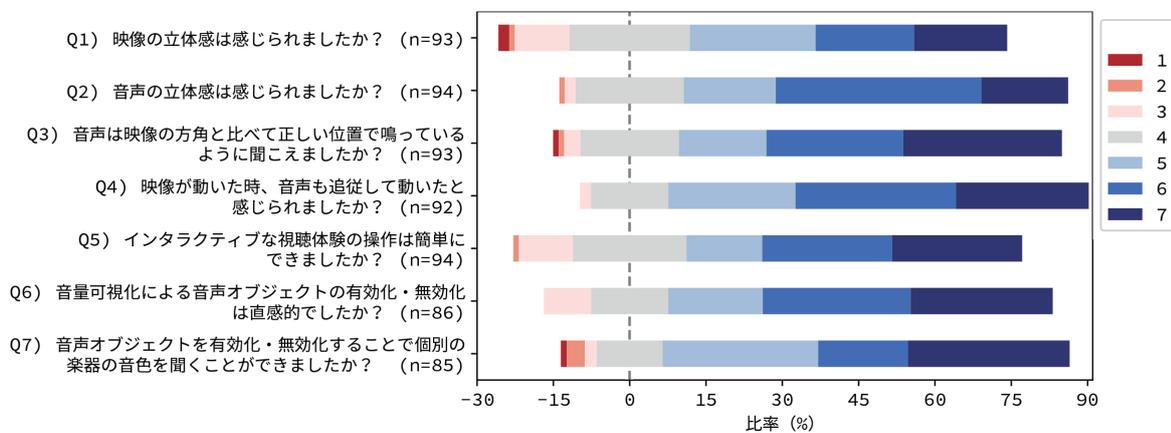


図5 アンケートの回答比率

映像の立体感に関する設問Q1では、(4:感じられる)以上の評価とした被験者は、86%以上であり、良好な結果が得られた。通常モードでの映像は、コンサートホールの立体モデルの中を自由に移動できるため立体感が感じられたと考えられる。また、位置固定モードでは、360度動画を球体の内側に貼り付けて表示することで再生しているため、厳密には立体ではないが、ジャイロで任意の方向を見回すことができるため、立体感が感じられたと考えられる。

音声の立体感に関する設問Q2では、(4:感じられる)以上の評価とした被験者は、約97%であり、映像の立体感Q1と比較しても、非常に良好な結果が得られた。その他のコメントの中で、音声の立体感はコンピュータグラフィックスと合わせた時のほうが、360度動画と合わせた時より感じられたという感想があった。

映像と音声の位置の一致に関する設問Q3では、(4:違和感に気づくが許せる)以上の評価とした被験者は94%以上であり、良好な結果が得られた。(4:違和感に気づくが許せる)と回答した被験者は約20%であったが、違和感の原因と考えられるのは、楽器ごとの音源の分離が不十分であったためだと考えられる。アコースティックの楽器では、完全な音源分離は難しく、音源にもっとも最も近いマイクにはその音源の音が最も強く入るが他の音も混ざってしまう。そのため、かすかな他の音が本来の方向では無い場所から聞こえてくるため、楽器の音の方向が曖昧になってしまうことが考えられる。コメントでは、「どれがどのパートなのか素人にはわかりづらい」との指摘があった。映像に映っている楽器から、どのような音色が鳴るのか推定するのは、難しい可能性がある。被験者からは、アイコンを楽器ごとに変えるという助言を得たが、対応は今後の課題である。その他のコメントでは、「左右の音源定位は左右はわかるが前後は分かりにくかった」というものがあったが、耳が左右についている特性上、前後の音は両耳に同じ音量で届いてしまうため分かりにくいという、音源定位の特徴が確認できた。

映像と音声の追従を問う設問Q4では、(4:違和感に気づくが許せる)以上の評価とした被験者は約98%であり、92人の被験者の中で、尺度1または2と回答した者はい

なかった。タブレットを左右に動かすことで楽器の音が聞こえる方向が変わり、左右の耳に到達する音の音量と、遅延の差から方向感が割り出せるため、音の追従を認知することができやすいためだと思われる。また、その他の欄では、連続的に回転しながら音を聞くのが楽しかったとのコメントを得た。

インタラクティブな視聴体験の操作に関する設問Q5では、(4:操作によりインタラクティブな視聴体験ができた)以上の評価を行った者は88%以上を占め、良好な結果を得た。しかし、(1:操作性が悪い)という評価をした被験者はいなかったが、2と評価した者が約1%、3が約10%となり、(4:操作によりインタラクティブな視聴体験ができた)に満たない評価をしたものが10%以上いた。その場での聞き取りで、ジャイロを利用して視点を移動している最中に音声オブジェクトのタッチ動作を行うと、画面上でオブジェクトが動くため、タッチ動作ではなくドラッグ動作として判定されてしまう場合が見つかった。この場合に音声オブジェクトの有効化・無効化できず、視点移動など意図しない動作をしてしまうことが確認され、操作に対する低評価の要因となった。

音声オブジェクト操作の直感性への設問Q6では、尺度1と2と回答した被験者はおらず、(4:説明を聞くと違和感無く理解できる)以上の回答が91%を占めた。音量可視化では、有効化されているときは回転し、無効化すると止まる立体を表示しており、さらに音量によって変化する白い輪を付与していたので、音声オブジェクトの状態が直感的に理解できたものと思われる。

個別の楽器の音色を聞くことができたかという設問Q7では、約93%が(4:個別に聞けた)以上の評価を行い、良好な結果を得た。その他のコメントでは、全ての音を一旦無効化してから、聞きたい楽器パートの音声オブジェクトだけ有効化するとそのパートの音が特によく分かるというものがあった。また、特定の音だけ聞くという体験は普段は難しいので、音声オブジェクトに分解してソフトウェアで再生するというコンセプトの利点がよく分かるというコメントがあった。

主観評価によって、ソフトウェア制御の映像音声で立体

感が得られたか、映像と音声の追従性は十分か、インタラクティブに視聴できたか、拡張演出が意図通り受け取られたかを評価した。7つの設問のうち、5つの設問では90%以上の被験者が、SDM360²の設計意図通りに視聴できたことを示す4以上の回答を得た。またその他の2つの設問でも80%以上の被験者が、4以上の回答を行った。これにより、概ね良好にSDM360²の設計意図通りに3Dコンテンツのインタラクティブ視聴が行えることが確認できた。

第4章 LiVRation(ライブレーション)の研究開発

SDMのためのアプリケーションとして、LiVRationを開発した。本アプリは「LiveでVibrationを伝えるVR配信」というコンセプトをもとに開発されており、SIP協議会が主催しているハッカソンイベントである「Billboard LIVE MUSIC HACKASONG 2017」のために作成された。同イベントは昨年度(2016年度)も開催されており、その際に開発したSDM360²の後継アプリケーションといえる。SDM360²では再生環境としてiPadなどが想定されていたが、LiVRationではHMD(ヘッドマウントディスプレイ)とVR(Virtual Reality)による没入環境で立体音響環境を体験することができる。また、NTT西日本社より提供されたロスレス配信技術(MPEG-4ALSコーデック)を使ってハイレゾ音声のストリーミング再生を実現している。なお、VR特有のエフェクトや操作については、メンバーであるアルファコード社に協力いただいた。

図6にシステムの構成を示す。

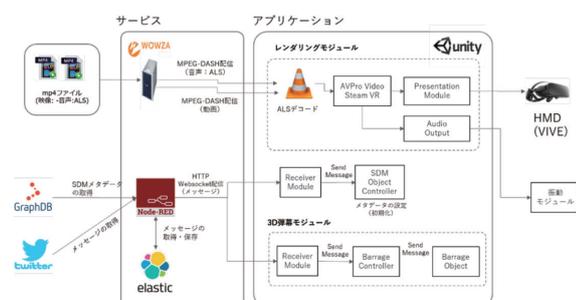


図6 LiVRationのシステム構成

本システムは、(1)配信サーバであるWOWZAに配置した全球映像、ハイレゾ音源を受信してVRコンテンツとしてリアルタイムレンダリングするレンダリングモジュールと、(2)SDMオントロジーを実装したSPARQL endpointと連携することで、コンテンツ内のSDMオブジェクトの初期化を行うSDMモジュール、(3)Twitterやデータベースからコンテンツに対するメッセージを取得し、コンテンツ内に3D弾幕として表示する3D弾幕モジュールからなる。

4.1 レンダリングモジュール

2.2節で述べた仮谷せいらのライブ収録ソースをWOWZA上に配置することでMPEG DASHでの配信環境を構築している。音声ソースは、先に述べたMPEG-4ALSコーデックを利用することでハイレゾ音声として配信しているが、それらに対応した配信サーバは現状WOWZAのみとなっている。配信サーバからのストリーミング配信を受けたUnityのアプリケーションは、レンダリングモジュールによってそれらを三次元空間上に配置する。アプリケーションのスナップショットを図7に示す。



