

スキージャンプのためのビデオ即時共有システム

佐藤 永欣^{1,a)} 梅木 紀之¹ 鈴木 彰真¹ 村田 嘉利¹

概要：スキージャンプ競技の練習のうち、練習メニューの仕上げがジャンプ台で行われる。スキージャンプ競技においては踏切が飛距離の要因の8割を占めるといわれており、スキージャンプ競技の練習はよい踏切をするための練習である。ジャンプ台における練習では、踏切台付近にいるコーチが踏切前後の模様をビデオ撮影し、ビデオを選手と一緒に再生して踏切が理想に近いかどうかを確認している。しかし、選手は着地後、踏切台付近のコーチのところまで100メートルほどジャンプ台を登る必要があるため、確認するまでジャンプ後5分以上かかってしまう。本システムは、着地点付近と踏切台をネットワーク接続して双方に端末を置き、ビデオを共有することで着地後直ちに踏切のビデオを確認しコーチの指導を受けることを実現する。

キーワード：スキージャンプ, 踏切練習, 指導の効率化, ビデオ

1. はじめに

スキージャンプ競技はノルディックスキーに分類されるウィンタースポーツである。成績は飛距離点と飛型点から構成されるが、飛距離点の方がより重要である。飛距離の評価はK点と呼ばれる基準点への着地を基本とし、飛距離により加減する。飛距離が決まる要因は踏切の速度、踏切そのものの動作とタイミング、飛行時の姿勢に分類されるが、このうち、踏切そのものの動作とタイミングが8割を占めるといわれている。

練習では、ジャンプ台を使わずに踏切以前の滑走姿勢から、踏み切って空中姿勢に移行する練習を繰り返し、その確認としてジャンプ台で実際に踏切を行う。ジャンプ台を使わない踏切の練習とジャンプ台を使った練習では踏切の直前に選手にかかっている遠心力と重力が異なるなど、様々な違いがある。また、踏切のタイミングはジャンプ台を使わずには調整できないなど、ジャンプ台での練習で集中して行うべきことが存在する。一方で、ジャンプ台は大きな固定設備であり選手が在籍する企業や学校から近いとは限らず、必ずしも毎日ジャンプ台で練習できるわけではない。典型的には練習の仕上げとして週に一度程度ジャンプ台を利用する。

ジャンプ台での練習ではコーチが踏切台脇から踏切の様子を家庭用ビデオカメラで撮影し、コーチは録画したビデオ

画像を選手に見せながら主に踏切前後の動作を選手に指導する。しかし、この指導を行うためには、従来、コーチが着地点付近に移動するか、選手が踏切台に移動するかする必要があった。選手が着地後、停止し、スキー板を外してリフトに乗るか階段を登る必要があるため、指導の準備ができるまでリフトに乗る場合で5分程度、階段を登る場合は15分ほどかかってしまう。

そこで、スキージャンプ台にネットワークを敷設し、着地点付近と踏切台付近に設置した端末の間を接続し、家庭用ビデオカメラで撮影したビデオデータを共有することで、着地後すぐにコーチの指導を受けられるシステムを開発した。本システムはジャンプ台に敷設されたLANと、家庭用ビデオカメラに装着したFlashAirカード、ビデオデータのカメラからの吸出しと端末への転送を行うサーバ、踏切台脇と着地点付近に設置したタブレット端末からなる。

コーチはジャンプする選手の模様を、滑走開始、踏切前の姿勢、踏切、空中姿勢がわかるようにビデオ撮影する。この撮影自体は、家庭用ビデオカメラを用いて従来から行われている。本システムでは、家庭用ビデオカメラに記録用メモリカードとして装着したFlashAirカードが、ビデオの録画が終わった直後に、サーバへビデオ録画を転送する。サーバはさらに、踏切台脇のコーチ用タブレットと着地点付近の選手用タブレットにそれぞれビデオ録画を転送する。2台のタブレット端末では、本システムの一部であるビデオプレーヤーが実行されている。このプレーヤーは、2台の端末の片方で行った、再生、一時停止、コマ送りなどの操作をもう片方の端末にも反映させる。すなわち、操

¹ 岩手県立大学
Iwate Prefectural University, Takizawa, Iwate, 020-0193, Japan
^{a)} nobu-s@iwate-pu.ac.jp

