

## 映像プロフィールを利用した マルチライブストリーミング配信システム

谷川 諒<sup>†1</sup> 一瓢 達也<sup>†1</sup>  
島田 秀輝<sup>†2</sup> 佐藤 健哉<sup>†1</sup>

近年のパソコンやインターネット接続環境、それら周辺機器の普及に伴い、動画コンテンツを配信、及び視聴できる Web サービスが注目を集めるとともに、動画コンテンツの配信ユーザが増加している。Ustream 等のライブストリーミング配信サービスでは、生放送を公衆に向けて配信できる仕組みを配信ユーザに提供している。Ustream で提供される動画コンテンツは、配信ユーザ個々の趣向、嗜好によるものであり、また、ジャンルにより分別されている。従って、スポーツ中継において、視聴ユーザに対して多視点から観られる動画コンテンツの直観的な取得を提供できない。しかし、近年のスマートフォンの普及により、スマートフォン 1 台でライブストリーミング配信を行えるようになった。これにより、配信ユーザの増加、動画コンテンツの量、内容の多様化を期待できる。そこで、本研究では、同一空間上に位置するスマートフォンを持つ配信ユーザにおける撮影対象、位置、アングル等の映像プロフィールから動画コンテンツを選択し、視聴できるマルチライブストリーミング配信システムを提案する。また、提案システムにおける実装、評価を行い、提案システムの有効性を示す。

### Multiple Live Streaming Deliveries System with footage profile

RYO TANIGAWA,<sup>†1</sup> TATSUYA IPPYO,<sup>†1</sup> HIDEKI SHIMADA<sup>†2</sup>  
and KENYA SATO<sup>†1</sup>

Recently, with the growth of computer technology, Internet connectivity, and other peripheral devices, video sharing web services are popularizing, and such users who share video throughout the network are increasing. In live streaming video broadcast services like Ustream, users can watch public live broad-casted programs. Video contents provided in Ustream are divided in genres and are made from each users' favorites and profiles. Therefore, in sports broadcast, acquisition of multiple viewpoints of the video content is not providable to viewer audience. However, with the recent popularity of smartphones, live streaming

video broadcast is possible with one smartphone. Thus, we can expect diversification upon video broadcast limits, increase of users, and better content quality. In this paper, we propose a multi-live streaming broadcast system that can be view by multiple angles, location, and viewpoints from smartphones located in a identical open space. We also implement and evaluate the effectiveness of our proposed system.

#### 1. はじめに

昨今のインターネットやパソコン、それらの周辺機器の普及に伴って、ユーザが享受できるサービスが増加している。それによって、ユーザは配信される側から配信する側へと変わりつつある。その例として、現在撮影している映像をインターネットを介して、リアルタイムで配信するライブストリーミング配信サービスがある。これにより、ノート PC、ウェブカメラ、及びインターネット接続環境の 3 つの要素を併せ持つユーザであれば、誰でも公衆に向けて生放送を配信できる。その代表的なサービスとしては、Ustream やニコニコ生放送等が挙げられる。これらでは、ユーザは動画コンテンツを配信するユーザ (以下、配信ユーザ)、視聴するユーザ (視聴ユーザ) に分類される。つまり、ユーザを放送局として、個人の趣向や嗜好に応じた映像を放送する時代が到来してきている。しかし、Ustream 等のライブストリーミング配信サービスで配信される動画コンテンツは、現状、前述の通り、配信ユーザの趣向や嗜好に委ねられており、また、ジャンルに分別されている。従って、例えば、スポーツ中継等の大規模空間から撮影される動画コンテンツにおいて、視聴ユーザごとに視聴したい選手、撮影位置、角度等の様々なニーズが発生した場合、視聴ユーザは動画コンテンツの一覧から動画コンテンツを選択し、視聴するため、目的の動画コンテンツを直感的に取得、及び視聴できない。つまり、視聴ユーザは、1 つの対象における多視点の動画コンテンツを取得するために、動画コンテンツのキーワードを入力して検索することを強いられる。

加えて、近年、Apple の iPhone<sup>1)</sup> や Google の Android 端末<sup>2)</sup> に代表されるスマートフォンに注目が集まっている。これらのスマートフォンには、GPS センサ、カメラ、加速度センサが搭載されており、ユーザの現在位置を取得できる。また、従来では、前述の通り、ライブストリーミング配信を行うにはノート PC、ウェブカメラ、インターネット接続

