

コンシューマ・システム論文

# ソーシャルアノテーション可能な 多種家電連携エンタテインメントシステム

杉村 博<sup>1,a)</sup> 宮澤 重明<sup>1,b)</sup> 数野 翔太<sup>1,c)</sup> 村上 隆史<sup>1,d)</sup> 大和田 茂<sup>2,e)</sup> 一色 正男<sup>1,f)</sup>

受付日 2016年9月30日, 採録日 2017年2月27日

**概要:** HEMS や ZEH といった低炭素社会の実現に向けて, 広域的な観点で一般住宅のスマートハウス化が重要であるが, 一般消費者にとってはスマートハウスの機能が 10%程度の消費電力削減だけであれば, その導入に関する魅力は少ない. 本研究では, スマートハウスの魅力向上のために, 情報家電のエンタテインメントへの利用を検討する. 動画の視聴者の周囲に設置されている家電と連携し, シーンに合わせて照明やエアコンを動作させて臨場感を向上させるためのソーシャルアノテーション可能な多種家電連携エンタテインメントシステムを提案する. 本論文では, (1) 動画のタイムラインに家電の制御情報の付与と共有を行うサービス, (2) 動画の家電制御命令を基にしてネットワーク家電を制御するシステム, (3) 制御情報を付与した人と実際に家電を再生する人との環境の差を調停する手段について開発した. 実際の実装手段とその結果について説明する.

**キーワード:** 機器連携, ビデオアノテーション, スマートハウス, ECHONET Lite

## Social Annotatable Entertainment System for Collaborating with Various Home Appliances

HIROSHI SUGIMURA<sup>1,a)</sup> SHIGEAKI MIYAZAWA<sup>1,b)</sup> SHOTA KAZUNO<sup>1,c)</sup>  
TAKASHI MURAKAMI<sup>1,d)</sup> SHIGERU OWADA<sup>2,e)</sup> MASAO ISSHIKI<sup>1,f)</sup>

Received: September 30, 2016, Accepted: February 27, 2017

**Abstract:** In order to realize the low-carbon society, it is important to introduce smart house technology to general residence. For general consumers, if smart house technologies have only a merit of reducing power consumption, reasons of the introduction are too weak. This paper considers a system to utilize network-connected home appliances for entertainment system. For improving presence, we propose social annotatable entertainment system which harmonizes a scene in a video and several apparatuses such as lighting, air-conditioner, etc. We thus develop three techniques; (1) a service to annotate commands of controlling apparatus into timeline in a video data, (2) a system to control apparatus based on the annotations, (3) a method to manage different environments among annotators and viewers.

**Keywords:** device collaboration, video annotations, smart house, ECHONET Lite

<sup>1</sup> 神奈川工科大学  
Kanagawa Institute of Technology, Atsugi, Kanagawa 243-0292, Japan

<sup>2</sup> ソニーコンピュータサイエンス研究所  
Sony Computer Science Laboratories, Inc., Shinagawa, Tokyo 141-0022, Japan

a) sugimura@he.kanagawa-it.ac.jp

b) miyazawa.shige@gmail.com

c) kazunoshota.1205@gmail.com

d) murakami.takashi@jp.panasonic.com

e) sgrowd@gmail.com

f) masao@he.kanagawa-it.ac.jp

### 1. はじめに

消費電力削減を目的としてスマートメータや HEMS, ZEH といったスマートハウスの普及が重要視されている. 経済産業省が日本における HEMS プロトコルとして ECHONET Lite [1] を推奨するなど, 技術面での基盤が固まりつつある一方で, 実際の消費者には情報家電の普及は進んでいない. 一般消費者の購買意欲向上が課題となっており, ネットワーク家電を導入することで得られる多彩な

アプリケーションやサービスの開発が急がれる。ネットワーク家電の主要なサービスは電力見える化 [2] と、宅外からの遠隔制御 [3] であり、エンタテインメントに関するサービスの開発が重要である。そこで本研究ではスマートハウスのエンタテインメント性向上を目的として、新築・既築問わずに容易に導入可能なシステムとサービスの開発を行う。

動画と家電の連携において、ゲームや音楽に合わせて色を変化させる間接照明が開発されている [4]。このライトは USB でパソコンに接続し、専用のアプリケーションによって制御される。このため一般的な動画や動画サイトでは動作せず、照明以外の家電には対応しておらず、設置位置の自由度もない。そこで、利用の汎用性を高めるためにサラウンド照明システムとして開発した [5]。このシステムは動画に家電制御命令が付与されているものと考えて、汎用の Web ブラウザで再生する動画と ECHONET Lite 機能を持った照明との連携を実現できた [6]。また、一般消費者が自宅を自分自身でカスタマイズできるプラットフォームについても開発してきた [7]。この仕組みを用いて、照明だけでなくエアコンや空気清浄機なども指定可能になるよう拡張し、多種機器連携動画システムの開発を行っている。しかしながら、実際の動画配信サービスの運用と家庭での実装を検討したとき下記 3 点の問題が発生した。

- 動画への家電制御命令の付与方法の検討と付与作業コストの問題がある。
- 家庭での実装において、動画を再生する Web ブラウザが一般家庭での DHCP 環境で ECHONET Lite コントローラを発見する必要がある。
- アノテーション作成者とユーザ間で制御命令の意図を伝えるために、家電設置環境に対して共通認識を持たせる必要がある。

動画への家電制御命令の付与を動画配信側ですべて提供する場合には付与作業コストの問題は大きい。そこで動画への家電制御命令はユーザ参加型のコンテンツにすることで、付与作業コストを分散することを考えた。本論文では、家電制御命令をソーシャルアノテーションサービスの開発と、実際に一般家庭において容易に実装するために Web ブラウザから自動的に家電制御コントローラを発見する手法、家電設置環境を統一する手法を開発した。

## 2. ソーシャルアノテーション可能な動画配信サービス

アノテーションとは、あるデータに関係する情報をタグとして付与することである。さらに、SNS 的な手法を利用してユーザの有志がアノテーションできる場を作り、タグを共有するサービスをソーシャルアノテーションと呼び、動画へのソーシャルアノテーションを利用するサービスや研究はすでにある。実際のサービスとして、YouTube [8] では動画上に表示させることができるクリック可能なテキ

ストやエリアをアノテーションでき、動画提供者が動画の補足を行うことが可能で、動画の目次追加、動画の評価、別サイトの説明への誘導といった目的で利用される。ニコニコ動画 [9] は動画のタイムラインに対して不特定多数のユーザがコメントをアノテーションし、そのコメントを共有するサービスである。視聴者の意見や、視聴者間で雰囲気共有できるといった、動画コンテンツだけではできなかったエンタテインメント性を獲得している。