作を共有するビデオプレーヤーが実行されている。これにより、選手とコーチは、30秒前に飛んだばかりのジャンプの録画を、離れた場所にいながら確認し、指導を行うことができる。

我々は以前、地磁気・加速度センサをスキージャンプ選手に装着し、ひざや腰の角度をモニタすることで踏切の動作をモニタするシステムを開発していた。このシステムでは、足首、太もも、腰の後ろ側にセンサを装着する必要がある。センサは突起物であり、転倒などの事故の恐れがほとんどない大人の選手であれば使用できるが、小中学生のような、停止時などに転倒などの事故が起きかねない初心者の場合、安全に使用できるとは言えなかった。このため、選手に特に物を装着せずに使用できる指導支援システムが求められていた。本システムはスキージャンプの練習で一般的に行われているビデオ撮影と確認を進歩させることで指導支援を高度化する。

本論文の構成は次のとおりである。第2章では関連研究について述べる。第3章でスキージャンプ競技とその練習方法について説明する。第4章では本システムの概要を述べた後、詳細な設計と動作を述べる。第5章では実験室内での評価結果を述べる。最後に第6章でまとめを述べる。

2. 関連研究

スキージャンプの成績向上に関する研究は古くから行われ、その分野もバイオメカニクス、スポーツ科学一般、航空力学、情報学などの範囲である。情報学の視点による研究としては、我々が開発した、地磁気・加速度センサを使用した踏切モーションモニタシステム [1] [2] [3] がある。このシステムでは、3個の地磁気・加速度センサが、スキージャンプ選手の腰の後側、太股、足首に取り付けられ、腰と膝の角度の変化を連続的に測定することができる。これにより、踏切モーションが理想に近いかどうかを定量的に把握し指導することが可能になった。また、踏切の模様を地磁気・加速度センサと同期して固定カメラによりビデオ録画する機能もある。この他、国際スキー連盟によるルール [4] [5] による飛距離測定とは若干異なるものの、ブレーキングゾーンから着地する選手を撮影し、着地時の衝撃と着地の動画像を用いて飛距離を自動的に計測する機能もある。

スキージャンプの踏切に関しては、一般的には足の裏全体を使って踏み切るのが良いと言われている [6] [7] 踏み切り時の足の裏の圧力分布を計測する研究は1970年代から行われている。このため、大倉山ジャンプ競技場や白馬ジャンプ台では、圧力センサが踏み切り台のスキー板が通るレール部分に設置されている。これらのジャンプ台では足の裏の圧力分布が測定可能であるが、圧力センサが設置されているジャンプ台は日本では非常に少ない。

航空力学的な観点からの研究としては、[8] 等がある。

3. スキージャンプ

ここではスキージャンプ競技の概要と一般的に行われていると思われる練習の方法について述べる。練習の方法については、筆者らが実験協力者であるノルディックスキーの選手・コーチから聞き取ったものである。

スキージャンプはノルディックスキーに分類される競技である。一般にはウィンタースポーツと思われているが、プラスチックで舗装したジャンプ台に水をまき、夏季に競技を行うこともあり、特にサマージャンプと呼ばれて区別されている。両社はトップレベルでの勝負の勘所や勝敗を分ける要因に雪の影響の有無があるかどうかなどが異なるものの、基本的には同じ競技である。

スキージャンプの勝敗は飛距離点と飛型点の合計で競う。一般的な状況では飛距離点が勝負の分かれ目であるため、練習では飛距離を伸ばすことに注力する。飛距離が決まる要因の7~8割は踏切であるといわれ、踏切の要素は飛び出し時の速度と方向、ジャンプ台を蹴って飛び出すタイミング、飛行姿勢への速やかな移行などに分類される。このうち、適切な飛び出しが踏切の最も重要な点である。したがって、練習では適切な飛び出しを行うことを最大の目標としている。

冬季にジャンプの練習をジャンプ台で行うことは困難なため、踏切の練習やフォーム獲得・修正などは夏季が中心となる。これは、冬季にジャンプ台を使用するには除雪や踏み固めといった作業に労力が必要だからである。また、大会も冬に多く開かれるため選手は冬には毎週末のように開かれる大会への出場を主とする生活をしている。サマージャンプの大会もあるが、夏は冬ほど日程が過密ではなく、ジャンプ台を使用するのも水をまくだけと簡便である。このため練習は主に夏に行われる。よって、提案システムは主に夏に使用することのみを考えて実装している。