<sup>†1</sup> 同志社大学大学院工学研究科情報工学専攻

<sup>†2</sup> 同志社大学理工学部

環境の3つの要素による配信環境を構築しなければならず、準備に手間がかかる。しかし、これらスマートフォンの登場により、スマートフォン1台のみで「誰でも」、「いつでも」、「どこでも」、「手軽に」ライブストリーミング配信を行えるようになった。そこで、本研究では、このスマートフォンによるライブストリーミング配信に着目し、映像プロファイルを利用したマルチライブストリーミング配信システム（以下、提案システム）を提案する。提案システムでは、様々な距離、角度に位置するスマートフォンを持つ複数の配信ユーザにおける映像プロファイルと動画コンテンツのストリーミングデータを集約し、それらを視聴ユーザに提供することで、現状のライブストリーミング配信サービスの問題を解決する。なお、映像プロファイルとは、配信ユーザが配信する動画コンテンツにおける撮影対象情報、撮影位置情報、撮影アングル情報であると定義する。以下、2章では、ライブストリーミング配信サービスの現状について述べ、3章で提案システムについて述べる。4章で実装、5章で評価について述べる。そして、6章で関連研究について述べ、最後に7章で本研究のまとめを行う。

## 2. ライブストリーミング配信サービス

### 2.1 ライブストリーミング配信サービスの現状

現状のライブストリーミング配信サービスで配信される動画コンテンツは、主に「ニュース」、「スポーツ」、「エンタメ」等のジャンルに分別され、提供されている。また、配信ユーザによって付加されたタグと呼ばれるキーワードを元に動画コンテンツがアップロードされている。しかし、動画コンテンツの撮影対象が「A vs B のサッカー中継」といった大規模空間によるスポーツ中継において、視聴ユーザごとに視聴したい選手、撮影位置、角度等の様々なニーズが発生する可能性がある。このとき、関連のある動画コンテンツを取得するためには、タグの入力、もしくは、類似していると思われる動画コンテンツのリンクを次々と辿っていくしかなく、それを取得できない可能性もある。そのため、視聴ユーザにとって、「A vs B のサッカー中継」における関連動画コンテンツを直感的に取得、視聴することが困難である。従って、現状のライブストリーミング配信サービスでは、視聴ユーザに有益な動画コンテンツを提供できない。なお、本稿において、有益な動画コンテンツとは、動画コンテンツが競技場等の大規模空間から配信されるスポーツ中継である場合、視聴ユーザごとの任意の対象、位置、及び角度から視聴したいというニーズを満たすものであると定義する。また、関連動画コンテンツとは、ある動画コンテンツに対して様々な位置、角度から観られる動画コンテンツであると定義する。

