

SNSを用いた所有動画の遠隔ユーザ間での 同時視聴支援システム

池田 惇耶¹ 玉井 森彦¹ 安本 慶一¹

概要: 本研究では、遠隔地にいる複数のユーザ同士がネットワークを介して、所有している動画を同時視聴することを支援するシステムを提案する。YouTube やニコニコ動画など、ネットワーク上で動画の視聴を行うサービスや、限られたネットワーク資源の範囲内で、効率的に動画配信するための研究は行われているが、“いつ、誰と、何を見るか”という同時視聴グループの作成を支援する方式は提案されていない。本研究では、出来るだけ多くのユーザが満足するような同時視聴グループを求める方法を提案する。その際の課題として挙げられるのが、(1) ユーザが所有する動画や空き時間などに関する情報の伝搬方法と、(2) 満足度が高くなるようなユーザ間のマッチング方法である。課題 (1) を解決するために、SNS の1つである Twitter を利用することで、趣味の共通するユーザ間で情報を効率よく伝搬させる。また、課題 (2) を解決するために、各ユーザの興味のある動画、および動画視聴環境（ネットワーク帯域など）、SNS 上でのユーザ同士の関係性などの情報をもとに、最適な同時視聴グループを算出する。

キーワード：SNS, 動画同時視聴, スケジューリング

SNS-based System for Supporting Simultaneous Video Watching among Remote Users

JUNYA IKEDA¹ MORIHIKO TAMAI¹ KEIICHI YASUMOTO¹

Abstract: In this paper, we propose a system for supporting simultaneous watching of locally stored videos among remote users. There exist on-line video services such as YouTube, Nico Nico Douga, etc. and several existing studies for efficient video delivery within limited network resources. However, there exist no studies which support creation of the groups for simultaneous watching of videos, where the groups are organized based on the agreement between parameters on “when and what to watch with whom.” In this paper, we propose a method for creating groups for simultaneous watching, which increase the satisfaction degree among users as much as possible. For this purpose, we should consider the following challenges: (1) how to propagate the information such as the identifiers of locally stored videos, spare time for watching videos, etc.; and (2) how to match between users to realize high satisfaction degrees of users. To solve (1), we propagate the information among users who share common interests using the Twitter, which is one of the famous SNS. To solve (2), we calculate the optimal groups for simultaneous watching based on the users’ information about the videos of interest, the network environment (e.g., bandwidth), and the relationship with other users on SNS.

Keywords: SNS, Simultaneous video watching, Scheduling

1. はじめに

ドラマやアニメなどの内容に関するコミュニケーション

は広く一般的に行われている。自分と同じ嗜好を持つ友人と共通の話題について会話することは楽しく、共感や一体感を得られることが多い。特に、サッカーの試合などスポーツ動画の視聴は、1人で行うよりは複数人で一緒に盛

¹ 奈良先端科学技術大学院大学
Nara Institute of Science and Technology

り上がりながら視聴の方が楽しい。しかし、自分と同じ嗜好を持つ友人が周りにいなかったり、集まれる場所が無い場合どうすればよいだろうか。このような場合に、自分や友人が所有している動画をネットワークを介して同時視聴し、かつ、視聴中にリアルタイムでコミュニケーションすることができれば、動画視聴の楽しみがぐっと増すに違いない。

ネットワークインフラの発達やスマートフォンなどの携帯端末の普及により、ネットワークを介して動画をいつでもどこでも楽しむことが可能になった。現在では、YouTube[1], Ustream[2], ニコニコ動画 [3] などの動画視聴サイトが数多く存在し、インターネット上で動画を視聴する環境が定着している。特にニコニコ動画においては、単に動画を視聴するのみではなく、再生されている動画に対し、その動画の上にコメントをオーバーラップして表示することで、他のユーザとコメントを介してコミュニケーションすることが可能である。しかし、これらのコメントは、不特定多数のユーザに対して向けられたものであるため、単なるつぶやきや感想であったり、動画の内容に対して否定的なものである場合も少なくない。また、コメントを見る側のユーザにとっては、それらのコメントは過去のある時点で他のユーザが入力したものに過ぎず、ユーザ間でリアルタイムのコミュニケーションが行えるものではない。