スキージャンプの練習は一般的な体力づくりのほかは、上記のように踏切が極めて重要な勝敗を分ける要素であるため、踏切に特化したものとなる。踏切の練習はいくつかの段階に分かれ、一般的なグラウンドで行うものとジャンプ台で実際に飛行して行うものに分類される。一般的なグラウンドで行うものとして、下半身及び背筋の筋力づくり、適切な滑走姿勢を取り維持する練習、地面を蹴って前方に高く遠く飛び上がる練習、および、二人一組で飛び上がったあとの空中姿勢への移行をシミュレーションする練習がある。ジャンプ台で行われる練習は、これらの一般的なグラウンドで行われる練習のまとめとして、踏切動作のタイミング、踏切直前の姿勢、空中姿勢への移行などを確認することが主である。したがって、選手の日常生活圏にジャンプ台があるかどうかにも依存するが、おおむね週に1、2日、ジャンプ台で練習することが多いようである。

スキージャンプ台は、全体として図1に示すような部位

に分けられる。図示したほか、ジャンプ台の下から上まで登るリフトやモノレール、階段が設置されている。リフトやモノレールが設置されている場合、通常、スキージャンプ台に登った選手はジャンプしてしまうので、降りることはあまり考慮されていないことに注意が必要である。つまり、ジャンプ台から降りるためのモノレールのゴンドラ呼び出しや、リフト搭乗は考慮されていない。

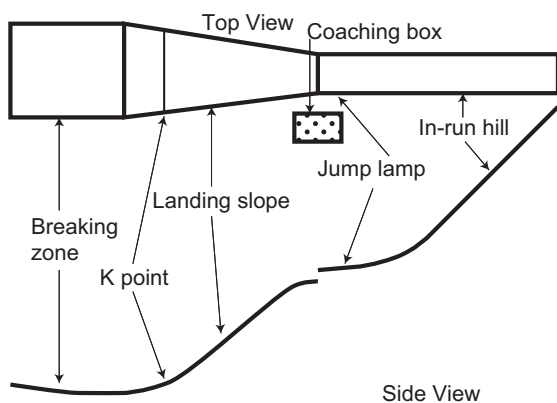


図1 スキージャンプ台
Fig. 1 Ski jumping facility

ジャンプ台での練習は、次のように行われている。通常数人が一組となり、選任のコーチがいない場合はコーチ役が一人、選任のコーチがいる場合は専任のコーチが、踏切台脇のコーチ台で踏切の様態を観察して修正箇所などをあとで指摘する。この際、家庭用ビデオカメラにより、滑走開始から、踏切、ジャンプ、空中姿勢への移行を録画することが多い。修正箇所などを指摘する際にこの録画が使われる。録画により、踏切直前の滑走姿勢、踏切時に関節が伸びる順番、タイミングなどを確認し、次のジャンプで修正を行う。

家庭用ビデオカメラを使用している現状では選手とコーチが一か所に集合しなければ録画を確認することができない。スキージャンプ台には、登攀用の階段とリフトかモノレールが設置されている。ただし、リフトやモノレールは登ることだけを考慮して設置されている。したがって、着地して停止した選手がモノレールかリフトでスタート地点に戻る途中の踏切台付近でコーチと会話することになる。モノレールやリフトを使用する場合でも、階段を使用する場合でも、停止後にスキー板を外して移動する必要がある。よって選手がコーチと動画を見ながら会話できるまで、モノレール等を使う場合で5分程度、階段の場合は15分程度かかる。したがって、現行の練習方法の場合、指導を受けられるまでに時間が経過してしまうため、直前のジャンプについての記憶が新しくなく、一部の記憶が変わってしまい指導する側と指導を受ける側で齟齬ときたすことがあった。

本システムは、スキージャンプの現状の練習方法に沿って、問題点を解決することを試みる。我々は以前、スキージャンプ選手の腰、太もも、足首に地磁気・加速度センサを装着し、ひざや腰の角度の変化を連続的に測定するシステムを開発していた。このシステムはスキージャンプの練習方法に変化をもたらす可能性があったが、十分に上達した大人でないと使えないなどの問題があった。そこで、今度は現状の練習方法に寄り添い、問題を解決することを試みる。