### 2.2 ライブストリーミング配信サービスの問題点

現状のライブストリーミング配信サービスには、以下に示す2点の問題点がある。

#### ● 問題点 1

ジャンル別、及び配信ユーザの趣向、嗜好による配信形態のため、視聴ユーザは、1つの撮影対象における関連動画コンテンツを直感的に取得できない。

#### ● 問題点 2

視聴ユーザが検索を行ったとしても、検索結果には様々な動画コンテンツが表示されるため、関連動画コンテンツの判別が困難である。

## 3. 提案システム

### 3.1 概要

本研究では、無線 LAN 回線を利用でき、尚且つアクセスポイントが存在しない環境においても 3G 回線を用いてインターネットを利用できることから「誰でも」、「いつでも」、「どこでも」、「手軽に」視聴ユーザに向けて動画コンテンツを配信できるスマートフォンに着目した。これにより、配信ユーザは増加し、それに伴って、視聴ユーザの所望する動画コンテンツの多様化を見込める。また、スマートフォンには、GPS、カメラ、加速度センサ等が搭載されており、撮影位置情報、撮影アングル情報を容易に取得できるため、映像プロファイルを構築しやすい。そこで、提案システムでは、ライブストリーミング配信を行う端末としてスマートフォンを利用し、撮影対象情報や位置情報等の映像プロファイルから動画コンテンツを選択、及び視聴できる仕組みを提供することで 2.2 節で述べた問題点 1, 2 を解決する。具体的には、同一空間上に位置する複数の配信ユーザにおける映像プロファイルを集約し、地図上にそれらを表示することで、視聴ユーザが所望する関連動画コンテンツを直感的に取得できるインタフェースを提供する。そのため、提案システムを利用することで、視聴ユーザは、地図上に表示された映像プロファイルから、自らの検索を介することなく、関連動画コンテンツを視聴できる。構築するインタフェースとしては、様々なスポーツ中継を対象とし、映像プロファイルが付加された動画コンテンツを直感的且つ容易に選択できる Web ページを想定する。また、ライブストリーミング配信、映像プロファイルの取得、及びアップロードについては本研究で開発するソフト（以下、クライアントソフト）を利用することを想定する。なお、提供する動画コンテンツとしてスポーツ中継を想定する。スポーツ中継では、多数の選手が登場し、広域的なフィールドを駆け巡ることが予想されるため、視聴ユーザのニーズが高まる。また、放映権等を考慮してプロ野球、Jリーグ等のプロスポーツ

を対象から除外する。

### 3.2 システム構成

本研究の提案システムは「マルチ配信ユーザ」「ストリーミングサーバ」「Webサーバ」, 「視聴ユーザ」の4要素から構成される。提案システムの構成を図1に示し, それらの役割を以下に示す。

- マルチ配信ユーザ  
スマートフォンにインストールされた本研究で開発するクライアントソフトを起動して, 映像プロファイルの取得, 及びアップロードを行った後, ライブストリーミング配信を開始する。
- ストリーミングサーバ  
マルチ配信ユーザにおける動画コンテンツのURLを埋め込んだメタファイルと, そのメタファイルにアクセスするためのHTMLファイルを自動的に生成し, Webサーバにアップロードする。
- Webサーバ  
マルチ配信ユーザから取得した映像プロファイルを基に視聴ユーザ用インターフェースであるマルチライブストリーミング配信ページ(以下, 配信ページ)を生成する。
- 視聴ユーザ  
希望する撮影対象や撮影位置等の情報をWebブラウザ上で入力して配信ページを取得

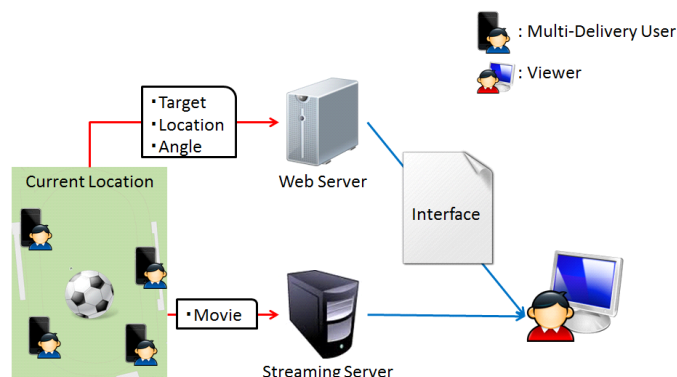


図1 提案システムの構成

Fig.1 Proposal system architecture.

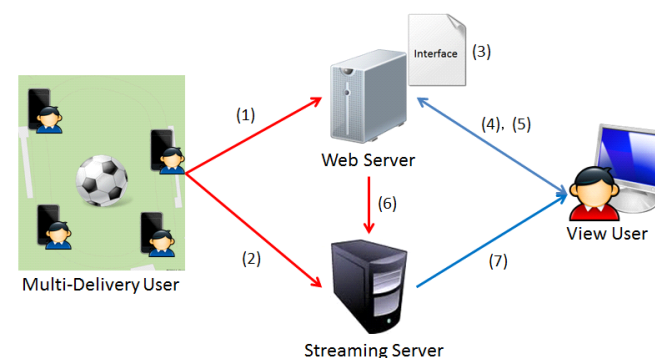


図2 動作手順

Fig.2 Action procedures.