動画の内容に対し、他のユーザとの共感や一体感(盛り上がり)を伴ったコミュニケーションを行うためには、不特定多数を対象としてコミュニケーションをとるのではなく、共通の趣味を持つ友人間でコミュニケーションをとる方が、より自然である。また、過去のある時点で入力されたコメントに対しコミュニケーションをとるのではなく、動画を複数ユーザで同時視聴しつつリアルタイムでコミュニケーションをとることが望ましい。

これらの要求を実現するためには、“いつ、誰と、なにを見るのか”という動画の同時視聴グループを適切に構成する必要がある。前述した YouTube やニコニコ動画では、動画の視聴を行う時間帯や、どの動画を見るかについては各ユーザ個人の意志のみで決定され、他ユーザとの調整機能は存在しない。例えば、電子メールなどを用いて複数ユーザ間でそれらの調整を行うことが考えられるが、その作業は非常に煩雑であり、多大な労力を伴う。

本研究では、各ユーザの所有している動画、興味のある動画、動画視聴のための空き時間、ネットワーク環境などをもとに、出来るだけ多くのユーザが満足するような同時視聴グループの作成方法を提案する。このような目的を達成するためには、(1) 嗜好の似ているユーザ間でこれらの情報をいかに効率よく伝搬するか、また、(2) ユーザの満足度を向上させるためには、これらの情報をもとにいかにユーザ間のマッチングを行うか、が重要な課題となる。

課題 (1) を解決するため、本研究では、Social Network-

ing Service (SNS) の一つである Twitter[4] を利用する。Twitter では、各ユーザは、自身と趣向の近い他のユーザとフォロワーの関係を介して繋がっており、自身の発信するメッセージを、自身のフォロワーや、さらにはリツイート機能により、フォロワーのフォロワーへ伝搬させることができる。これを利用することで、嗜好の近いユーザ間で、同時視聴を行うために必要な情報の交換を効率よく行うことができる。

また、課題 (2) を解決するため、視聴希望動画のリスト、視聴希望時間、ネットワーク環境、SNS 上でのユーザ同士の関係の近さなどの情報をもとに、できるだけユーザの満足度を向上できるような同時視聴グループを作成するためには、どのような条件を満たす必要があるかを検討し、そのようなグループを効率よく作成するためのアルゴリズムを提案する。

2. 関連研究

本研究に関連する研究として、本章では、ユーザ間のスケジュール調整方式、インターネット上での動画配信方式、動画視聴中のコミュニケーション方式についてそれぞれ述べる。

2.1 ユーザ間のスケジュール調整方式

動画を同時視聴する際の問題の一つとして、視聴スケジュールをユーザ間でいかに調整するかが挙げられる。その調整の一般的な方法は、電話やメールによるものである。その場合、1対1なら大きな問題はないかもしれないが、人数が増えるにつれ、その調整は急激に困難となる。複数人でのスケジュールの調整を支援するための研究として、Web カレンダーを用いた予定調整サービス [5] や、エージェントを用いる方式 [6], [7] が提案されている。これらの方式では、各ユーザが、自身が参加する会議に対する希望日時を入力すると、システム側で自動的にユーザ間のスケジュールの調整を行う。しかしこれらの方式は、参加する会議や、参加メンバなどの情報が予め決められていることを前提としている。本研究では、視聴する動画や視聴するメンバが不確定の状態から、各ユーザの所有する動画のリストや視聴希望時間などの情報をもとに、嗜好の近いユーザ間でグループをオンデマンドに構成することを目的としており、これら既存研究の想定する利用形態とは異なっている。

2.2 動画配信方式

本研究では、同時視聴グループを構成した後、動画データの所有者の端末から、グループの他のユーザに対し、ネットワークを介して直接動画を配信することで、同時視聴を行う。動画視聴中に、あるユーザの端末で、バッファリングによる再生の中断が生じると、グループのメンバ間で動