図7 LiVRationのスクリーンショット

上図では、全球映像とハイレゾ音声をリアルタイム再生しつつ、配置された音声オブジェクト(SDMオブジェクト)の音量をVIVEのコントローラで操作している。SDMオブジェクトからは、それぞれの音声ソースに合わせて動く演出が加えられている。操作者はVIVEコントローラによる直感的な操作で、それらを好みの音量に合わせて、興味のある音声のみを再生することができる。また、SDM360²と同様に全球映像は3次元空間上に配置されているため、好みの視聴ポイントにて再生することが可能である。

なお、MPEG-4ALSコーデックについては、Unity内部にVLC MediaPlayerを使ってデコードを行っている。それらの再生については、AVPro VideoやStream VRといったUnityライブラリを用いた。

4.2 SDMモジュール

SDMオブジェクトのメタデータ(音源, 演奏者, 位置情報など)は、クラウド上に構築されたSPARQL endpointであるGraphDBから、サービス層にNodeREDによって構築されたプラットフォームを介して、HTTP経由で取得される。アプリケーションの初期化時にそれらのメタデータを取得し、レンダリングモジュールに渡す実装となっている。現状では静的なデータとなっているが、将来的にはアーティストの動きに合わせて音源が動くなどの演出も考えられる。それらは後述のSDMオントロジーの拡充によって実現することを予定している。

4.3 3D弹幕モジュール

Twitter等のソーシャルメディアから取得したライブに関するコメントなど、3Dコンテンツ上に表示するためのモジュールで、Twitterからのタグ付きコメントをリアルタイムで取得するだけでなく、時系列データベース(Elasticsearch)上に蓄積されたコメントも楽曲のタイムラインに合わせて取得することができる。これらの情報もサービス層のプラットフォームを介してHTTP(websocket)で取得する実装となっている。プラットフォームでは、特定のハッシュタグや文字列を指定することでLiVRationに送られるメッセージを制御することができる。以下に3D弹幕モジュールが表示されたスクリーンショットを示す。取得したメッセージだけでなく、Twitterから取得したプロフィールイメージなども表示することができる。

再生環境のHMDとしては、HTC Viveを利用している。Windows Mixed Realityに対応したHMDでの再生も可能であるが、高解像度の全球映像を取り込んで再生を行うシステムであるため、高スペックのワークステーション



図8 LiVRationのスクリーンショット

でレンダリングを行う構成のViveが再生に適している。表1に利用したワークステーションのスペックを示す。

表1 ワークステーションのスペック

CPU	インテル(R) Core(TM) i7-7700K プロセッサー (4コア/8スレッド/4.20GHz/TB時最大4.50GHz/8MB)
メモリ	32GB [8GB×4 (PC4-19200/DDR4-2400) デュアルチャンネル]
ストレージ	960GB (SSD, 6Gbps対応)
グラフィックス	NVIDIA GeForce GTX1080/8GB (DisplayPort×3/DVI-D)

4.4 評価について

定量的なアプリケーション評価は今後の課題であるが、Billboard LIVE MUSIC HACKASONG 2017においては、審査員による最優秀賞、および観客の投票数で決まる会場賞をダブル受賞した(図9と図10)。この様子は、Line Liveによってライブ中継され、3600人以上が視聴した²。さらに、その後、様々なメディアで記事が発表された^{3,4,5}。審査員のコメントとしては、「完成度が高い」「すぐにも使いたい」などのコメントがあった。今回の受賞によって、ビジネス的なポテンシャルについても確認すること

*2 <https://live.line.me/channels/432/broadcast/7071676>

*3 <https://www.musicman-net.com/business/73147>

*4 <http://realsound.jp/2018/02/post-155367.html>

*5 http://www.billboard-japan.com/d_news/detail/59725

ができたと考えている。今後はビジネス展開も視野に入れて活動を続けていきたい。



図9 Billboard Live Hackathon2017での受賞の様子



図10 Billboard Live Hackathon2017での受賞後の様子

第5章 三次元映像音声メディアのオープンデータ化

SDMコンソーシアムでは、データを記録・再現するためのシステムを構築するだけでなく、実際にライブやコンサートのデータを記録し、そのデータを用いてアプリケーションを作成するといった活動も行なっている。こうして記録されたデータはSDMコンソーシアム内においてのみ利用されるのではなく、インターネット上で公開して外部からも利用されることが望ましい。外部のユーザが使用することにより、データの利用可能性や表現の幅が広がると考えられる。

SDMが保有するデータは、収録対象の位置情報や音声、収録環境のメタデータといったものから、収録プロセスの詳細や記録されたメディアまでを含んでおり、整理が

困難である。また、アプリケーションの作成のためにはそれぞれのデータを関連づける必要があり、既存のデータ構造では不十分である。図11に示すように、適切なデータ構造を考案しアプリケーションの作成に有用な形式で公開することで、SDMのデータを用いた新しい表現の創出が促進される。

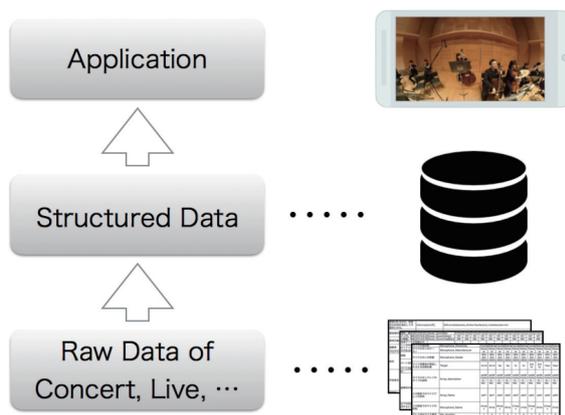


図11 構造化されたデータの必要性

本研究では、まずSDMのデータを適切に表現するための構造を提案・実装する。続いて、その構造によって記述したSDM保有のデータを、様々なアプリケーションから利用可能な形式でweb上に公開する。最後に、実際にアプリケーションから利用することで、SDMのデータの利用可能性を示す。

また、本研究で提案する構造は現在SDMが保有しているデータを表現するのに適したものであるが、拡張が容易な形式にすることで、今後新しい記録デバイスの登場や収録形態の変化が起きた際に対応できると考えられる。本研究の要求事項をまとめた検討は、[12]にて発表した。

5.1 SDMとその課題点

SDMでは、2016年01月10日、慶應義塾大学日吉キャンパス内に建つ、509席の席数を有する藤原記念ホールにて開催された、慶應義塾大学コレギウムムジクム古楽アカデミーのコンサートを収録した。収録対象は、17世紀のドイツ宮廷音楽であるヨハン・フリードリヒ・ファッシュの「管弦楽組曲ト長調FaWV K:G2」など、最大24名の演奏家による全てアコースティックの演奏である。楽器には、テオルボ、チェンバロ、バロック・ヴァイオリン、

バロック・オーボエ、ヴィオラ・ダ・ガンバなどの、現代では珍しい楽器が含まれており、楽器ごとの演奏と各楽器の合わさった音を分離して収録した[13].

こうして記録したデータには、楽器そのものの音だけではなく周囲の環境音や残響音が含まれている。SDMでは、このデータから楽器単体の音を抽出してバーチャル空間上に配置することで、会場における音の聴こえ方を再現することを試みている。

SDMでは3章にて報告したSDM360²以外にも以下のようなユースケースを考えている。

- ・スポーツ観戦やコンサート鑑賞において、ユーザの要求に応じて特定の選手や演奏者にズームアップしたり、スタンド・客席の自由な視点から鑑賞できるアプリ。
- ・バーチャル空間上で演出を付加し、現実空間にフィードバックすることによる拡張演出
- ・複数コンテンツの自動ミキシング

しかし上記のようなアプリケーションは、現在は容易に作ることが出来ない。実際にSDM360²の作成にあたっては、デバイスと楽器の位置情報を元に音声・映像データを手動で配置したため、実装の工数が多くなってしまった。データを構造化し、データベースとやり取りする際の標準フォーマットを決定することで、作業が自動化され効率的なアプリケーションの作成が可能になり、また外部のアプリケーションやデータとの連携も容易になると考えられる。

5.1.1 SDMの課題と要求事項

5.1.2 想定する環境

SDMでは、複数の記録デバイスによる分散収録環境を想定している。例えば、イベントの参加者が各々自分のスマートフォンで記録したデータを統合して利用するというケースである。収録する人とアプリケーションの作成者が異なる環境を想定することで、データ収録とデータ利用の範囲を広げることを意図している。

5.1.3 課題

SDMでは、対象の映像や音だけでなく、位置情報や向き、演奏された曲目や会場の情報、収録プロセスといった情報も記録するため、相互に関連するが粒度がバラバラなデータを扱うことになる。そこで、SDMが想定しているユースケースを実現するために、データを構造化し相互にも外部にも連携可能とする必要がある。

5.1.4 要求事項の整理

そこで、多数のデバイスを用いて記録した視聴空間のデータを管理する、SDMのデータ形式の要求事項として以下の4つに整理した。

1. 3次元映像音声メディアを管理出来ること
2. ユーザが求める表現のレベルに応じてデータが取得できること
3. アプリケーションに非依存な形式で保存されていること
4. 新しいコンテンツの登場時に対応できる拡張性を持つこと