研究においては、文献 [10], [11], [12], [13] などがあり、動画のタイムラインにアノテーションし、テキストでシーンを検索する目的や、動画の要約をする目的に利用されている。動画アノテーションの種類として、文献 [14] で整理されているように、自由にテキストを記述する方法、動画内に出現するテキストを利用する方法、機械学習やルールを利用して自動的にアノテーションする方法、オントロジーを利用する方法がある。文献 [15] は動画の人物にアノテーションを付与して個人やグループの動きをタイムライン上にメモをとれるシステムである ViTBAT を開発している。文献 [16] は機械学習を利用して動画の人間行動を注釈し、時区間の切り出しをするアプリケーションの開発を行っている。時系列データにアノテーションする研究も行われており、文献 [17] では株価や売り上げの時系列データに対して Google Trends を用いてアノテーションし、同時期の流行アイテムを検索するシステムを提案している。

アノテーションシステムは文献 [18] にもあるように Web 技術によって各種端末に対応することができる。さらに、提案されている Timeline View は複数チャンネルのタイムラインへの色表示が可能で、アノテーションの概要が一目で分かるように工夫されている。本研究はこの枠組みと類似の考え方を用いて、アノテーションされた動画コンテンツの再生によってシーンに応じた家電制御を行い、さらなる臨場感を得ることを目的としている。図 1 に示すように、視聴者を取り囲む情報家電や IoT デバイスを連携させて臨場感のある動画を鑑賞できるリビングの開発を目指す。4D 映画と呼ばれる体感型の映画上映システムが新たなエンタテインメントとして登場している。これは従来の映像内の視覚、音声としての聴覚だけでなく、シートが稼働したり風や水、匂い、煙などを駆使して観客の五感を刺激するシステムで、新たなエンタテインメントとして注目されている。このように動画に対して多種機器が連携することで視聴者の五感を刺激するシステムをスマートハウスの利用によって実現することを検討する。

本論文では実装として照明を利用しているが、すでに ECHONET Lite で制御可能なエアコンや空気清浄機などは販売されており、提案するスマートリビングの制御範囲である。たとえば 5.1ch スピーカシステムのように視聴者を取り巻く形で照明を設置することで、映像に合わせて動的に照明環境を変化させることができる。具体的には 1

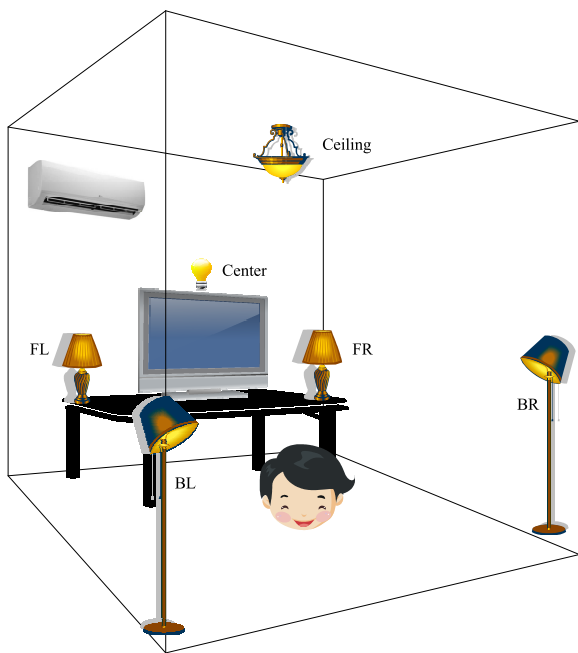


図 1 サラウンド照明システム

Fig. 1 Surrounding lighting system.

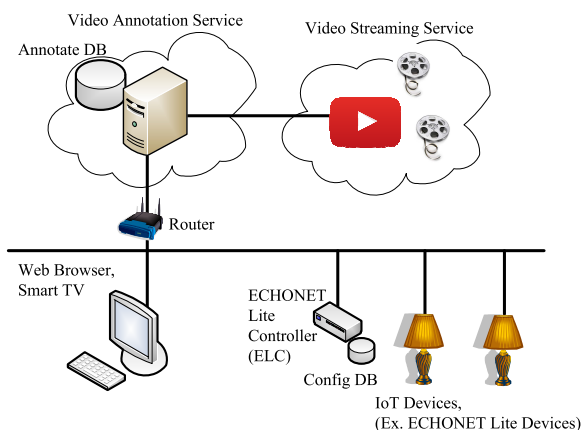


図 2 全体のネットワーク例

Fig. 2 An example of entire network.

人称視点で主人公の後ろで爆発が起きるシーンにおいて、5.1ch スピーカのリアスピーカから爆音が聞こえるとともに視聴者の後ろに設置してある照明が強く光るといったコンテンツの提供を目指す。

全体のネットワークを図 2 に示す。スマートリビングの視聴覚機器はインターネットに接続され、動画アノテーションサービスを経由して動画ストリーミングサーバの動画を視聴する。YouTube で管理されている Video ID と呼ばれる動画コンテンツを特定するユニークな ID によって、動画とアノテーションを関連付ける。映像のシーンに対応して家電制御命令が注釈されており、これが Annotate DB の中に保存される。リビングには ECHONET Lite 機器をとりまとめて制御するサーバとなる ECHONET Lite コントローラ (ELC) が 1 台設置されており、ELC にはユーザのリビング環境が設定されて Config DB に保存されてい

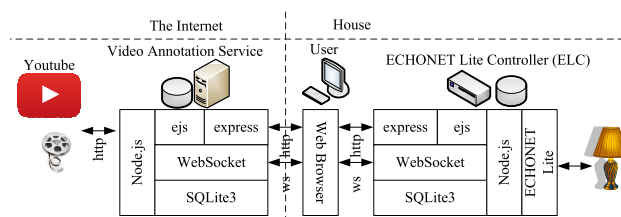


図 3 ソフトウェア構造

Fig. 3 The software structure.

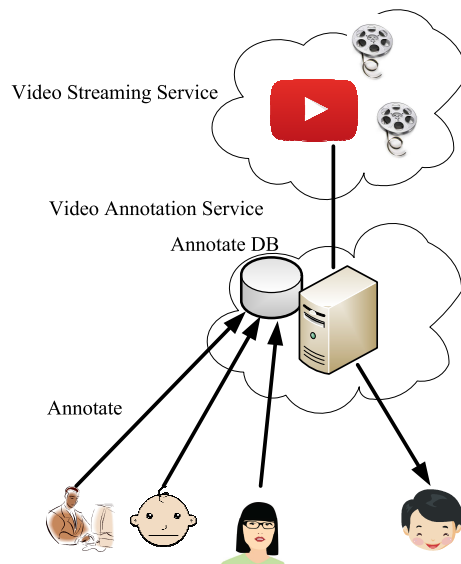


図 4 ソーシャルアノテーション

Fig. 4 Social annotation.