し, 映像プロファイルを選択することで, 動画コンテンツを視聴する。

### 3.3 動作手順

提案システムでは, 配信ページを視聴ユーザに提供することで, 視聴ユーザの様々なニーズに対応する。その動作手順について図2を用いて説明する。なお, 前提条件として視聴ユーザは提案システムをすでに認知しており, 享受できる環境にあると想定する。

- (1) 映像プロファイルの取得, アップロード  
マルチ配信ユーザはスマートフォンにインストールされたクライアントソフトを起動して映像プロファイルを取得し, Webサーバにアップロードする。
- (2) ライブストリーミング配信  
マルチ配信ユーザはスマートフォンにインストールされた Ustream Broadcaster を起動し, ライブストリーミング配信を開始する。各配信ユーザにおける動画コンテンツのストリーミングデータはストリーミングサーバにアップロードされる。
- (3) 視聴ユーザ用インターフェースの生成  
Webサーバはマルチ配信ユーザから取得した映像プロファイルを基に配信ページを生成する。
- (4) マルチライブストリーミング配信システムのWebサービスの享受  
視聴ユーザは, 希望する撮影対象や撮影位置等の情報をWebブラウザ上で入力し, Webサーバに送信することで, 該当する配信ページを取得する。

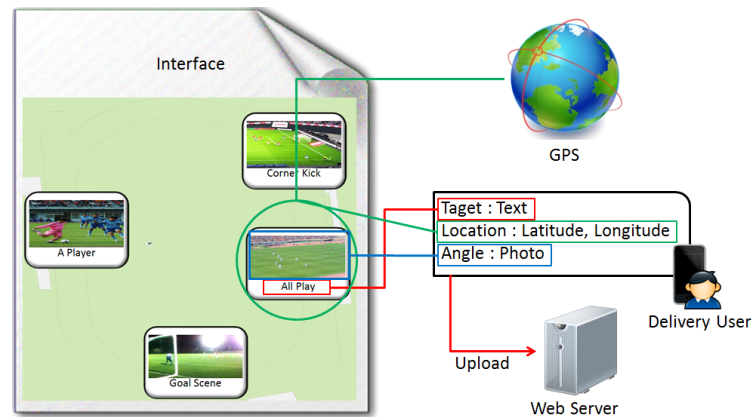


図 3 マルチライブストリーミング配信ページと映像プロフィール  
Fig. 3 Page of multiple live streaming delivery and footage profile.

(5) 映像プロフィールの選択

視聴ユーザは配信ページ内にある複数の映像プロフィールのうち、1つの映像プロフィールを選択することで任意の動画コンテンツの配信要求を Web サーバに送信する。

(6) 動画コンテンツの配信の依頼

Web サーバは (5) で選択された動画コンテンツに埋め込まれた HTML ファイルによってメタファイルにアクセスし、ストリーミングサーバに対して動画コンテンツのストリーミングデータを視聴ユーザへ配信するよう要求する。

(7) 動画コンテンツの配信

ストリーミングサーバは視聴ユーザの要求と適合する動画コンテンツのストリーミングデータを視聴ユーザの保持する端末に向けて配信する。

3.4 映像プロフィール

提案システムでは、映像プロフィールを選択することで、関連動画コンテンツを取得、及び視聴できる。映像プロフィールは、アイコンにまとめ、競技場における地図上に提示する。視聴ユーザが利用する配信ページと映像プロフィールの例を図 3 に示し、説明を以下に記載する。

● 撮影対象情報

テキスト情報を指す。配信ユーザのテキスト入力により取得し、アップロード

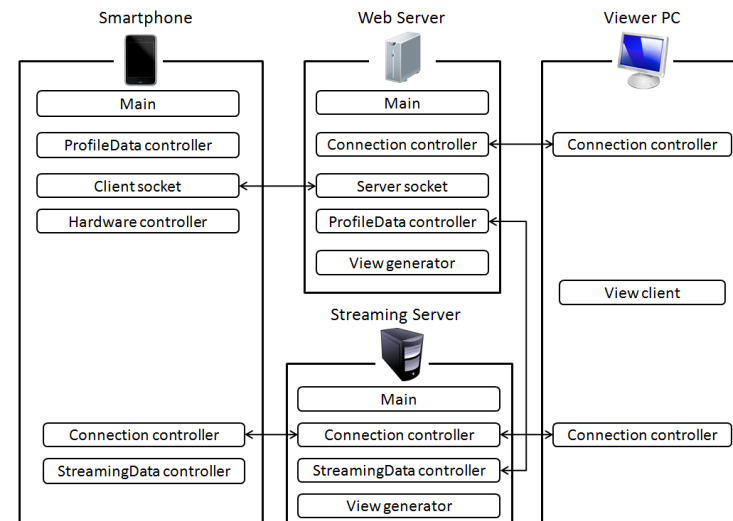


図 4 ソフトウェア構成  
Fig. 4 Software architecture.