4. スキージャンプの踏切練習のためのビデオ共有システム

本システムを導入する前提を述べる。まず、本システムはスキージャンプ台で行われる、実際の試合を想定した、踏切の確認を中心とする練習をターゲットとしている。また、その練習では、家庭用ビデオカメラによる録画が行われており、指導のための重要なデータとなっていることを前提としている。

次に、本システムの構成を述べる。本システムは、ジャンプ台に固定的・半固定的に設置される機器類と、持ち運び可能で選手やコーチが所有することもありうる機器を使用することも可能な部分に分かれる。このうち、固定的・半固定的に設置される機器には極力データを置かないこととし、同一ジャンプ台での複数チームの練習に対応する。通常、一つのジャンプ台を同時に複数のチームが練習に使うことはないことからこのような仕様とした。もっとも、一つのジャンプ台を複数のチームが同時に使用する場合でも、持ち運び可能な機器類が互いを識別するだけで対応可能である。

図2に本システムのユースケースを示す。通常の練習のようにスキージャンプ選手はコーチの指示のもと滑走を開始してジャンプし、着地・停止後に携帯端末で飛んだばかりのジャンプの様態をコーチとともに確認し、指導を受ける。このとき、再生には携帯端末を使用し、コーチと選手双方による動画への操作が、他方の端末にも反映される。すなわち、二人とも共時的に同じ画面と操作を共有する。動画への操作は最後に操作したほうが優先される。コーチと選手の会話は、本システムによる音声チャットまたは従来から用いられているトランシーバなどを用いる。

次に本システムを構成するコンポーネントについて説明する。まず、半固定的に設置されるコンポーネントは次の通りである。また、あわせて岩手県八幡平市の田山スキー場の夏用50mジャンプ台にこれらの機器を設置した際の設置場所についても述べる。

● サーバ

後述するFlashAirカードを搭載した家庭用ビデオカメラからの動画の吸出しと、コーチ用端末、選手用端末への転送を行う。このため、WWWサーバ等が動いて

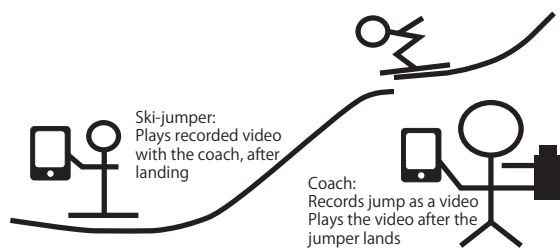


図2 ビデオ共有システム使用例
Fig. 2 System use case description

いる。このほか、DNS、DHCPなどのサービスを行う。設置場所は次に述べるネットワーク設備があるところであればどこでもよい。今回はコーチングボックスに設置した。また、スペースの都合上、サーバが後述するコーチ用無線APを兼ねている。サーバは後述するFlashAirからの動画ファイルの取り出しと、取り出し完了後にコーチ用端末、選手用端末にファイルを送る機能を持っている。具体的には、FlashAirからの録画完了通知を受けた後、録画ファイルをFlashAirからダウンロードし、コーチ用・選手用端末にファイル名を通知する。通知を受けた各端末はサーバからファイルのダウンロードを行う。このほか、コーチ用・選手用端末のIPアドレスを互いに通知しペアを作成する。

- ネットワーク設備

- 無線AP

後述する選手用端末、コーチ用端末が接続するWi-Fiアクセスポイントである。通常のWi-Fiの通信可能距離には収まらない離れた場所に設置しなければならないため、2台必要である。なお、コーチ用端末のための無線APは設置場所が同じであるサーバが兼ねることもある。1台はブレーキングゾーンの脇、もう1台は踏切台脇かコーチングボックス内に設置する。

- 光メディアコンバータ・光ケーブル踏切台脇のコーチングボックスと、ジャンプ台の下のブレーキングゾーン脇との間にLANを敷設した。この際、ケーブル総延長が100メートルを超えるため、光ケーブルによりこの2点を接続した。市販の無線APやPCのLANインターフェースは1000Base-Tが普通なので、光ケーブルを直接接続するよりもメディアコンバータにより銅線に変換するほうがコスト的には有利である。ただし、今回は余剰となった光メディアコンバータと光ケーブルを使用したため100Base-FXとシングルモードファイバの組み合わせである。