る。スマートテレビやパソコンの Web ブラウザで、家電制御命令がアノテーションされている動画を再生することで、アノテーションと ELC の結合を行うことで情報家電の制御を行う。

開発するシステムの全体を図 3 に示す。アノテーションサービスと ELC は、ともに Node.js を利用して開発する。Web サーバには Node.js のモジュールである express と ejs を、データ通信には WebSocket を、アノテーションやユーザの情報家電の管理には SQLite3 データベースをそれぞれ利用した。ブラウザとアノテーションサービスの間の通信、ELC とブラウザ間の通信はともに JSON 形式とした。

### 3. 家電制御命令のアノテーションと共有

動画へ家電制御命令をアノテーションするために、ソーシャルアノテーションの仕組みを利用する。ユーザ参加型サービスの形式にして、利用者に家電制御命令を気軽にアノテーションと共有を可能とする Web サービスを開発する。動画ストリーミングの仕組みと動画コンテンツは既存のものを利用することで、ユーザはそのまま拡張されたサービスとして楽しめるように、図 4 のような構成でサービス全体を設計した。

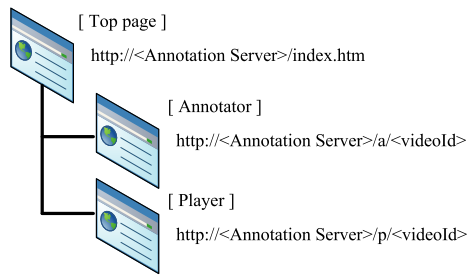


図 5 サービスの URL 例  
Fig. 5 URLs of the service.

表 1 動画アノテーションテーブル  
Table 1 Table of video annotation.

videoId	sec	channel	device	control	value
2i0T5c	0.00	Ceiling	Lighting	color	000000
2i0T5c	5.75	Ceiling	Lighting	color	0000FF
2i0T5c	6.75	FR	Lighting	color	00FF00
2i0T5c	6.75	BR	Fan	power	on

ソーシャルアノテーションサービスは、アノテーション機能とアノテーションされた動画を再生する機能を持つ。この機能は図 5 のように URL で切り分ける。Annotator がアノテーション機能であり、Player がアノテーションされた動画を再生する機能である。

本サービスには、これらの機能と対応して下記 4 点のコマンドを作成する。これらのコマンドは、WebSocket によって接続された利用者の Web ブラウザとソーシャルアノテーションサービスの間でやりとりされる。JSON 形式でコマンド全体を設計しているため、コマンドに対する詳細な値や、今後コマンド追加が必要なおきにおいても柔軟に対応できる。

- GetAll：指定された videoId のアノテーションを JSON で返す。
- Add：指定された videoId に、sec, channel, control, value を追加する。データベースに insert クエリを実行する。
- Delete：指定された videoId のアノテーションとして sec, channel のデータを削除する。データベースから delete クエリを実行する。
- Change：指定された videoId のアノテーションとして sec, channel, control, value を変更する。データベースに update クエリを実行する。

表 1 に動画アノテーションテーブルの例を示す。動画とアノテーションを videoId によって結び付け、動画のシーンは再生開始からの経過時間を sec で指定する。channel には視聴者からの相対位置を指定する。control には具体的な家電操作を登録する。具体的には動作状態の ON と OFF だけでなく、フルカラー照明の色変更命令やエアコンの温度設定、空気清浄機の風量設定などを変更指定できる。control は家電別の詳細機能を指定可能で、今後増加す

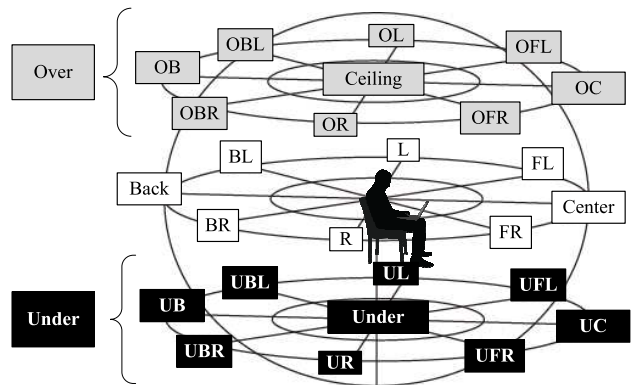


図 6 チャンネル定義  
Fig. 6 Names of channels.

るネットワーク家電にも対応可能な柔軟な属性にする必要がある。基礎的な検討段階では、ECHONET Lite 規格の詳細規定の中で定義されているプロパティを指定する方針で、単純に規格で定義されている EPC と対応させることを考えた。しかし ECHONET Lite 規格では家庭用エアコンやファンヒータは温度設定値が 0xB3 であるのに対して床暖房は温度設定 1 が 0xE0 であったり、家庭用エアコンの風量設定は 0xA0 であるのに対して浴室暖房乾燥機の換気風量設定は 0xC2 であったりと一般ユーザが動画のアノテーションをする際に利用するにはハードルが高い。そこで人間が理解しやすいテキストで、かつ本エンタテインメントシステムに用いられる機能を概念的にまとめあげて限定する。具体的には表 1 の例のように、照明の色を変更したい場合には control 属性に color と指定して value 属性に 3 バイト分の RGB 値を文字列で指定し、電源を動作させたい場合には control 属性に power と指定して value 属性に on や off と指定できるようにした。

視聴者からの相対位置は図 6 のように定義することで位置をユニークに表現し、さらにどのような家電でもこのチャンネルで位置を定義できる。たとえば視聴者から左上に設置されている機器は OFL (Over, Front, Left) と指定する。この位置関係の表現を定義しておくことによって、アノテーション作成者と家庭設置者との共通認識が生まれ、作成者は家電操作の意図を伝えることができ、かつ家庭側での設置状況に応じて柔軟に対応可能となる。

アノテーションするためのユーザインタフェースを図 7 に示す。(a) には、データベースから最新のアノテーションをブラウザにロードするボタンと、作成したアノテーションをデータベースに保存するボタン、作成中のアノテーションをいったん自分の環境でテストするボタンがある。(b) は、実際の動画を表示するミニ画面である。(c) は、動画のプロパティをすべて表示する。(d) には、各チャンネルの各デバイスに対応したアノテーションのタイムラインが表示される。横軸が時間を示しており、画面上はフルカラー LED 照明の制御で、各シーンに応じた色が設定され

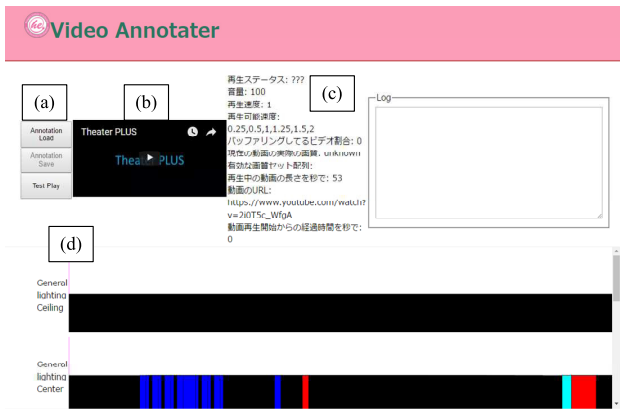


図 7 アノテーション作成画面  
Fig. 7 GUI for annotation.