画の再生時刻にずれが生じ、動画の内容についてのリアルタイムのコミュニケーションが行えなくなる。そのため、提案方式を実現するためには、ネットワークの帯域や遅延の制約を考慮し、再生中断が生じないよう効率よく動画配信を行うことが求められる。そのような方式については、既に多くの研究が行われている。例えば、文献 [8] では、P2P 環境において、動画のオーバーレイマルチキャストを実現するための方式についてのサーベイが行われている。

また、動画配信方式の実装を容易化するためのミドルウェアとして、文献 [9] では、携帯端末や PC、ネットワーク対応 TV などの様々な端末に対して、共通の枠組みを用いて動画配信する方式が提案されている。また、最近では DLNA (Digital Living Network Alliance) が策定した仕様に基づいたネットワーク対応 TV やスマートフォン用の動画視聴ソフトなども登場してきており、これらの端末間での動画の共有と視聴を実現することが容易になってきている。

本研究では、以上で述べたような、ユーザの端末やネットワーク環境の相違による再生時刻のずれの問題、および端末間の動画配信プロトコルに関しては、引用した既存研究やプロトコル仕様の成果を利用するという立場をとり、以降、これ以上の議論は行わない。

2.3 動画視聴中のコミュニケーション方式

動画視聴中のコミュニケーションを支援する方式として、いくつかの研究が行われている。例えば、文献 [10] では、動画の視聴とコメントの入力を同時に行うことが難しいという問題に対し、発言と話題の関係を入力、把握することを容易化するためのインターフェースが提案されている。また、動画視聴への没入度合いに応じてコメントの表示方法を変えることで、動画視聴中のコミュニケーションをより円滑にするための方式を提案している。

3. 動画の同時視聴におけるスケジュール調整問題

本章では、まず、提案方式が対象とする環境と仮定について述べ、次に問題の形式的な定義を与える。

3.1 ユーザ端末、所有動画、ネットワークに対する仮定

提案システムのユーザ u は、スマートフォン、録画機能付き TV などの端末を用いて動画を視聴するものとし、これらの端末は、有線 LAN, Wi-Fi, 3G 回線のいずれかを使用してインターネット、さらには他のユーザ端末と通信できる。以後、 u でユーザあるいはユーザ端末を表すものとする。各ユーザ端末 u の利用可能な通信帯域は利用する通信手段により一意に決まるものとし、それを $u.bw$ と表記する。各ユーザ u は独自の Twitter アカウントを持っており、そのアカウントに対する Twitter 上

でのフォロワーの集合を $f(u)$ とする。ユーザ u, v について、 $v \in f(u) \wedge u \in f(v)$ が成り立つとき、 u と v は相互フォローしていると言い、 $hop(u, v) = 1$ と定義する。 $(w \notin f(u) \vee u \notin f(w)) \wedge \exists v (hop(u, v) = 1 \wedge hop(v, w) = 1)$ の時、 $hop(u, w) = 2$ と定義する。同様に、ユーザ間の相互フォローの連鎖により到達できるユーザ間にホップ数を定義し、ホップ数を指定して動画同時視聴グループのメンバーを拡張できるようにする。各ユーザ端末 u は、録画済の動画*1を所持しており、その集合を $u.V$ と表記する。各動画 $v \in u.V$ のビットレートを $v.b$ と表記する。各ユーザ端末 u は、指定したビデオを他のユーザ端末にインターネット経由で実時間ストリーミングする機能と、他端末からストリームを受信し再生する機能を持つとする。

3.2 アプリケーションモデル

各ユーザ u の端末では、アプリケーションが実行されており、ユーザは任意のタイミングで以下の動画視聴に対する希望を入力・変更できる。入力・変更が終わったら、 u はアプリケーションの“視聴参加フラグ”を“オン”にセットする。アプリケーションが未実行の時、希望が未入力の間は、視聴参加フラグは“オフ”であるとする。