上記の半固定的に設置されるコンポーネントの配置図を図3に示す。光ケーブルはモノレールの線路わきの排水溝に沿って敷設し、踏切台直下のトンネルをくぐらせた。な

お、光ファイバは屋外用にステンレスシースで保護されたシングルモードケーブルを用いた。踏みつけなどには十分耐えられる。

なお、ネットワーク設備の光ケーブルに関しては、以前の研究で敷設したものをそのまま使っている。このケーブルもさらに以前の研究で使用していたものをジャンプ台に運び使用している物である。別のジャンプ台で本システムを動かす場合などでは、光ケーブルによるネットワークを敷設するよりも、高利得指向性アンテナを用いたWiFiにより、コーチングボックスとブレーキングゾーン脇を接続するほうがコストは安いと考えられる。実際のジャンプ台への機器の設置状況の写真を図4に示す。

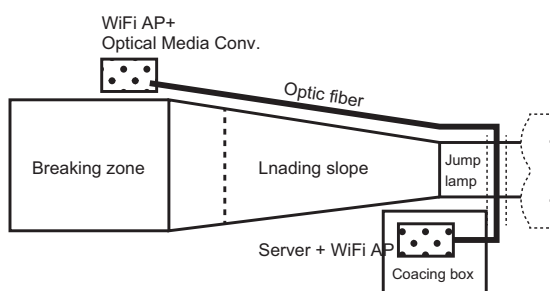


図3 ネットワーク接続状況と設置した機器類の配置
Fig. 3 Network connections and facility installed devices



図4 防水函に収納したWiFiアクセスポイントと光メディアコンバータ
Fig. 4 WiFi AP and Optical Media Converter Stored in a Waterproof Box

持ち運び可能で選手やコーチの所有物品も使用可能なコンポーネントは次のとおりである。

- 家庭世ビデオカメラ+FlashAirカード

通常の練習には、本システム導入以前にも家庭用ビデオカメラが用いられていた。使用する機能を調査したところ、光学ズーム、録画、再生であった。光学ズームは10倍程度が用いられていた。このため、コーチ用端末のカメラ機能を用いて撮影することも検討した

が、必要なズーム倍率から考えて無理がある。そこで、家庭用ビデオカメラに WiFi 通信カードを組み合わせたことにした。

家庭用ビデオカメラから録画データを取り出すには、記録メディアを物理的に差し替える、WiFi 通信機能があるカメラを用いる、WiFi 通信カードを記録メディアとして使うの 3 種類の方法が考えられる。今回、外部から WiFi 経由でアクセスするための方法、カメラからのデータ書き込みなどのイベントにフックする方法などが公開されているといった理由から FlashAir を選択した。

FlashAir への録画ファイルの書き込み完了を FlashAir 自身が監視する Lua スクリプトによるフックがあるので、これを利用して新たに録画されたファイル名をサーバに送信する。FlashAir は Web サーバとして動作させておき、サーバが HTTP 経由でファイルをダウンロードする。Lua スクリプトによるフックの中で直接サーバに送信する実装も試みたが、ファイルの転送時間のばらつきが大きかったためこのような実装となっている。FlashAir では起動時、ファイル書き込みがあったとき、HTTP でのアクセスがあったときに任意の Lua スクリプトを実行できる。

- コーチ用端末・選手用端末 Android が動く携帯端末を用いる。今回は Nexus 7 を利用した。コーチ用端末と選手用端末は基本的に同じ機能を持っている。両端末の機能として、サーバから録画されたビデオデータを転送してローカルのストレージに保管する、保管したビデオを両端末の間で同期して再生する機能がある。後者の機能を実現するため、両端末はサーバ経由で互いの IP アドレス等を交換して互いを認識する。動画を同期して再生するときには、両端末は互いに直接通信して、指示を送ったり互いの状況を確認する。また、選手の自宅などでジャンプの動画を確認するときのために、スタンドアロンで動作するモードもある。

ここでは、FlashAir カード内に録画された動画ファイルがサーバによって回収され、コーチ用・選手用端末に転送されるまでの手順を述べる。

- (1) コーチがジャンプの様態を録画する。FlashAir にビデオカメラにより録画ファイルが書き込まれる。
- (2) FlashAir によりファイル書き込み時に起動するように設定した Lua スクリプトが起動される。FlashAir の実装に依存する部分であるが、Lua スクリプトは書き込み完了後直ちに起動される模様である。
- (3) Lua スクリプトは録画ファイル名を取得し、サーバが FlashAir 内蔵の HTTP サーバ経由で取得するために必要な情報として、録画されたファイルを FlashAir 内蔵 HTTP サーバ経由で取得するための URL をサーバに送る。