1つ目は、3次元映像音声メディアを管理するのに特化した形式で保存するということである。SDMで記録するデータは収録対象の位置情報などにとどまらず、収録機材やそこから生成されるメディアの情報なども含んでいる。このようなSDMに特有の情報を記述できる形式で保存する必要がある。

2つ目は、目的に応じて柔軟にデータの取得が可能ということである。SDMが保有するデータには「イベント名」のような単純な情報から「録音に使用した5番目のマイクの位置座標」のような細かい情報まで含まれている。データベースは、ユースケースごとに異なるユーザのニーズに応えられるよう、全ての情報に対して柔軟にアクセス可能である必要がある。

3つ目は、様々なアプリ開発に利用可能な形式で保存するということである。SDMデータを用いたアプリには、ユーザとインタラクティブな挙動を示すアプリや、パッケージメディアのミキシング、半自動ミキシングなどが考えられる。可能な限り多様なアプリでもデータを利用でき

るよう、特定の用途に特化することなく汎用的な形式で保存することが必要となる。

4つ目は、特定のコンテンツに縛られない拡張性を持った構造であるということである。現在SDMコンソーシアムが注力している分野はコンサートやライブといった音楽関係のイベントであるが、イベントの内容によって柔軟に拡張・格納が可能なデータ構造であることが望ましい。

本研究では3次元映像音声メディアのデータを構造化するためにResource Description Framework(RDF)による記述を行い、オープンデータとしてアクセス可能にするためにLinked Open Data(LOD)の作成を行う。その際、SDMのLODを作成するために必要な語彙として、SDM Ontologyを作成し、データの定義を行う。SDM Ontologyの構築において、上記の要求事項を満たすよう設計する。

5.2 関連研究

5.2.1 5 Star Open Data

インターネットが普及した現代において、web上に存在する無数のデータが検索によって容易に手に入るようになった。また、自分の持つデータを世界中の人々とシェアするために、オープンデータとしてインターネット上に公開することも可能となった。こうした状況においてオープンデータを広く利用してもらうには、誰もが容易に利用できる形式、または機械が自動的に処理可能な形式で公開することが望ましい。

データの公開方式の評価方法として、World Wide Webの考案者であるTimothy Berners-Leeは5 Star Open Data[14]というものを提案している(図12)。これは、公開



図12 5 Star Open Data: A rating system for open data developed by Timothy Berners-Lee

するデータの形式を5段階で評価したものであり、1段階目から3段階目までは次のような形式での公開を表している。

1. pdfやjpgでの公開:文章データをjpgで公開するといった、自動処理が困難である形式での公開
2. xlsやdocでの公開:特定のアプリケーション以外では前処理なしに扱うことのできない形式での公開
3. csvやtsvでの公開:データ解析において一般的に用いられている形式での公開

この指標の4段階目ではRDF(Resource Description Framework)[15]という形式を推奨している。これによって記述されたデータはURIによって参照可能であり、機械による自動処理に適している。このRDFが外部と連携したものはLOD(Linked Open Data)と呼ばれ、5 Star Open Dataの最高レベルである5段階目となっている。LODの形式でデータを公開することでweb上のデータ同士がリンクしあい、オープンデータの利用が推進される。

5.2.2 5 RDF

Resource Description Framework(RDF)はメタデータ記述のための枠組みである。Tripleと呼ばれる、主語(Subject)・述語(Predicate)・目的語(Object)の3つによってリソース間の関係を表現する。リソースの識別子にURIを用いることで、web上に存在するリソースを参照することができる。

また、リソース間の関係を表す語彙やリソースの種類(クラス)を表す語彙などはRDF Vocabulary(RDF scheme)と呼ばれる。自分の所有するデータをRDFで記述する場合、データを表現するのに適切なRDF Vocabularyを用いて記述することとなる。RDFによって記述され、情報探索が可能な形式で公開されたデータベースをTriple storeという。

5.2.2 5 LOD

RDFによって記述されたデータが外部と参照し合う場合、Linked Open Data(LOD)と呼ばれる。LODに関して、以下の4つの守るべきルールが定められている。[16]

1. Use URIs as names for things.
2. Use HTTP URIs so that people can look up those names.
3. When someone looks up a URI, provide useful information, using the standards(RDF, SPARQL)
4. Include links to other URIs, so that they can discover more things.

以上のルールを満たすLODが公開されることで、互いに容易に参照可能なデータがweb上に増えることとなる。web上に存在するLODが相互に参照し合うことで、LOD同士が1つの大きなデータベースとして機能するようになる。LODが連結したこのネットワークをLOD Cloudと呼び、可視化することで世界中のLODが連結している様子を見ることが出来る(図13)。一見すると、LOD Cloud

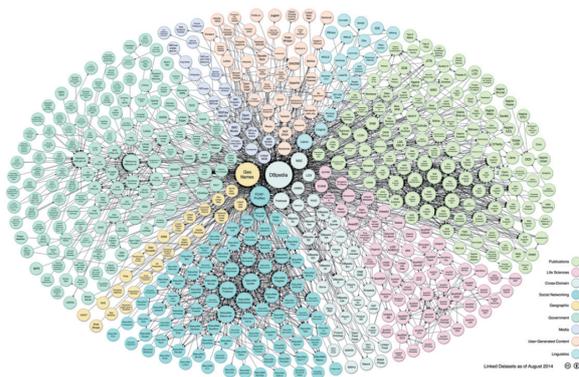


図13 LOD Cloud

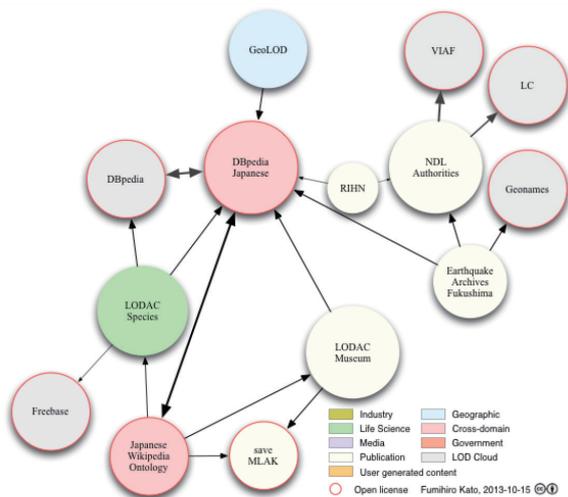


図14 LOD Cloud in Japan

には多数のLODが登録されているように見えるが、世界規模で考えると少ないといえる。具体的には、2013年10月時点の日本のLODは図14に示されている通り、非常に少ないと言える⁶。

5.3 SDM Ontology

本研究のアプローチとして、まずSDMが保有しているデータをLODに変換するために、SDM用のRDF Vocabularyである"SDM Ontology"を定義する。SDM Ontologyの構造を議論し、構造を決定したのちに、これを実際に構築・公開する。実装の詳細は第5.4章で述べる。

データの制作の利便性や、加工、利用における機能性や応用の自由度を高めるために、SDM Ontologyは記録対象の構成や作業フローの実態に即したデータ構造を持つ必要がある。そこで、SDMが想定する収録空間を構成する要素を次の5つに分解し、SDMに特有の情報も記述できるように設計する。

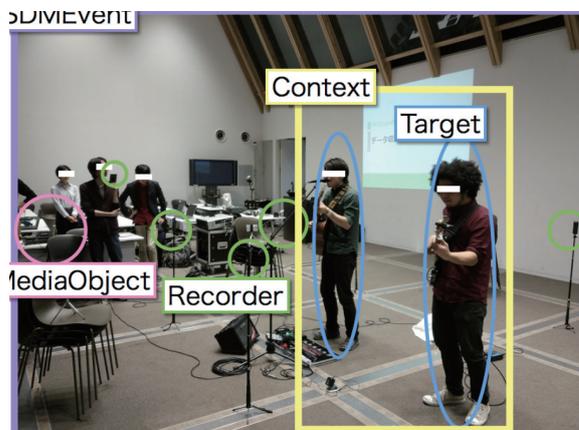


図15 収録空間の5要素

- SDMEvent: イベント全体の情報(イベントの名前や日時など)
- Context: イベントにおいて行われたプログラムの情報(プログラムの名前や内容など)
- Target: 収録対象の情報(対象の位置情報や対象の種類など)
- Recorder: 収録機器の情報(機器の位置情報や種類など)
- MediaObject: 生成されるメディアの情報(メディアの種類など)

*6 <http://linkedopendata.jp/?p=411>

ためのプロパティである"has"や、記録機器であるRecorderを示すためのプロパティ"recording"などが用意されている。対象の位置情報の座標系を定義するためのクラス"SDM Geometry"も定義している。また、イベントが行われた施設の情報はschema.orgで定義されている語彙"contentLocation"によって示される。今回の実装では、他のクラスにおいてもschema.orgの語彙を用いている。以下に述べるクラスを用いて、SDMEventで表されるイベントにおいて収録された内容を記述することとなる。

Context: このクラスは、イベントの中で執り行われた1つのプログラムを表すクラスであり、複数のプログラムを含むイベントであれば1つのSDMEventに対して複数のContextが対応する。注意すべき点として、ContextはSDMEventの部分集合ではない。これらは別々の情報を格納するために用意されたクラスであり、共通のプロパティを持たない。