- 空き時間 (20:00-22:00 など)。 $u.T$ と表記する。
- 見たい動画情報 $u.R$ と表記する。

見たい動画情報 $u.R$ の構成要素として、5 項組 $[vname, pref, owner, grange, maxhop]$ を設定する。ここで、 $vname$ は動画名であり、動画名からその動画の内容が一意に識別でき、視聴時間も分かるものとする。 $pref$ は、視聴希望度合を表しており、大きい値ほど視聴希望の度合いが高いものとする。ただし、 $u.R$ の全要素の希望度合いの和が 100 になるよう設定するものとする。 $owner$ は、 u が $vname$ の動画を所有しているかどうかを表し、所有している時 1、そうでなければ 0 とする。これ以降のパラメタ $grange, maxhop$ は、 u が動画の所有者の時のみ指定できる。 $grange$ は、動画を同時視聴するグループのサイズに対する希望であり、5 人以上 10 人以下の場合は、“5-10”のように指定する。 $maxhop$ は、同時視聴グループのメンバーを何ホップの相互フォロワーまで広げるかを表す。見たい動画情報 $u.R$ の例を以下に示す。

{[W 杯子選 (○○×△△), 60, 1, 10-20, 1], [F1GP (モナコ), 30, 0, -, -], [プロ野球 (□□×☆☆), 10, 0, -, -]}

3.3 問題設定

本アプリケーションを実行しているユーザのうち、視聴参加フラグがオンであるユーザの集合を U とする。本問題の目的は、グループサイズの制約、ホップ数の制約、通信帯域の制約、空き時間の制約を見たし、かつ、ユーザの視

*1 本研究では、コピーの制限がかかっていないものを対象とする。

聴希望度の総和が最大化されるような U の分割 U_1, \dots, U_n および各グループ U_i での視聴動画 v_i , 視聴時間 T_i を求めることである。

各グループ U_i には, v_i の所有者が必要であり, グループサイズ, 最大ホップ数, 通信帯域の制約を満たさなければならない. よって以下が成り立つ.

$$\begin{aligned} \exists u \in U_i, (v_i \in u.V \wedge |U_i| \in u.R(v_i).grange \\ \wedge \forall u' \in U_i - \{u\} (hop(u, u') \leq u.R(v_i).maxhop)) \end{aligned} \quad (1)$$

ここで, $u.R(v)$ は, u の「見たい動画情報」のうち, v に関する要素を取り出すことを表している.

グループ U_i の全メンバは, 見たい動画情報に v_i 含まなければならない. よって以下が成り立つ.

$$\forall u \in U_i, v_i \in \{v \mid [v, -, -, -] \in u.R\} \quad (2)$$

グループ U_i の全メンバは, 動画 v_i のビットレート以上の帯域が利用可能でないといけない. よって以下が成り立つ.

$$\forall u \in U_i, (v_i.b \leq u.bw) \quad (3)$$

グループ U_i の各メンバ u は, 自分の空き時間 $u.T$ の中に動画の視聴時間 T_i が含まれていなければならない. よって, 以下が成り立つ.

$$\forall u \in U_i, T_i \subseteq u.T \quad (4)$$

以上より, 本問題の目的関数は以下のように定義できる.

$$\begin{aligned} \text{maximize } \sum_{i=1}^n \sum_{u \in U_i} u.R(v_i).pref \\ \text{subject to (1) - (4)} \end{aligned} \quad (5)$$

4. 動画視聴支援システム

本章では, 3章で定義した問題を解き, 所有動画の複数ユーザでの同時視聴を支援するシステムを設計する. 本システムは, (1) ユーザ情報の共有サブシステム, (2) 動画視聴グループ計算サブシステム, (3) 動画配信サブシステム, (4) 動画視聴時のコミュニケーション支援サブシステムから構成される. このうち, (3) については, Ustream や VideoLAN を用いて実装する予定である. (4) については, Twitter のシステムをそのまま利用することを想定している. 本章では, (1), (2) の詳細のみ述べる.

4.1 ユーザ情報共有サブシステム

3章で述べたように各ユーザ u は, 空き時間 $u.T$ と, 見たい動画情報 $u.R$ をアプリケーションにセットする必要がある. 本サブシステムでは, ユーザがこれらの情報を入力するインタフェースと, 他のユーザとの情報の共有機能を提供する.