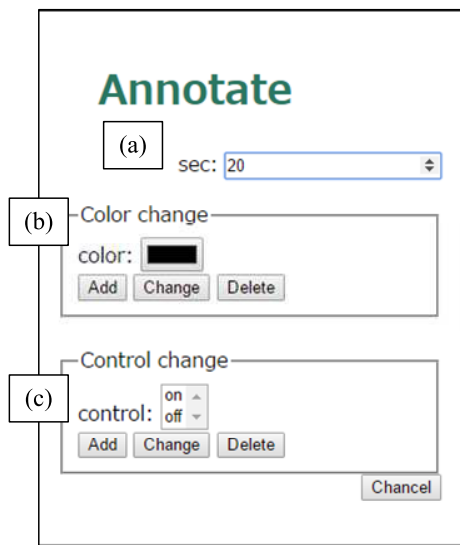


図 8 アノテーション詳細画面  
Fig. 8 GUI for details of an annotation.

ている。照明以外は電源の ON と OFF を制御可能で、ON は黒で、OFF は透明色で表現する。照明のように複雑なコントロールが必要な家電に関しては利用者のニーズに応じて拡張すればよい。

注釈をつける画面を図 8 に示す。(a) はアノテーションする時間を秒で指定する。(b) は照明の色を RGB で設定し指定した時間にアノテーションを追加するか、色の設定値を変更するか、指定した時間のアノテーションを削除するボタンがある。(c) は照明以外の制御を変更する画面で、指定した時間の ON と OFF を制御するアノテーションを追加、変更、削除を行える。

#### 4. ECHONET Lite Controller (ELC)

ELC は動画プレイヤーとは別でネットワークに存在し、リビングの ECHONET Lite 通信をとりまとめ、Web ブラウザから命令で ECHONET Lite 機器を制御する機能を持つ。まずは ELC の初期設定として、リビングに設置されている ECHONET Lite 機器とスマートリビングとしての

channel を紐づける必要がある。そのためには、Web ブラウザがネットワークのどこかに存在する ELC を発見できる機能、ELC で管理している ECHONET Lite 機器のリストアップ、設定した機器とチャンネルの接続確認が必要である。動画再生時には、再生開始時の全機器チャンネル機器の起動、Web ブラウザからのコマンドを ECHONET Lite コマンドに変換する機能が必要である。下記が必要なコマンドリストであり、本章では ELC 初期設定で必要なコマンドとして openELC, GetAll, SetIP, Test の詳細について説明する。

- openELC：ELC サーバとして利用可能かどうかを問い合わせる。
- GetAll：認識している ECHONET Lite 機器リストを返す。
- SetIP：IP と EOJ を指定した channel に設定する。
- Test：指定した IP と EOJ の機器の ON, OFF を行う。
- AllOn：channel に登録されているすべての機器の ON を行う。
- ELcontrol：ECHONET Lite コマンドを生成して送信する。

#### 4.1 初期設定

一般家庭のユーザにおいては ELC がどこに配置されているか、また、DHCP からの割当て IP すら不明であり、Web ブラウザから ELC を検索可能にする必要がある。まずは WebRTC を利用して Web ブラウザが自分自身のローカル IP アドレスを調査する。ローカル IP アドレスの下位 8 bit 部分に対し 1 から 254 まで WebSocket で接続を試みる。たとえば Web ブラウザのローカル IP アドレスが 192.168.10.6 の場合には、192.168.10.1 から 192.168.10.254 までの全 IP アドレスに WebSocket での接続を試みる。この際、ELC とはさらに別の WebSocket を利用したサーバが LAN 内に存在する可能性もあるため、コネクション確立後に本当に ELC かどうかを判断するコマンド “cmd:openELC” をブラウザから JSON 形式で送信し、“cmd:readyELC” を返信した WebSocket サーバを ELC サーバと判断、IP と WebSocket のコネクションを保持する。これによって図 9 に示すように (1) WebSocket サーバがない場合、(2) WebSocket サーバがあるが ELC ではない場合、(3) ELC サーバの場合といった 3 パターンを区別できる。

ELC サーバ機能は図 10 に示すようにブラウザアプリとして実装する。この Search ELC ボタンを押下すると、上述した図 9 の Search ELC が動作する。

ELC を発見すると自動的に図 11 に示す設定画面がブラウザにロードされる。この画面は視聴者の環境設定画面であり、今回は照明について動画の channel に対応して IP アドレスと ECHONET Lite の機器の種類である EOJ を紐づけする画面を示している。(a) は、現在の IP 設定と

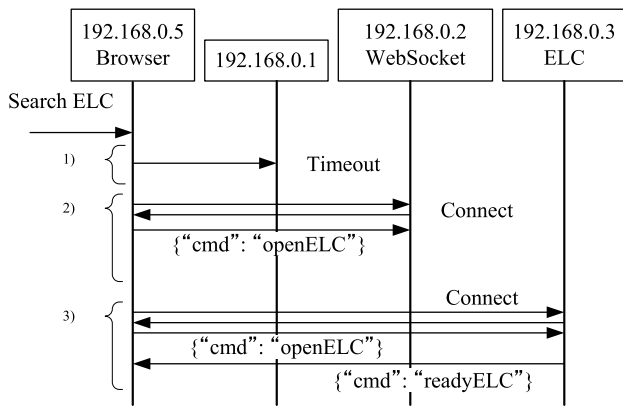


図 9 ELC 発見

Fig. 9 Discovering ELC.

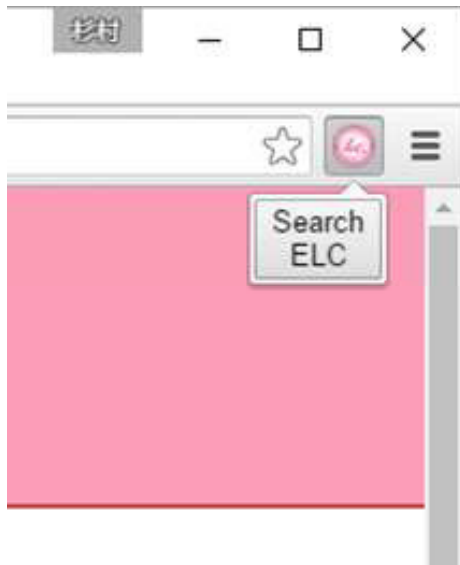


図 10 ELC 発見ツール

Fig. 10 The tool to discovering ELC.

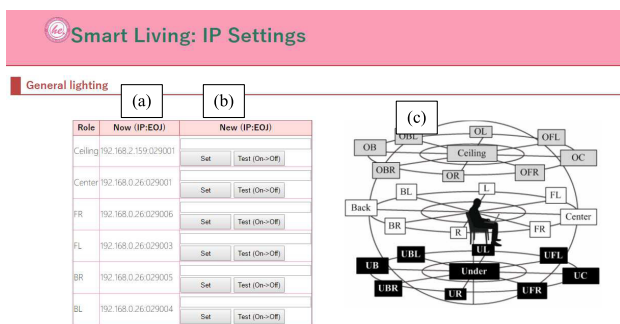


図 11 ELC の設定画面

Fig. 11 GUI for configuration.