Contextクラスでは、演じられたプログラムの種類によってサブクラスを設けることを想定している。Contextクラスそのものには最低限のプロパティのみを用意し、固有のプロパティはサブクラスが持つようにすることで、拡張性を高めている。具体的には、どのようなプログラムであっても必ず存在する"name"や"program number"などを持っている。また、プログラムに参加した対象を表すTargetクラスやRecorderクラスを参照するためのプロパティも用意されている。

今回は慶應で収録した演奏のデータを記述することを考えているため、Songクラスをサブクラスとして設けている。Songクラスでは演奏された曲目のライターやキー、テンポなどを記述するためのプロパティを用意した。

Target: Contextクラスで表されるプログラム内で演奏した人やスタッフ、観客といった、収録対象のデータを記述するためのクラスであり、対象の名前や位置情報を記録するためのプロパティが用意されている。Contextクラスと同じく、Targetの種類

によってサブクラスを用意する。今回はMusician・Audience・Staffという3つのクラスを用意しているが、Contextと同様に記述するデータの種類によって自由に拡張することが可能である。Targetクラスが持つ最低限のプロパティは、対象の名称を表す"name"や、SDM Geometryで定義された座標系における位置情報を表す"local x", "local y", "local z"などである。

Recorder: Recorderクラスは収録機材の情報を示すクラスであり、収録するデータの内容ごとに3つのサブクラスを用意している。音声収録を目的とした機材を表す場合はAudioRecorderクラスを用い、動画収録を目的とした機材の場合はVideoRecorderクラスを、それ以外のセンサーデータ等を記録する場合はDataRecorderクラスを用いる。本論では以上の3つのサブクラスのみを用意したが、今後新しいデータ記録方式が登場した場合でも、Recorderクラスのサブクラスとして新しく定義することで、拡張が可能である。

また、マルチトラックレコーダーによって複数の機材を同時に使う場合を想定して、multiTrackクラスを定義している。これはRecorderクラスからmultiTrackInfoプロパティで参照することができ、Recorderクラスと同様にデータの内容によってAudioTrack, VideoTrack, DataTrackの3種類のサブクラスを持つ。

MediaObject: MediaObjectクラスは、Recorderが生成する記録物を示すクラスである。特定の対象の記録だけでなく、複数のRecorderの収録内容を処理して生成されるメディアを格納することもできる。

Recorderクラスが音声、映像、それ以外のデータの記録用のクラスをサブクラスに持つため、書き出されるMediaObjectクラスにも同様にそれぞれに対応したサブクラスが定義されている。音楽に関するMediaObjectはAudioMediaクラスに、映像に関するものはVideoMediaに、それ以外はDataMediaへ格納することを想定している。

MediaObjectクラスは収録データの格納場所のリンクを情報として持ち、このリンクを辿ることで収録データを取り出すことを想定している。

こうしてデザインを行なったオントロジーをファイルとして記述しweb上に置くことで、SDM Ontologyの語彙の定義を外部から参照することができる。参照した語彙を用いることで、SDMのデータをLODとして作成することが可能となる。語彙の定義ファイルの作成は、オントロジー構築支援ツールであるprotege⁸を用いて行う。

5.4 実装

本章では、SDMコンソーシアムが保有するデータをLODとして公開して利用するにあたって実装した内容と、その評価について述べる。アプローチは図17のような流れとなる。まず図17左のSDM Recordingにおいて分散収録機器により収録されたデータを、SDM Ontologyを用いてLODとして記述する。次に、作成したLODを図17中央に示すSPARQLサーバに格納し、外部から参照可能な状態にする。このデータはLODクラウドとリンクしており、図17右に示したユーザとアプリケーションから利用されることとなる。

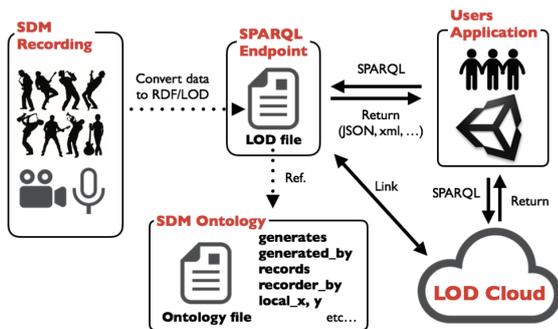


図17 Approach for LOD of SDM

実装の大まかな段階は

- 設計したSDM Ontologyを、オントロジー構築支援ツールを用いて実際に構築し、web上に公開する。
- SDM Ontologyで定義された語彙などを用いて、保有しているデータをRDF/LODの形式で記述する。

- 作成したSDMのLODを公開し、アプリケーションから利用する。

という順番になる。

SDM Ontologyの構築と公開

第5.3章で設計したSDM Ontologyを実際に構築するにあたり、オントロジー構築支援ツールであるprotegeを用いた(図18)。クラス間の関係、DataProperty, ObjectPropertyなどを定義して、最終的なオントロジーファイルをrdfやttlといった形式で書き出すことが出来る。

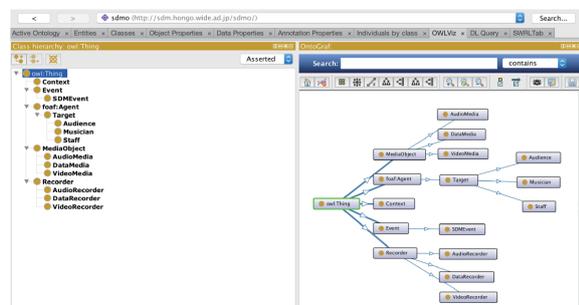


図18 protegeによるオントロジー構築

URIの設計として、オントロジーのURIをhttp://sdm.hongo.wide.ad.jp/sdmo/と定めた。オントロジーで定義されている語彙、例えばAudioMediaなどを参照する場合、そのURIはhttp://sdm.hongo.wide.ad.jp/sdmo/AudioMediaとなる。

sdm.hongo.wide.ad.jpで動作しているwebサーバの設定により、オントロジーで定義されている語彙を参照すると自動的にオントロジーファイルへリダイレクトされる仕様となっている。

データのLOD化

SDMコンソーシアムが保有するデータをLOD化するにあたって、RDFグラフを簡潔かつ自然な形式で記述できる言語であるTurtle⁹を用いた。Turtleファイルの中でSDM Ontologyを参照し、そこで定義された語彙を用いること

*8 <https://protege.stanford.edu/>

*9 <https://www.w3.org/TR/turtle/>

で,SDMのデータをLODの形式で記述することが出来る.

実際にSDM Ontologyを用いて,慶應で収録したコンサートのデータを記述した. データ構造の一部を図19に示す. 図が複雑になることを避けるために一部プロパティを省略しているが, OntologyレイヤーではSDMEventからTargetやRecorderを参照するためのプロパティも存在し, MediaObjectはContextやTargetからも参照可能である. またトラックに関するクラスも省略している.

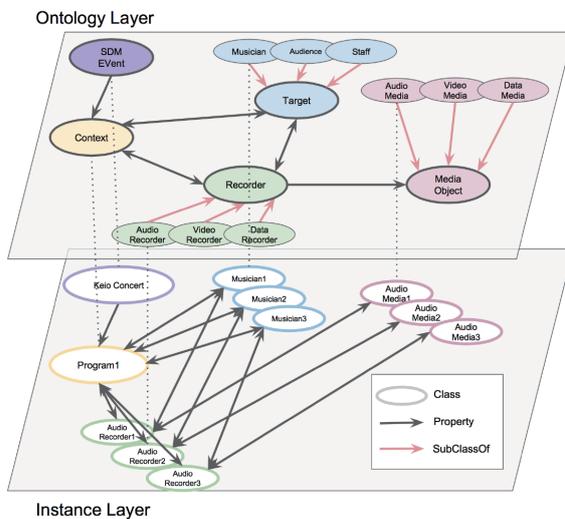


図19 Ontology layer and Instance layer

慶應で行われたコンサートで収録されたプログラムは「慶應義塾大学コレギウム・ムジクム古楽オーケストラ演奏会-ドイツ管弦楽組曲の響き-」の1つのみであったため, 1つのSDMEventに1つのProgramが繋がっている. そのProgramに対して, 参加したMusicianやAudioRecorderが複数対応し, またそこから生成されたAudioMediaも同じく複数存在している. ここで, Programから参照されているMusicianやAudioRecorderは, その親クラスであるTargetクラスやRecorderクラスのインスタンスではなく, そのサブクラスのインスタンスであることに注意する. SDM Ontologyで定義された概念であるTargetとRecorderのクラスは最低限のプロパティしか持っておらず, そのサブクラスが固有のプロパ

ティを持つようにすることで, 拡張性を高めている. そのため, TargetクラスやRecorderクラスはインスタンスとしての実体を持たず, サブクラスが実体を持つこととなる. 本研究で扱うデータがコンサートのデータであるため, 今回はMusicianクラスやAudioRecorderクラスのインスタンスを生成しているが, 他のパフォーマンスをSDM Ontologyで記述する場合は, そのパフォーマンスの内容に適したサブクラスを新たに定義してそのインスタンスを生成することとなる.