● 撮影位置情報

配信ユーザ (地図上ではアイコン) の位置を表す。スマートフォンに搭載された GPS により緯度、経度を取得し、アップロード

● 撮影アングル情報

写真データを指す。スマートフォンに搭載されたカメラにより写真データを取得し、アップロード

3.5 ソフトウェア構成

ソフトウェア構成を図 4 に示す。各 4 要素のソフトウェアは独立した機能を持つ複数のモジュールにより構成される。以下に各 4 要素におけるモジュールの説明を示す。

● スマートフォン

– Main

スマートフォン上で、クライアントソフトを利用するための基盤モジュール

– ProfileData controller

映像プロフィールを取得をするモジュール

- Client socket  
スマートフォンから Web サーバにソケット通信を行い、映像プロファイルをアップロードするモジュール
- Hardware controller  
スマートフォンが搭載している GPS、カメラ等のハードウェア機構の制御を行うモジュール
- Connection controller  
スマートフォンからストリーミングサーバに通信を行い、動画コンテンツのストリーミングデータをアップロードするモジュール
- StreamingData controller  
動画コンテンツのストリーミングデータを生成するモジュール
- Web サーバ
  - Main  
Web サーバが提案システムを提供するための基盤モジュール
  - Connection controller  
視聴ユーザ用 PC と通信を行い、視聴ユーザの要求に応じて映像プロファイルを追加した動画コンテンツを提供するモジュール
  - Server socket  
スマートフォンからのソケット通信を受け付けるモジュール
  - ProfileData controller  
スマートフォンから受信した映像プロファイルの管理を行うモジュール
  - View generator  
視聴ユーザ用 PC に Web ページを表示するモジュール
- ストリーミングサーバ
  - Main  
ストリーミングサーバが動画コンテンツのストリーミングデータを配信するための基盤モジュール
  - Connection controller  
スマートフォン、視聴ユーザ用 PC との通信制御を行うモジュール
  - StreamingData controller  
スマートフォンから受信した動画コンテンツのストリーミングデータの管理、配信

- を行うモジュール
- View generator  
視聴ユーザ用 PC に動画コンテンツのストリーミングデータ配信画面を表示するモジュール
- 視聴ユーザ用 PC
  - Connection controller  
Web サーバ、ストリーミングサーバとの通信制御を行うモジュール
  - View client  
Web サーバから受信した Web ページ、ストリーミングサーバから受信した動画コンテンツのストリーミングデータ配信画面を表示するためのモジュール

#### 4. 実 装

本研究では、スマートフォン用のクライアントソフトである Multi-LiveBroadcaster と提案システムにおける Web サービスの 2 点について実装を行う。

##### 4.1 実装 1: Multi-LiveBroadcaster

マルチ配信ユーザ用のクライアントソフトである Multi-LiveBroadcaster の実装は、Android OS を利用して行う。また、スマートフォンを利用したライブストリーミング配信のためのアプリケーションとして、Ustream が提供する Ustream Broadcaster を利用した。つまり、Multi-LiveBroadcaster により映像プロファイルの取得、及びアップロードを行い、Android OS の機能である Intent により Ustream Broadcaster を呼び出して、ライブストリーミング配信を行う。Intent とは、他のアプリケーションを呼び出すための情報オブジェクトであり、これに動作要求を記述して Android OS に投げることにより、Android OS が切り替え可能なアプリケーションに通知してくれる。実装した Multi-LiveBroadcaster の実装環境を表 1 に、クライアントソフトの GUI 画面を図 5 にそれぞれ示す。「Target」欄に撮影対象を入力し、「Get Location」ボタンをタップすることで GPS により現在位置の緯度、経度を取得でき、「Set Angle」ボタンをタップすることでカメラが起動し、写真データを取得できる。そして、「Go Live Streaming」ボタンをタップすることで、取得した映像プロファイルが Web サーバにアップロードされ、Ustream Broadcaster が起動できる。