EOJ が示されている。(b)は、ELC で管理している IP アドレスと EOJ がコンボボックスで選択でき、選択したデバイスの電源状態の切替えをテストするボタンと、設定を変更するボタンがある。(c)はチャネルの意味を視聴者にも分かりやすいように図で示している。

Web ブラウザは ELC に GetAll コマンドを送信し、ELC

JSON	{ <ip_address>: { '<EOJ>': { 'EPC': 'EDT' }, ... }, ... }
Ex.	{ '192.168.2.102': { '05ff01': { '80': '30' }, '0ef001': { '80': '30' } }, '192.168.2.107': { '029001': { '80': '31' }, '0ef001': { '80': '30' } }, '192.168.2.118': { '013501': { '80': '30' }, '0ef001': { '80': '30' } } }

図 12 機器情報の JSON

Fig. 12 JSON data of facilities.

表 2 設置機器テーブル

Table 2 Table of ECHONET Lite configuration.

channel	ip	eoj	device
Center	192.168.2.150	029001	Lighting
Ceiling	192.168.2.151	029001	Lighting
FR	192.168.2.152	029001	Lighting
FL	192.168.2.152	029002	Lighting
BR	192.168.2.153	029001	Lighting
BL	192.168.2.153	029002	Lighting
Center	192.168.2.160	013501	Fan
Center	192.168.2.170	013001	Aircon

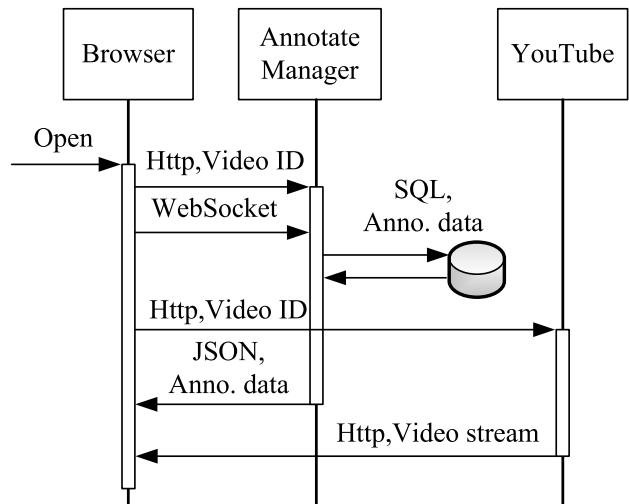


図 13 動画プレイヤーの初期化

Fig. 13 Initialization of the player.

から JSON 形式で管理されているすべての ECHONET Lite オブジェクトの情報を返信される。具体的なデータ形式を図 12 に示す。IP アドレスを親、EOJ を子として構造化されており 1 つの IP で複数のデバイスを制御するような場合にも対応できる。

表 2 に設置機器のコンフィグレーションテーブルを示す。設置位置を示す channel と、対応する機器の IP アドレスと EOJ、そしてデバイスの種類を示す device を組みにして保持する。

## 5. 動画再生と家電連携の仕組み

図 13 にブラウザで動画コンテンツを開いたときの処理

を示す。コンテンツを開くと、対応する Video ID をアノテーションマネージャに送信し、その video Id に紐づけられたデータベースに保持しているアノテーションデータすべてを JSON 形式でブラウザに確保する。アノテーションの確保とともに、YouTube に対して iframe を利用してストリーミングデータをロードし始める。

図 14 がアノテーションマネージャから送信される JSON データ形式と具体的な例である。channel ごとに複数の、時間に紐づけられた制御命令がリストになっている。

再生時の処理を図 15 にシーケンス図で示す。まずは、ELC に AllOn コマンドが送られ、いったん登録されている ECHONET Lite 機器の電源を ON にして待機状態にしておく。この操作で、家電製品の初回起動時の遅れによる動画コンテンツ再生時の制御遅れを軽減できる。動画をプレイするとブラウザは対応した動画コンテンツを YouTube からストリーミング再生すると同時に、動画の現在再生時間を 100ms 間隔でポーリングする。確保しているアノテーションデータの中で、現在再生時間以下でかつまだ制御命令を処理していないアノテーションが存在する場合に、ELC に対して ELcontrol 命令を送信する。ELC はブ

JSON	{ "<channel>": { "<sec>": { "dev": "<dev>", "control": "<control>", "value": "<value>", ... }, ... } }
Ex.	{ "Ceiling": { "0": { "dev": "Lighting", "control": "color", "value": "000000" }, "5.75": { "dev": "Lighting", "control": "color", "value": "0000FF" }, ... }, "FR" : { "0": { "dev": "Lighting", ... }, ... }, ... }

図 14 アノテーションデータの JSON  
Fig. 14 JSON of annotation data.

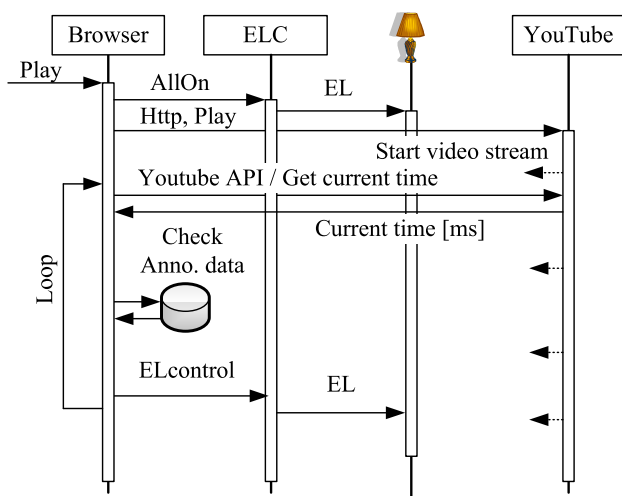


図 15 Play の処理  
Fig. 15 Sequence diagram of play.

ブラウザからの ELcontrol 命令を ECHONET Lite コマンドに変換して機器を制御する。このため、ブラウザで確保した各アノテーションには制御命令処理済みフラグを用意しておき 0 に初期化する必要があることと、もしもユーザからのシークバー操作によって巻き戻りが起こった場合にはフラグを戻す処理も行う。

図 16 がブラウザから ELC に送信されるコマンドの JSON 形式と具体的な例である。channel に紐づいて、デバイスの種類と制御命令の種類、制御の値を組みにして送信する。

図 14 の制御リストを持つ動画プレイヤーが、動画を再生して実際に再生時間が 5.75 秒経つと、図 16 の例に示す JSON 形式のデータが ELC に送信される。ELC は ELcontrol コマンドを受け取ると、図 17 に示すように ECHONET Lite パケットを生成し、UDP で送信する。図中 A は基本構造を、B は生成から送信までを示している。図中 A のとおり、ECHONET Lite のコマンドは用途を限定して値を固定化していることで受け取る JSON データを簡略化している。図中 B-1 の工程では、受け取った図 16 の channel の dev の値をキーにして表 2 から IP アドレスと EOJ を手に入れる。EPC は JSON の control と ECHONET 規格の Appendix が 1 対 1 で対応づけられている。PDC は value のバイト数であり、その場で計算可能なパラメータである。value は与えられた JSON の value の値を代入すればよい。図中 B-2 では UDP で送信する例を示している。図中 B-1 の工程で手に入れた channel と dev から得られた IP アドレスに対してデータフレームを送信することで ECHONET

JSON	{ "cmd": "Elcontrol", "channel": "<channel>", "control": { "dev": "<dev>", "control": "<control>", "value": "<value>" } }
Ex.	{ "cmd": "Elcontrol", "channel": "Ceiling", "control": { "dev": "Lighting", "control": "color", "value": "0000ff" } }

図 16 ELcontrol 命令の JSON  
Fig. 16 JSON forms for ELcontrol command.