LODの公開

SDM Ontologyを用いてデータをLODとして記述したのちに, それを外部アプリケーションから参照できるように公開する. 公開方法としては, LOD用の問い合わせ言語であるSPARQLを投げられるSPARQL Endpointというものを構築し, そこにLODをアップロードすることで, 外部から問い合わせが可能となる. SPARQL Endpointには, fuseki¹⁰, Virtuoso¹¹, AllegroGraph¹², StarDog¹³といった様々な種類があるが, RDF表記形式のサポート数やデータ構造の可視化機能などの観点から比較検討した結果, 今回はGraphDB¹⁴を用いた.

こうして公開されたSDMのLODにSPARQL Endpointを通じてクエリを投げることで, 必要に応じたデータを取得することが出来る.

表2 サーバマシンスペック

OS	Ubuntu 16.04
CPU	Intel(R) Xeon(R) CPU X5650 @ 2.67GHz
Memory	4044788 kB
GraphDB Version	graphdb-free-8.3.0

User applicationからの利用

本研究では, SDM360²の内部処理においてGraphDBへSPARQLクエリを投げて演奏者の位置情報を取得し

*10 http://jena.apache.org/documentation/serving_data/index.html
 *11 <https://virtuoso.openlinksw.com>
 *12 <http://franz.com/agraph/allegrograph/>
 *13 <http://stardog.com/>
 *14 <https://ontotext.com/products/graphdb/>

た。SDM360²の設計は図20の通りであり、図の「視聴オブジェクトデータベース」がGraphDBにあたり、「視聴オブジェクトの配置・状態管理」の処理においてクエリを投げている。GraphDBが提供するSPARQL EndpointのREST APIに対し、HTTP GETのクエリパラメータとしてSPARQLクエリを投げることで、HTTPヘッダのContent-Typeに指定した形式で結果を取得することができる。SDM360²はUnityで実装されているため、UnityWebRequestを用いてhttp通信を行なった。

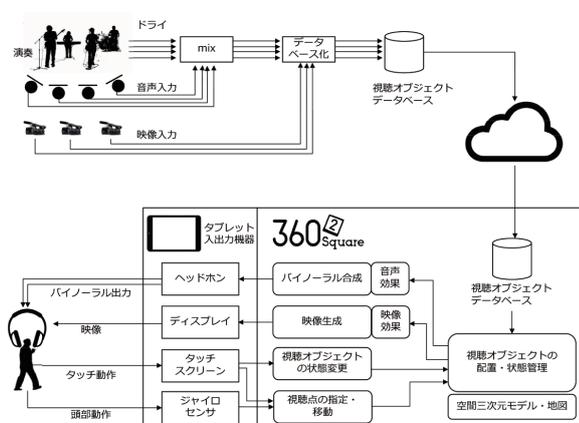


図20 SDM360²の設計[8]

5.5 評価

5.5.1 評価方針

本研究は、SDMコンソーシアムが所有するデータをLOD化するためのオントロジーの考案と実装であるため、定量的評価が難しい。既存のデータをそれまでとは別のデータ構造で公開する研究であれば既存の構造との比較が可能であるが、SDMのデータは既に構造化されたものではないため、比較することは出来ない。

そこで評価方針として、まず今回公開したSDMのLODに関して、想定される利用シナリオを挙げる。その後、それらの目的を満たすデータの取得が可能であることをそれぞれ示すことで、データの利用可能性を示す。

5.5.2 シナリオごとの評価

Musicianの楽器や位置の情報を取得する

収録したイベントを仮想空間内において再現する場合、オブジェクトを配置するために位置情報が必要となる。SDM360²で配置されている演奏者のオブジェクトの位置

情報は、記録をもとに手動で入力されていた。しかしこの方法では入力間違いといった人的ミスは勿論、値が更新された場合の同期がされず更新に手間がかかるといった問題がある。

SDMのLODに対して以下のSPARQLクエリを投げることで、各演奏者の楽器や位置情報を取得することが出来る。クエリ内では、慶應でのSDMの収録に参加したMusicianのパート名、パート番号、位置情報を取得している。

```

1 prefix s: <http://schema.org/>
2 prefix sdm: <http://sdm.hongo.wide.ad.jp/resource/>
3 prefix sdmo: <http://sdm.hongo.wide.ad.jp/sdmo/>
4
5 select ?part ?part_num ?x ?y ?z
6 where{
7   ?event a sdmo:SDMEvent ;
8     s:name "慶應義塾大学コレgium・ムジクム古
9     楽オーケストラ演奏会ドイツ管弦楽組曲の響き--"@ja ;
10    s:performer ?s .
11   ?s a sdmo:Musician ;
12     sdm:part_name ?part ;
13     sdm:part_number ?part_num;
14     sdm:local_x ?x ;
15     sdm:local_y ?y ;
16     sdm:local_z ?z .
17 }

```

アプリケーション内の処理でこのクエリを投げるによりデータの同期も行われ、手動でオブジェクトを配置する手間も削減される。

マイナスイコンテンツで利用する

SDMコンソーシアムが想定しているデータ利用方法の一つに、オーケストラのリハーサルや個人・パートごとの練習に役立てるといふものがある。具体的には、ユーザが担当するパートの音声をコンテンツの中で強調したり、逆にそのパートの音声を抑えたりするといったものである。後者は一般にマイナスイコンテンツと呼ばれるコンテンツであり、音楽の練習に有用とされている。マイナスイコンテンツでSDMのデータを利用するパターンとして、特定のパートを除いた音源とその他の情報を引いてくる場合を考える。以下のSPARQLクエリでは、ViolinとViolaのパートを除いた音源と、その音源の元になったMusicianに関する情報の一覧を取得している。

また、今回LODに記述したデータはすでに加工済みのものであり、音源の頭合わせが終了している。そのため取得した音源を適切に配置するだけでアプリケーションを作成することが可能であるが、今後格納される素材デー

```

1 prefix s: <http://schema.org/>
2 prefix sdm: <http://sdm.hongo.wide.ad.jp/resource/>
3 prefix sdmo: <http://sdm.hongo.wide.ad.jp/sdmo/>
4
5 select ?source ?p ?o
6 where{
7   ?target a sdm:Musician;
8     sdm:instrument ?inst ;
9     ?p ?o.
10  ?media a sdm:AudioMedia ;
11    sdm:records ?target ;
12    s:contentUrl ?source .
13  filter(?inst not in ("Violin", "Viola")) .
14 }

```

々の多くは頭合わせが行われていないものであると想定される。その場合、MediaObjectのstartAtプロパティを同時に取得し、アプリケーション内でその値に基づいて調整を行うことで同期が可能となる。

イベントに関係するデータを外部から引いてくる

RDF・LODの最大の特徴として、リソースが全てURIで表されているため、どのLODもweb上の他のLODと相互に参照し合うことができる。そのリンクを辿ることで、外部のLODからデータを取得することも可能である。

今回作成したLODでは、イベントで演奏された曲の作曲者として、Wikidata¹⁵のリソースを参照している。WikidataはWikipediaで提供されているデータを構造化して公開しているプロジェクトであり、外部のLODからURIを参照することができる。またSPARQL Endpointも公開されているため、SDMのSPARQL Endpointを通じてアクセスすることも可能である。

指定したイベントで演奏された曲の作曲者一覧とその作

```

1 prefix s: <http://schema.org/>
2 prefix sdm: <http://sdm.hongo.wide.ad.jp/resource/>
3 prefix sdmo: <http://sdm.hongo.wide.ad.jp/sdmo/>
4
5 select ?song_writer ?p ?o
6 where{
7   ?event s:name "慶應義塾大学コレギウム・ムジクム古楽
8   オーケストラ演奏会ドイツ管弦楽組曲の響き--"@ja ;
9   sdm:has ?context.
10  ?context a sdm:Song ;
11    sdm:song_writer ?song_writer.
12  service <https://query.wikidata.org/bigdata/
13  namespace/wdq/sparql>
14  {
15    ?song_writer ?p ?o.
16  }
17 }

```

*15 <https://www.wikidata.org/>

曲者の情報を取得するSPARQLクエリは以下の通りである。作曲者についての解説のデータはSDMが公開しているLOD自体には含まれておらず、LODの内部で参照しているWikidataへとリンクを辿ることにより取得可能となっている。

慶應で行われたコンサートでは、バロック音楽という一般的には馴染みの薄い曲目を扱っている。このイベントをアプリケーションとして実装する場合、演奏されている曲目や特徴的な楽器に関する解説を参照することで、より興味深いコンテンツを作成することが出来ると考えられる。

複数地点の収録内容を統合する

SDMが前提としている分散収録環境は、分散させた機器で一つのイベントを収録することだけを意味するものではない。複数地点の収録内容を同期し統合することで、一つの新しいコンテンツを作り出すことも想定している。