##### 4.2 実装 2: 提案システムの Web サービス

視聴ユーザにとって有益な動画コンテンツを提供するために、Google Maps API<sup>3)</sup>、Twitter@Anywhere<sup>4)</sup>、Ustream Data API<sup>5)</sup> を用いて、配信ページを構築する。これにより、

表 1 実装環境

Table 1 Implementation environment 1.

|          |                          |
|----------|--------------------------|
| OS       | Android 1.6              |
| Hardware | docomo PRO series HT-03A |
| Language | Java                     |

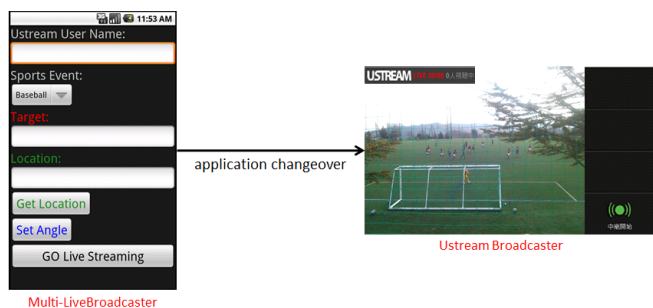


図 5 Android 端末のスクリーンキャプチャ  
Fig. 5 Screen capture of Android mobile phone.

視聴ユーザは検索をせずに提示された映像プロフィールから直感的に関連動画コンテンツを取得し、視聴できる。また、Twitter との連携による動的な映像プロフィールの変更も行える。実装環境を表 2 に、提案システムの Web サービスの実行画面である配信ページ、及び複数の動画コンテンツ視聴画面をそれぞれ図 6、図 7 に示す。視聴ユーザは図 6 に示す配信ページ上のマーカーをマウスオーバーすることで映像プロフィールを見ることができる。ここでの撮影対象情報は「キーパー」、撮影位置情報はマーカーの各位置、そして、撮影アングル情報は「写真データ」である。また、画面下部に示すツイートボックスから特定の配信ユーザに映像プロフィールの変更要求を行える。そして、視聴ユーザが各マーカーをクリックすれば、図 7 のように動画コンテンツを複数表示し、視聴できる。

## 5. 評価

提案システムと Ustream のある 1 つの撮影対象における動画コンテンツを検索した後に、関連動画コンテンツを 1 つ取得し、表示するまでの時間を 10 回計測した。計測を行った 10 回の平均時間を表 3 に示す。ある撮影対象の動画コンテンツを検索してから、その動画コンテンツにおける関連動画コンテンツを 1 つ取得するまでの平均時間は、提案システムが約

表 2 実装環境 2

Table 2 Implementation environment 2.

|                  |   |
|------------------|---|
| Web Server       | Apache 2.2.17   |
| Streaming Server | Ustream Server  |
| Language         | javascript  |
| Web API          | Google Maps API<br>Twitter@Anywhere<br>Ustream Data API |



図 6 マルチライブストリーミング配信ページ  
Fig. 6 Page of multiple live streaming delivery.



図 7 複数の動画コンテンツ視聴画面  
Fig. 7 Screen viewing multiple video contents.

4,000 [msec] となり、Ustream の 17,780 [msec] と比べて約 14,000[msec] 早いという結果になった。提案システムは、マルチライブストリーミング配信ページにより、すでに関連動画コンテンツが表示されている。つまり、視聴ユーザは映像プロフィールから動画コンテンツを選択するだけであり、検索せずとも、関連動画コンテンツを視聴できる。Ustream は、配信ユーザによって動画コンテンツにキーワードのタグ付けが為されている。そのため、検索結果には様々な動画コンテンツが存在し、視聴ユーザは関連動画コンテンツを判別するのに時間がかかる。さらに、関連動画コンテンツを発見できない可能性も考えられる。この結果より、映像プロフィールを利用した提案システムは、視聴ユーザに対して有益な動画コンテンツの取得、視聴を提供可能と判断できる。