図 1 ユーザ情報の入力インタフェースの例

入力インタフェース

入力インタフェースの例を図 1 に示す. 情報の入力を終えたら, 図 1 の“視聴参加”をオンにすることで, ユーザ情報が他のユーザと共有され, 同時視聴スケジューリングが行われる.

Twitter を用いた情報共有

情報の他ユーザとの共有には Twitter を用いる. 本サブシステムは, “視聴参加”がオンの間, 以下を行う.

- Twitter の監視および参加要求メッセージの受信と返信
- メンバ参加要求メッセージの Twitter への送信

ユーザ u の見たい動画情報 $u.R$ の中に自身で所有している動画 v がある時, u は参加要求メッセージ $Req(u.R(v, u.T))$ を作成し, Twitter 上に送信する. なお, 複数の動画を所有している時は, 最も視聴希望度が高いものを選択する. 送信は, 視聴グループが決まるまで, 一定間隔で定期的に行うものとする.

なお, 3章で述べたように, $u.R(v)$ は, u が見たい動画情報 $u.R$ の中の v を持つ要素であり, グループサイズの範囲 $grange$ と相互フォロー関係の最大ホップ数 $maxhop$ を含んでいる. これをもとに, 動画名, u の空き時間, 要求元 (ユーザ u), 最大ホップ数を含む参加要求メッセージを Twitter 上に送信する.

参加要求メッセージ $Req(u.R(v), u.T)$ の例を以下に示す.

```
#SVW-service
同時視聴者募集 (返信期限: 19:00)
W杯 (○○×△△)
20:00-22:00
要求元: ☆☆☆
残りホップ数: 1
```

ここで, 残りホップ数は, 受信者が retweet できるホッ

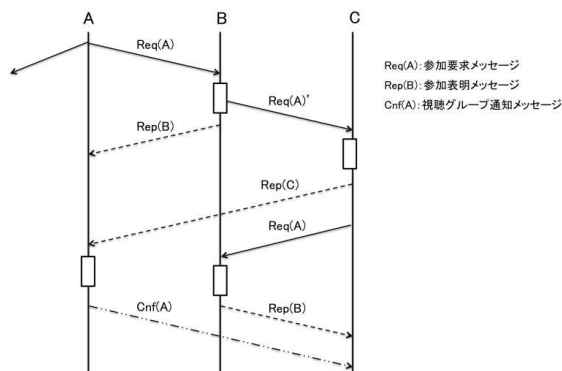


図 2 参加要求メッセージと参加表明メッセージの交換

ブ数を表しており、最初 $maxhop - 1$ に初期化する。

ユーザ u が他のユーザ w からの参加要求 $Req(w.R(v), w.T)$ を受け取ったら、(1) retweet による要求メッセージの拡散と、(2) 参加表明の返信を行う。

(1) に関しては、返信期限を超えておらず、かつ、残りホップ数が1以上である場合に、ユーザ u は受信したメッセージを retweet 機能により、 u のフォロワーに転送する。この際、メッセージの残りホップ数は1減じておく。

(2) に関しては、返信期限を超えていないか、視聴したい動画か (制約式 (2)), 通信帯域が足りているか (制約式 (3)), 空き時間の共通部分で動画が視聴出来るか (制約式 (4)) が全て満たされているかどうかを判定し、条件を全て満たす場合は、参加表明メッセージ $Rep(u.R(v), u.T)$ を送信元に Twitter の DM 機能を用いて送信する。合致しない場合は、何も送信しない。

参加表明メッセージ $Rep(u.R(v), u.T)$ の例を以下に示す。残りホップ数は、元のメッセージの値から1減じたものを使用する。

```
#SVW-service
参加表明
W杯 (○○×△△)
20:30-22:00
要求元：☆☆☆
残りホップ数：0
```

なお、一旦、参加要求メッセージ/参加表明メッセージを送ると、キャンセルされない限りは、メッセージに指定した時間帯 (あるいは視聴が決まった時間帯) はロックされる。ロックされた時間帯が重なる別の参加要求メッセージを送ったり、他のユーザの参加要求に参加表明しないものとする。