異なるイベントで演奏された同じ曲目について、各イベントで収録された全てのMediaObjectのファイル一覧と、収録したTargetの楽器情報を取得するクエリは以下のようになる。

```

1 prefix s: <http://schema.org/>
2 prefix sdm: <http://sdm.hongo.wide.ad.jp/resource/>
3 prefix sdmo: <http://sdm.hongo.wide.ad.jp/sdmo/>
4
5 select ?event_name ?file ?instrument
6 where{
7   ?event a sdm:SDMEvent ;
8     s:name ?event_name ;
9     sdm:has ?song.
10  ?song a sdm:Song ;
11    s:name "Le_Journal_du_printemps_No.4" ;
12    sdm:recorded_by ?media.
13  ?media s:contentUrl ?file ;
14    sdm:records ?target.
15  ?target a sdm:Musician ;
16    sdm:instrument ?instrument.
17 }

```

ファイルの演奏速度を合わせるタイムストレッチ処理を行う場合、処理に必要なプロパティをSongクラスから取得することとなる。今後そのようなシステムを構築していく中で、現在オントロジーで定義されていないデータが必要であれば、新しく定義を追加していく。これにより、分散環境で別々に録音した素材を持ち寄って一つの

曲にまとめるといったコンテンツ制作システムが実現できると考えられる。

以上のように、SDM Ontologyを用いてLOD化したデータは、様々な用途に合わせて適切なデータを提供することが可能である。しかし先にも述べたように、SDM Ontologyそのものが有用か、適切に設計されているかといった評価は、今後SDM Ontologyを用いて記述されるデータがどれだけ現れるか、記述されたデータがどれだけ利用されるかによると考えられるため、現段階で評価することは難しい。今後SDM OntologyとSDMのLODが利用される中で、データを記述する側にとっても利用する側にとっても望ましい形式へ修正を続けていく必要がある。

5.6 まとめ

5.6.1 結論

本論ではまず、SDMコンソーシアムが保有するデータをLODとして公開するためのオントロジーであるSDM Ontologyをデザインし、構築した。次にSDMの活動の目的と、実際に行なっている活動について述べた。データの記録作業について、慶應で行なった収録の説明を行ったのちに、そこで得たデータの説明を述べた。つづいて、そのデータを用いたアプリケーションとしてSDM360²を紹介し、データを格納・公開して外部から利用してもらうためのデータベースの要求事項を整理し、実装としてRDF/LODを用いることを説明した。さらに、実際にSDMのデータを表現する枠組みとして、記録対象の空間をSDMEvent, Context, Target, Recorder, MediaObjectの5要素に分割して考え、それぞれを表現する為のクラスとプロパティについて議論し、SDM Ontologyの構築を行なった。SDM Ontologyの構築により、SDMが保有するデータをLODとして公開することが可能になるため、これを用いて実際にデータの作成を行なった。作成したデータはSPARQL Endpointで公開され、アプリケーションから利用できる。また、SDM Ontologyを用いて記述したLODについて、データの利用方法のシナリオを複数想定し、それらのニーズを満たすことを確認した。一般的なデータベースと同様にアプリケーションの処理を一部自動化出来るのは勿論、SDMのLODに含まれていないデータについてもリンクを辿ることで取得が出来るというLOD特

有のデータ利用も可能であった。

5.6.2 今後の展開

今後の展開として、以下のようなものが考えられる。

- SDM Ontologyの検証・修正
- SDM360²以外のアプリケーションからの利用
- 他のLODとのリンク方法の修正
- SDMのデータの利用を促進するサービスの整備

まずSDM Ontologyの今後の検証と修正について述べる。SDMは記録対象として、コンサートに限らずライブであったりそれ以外のパフォーマンスであったりと多様なものを想定している。SDM Ontologyではそれらを包括的に管理できるよう、コンサートに特化しない汎用的なクラスで構成されている。しかし汎用的になりすぎた結果、データを正確に記述できない場合、オントロジーの構造を見直す必要がある。本研究ではSDMの収録をSDMEvent, Context, Target, Recorder, MediaObjectの5要素に分解することを前提としてオントロジーの構築を行なったが、今後の議論の中で他の分解方法が考案される可能性もある。また、現在SDM OntologyではSDM Geomertyで定義された座標系におけるTarget, Recorderの固定の位置情報をプロパティとして持っている。しかし将来的には、収録対象や収録機器が移動しても対応できるように拡張したい。

データの記述における問題以外に、データの利用における問題も考えられる。本論では、SDMコンソーシアムが開発したSDM360²内の処理でSDMのLODを利用した。しかし今後SDMのデータを利用したアプリケーションが作られ、そのアプリケーションが求めるデータを取得することが容易でない場合も、SDM Ontologyの構造を修正する必要がある。

オントロジーの修正以外に、SDM Ontologyを用いて記述するデータのどの要素を外部のLODと繋げるかという問題も存在する。本論ではコンサートで演奏した曲目の作曲者で外部LODを参照したが、データの利用意図次第で他のリンクも必要となる場合がある。例えば録音機材に関する情報をより詳しく取得したいといった場合、機

材の詳細が記述されている外部のLODが参照されていれば、容易にアクセスすることが出来る。このようなリンクは、今後LODが利用されていく中で必要に応じて追加されるべきである。

また、現在はLODをSPARQL Endpointを通じて公開しているだけだが、Semantic Webが今後普及する中で、SPARQLクエリを自動生成するサービスなども登場することが考えられる。SDM Ontologyを改善してデータの記述を容易にしていけるだけでなく、そのようなサービスを通じてデータの利用も促進することで、SDMのデータの利用可能性を広げていくことが可能となるだろう。

第6章 SDMシンポジウム2017の開催

映像と音声のオブジェクト化が融合することで、従来の配布型コンテンツビジネスを超えた、新しい次元のインタラクティブなオリンピック・パラリンピックの視聴形態などこれまでにないビジネス領域や、これまでにないデジタルメディアを用いた表現方法などを開拓・開花させることが期待されている。2017年07月20日に東京大学で開催されたSDMワークショップでは、以下の関連トピックスに関して、意見交換を行った。

- ・オブジェクト視聴メディアとソフトウェア制御
- ・オリンピックに向けた研究開発
- ・インタラクティブメディアとゲーム
- ・新しいメディアデバイス
- ・シネマ・劇場におけるメディア設備とコンテンツ
- ・視聴メディアに関する標準化活動
- ・3Dユーザーインターフェイス
- ・放送に関する研究開発
- ・機械学習を利用した時空間情報の解釈と視聴者行動の検知
- ・大容量メディアの分散処理とEdge Heavy Computing
- ・大容量メディアのためのネットワークとContent Delivery Network

また、パネル討論のパネリストとして以下の10名が登壇した。

- ・大沢幸弘(ドルビージャパン株式会社 日本法人代表取締役社長)
- ・柳原広昌(KDDI総合研究所メディアICT部門)
- ・小澤英昭(NTTメディアインテリジェンス研究所・所長)
- ・黒田晴彦(デル株式会社 最高技術責任者(CTO))
- ・水野拓宏(株式会社アルファコード代表取締役社長 CEO兼CTO)
- ・横田聡一郎(リコー ICT研究所 フォトニクス研究センター エグゼクティブスペシャリスト)
- ・堤康一郎(株式会社バンダイナムコスタジオ技術本部 技術企画部)
- ・塚田学(東京大学情報理工学系研究科特任助教)
- ・白木原太(ヤマハ株式会社研究開発統括部第1研究開発部空間音響グループ)
- ・川口貴志(CRI・ミドルウェア ゲーム事業推進部 オーディオリード)

シンポジウムの閉会式では、以下の2名が総括コメントを行った。

- ・三浦文夫(関西大学社会学部メディア専攻教授)
- ・小金澤剛康(イオンエンターテイメント株式会社 コンテツ・プロモーション担当取締役)

また、SDMシンポジウム2017の詳細として、ウェブサイト情報を付録Aに添付した。

第7章 まとめ

本報告書では、2014年より開始したSDMコンソーシアムを進めて来た、視聴空間サービスのソフトウェア制御による研究で、2017年度に行なった活動について報告した。2016年にSDMにて行なったクラシックコンサートの収録に引き続き、2017年にはジャズコンサート、2018年にはポップミュージックの収録を行なった。これらの収録データを利用したアプリケーションとして、2017年はSDM360²を製作し、2018年はLiVRaitonを作成した。今年度は、SDM360²の主観評価実験を95人の被験者に協力してもらい行なった。また、LiVRaitonは

Billboard Hackathong 2017で最優秀賞を受賞し、様々なメディアで報道された。さらに、三次元映像音声メディアの素材データの管理のために策定・開発したSDM Ontologyについて報告した。

SDMコンソーシアムでは、ソフトウェア処理による視聴空間の制御、映像音声を制御するネットワーク機器、インタラクティブ・ユーザインターフェイス、SDMプラットフォームを利用したコンテンツ作成など、共同研究活動に参加するパートナーを募集しています。ご協力をよろしくお願いいたします。

SOFTWARE DEFINED MEDIA

シンポジウム2017

2017.07.20 (木) | 東京大学 I-REF棟6F



SDMシンポジウム2017

2020年の東京オリンピック・パラリンピックの開催に向けて、世界からの訪問者への高度なおもてなしを目指した社会インフラのスマート化が急がれている。中でも、オリンピックの理念である「スポーツを通して心身を向上させ、さらには文化・国籍など様々な差異を超え、友情、連帯感、フェアプレーの精神をもって理解し合うことで、平和でよりよい世界の実現に貢献する」という目標を支援するため、地球規模での一体感を生み出すような視聴メディアに関する研究開発の重要性が高まっている。そのためには、グローバルなインターネットを前提とした映像・音響の視聴空間と視聴メディアの設計が必要である。