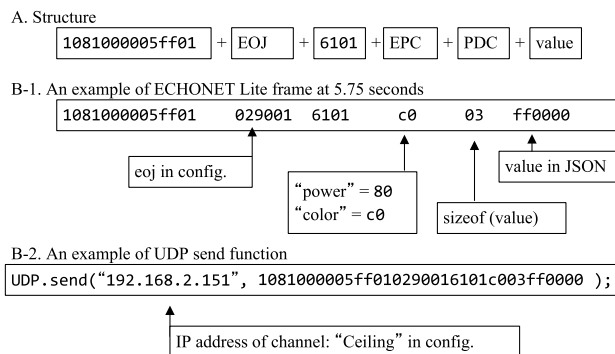


図 17 UDP パケットの作成  
Fig. 17 Assembling and sending a UDP packet.

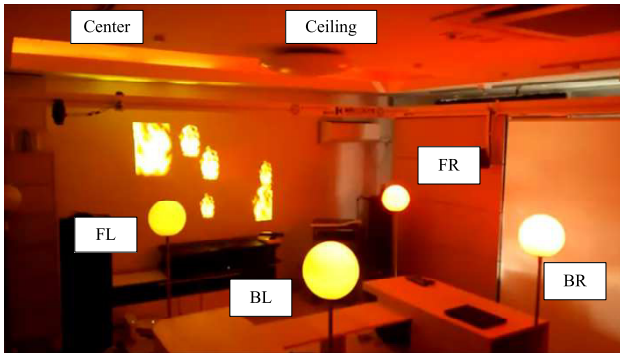


図 18 動作実験の様子  
Fig. 18 An experiment.

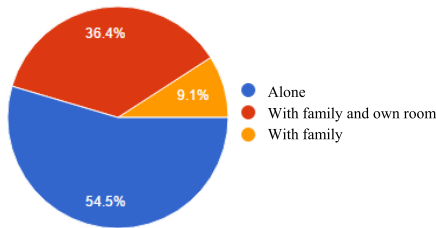


図 19 被験者の住まい環境  
Fig. 19 Alone, own room or family room.

Lite 機器は制御できる。

図 18 に実際に開発したシステムが動作している様子を示す。今回は 6 個の一般照明を連携させており、それぞれ channel として Ceiling, Center, FL, FR, BL, BR とした。Ceiling には東芝の ECHONET Lite 対応フルカラー LED シーリングライトを設置している。ほかの 5 channel は Philips の hue を ECHONET Lite に対応させて制御した。本研究で開発したシステムを実際に動作させている様子は文献 [19] で公開している。

## 6. システムの評価と考察

男性 10 名, 女性 1 名の合計 11 名の 20 代の大学生を対象にシステムを実際に動作させてアンケートをとり, システムの評価をした。

### 6.1 被験者の特徴

まずは被験者の特徴を明らかにするためのアンケートを実施した。図 19 に住まいの状況の割合を示す。半数が 1 人暮らし, 90%以上が自分の部屋を持っているという結果になった。

アノテーションやタグについての今回利用するシステムについての基本的な知識を調査した。キーワードを聞いたことがあるかを調査した結果を図 20 に示す。Twitter ユーザが多いからか, ハッシュタグやタグ付けといったキーワードは多いが, 今回特に注目したいアノテーションに関する知識は乏しいように感じる。

図 21 に 1 カ月以内に利用したサービスの調査結果を示

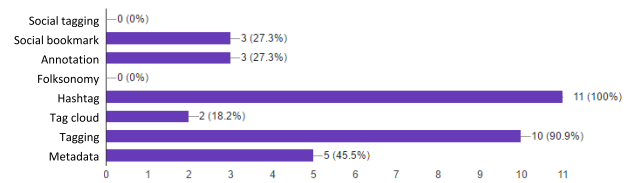


図 20 被験者の事前知識  
Fig. 20 Subjects' prior knowledge.

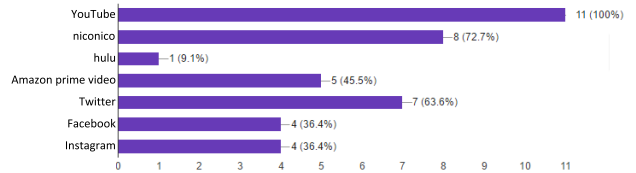


図 21 最近 1 カ月で利用したサービス  
Fig. 21 Using services for the last one month.

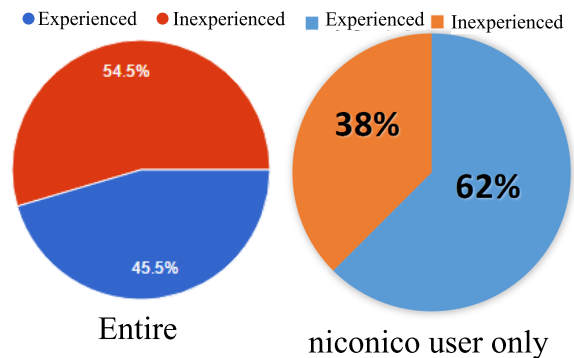


図 22 ニコニコ動画でコメントをした経験の有無  
Fig. 22 Experience in using commenting feature on niconico.

す。YouTube が最も利用率が高く, 今回の目的と合致していることが分かる。また, ニコニコ動画と Twitter も半数以上が利用していることが分かった。

ニコニコ動画を利用するユーザが多かったため, 動画にコメントした経験があるかも調査した。図 22 左のグラフは, 今回の調査対象全体におけるニコニコ動画のコメント利用経験者数の割合を示しており, 全体の 45%がコメントをしたことがあることが分かった。図 22 右のグラフは最近 1 カ月でニコニコ動画を利用したユーザを母集団とした場合に 60%以上のユーザがコメント利用経験者であることが分かった。この結果から, 動画そのものを楽しむユーザと, ユーザ参加型でコメントも楽しむユーザがいることが分かる。

### 6.2 ソーシャルアノテーションの評価

図 23 に, ソーシャルアノテーションシステムの全体評価を示す。ソーシャルアノテーションシステム全体の分かりやすさは少し悪い結果であった。被験者が動画のタイムラインにアノテーションするという行為に不慣れなせいもあったかと思われるが, 被験者の操作中の様子をうかがうと, ユーザインターフェースの各パーツにマウスオーバでヒ



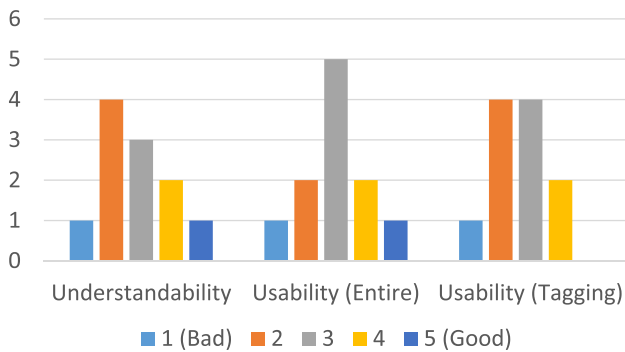


図 23 アノテーションシステムの評価

Fig. 23 Entire evaluation on annotation system.