実際に情報共有のために Twitter メッセージを使った参加要求メッセージと参加表明メッセージ、結果通知の交換の様子を図2に示す。図2内の Req は参加要求メッセージ (Req' は、ホップ数が1より大きい時の retweet による

参加要求の転送)、Rep は参加表明メッセージ、Cnf は調整が完了したことを伝えるための視聴グループ通知メッセージである。

4.2 動画視聴グループ計算サブシステム

前節の Twitter メッセージの交換により、グループを決定するための情報は動画所有者にすべて集まる。まず、集まった情報を基に参加要求を送った動画の所有者を中心にグループを作り、その後グループ毎の希望度を最大化するような同時視聴メンバの決定を行う。

今回は、複数の動画所有者により形成されることなるグループ間での調整は行わず、各動画所有者が独立して1つのグループを作るアルゴリズムについて述べる。

まず、ユーザから送られてきた参加表明メッセージ $Rep(u.R(v), u.T)$ から各ユーザの動画に対する希望度 $u.R(v_i).pref$ を取り出して、昇順に並べ、リストを作成する。参加表明メッセージは、参加要求メッセージ $Req(u, R(v), u, T)$ に含まれている同時視聴募集の返信期限まで受けつけ、受信するたびにリストを更新する。

返信期限に達した時、動画所有者が設定しているグループサイズの制約を満たす範囲でリストの最初から順にユーザを視聴グループに追加して行く。参加表明メッセージを送ってきたユーザ数が希望グループサイズの上限よりも大きい場合、残りのユーザは視聴グループに含めず、除外する。一方、参加表明ユーザ数が希望グループサイズの下限に達しない場合は、全ユーザを視聴グループから除外する。

本サブシステムは、アルゴリズムの計算結果を踏まえ、参加表明を行った全てのユーザに視聴グループ通知メッセージを Twitter を経由して送信する。

視聴グループ通知メッセージは、視聴する動画名、視聴開始・終了時間、視聴グループに入った参加者 ID のリストを含む。このメッセージの例を以下に示す。

```
#SVW-service
視聴グループ通知
W杯 (○○×△△)
20:30-21:30
参加者数：10
参加者：A, B, D, E, ...
要求元：☆☆☆
残りホップ数：1
```

参加者が多く Twitter のメッセージ制限に入りきらないときは、参加者名については分割して別々のメッセージとして送信する。また、残りホップ数についての取り扱いは、参加要求の場合と同じである。

なお、視聴グループ通知メッセージの参加者に自身が含

表 1 ユーザ情報

ユーザ	希望度	空き時間	帯域
A	100	19:00-20:00	有線 LAN
B	90	19:00-20:00	無線 LAN
C	80	20:00-21:00	無線 LAN
D	80	19:30-21:30	有線 LAN
E	80	19:00-20:00	3G
F	70	19:00-20:00	無線 LAN

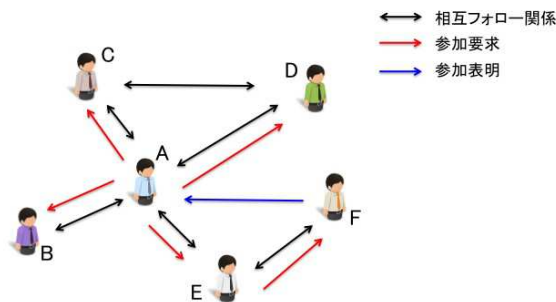


図 3 ユーザ同士の関係と情報の共有の例

まれていない場合は、参加表明メッセージはキャンセルされたものとみなし、別の参加要求メッセージに対し参加表明を行う。

4.3 システムの動作例

本章では、4.2 節で示したアルゴリズムの動作例について述べる。図 4 は、動画所有者 A が、自信の相互フォロワーであるユーザ B-E に 2 ホップの参加要求メッセージを送り、何人かのユーザから参加表明メッセージを受信する様子を表している。ユーザ A-F のユーザ情報（希望度はある動画に対するもの）を表 2 に示す。