近年は、多くのスマートフォンに標準的に内蔵される収録機器を常時持ち歩くことが増え、収録された映像音声の情報はインターネット上で瞬時に伝達・共有・加工される状況が出来上がった。さらには、収録対象から映像素子に入力されたビットマップ情報と、ステレオマイクに入力された2チャンネルの音声情報としてそのまま伝送し、受信側でそのまま再生するだけでなく、空間に存在する収録対象を3次元モデルとして解釈し複数の視聴オブジェクトに分解して伝送し、受信側ではこれらのオブジェクトを用いて空間を再合成するオブジェクト志向の方式が注目を集めている。これにより、ヘッドマウントディスプレイ (HMD)、3Dテレビ、立体音響装置などの受信側のシステムの構成に合わせた柔軟な3次元表現が可能となるだけでなく、他のコンテンツの視聴オブジェクトを別途受信し組み合わせることで、今までにない表現が可能になる。

例えば、音響においては、Dolby AtmosやDTS:Xなどの映画館やホームシアター、さらには個人向けモバイル機器を対象に、音のオブジェクトから3次元の音場を生成する立体音響システムが登場している。また、映像においては、複数の地点・角度から撮影された映像・動画から、撮影した空間に存在する3次元オブジェクトの抽出が可能であり、抽出した3次元オブジェクト情報を用いて、任意の視点(自由視点)からの映像の作成・再構築が可能となりつつある。

こうしたの流れに目を向けると、今後はインターネットで収録環境と再生環境を双方向で接続し、視聴オブジェクトを交換しながら、3次元表現を持つ情報空間をエッジヘビーコンピューティングまたはクラウドで計算処理することによって、映像音声を作り出されていくことになるであろう。映像と音声のオブジェクト化が融合することで、従来の配布型コンテンツビジネスを超えた、新しい次元のインタラクティブなオリンピック・パラリンピックの視聴形態などこれまでにないビジネス領域や、これまでにないデジタルメディアを用いた表現方法などを開拓・開花させることが期待される。

7月20日 (木) に開催するSDMシンポジウムでは、以下の関連トピックスに関して、意見交換を行う。

関連トピックス

- オブジェクト視聴メディアとソフトウェア制御
- オリンピックに向けた研究開発
- インタラクティブメディアとゲーム
- 新しいメディアデバイス
- シネマ・劇場におけるメディア設備とコンテンツ
- 視聴メディアに関する標準化活動
- 3Dユーザーインターフェイス
- 放送に関する研究開発
- 機械学習を利用した時空間情報の解釈と視聴者行動の検知
- 大容量メディアの分散処理とEdge Heavy Computing
- 大容量メディアのためのネットワークとContent Delivery Network

プログラム

シンポジウム		
	デモンストレーション展示の見学 (12:00 - 13:00)	
13:00 - 13:10	開会挨拶	江崎 浩
13:10 - 13:30	欲しい音だけ抽出するNTTのマイクアレイ技術	小澤英昭
13:30 - 13:50	自由視点 x VRへの取り組み	柳原広昌

13:50 - 14:10	Software Defined Media：視聴空間サービスのソフトウェア制御	 塚田 学
14:10 - 14:20	欧州人気Sportsで始まったDolby Live中継 (IPTV)	 大沢幸弘
	休憩・デモンストレーション展示の見学 (14:10 - 14:40)	
14:40 - 16:30 (110分)	パネル討論 (モデレータ：江崎・砂原)	 大沢  小澤  柳原  黒田  横田  水野  堤  白木原  川口  塚田
16:30 - 17:00	コメンテータのコメント・総括	 三浦  小金澤
17:00	閉会挨拶	

会場の様子

シンポジウム



(img/symposium1.jpg)



(img/symposium2.jpg)



(img/symposium3.jpg)

デモンストレーション展示



(img/demo1.jpg)



(img/demo2.jpg)



(img/demo3.jpg)

スピーカー・パネリスト



江崎 浩 (東京大学 情報理工学系研究科教授)

昭和38年生、昭和62年九州大学・工・電子修士課程了、同年(株)東芝入社、平成2年米国ニュージャージー州ベルコア社、平成6年コロンビア大学・客員研究員、平成10年東京大学大型計算機センター・助教授、平成13年同大学大学院・情報理工学系研究科・助教授、平成17年同大学大学院・同研究科・教授、現在に至る、博士(工学、東京大学)、MPLS-JAPAN代表、IPv6普及・高度化推進協議会専務理事、WIDEプロジェクト代表、JPNIC副理事長。

Home Page > (<http://hiroshi1.hongo.wide.ad.jp/esaki.html>)



柳原広昌(KDDI総合研究所 メディアICT部門)

1988年、名古屋大学工学部電子工学科卒。1990年、名古屋大学大学院修士課程修了。同年、KDD入社。1997年より主に映像符号化伝送、映像編集加工処理、マルチメディアDBシステムに関する研究開発および技術開発に従事。途中、PrimeCast、PreviewNavigator、SMIL Scenario Creator、QualityMeeting、MPEG Edit Studio Pro、MPEG Frame Finder、MPEG Archive Station、MP-Factoryなど数々のマルチメディア系ソフトウェア製品の開発に従事。



黒田 晴彦 (デル株式会社 最高技術責任者 (CTO))

2016年5月1日にデル株式会社 最高技術責任者に就任。デルおよびEMC日本法人が提供する技術及びエンド・ツー・エンドソリューションの展開を統括し、総合ITカンパニーとして日本市場におけるビジネス拡大の責務を担っています。黒田は、1980年に三井物産株式会社に入社。以後、36年間にわたり同社における要職を歴任してきました。欧州三井物産システム課General Manager (1998年)、経営改革推進部IT戦略企画室長 (2003年)を経て、2009年にIT推進部 副部長に就任しました。Chief IT Architectとして三井物産におけるシステム全体像のランドデザイン(IT-Landscape)設計と構築を担当し、同社のIT活用拡大に貢献しました。また、アマゾンウェブサービス社、SAP社、マイクロソフト社などが日米欧等各地で開催するITユーザーコミュニ



大沢幸弘 (ドルビージャパン株式会社 日本法人 代表取締役社長)

三井物産(株)にて情報産業ビジネス等に従事した後、2005年米国Macromedia日本法人代表取締役社長に就任。その後、米国DivX, Inc.アジア総代表から、複数回の(被)買収を通じ、米国Sonic Solutionsアジア総代表(兼)日本法人代表取締役社長、米国Rovi CorporationのSVP APAC等を経て、2014年3月ドルビージャパン株式会社 代表取締役社長に就任。東京生まれ 早稲田大学(高等学院及び理工学部)卒。東京大学EMP (Executive Management Program) 修了 同EMP倶楽部前会長。



小澤英昭(NTTメディアインテリジェンス研究所・所長)

日本電信電話株式会社メディアインテリジェンス研究所所長。平成3年NTT入社後、同社ヒューマンインタフェース研究所、サイバーソリューション研究所にて、マルチメディア処理技術の研究実用化および(株)ウォーカープラスにて地域情報等のマルチメディア情報提供に従事。平成16年よりNTTレゾナントにおいて、gooの新規事業開拓、検索サービス、ヘルスケア等のネットサービスの開発、サービス運営を経て現職。平成25年5月より、Android/iOS向け関連ソフトウェア開発を行う子会社NTTレゾナントテクノロジーの代表取締役社長を兼務。平成4年慶應義塾大学理工学研究科博士課程修了。博士(工学)。



水野拓宏 (株式会社アルファコード 代表取締役社長 CEO 兼 CTO)

1974年生まれ。芝浦工業大学システム工学部電子情報システム学科卒。株式会社ダウンゴで数々のゲームタイトルのネットワーク設計・システム設計を担当。同社でシステムアーキテクトとして数百万人規模のWebサービスのシステム設計を行う。2006年、独立行政法人情報処理推進機構 (IPA) により天才プログラマー/スーパークリエータに認定される。同年株式会社UEIへ入社、その後取締役副社長兼 CTOを歴任。2017年株式会社UEIより、子会社であった株式会社UEIソリューションズを「株式会社アルファコード」としてMBOし独立。代表取締役社長CEO兼CTOを現任。現在ではVRやスマートフォン向けの企画コンサルティングやサービス構築事業を柱に活動中。

個人活動：

タイマーのメンバーとして活躍しています。



横田 聡一郎 (リコーICT研究所 フォトニクス研究センター エグゼクティブスペシャリスト)

1998年4月1日に株式会社日立製作所入社。ETC車載器、DSRC車載器の通信系DSPなどの研究開発を行い実用製品化に従事しました。その後車載ステレオカメラの処理FPGAや認識アルゴリズムの研究開発に従事し、製品実用化に貢献しました。2009年4月1日に株式会社リコー入社。カメラを利用した3次元処理の研究開発に広く従事し、デジタルカメラの高速オートフォーカス、車載用3次元処理カメラ、FA用3次元カメラなどの製品化やドローン用の超広角3次元カメラの研究開発に貢献しました。近年は、リコーThetaを発売させた全天球画像処理における3次元処理の研究開発に従事しています。