表 3 関連動画コンテンツを 1 つ取得, 及び表示するまでの平均時間

|         | 平均時間 [msec] |
|---------|-------------|
| 提案システム  | 4,000       |
| Ustream | 17,780      |

## 6. 関連研究

松生<sup>6)</sup>らは, スポーツ映像を対象とし, 動き特徴に基づく関連動画コンテンツの検索手法を提案している. この提案手法では, 動きの特徴として時空間画像処理により抽出した動きの方向や速度を扱い, これらを組み合わせて動画コンテンツの内容に基づく検索を実現する. しかし, 人の目から見て明らかに関連していない動画コンテンツが検索結果として表示されることもある. 提案システムでは, 競技場という同一空間上に位置する配信ユーザの映像プロフィールを集約し, 提供するため, 地図上に提示された映像プロフィール, つまり, 視聴できる動画コンテンツは全て関連していることになる.

中野<sup>7)</sup>は Web ブラウザ上に複数の動画を配置する Web アプリケーションを開発している. 視聴ユーザはまず, 視聴したい動画コンテンツの数だけ自動配置を行うテンプレートを選択し, 視聴する動画コンテンツの URL を各テキストボックスに入力する. そして, 選択したテンプレートにより動画コンテンツが配置され, 同時に複数の動画コンテンツを視聴することができる. しかし, 視聴ユーザは自ら関連動画コンテンツを探す必要があるため, その検索や取得に手間がかかる. 提案システムでは, 地図上に提示された映像プロフィールにより, 関連動画コンテンツを直感的に取得し, 視聴できる.

## 7. まとめと今後の課題

本研究では, 現状のライブストリーミング配信サービスの問題点を解決するために, 映像プロフィールを利用したマルチライブストリーミング配信システムを提案した. また, 提案システムにおけるクライアントソフト, 及び Web サービス部分の実装と評価を行った. 評価としては, 提案システムと Ustream において, ある 1 つの撮影対象における動画コンテンツを検索してから, その動画コンテンツにおける関連動画コンテンツを 1 つ取得, 表示するまでの時間を計測した. これにより, 視聴ユーザに対して, 位置情報などの映像プロフィールから視聴したい動画コンテンツを選択して, 視聴するという提案システムの有効性を示し, 動画コンテンツの多視点化を実現した.

しかし, マラソンなどの位置情報が常に変化する対象に対しては, 対応できていない. 考えられる対策としては, マラソン会場エリア内の各チェックポイントに配信ユーザを配置し, ライブストリーミング配信するという手法が挙げられるが, これでは, マラソンランナーを映し出す時間が限られてしまう. また, 本研究では, 動画コンテンツにおける品質は考慮していない. ライブストリーミング配信として, 今回は Ustream Broadcaster を採用した. 今後は, 自らストリーミングサーバを構築し, スマートフォン用のライブストリーミング配信ソフトを開発することで動画コンテンツの多視点化だけでなく高品質化の検討をすることも必要である.

## 謝 辞

本研究の一部は科研費 (21500084) の助成を受けたものである.

## 参 考 文 献

- 1) Apple Inc.: iPhone Dev Center, Apple Developer Connection (online), available from <http://developer.apple.com/iphone/> (accessed 2011-05-23).
- 2) Google Inc.: Welcome (Android Open Source Project), android open source project (online), available from <http://source.android.com/> (accessed 2011-05-23).
- 3) Google.: Google Maps API ファミリー, Google code (online), available from <http://code.google.com/intl/ja/apis/maps/> (accessed 2011-05-23).
- 4) Twitter.: API Documentation, twitter developers (online), available from <http://dev.twitter.com/doc/> (accessed 2011-05-23).
- 5) Ustream.: Ustream API Documentations, USTREAM.TV (online), available from <http://developer.ustream.tv/docs/> (accessed 2011-05-23).
- 6) 松生 智博, 石井 亮司, 前田 眞一郎, 岡田 至弘: 時空間画像処理による類似動画画像検索, 電子情報通信学会技術研究報告, pp. 299-304, 2008.
- 7) 中野 裕太, 服部 明, 速水 治夫, 原 隆浩: リアルタイム動画多画面視聴 Web アプリケーション, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO 2010) シンポジウム, pp. 59-64, 2010.