この単純な例において、もし動画のビットレートが 3G 以上であった場合、ユーザ E は帯域の制約条件式 (3) より、キャンセルをしなければならない。また、ユーザ C はユーザ A が希望している空き時間に被っていないため、視聴するタイミングが合わないのキャンセルしなければならない。この段階でグループになりうるユーザはユーザ A、ユーザ B、ユーザ E、ユーザ F の 4 人である。例えば、ユーザ A が所有している動画のグループサイズが 3 人以下のと指定されている場合、ユーザ A を除く 3 人から 1 人を除かなければならない。表 1 によると、ユーザ F の満足度が一番低いのでユーザ F を除外する。

制約などの考慮をした結果、上記の例では、ユーザ A が所有している動画を、ユーザ A、ユーザ B、ユーザ E の 3 人で、19:00-20:00 から視聴するといった結果が得られる。

上記の結果を受け取ったユーザ A、B、E の端末では、開始時刻に図 4 に示すような動画視聴プレイヤー（実装予定）が起動され、動画の同時視聴および視聴時のコミュニケーションを支援する。

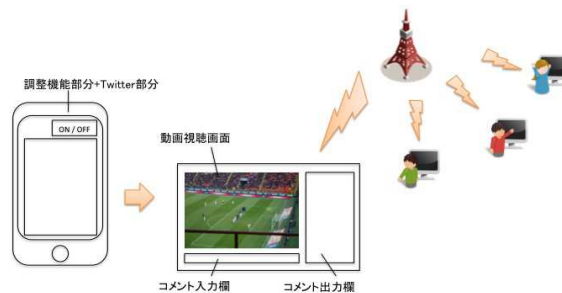


図 4 システムの最終的な概要図

5. まとめ

本稿では、遠隔地にいる複数のユーザと同時視聴を行う際、より多くのユーザが満足するようなグループ分けや開始時間調整が行えるような支援手法を提案した。ユーザは Twitter を用いることでユーザの情報（要求や環境）などの収集が容易になり、フォロワーの関係などから、より満足度の高いグループ形成が可能になる。

また、本稿の手法ではグループ形成や時間の調整の支援を提案したが、グループ形成後の動画の具体的な配信方法、動画視聴時のコミュニケーションを支援するインタフェースなどについては、今後検討する予定である。

参考文献

- [1] Youtube, <http://www.youtube.com>.
- [2] Ustream, <http://www.ustream.tv>.
- [3] ニコニコ動画, <http://www.nicovideo.jp>.
- [4] Twitter, <http://twitter.com>.
- [5] 土持幸久, 高橋伸, 田中二郎: Web カレンダーと予定調整サービスの統合: 柔軟な予定調整機能の実現に向けて, 情報処理学会第 70 回全国大会講演論文集, No. 4, pp. 379-380, 2008.
- [6] 喜田弘司, 吉府研治, 垂水浩幸: エージェント間交渉によるスケジュールの調整方式, 情報処理学会マルチメディア通信と分散処理研究会報告, Vol. 97, No. 13, pp. 91-96, 1997.
- [7] 本村真一, 影本憲五, 川村尚生, 菅原一孔: モバイルエージェントに基づく会議日程調整システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 46, No. 12, pp. 3123-3126, 2005.
- [8] Y. Liu, Y. Guo, and C. Liang: A survey on peer-to-peer video streaming systems, *Peer-to-Peer Networking and Applications*, Vol. 1, No. 1, pp. 18-28, 2008.
- [9] C. Hesselman, D. Abbadessa, W. van der Beek, D. Gorgen, K. Shepherd, S. Smit, M. Guelbahar, I. Vaishnavi, J. Zoric, D. Lowet, R. de Groote, J. O'Connell, and O. Friedrich: Sharing Enriched Multimedia Experiences across Heterogeneous Network Infrastructures, *IEEE Communications Magazine*, Vol. 48, No. 6, pp. 54-65, 2010.
- [10] 川井康寛, 志築文太郎, 田中二郎: 動画共有非同期コミュニケーションにおける一体感を向上させるインタフェース, 情報処理学会ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告, No. 50, pp. 31-36, 2008.