塚田 学 (東京大学 情報理工学系研究科 特任助教)

1982年、京都生まれ。2005年慶應義塾大学環境情報学部卒業。2007年慶應義塾大学政策・メディア研究科修士取得。2007年よりフランス・パリ国立高等鉱業学校 (Mines ParisTech) ロボット工学センター博士課程在籍および、フランス国立情報学自動制御研究所 (INRIA) のIMARAチームにて研究員として勤務。2011年博士号取得。現在は、東京大学大学院 情報理工学系研究科の特任助教。2014年よりWIDEプロジェクトのボードメンバー。自動車の情報化など、次世代インターネットIPv6における移動体通信に取り組む。

Home Page > (<http://www.hongo.wide.ad.jp/~tsukada/index.ja.html>)



川口 真志 (CRI・ミドルウェア ゲーム事業推進部 オーディオリード)

ゲーム業界と音楽業界を半ばずつ経験してきた、エンジニア寄りのサウンドデザイナー、ディレクター。1998年よりゲーム会社、ネットベンチャー、音楽制作会社、フリーランスを経て2015年、CRIに入社。ゲームにおける音の演出ノウハウを活かし、主に音響デザインと触覚デザインの研究をしつつ、ミドルウェアのエヴァンジェリストとしてスマートフォンアプリ、VRコンテンツ、配信サービスなど体験の向上に努めている。

2005年度独立行政法人情報処理推進機構 (IPA) 未踏ソフトウェア創造事業にて「ネットワーク複製時代に適応した放送番組流通システム」を開発。2007年 情報大航海プロジェクトに参加。2017年 株式会社インプレスR&D発行「インターネット白書2017」にて「拡大するVR」を寄稿。

■株式会社アルファコードについて

株式会社アルファコードは、エンターテインメントにおける当社の技術や知見を、お客様全てに提供すべく邁進し、世界をより楽しくイノベーションするアプリケーションの創出に取り組んでおります。

株式会社アルファコード > (<https://www.alphacode.co.jp/>)



埴康 一郎 (株式会社バンダイナムコスタジオ 技術本部 技術企画部)

1998年株式会社ナムコ入社。バンダイナムコゲームス技術部門を経て、2012年よりバンダイナムコスタジオ所属。製品開発プロジェクト向け技術支援全般に従事すると共に、先端技術R&D、グループ各社と連携してのオープンイノベーションプロジェクトに取り組む。



白木 原太 (ヤマハ株式会社 研究開発統括部 第1 研究開発部 空間音響グループ)

2002年松下電器産業株式会社 (現パナソニック株式会社) 入社。オーディオ用システムLSIの開発に従事。その後、2006年にヤマハ株式会社入社。以来、空間音響処理の研究開発及び業務用音響機器の開発に従事。現在は主にVRや360°動画向けの立体音響の研究開発を行いつつ、ヤマハの立体音響技術「ViReal」のプロデューサーとして社外協業の推進を行っている。

総括コメンテーター



三浦文夫（関西大学社会学部メディア専攻教授）

1980年慶應義塾大学経済学部卒業、電通を経て2012年より現職。radikoを考案、実用化。オーディオプラットフォームと音楽産業の基盤整備を推進。radikoフェロー、アーティストコモンズ実証連絡会幹事、スペースシャワーネットワーク社外取締役、慶應義塾大学SFC研究所上席所員、関西大学音楽アーカイブ・ミュージアムプロジェクト代表、サイバー関西プロジェクト幹事、マルチスクリーン型放送研究会顧問、元民放連ラジオ再価値化研究グループ座長、民放連シェアラジオ推進部会特別委員、民放連ハイブリッド型ラジオ研究部会特別委員。著書「インターネット世界への扉」（1995年マガジンハウス）、「デジタルコンテンツ革命」（1996年日本経済新聞社）、「少女時代と日本の音楽生態系」（2012年日経プレミアシリーズ）。



小金澤 剛康（イオンエンターテイメント株式会社 コンテンツ・プロモーション担当取締役）

2000年にシネマコンプレックス運営会社である株式会社ワーナー・マイカル（現イオンエンターテイメント株式会社）に入社し、地方・新規劇場の映画館の支配人や本社マーケティング部、プロモーション本部などを担当する。2017年からコンテンツ・プロモーション担当取締役。映画番組編成、映画コンテンツ開発、営業企画部門などを担当する。

デモンストレーション展示



RICOH THETAを活用した3D空間復元技術

リコーの全天球カメラRICOH THETAを活用した3D空間復元技術の開発を行っている。今回は、復元した点群データの中を自由に動くことのできるVRアプリを作成した。物を挿んで配置を変えたり、物の寸法を測ったりすることができ、3Dデータであることの効果を実感していただきたい。



SDM 360²

クラシックコンサートとジャズセッションのイベントを収録し、インタラクティブに自由視聴点での三次元映像音声を再生するアプリケーション「SDM360²」を設計、実装し、評価を行なった。さらにビルボードジャパンが開催したLive Music HackasongにてSDM360Squareのデモンストレーション



SDM試作システム

SDMコンソーシアムでは東京大学 I-REF棟6階のヒロビーにて、SDMアーキテクチャに基づくSDM拠点の試作システムを構築している。過去2回開催したスマートライフハッカソンではAPIを公開し、参加者が試作システムの機能を利用した様々なアイデアを開発した。

Home Page < (<http://sdm.wide.ad.jp/events/ja.html#SmartLifeHackathon2015>)

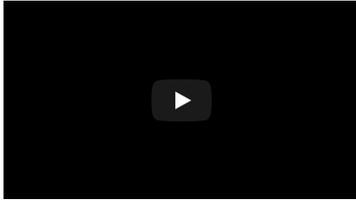


I-REF棟ヒロビー制御システム

ハッカソンのアイデアを元にAutodeskのStingrayというゲームエンジンを用いて実装したI-REF棟の設備制御システム。会議スケジュールと連動して、ヒロビーの照明などが自動的に変化します。

を行い、審査員と一般の来場者の投票により、優秀賞を受賞した。

[Home Page > \(http://sdm.wide.ad.jp/events.html#billboard-hackasong\)](http://sdm.wide.ad.jp/events.html#billboard-hackasong)



VR Rider DIRECT

スマホで撮影した360度VR映像を簡単に配信できるプラットフォーム。今まで専門的な知識が必要だったVRコンテンツ制作を、より身近に、誰でも日常的に作成・配信できるようにする事を主眼に置いた、CMS(コンテンツマネージメントシステム)。再生アプリでは、VRコンテンツ内にURLリンクを配置する事ができ、VRコンテンツからwebサイトへの誘導を実現。既存webコンテンツとの連携によるVRの普及に期待。VR内への匂いの配置にも対応。

[Home Page > |](#)



ViReal Mic & Headphone

立体音響を手軽に収録できる64chワンポイントマイクロフォン『ViReal Mic』を使用して全天周の音を収録。さらに『ViReal Headphone』の技術でヘッドフォンで手軽に体験できるVRコンテンツを制作しました。大井川鐵道で今も現役のSLが走る様子を、360°動画とヘッドフォン立体音響でお楽しみください。

過去のシンポジウム

2016/07/29



[シンポジウム2016のページ \(http://sdm.wide.ad.jp/workshop/2016/\)](http://sdm.wide.ad.jp/workshop/2016/)

2016年7月29日に東京大学 I-REF棟 6Fにて開催されたSDMシンポジウム2016では、産学から5名のゲストスピーカーを招き活発な意見交換をしました。また最新技術のデモンストレーション展示も行われました。



(../workshop/2016/img/workshop2016-1.jpg)



(../workshop/2016/img/workshop2016-2.jpg)



(../workshop/2016/img/workshop2016-3.jpg)

参加登録



(受付終了：ご来場ありがとうございました)

シンポジウム参加受付
(2017.07.20) (<https://sdm.connpass.com/event/60842/>)



SDMコンソーシアムについて



2014年1月から、オブジェクト志向のデジタルメディアと、ネイティブ・デジタルなインターネット環境が前提の映像・音響空間を用いたビジネス創造を目指し、東京大学、慶應義塾大学、ヤマハ株式会社、KDDI研究所、パナソニック、日本ドルビー、NTT研究所などのメンバーが集まり、Software Defined Media (SDM) ワーキンググループ(WG)を設立し、コンソーシアムとして活動しております。

[SDMのウェブサイトへ \(http://sdm.wide.ad.jp/indexja.html\)](http://sdm.wide.ad.jp/indexja.html)

A SDM シンポジウム 2017の詳細 アクセス

Address 〒113-8657 東京都文京区弥生1-1-1 東京大学 I-REF棟6F

メール sdm-wg-request@wide.ad.jp (mailto:sdm-wg-request@wide.ad.jp)



(<http://www.ci.i.u-tokyo.ac.jp/site/?access-j>)



(<https://maps.google.com/maps?ll=35.715859,139.76672&z=15&t=m>)

Copyright © Software Defined Media Consortium 2017