ントをツールチップで表示するなどの工夫が必要と感じた。利用のしやすさとしては、アノテーション機能とプレイヤー機能を明確に分割したことでシステム全体が使いにくくなっていた。ニコニコ動画のように、プレイヤーとアノテーション機能を一緒の画面にした方が簡便になっただろう。タイムラインのアノテーションに関しておおむね好評であったが、編集をどこまで簡単にできるかがサービスとしてのポイントと思われる。

追加を希望する機能を、入力必須の自由記述形式で収集した結果を下記に示す。大きく分けて、コピー&ペーストのようなアノテーションを簡便にする機能と、明るさの調整や点滅などのエンタテインメント性を向上させる機能が希望された。今回は色の変更と電源のON, OFF という比較的シンプルな機能のみを実装したが、エンタテインメント性向上のための照明制御として点滅やフェードイン、フェードアウト、明るさ制御といった機能が求められた。点滅やフェードインといった複雑な機能は ECHONET Lite 規格の家電上には存在しないが、本システムでは中継役である ELC 内で複合動作を関数定義しておくことで実装可能であり、よりいっそうエンタテインメント性の高いサービスの提供へもつながる。具体的にはライトの点滅は OFF と ON をセットにした関数を、実行回数だけ設定することで違和感なくサービスに実装できるであろう。

- よく使うパターンサンプルを用意してほしい。
  - マーカを付けて始点と終点を一括で色を付ける。
  - コピー&ペーストで入力した操作データを移せるようにしたい。
  - 時間を手入力でなく、動画を止めたときの時間を自動入力してほしい。
  - ライトの明るさの調整がほしい。
  - ライトの点滅やウェーブのような光り方を指定したい。
- 改善を希望する機能を、入力必須の自由記述形式で収集した結果を下記に示す。いくつかのアノテーションする際の作業効率を向上させる案が収集できた。
- 色の削除を時間範囲指定で消したい。
  - LED の設定リセット機能がほしい。

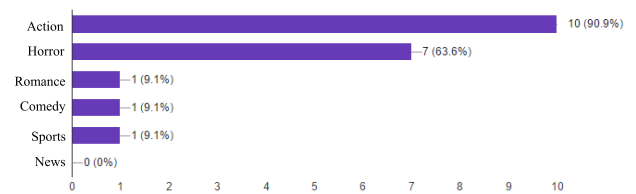


図 24 家電連携したい動画

Fig. 24 Interesting kinds of movie genre.

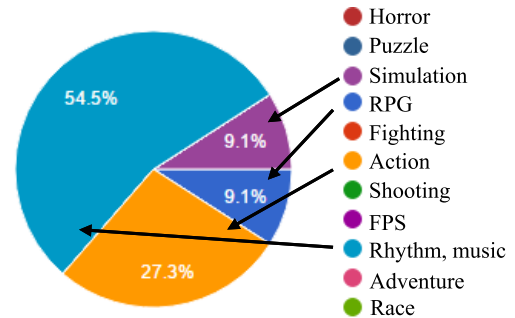


図 25 家電連携したいゲーム

Fig. 25 Interesting kinds of game genre.

- Save や Test play のボタンにアイコンを付けてほしい。
- カラー選択時に、1つ前のカラーの履歴がほしい。
- スクロールせずに1画面ですべてのライトの編集ができるといい。

### 6.3 エンタテインメント性の評価

実際にアノテーションした動画を体験してエンタテインメント性の評価を行った。今回の被験者は20代の男性が中心になっているためもっと幅広い種類の被験者でアンケートをとる必要があるが、新しいエンタテインメントに興味のある購買層ととらえて考察することとする。

図 24 に、「アニメや映画と家電が連携できるとして、どのようなコンテンツと組み合わせると面白そうですか?」という複数回答可能な質問の結果を示す。アクション系の動画が最も多く選択され、次点でホラー系が選ばれた。

図 25 に、「ゲームと連携できるとして、どのようなコンテンツと組み合わせると面白そうですか?」という質問の結果を示す。音楽ゲームが最も多く選ばれ、次点でアクションが選ばれた。動画、ゲームの結果からアクションは派手なエフェクトが好まれるため今回の家電連携システムと相性が良いのではないかとこの知見が得られた。

図 26 に、「家電がそろっているとして、現在のお住まいで利用したいと思いますか?」という質問の回答を示す。家電がそろっている場合にはソーシャルアノテーションサービスは利用される可能性が高いことが分かった。

利用したくない理由を自由形式で収集した結果を下記に示す。ニコニコ動画におけるコメントを非表示にしたいユーザーがいるのと同様に、動画を見ている最中にちかちか家電が動くことを嫌がるユーザーがいることも分かる。どの

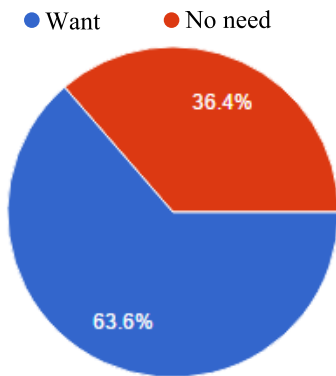


図 26 利用する可能性

Fig. 26 Possibilities of use.

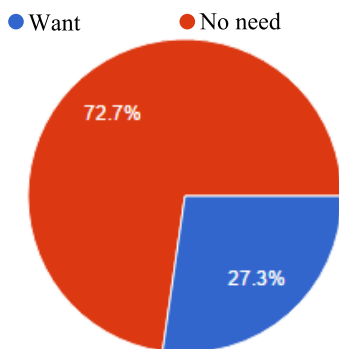


図 27 ネットワーク家電購入促しの可能性

Fig. 27 Promoting purchasing for network home appliances.