- (4) サーバは送られてきた URL にアクセスし、動画ファイルをいったん保存する。
- (5) サーバはコーチ用・選手用端末の適当な TCP ポートで待ち受けている動画再生ソフトに対し、サーバから動画ファイルをダウンロードするための URL を通知する。
- (6) コーチ用・選手用端末は通知させた URL から動画ファイルをダウンロードし、内臓フラッシュストレージ等に保存する。
- (7) コーチ用端末および選手用端末は、ダウンロードが終わった動画ファイルを同期的に再生する。
 - (a) コーチ用端末は自身の動画ダウンロードが完了したら選手用端末に対し動画ダウンロードが完了しているかの問い合わせを行う。
 - (b) 完了しているとの返答があったら、コーチ用端末は同期再生が可能になったと判断する。

ここで、FlashAir カードからの録画データ吸出し方法について議論する。FlashAir の Lua スクリプトでは機能は少ないものの任意の HTTP に関する操作を実行できる。したがって、録画ファイルの書き込みが完了したら、FlashAir が自ら HTTP POST メソッドを使うなどしてサーバに直接録画データをアップロードすることも可能である。当初この方法で実装したが、予測した時間の倍以上の時間がかかる場合が多いなど、問題が多かった。通信を観測したところ、FlashAir からの POST が間欠的にしか行われていなかった。このため FlashAir にある動画ファイルをサーバが HTTP GET で取りに行く実装としたところ、大幅に転送時間が短くなったうえにばらつきもなくなった。詳細は評価の章で述べる。

次に、コーチ用端末と選手用端末の動画の同期再生について述べる。まず、動画を同期して再生する際の精度であるが、通常の再生時には必ずしも同じコマが両方の端末で表示されている必要はなく、数コマのずれは許容される。一方で、一時停止をしたとき、コマ送りをしているときは同じコマを表示している必要がある。また、動画の途中でジャンプする、早送り、巻き戻しなどでは、同じコマに移動する必要がある。

これを踏まえて、コーチ用端末と選手用端末での動作の再生は次のように行われる。

- (1) コーチ用端末または選手用端末のどちらかを操作し、動画の再生を開始する。以下ではコーチ用端末を操作して動画の再生を開始したものとして説明する。以下のステップ 3 が完了するまでに両方の端末で再生を開始する指示を出すことも考えられるが、この場合でもステップ 4 以降の動作は、片方の端末で再生開始操作をした場合と変わらない。
- (2) コーチ用端末は選手用端末に動画の再生開始を指示する。

- (3) 選手用端末は再生開始の指示を受け、再生を開始するとともに、コーチ用端末に再生を開始したことを通知する。
- (4) コーチ用端末は選手用端末からの再生開始の通知を受けたら、自らも動画の再生を開始する。
- (5) コーチ用端末・選手用端末のいずれでも、自身の画面操作により一時停止、早送り、巻き戻し、特定のコマへのジャンプなどが発生した場合は、他方の端末に対して通知する。

図5にコーチ用端末・選手用端末の動画再生画面を示す。動画再生アプリケーションは、上記で説明したようなコーチ用端末・選手用端末としての動画取得・同期再生モードのほか、スタンドアロンでの動作が可能である。図中の①は動画取得モードを有効にするスイッチ、②は同期再生を有効にするスイッチである。上記で説明した両方のスイッチをオンにすることで上記で説明した動作を行う。①オン、②オフで動画を取得する動作は行うが同期再生を行わないモードになる。これらのスタンドアロン、同期再生を行わないモードは、コーチや選手の私物端末を使用し、スキージャンプ台と同じ環境で自宅などで動画を確認する目的で実装した。