ような家電を設置，連携するかという検討とともに，音楽の音量のようにユーザ側でコントロールできる最大光量などを設定できるようにする必要があるという知見として得られた。

- 設置スペースがない。
- 好きな動画を見たいときに他の人の編集のせいで目がちかちかしたくない。
- お金がかかりそう。

図 27 に、「このサービスが無料で利用できるとして，連携可能な家電を買い揃えたいですか？」という質問の回答を示す。結果として 27%である 11 名中 3 名は割合としては少なく見えるが，もともとネットワーク家電購入のハードルは高く，一部のユーザだけにでも購入意欲を向上させることができなければよいのではないかと考えている。

## 7. おわりに

本論文は，スマートハウスのエンタテインメントコンテンツ提供のために，家電制御命令を組み込んだストリーミング動画サービスならびにその一般家庭での利用を目的として 3 点の問題を解決した。コンテンツ配信サービスにおける制御命令の付与に関する方法と動画への付与作業コストの問題には，ニコニコ動画のようにユーザ自身が参加型でアノテーションできるサービスの構築とそれによる付

与作業の分散化を行うことで解決した。家庭で動画再生する Web ブラウザが DHCP 環境でネットワーク家電コントローラを発見する問題に関しては，WebRTC と疑似的なブロードキャスト，そしてコントローラを確認するコマンドを定義することで解決した。家電設置環境に対して共通認識を持たせる問題は，動画視聴者から見た相対位置をチャンネル名として定義しておくことで解決した。一般家庭のスマートハウス化を進めるためには魅力的な対応コンテンツやサービスの提供が不可欠であり，ここに本論文の技術が寄与できれば幸いである。

## 参考文献

- [1] エコーネットコンソーシアム：ECHONET Lite 規格書，エコーネットコンソーシアム（オンライン），入手先〈<http://echonet.jp>〉（参照 2016-04-18）。
- [2] 松井加奈絵，山形与志樹，落合秀也，砂原秀樹：世帯における電力見える化システムの実装と検証（運用管理技術 2，インターネットと情報倫理教育，一般），電子情報通信学会技術研究報告 IA，インターネットアーキテクチャ，Vol.111，No.485，pp.265-270（2012）。
- [3] 別所雄三，柚 信吾，佐藤浩司，横谷哲也：スマートハウスにおけるホームゲートウェイを用いた宅外連携サービスの検討（次世代ネットワーク，アクセスネットワーク，ブロードバンドアクセス方式，電力線通信，無線通信方式，符号化方式，一般），電子情報通信学会技術研究報告 CS，通信方式，Vol.111，No.117，pp.1-6（2011）。
- [4] amBX: Mad Catz Cyborg Gaming Lights, amBX (online), available from 〈<http://www.ambx.com/product/cyborg-gaming-lights>〉 (accessed 2016-04-18)。
- [5] 杉村 博，宇佐美真，村上隆史，大和田茂，渡部智樹，一色正男：ビデオアノテーションを利用したサラウンド照明システムの開発，電気学会論文誌 C，Vol.135，No.8，pp.1034-1035（オンライン），DOI: 10.1541/ieejieiss.135.1034（2015）。
- [6] 杉村 博：ECHONET Lite 照明と Youtube の連携，杉村博（オンライン），入手先〈<https://www.youtube.com/watch?v=qKqeR2MLadA>〉（参照 2016-04-18）。
- [7] 大和田茂：スマートハウスの「いじれる化」を実現するための Kadecot プロジェクト概要，情報処理学会論文誌 コンシューマ・デバイス&システム（CDS），Vol.2，No.3，pp.16-22（2012）。
- [8] YouTube, LLC: Youtube (online), available from 〈<https://www.youtube.com/>〉 (accessed 2016-04-18)。
- [9] DWANGO Co., Ltd.: ニコニコ動画（オンライン），入手先〈<http://www.nicovideo.jp/>〉（参照 2016-04-18）。
- [10] 吹野直紀，角谷和俊，田中克己：キーワード毎のショット長分布を用いたビデオ映像シーン検索，情報処理学会研究報告データベースシステム（DBS），Vol.2002，No.41，pp.49-56（2002）。
- [11] 中村聡史，田中克己：ソーシャルアノテーションに基づく動画検索手法，DEIM2009，Vol.D6-1，pp.1-8（2009）。
- [12] 多胡厚津史，中川博之，田原康之，大須賀昭彦：ニコニコ探検くらぶ：ソーシャルアノテーションとキーワード群に基づく動画要約，情報処理学会シンポジウム論文集，Vol.2010，No.4，pp.47-50（2010）。
- [13] Douglas, K., Colasante, M. and Kimpton, A.: Exploiting emerging video annotation technology and industry engagement to authentically prepare students for the complex world of work, HERDSA 2015, Higher Education Research and Development Society of Australasia Inc., pp.1-12（2015）。
- [14] Khurana, K. and Chandak, M.: Study of Various Video

Annotation Techniques, *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, Vol.2, No.1, pp.909-914 (2013).

- [15] Biresaw, T.A., Nawaz, T., Ferryman, J. and Dell, A.I.: ViTBAT: Video tracking and behavior annotation tool, *2016 13th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS)*, pp.295-301 (online), DOI: 10.1109/AVSS.2016.7738055 (2016).
- [16] Heilbron, F.C. and Niebles, J.C.: Collecting and annotating human activities in web videos, *Proc. International Conference on Multimedia Retrieval*, p.377, ACM (2014).
- [17] 加藤 優, 桑折章吾, 高間康史: 「動向に関する問い」を対象タスクとしたコンテキスト検索の提案, *インタラクティブ情報アクセスと可視化マイニング研究会*, Vol.3, pp.7-12 (2013).
- [18] Bruneau, P., Stefas, M., Bredin, H., Ta, A.-P., Tamisier, T. and Barras, C.: A web-based tool for the visual analysis of media annotations, *2014 18th International Conference on Information Visualisation*, pp.145-150, IEEE (2014).
- [19] 杉村 博: Theater Plus 紹介動画 (オンライン), 入手先 <<https://www.youtube.com/watch?v=7p4VFqZtO9w>> (参照 2016-04-18).



杉村 博 (正会員)

2012年神奈川工科大学大学院情報工学専攻博士後期課程修了。2012年同大学スマートハウス研究センター特別研究員。2013年同大学創造工学部ホームエレクトロニクス開発学科助教。2016年准教授。博士(工学)。



宮澤 重明

2016年神奈川工科大学大学院電気電子工学専攻博士前期課程在籍。スマートハウスの研究に従事。



数野 翔太

2016年神奈川工科大学大学院電気電子工学専攻博士前期課程在籍。スマートハウスの研究に従事。



村上 隆史 (正会員)

1999年松下電器産業株式会社(現、パナソニック株式会社)入社。2006年エコネットコンソーシアム技術委員長。2016年神奈川工科大学大学院電気電子工学専攻博士後期課程在籍。



大和田 茂

2005年株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所。2011年に「萌家電」を発表してからは家電ネットワークの研究に従事。博士(情報理工学)。



一色 正男 (正会員)

1982年東京工業大学大学院理工学研究科修士課程修了。1999年東京農工大学大学院工学府博士後期課程修了。株式会社東芝退社後、慶應義塾大学特任教授を経て、神奈川工科大学教授。スマートハウスやHEMSの研究に従事。エコネットコンソーシアムフェロー、経済産業省HEMSタスクフォース座長、HEMS認証支援センター長。博士(工学)。