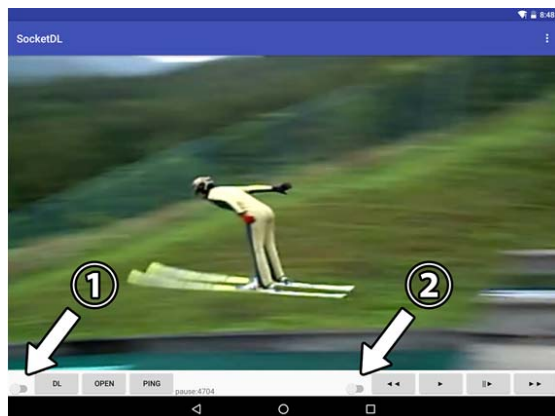


図5 コーチ・選手用ビデオ同期プレーヤー
Fig. 5 Synchronous Video Player for Coach and Jumper

ここで、動画を同期して再生する実装について述べる。Androidにおける動画の再生には、MediaPlayerクラスを用いる方法が一般的である。MediaPlayerクラスを用いる場合、任意のコマを指定して再生位置を決定する方法として、seekTo()メソッドを用いることになるが、指定する単位がコマではなくミリ秒である。また、再生停止中にseekTo()で再生位置を指定しただけだと描画は行われない。このため、描画したい再生位置の1コマ前を指定してseekTo()し、1コマ分の時間だけ再生後一時停止するなどのトリックを使うことになる。一方、MediaPlayerクラスを使わずに動画中の各コマの画像を取り出し、自分で描画するという方

法も考えられる。しかし、この方法ではハードウェアによる再生支援を受けられない、各コマの描画間隔を調整するのにタイマ割り込みを使うことになるが精度が保証できないなどの問題がある。したがって、MediaPlayerクラスを使用する実装を行った。

5. 評価

実験室内で動画の録画を終了してから、2台の端末で再生可能になるまでの評価実験を行った。図6に機器の配置状況を示す。

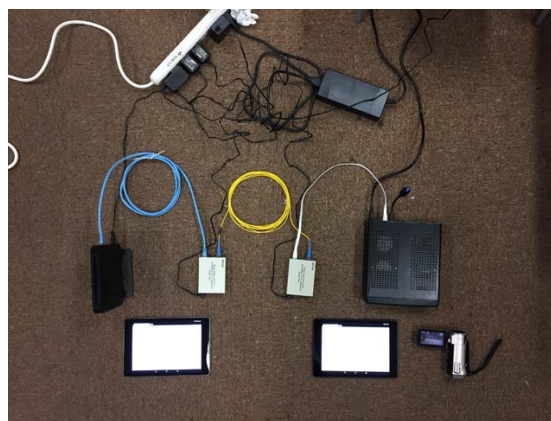


図6 実験室内での評価実験の機器配置
Fig. 6 Equipments connected in laboratory

表1に録画が終了してから、FlashAirに録画ファイルを書き込み、サーバがFlashAirから吸出し、タブレット端末2台に転送するまでの所要時間を示す。おおむね20秒前後で転送できている。

次に、FlashAirへの録画データの書き込みと録画データの吸出し時間について評価した。結果を表2に示す。表1の全体の転送時間のうちのほとんどを、FlashAirから録画データをサーバが吸い出すまでが占めていることがわかる。

	1st	2nd	3rd	4th	5th
Transfer time [s]	24	20	19	21	26

表1 FlashAirへの録画ビデオファイル書き込みとコーチ・選手用端末への転送時間

Table 1 Total Time to Write Video into FlashAir Card, and Transfer it to Tablet Terminals

	1st	2nd	3rd	4th	5th
Transfer time [s]	18	16	16	17	20

表2 FlashAirへの録画ビデオファイル書き込みとサーバへの転送時間

Table 2 Time to Write Video into FlashAir and to Transfer it to the Server

6. まとめと今後の課題

本論文では、スキージャンプの踏み切り練習を支援するため、家庭用ビデオカメラで録画されたビデオを、ビデオカメラから自動的に複数のタブレット端末に転送し、タブレット端末間で同期したビデオの再生を実現するシステムを提案した。スキージャンプの踏み切り練習はいくつかの内容にわかれるが、本システムはジャンプ台で行われる、実際に滑走、踏み切り、飛行の各段階をふむ踏み切り練習の支援を目的としている。ジャンプ台での練習は、ジャンプ台の構造、踏み切りの模様の観察と記録、練習の安全管理の都合上、コーチが踏み切り台脇にすることがほとんどである。このため、コーチが観察した踏み切りの問題点や良い点などを、選手と議論することが難しかった。選手が着地後に停止したあと、コーチと選手がトランシーバなどを使って話すことは実際に行われているが、動画をみて確認できるのは、選手が踏み切り台付近までジャンプ台を登ったあとのことである。これにはどうしても5分程度の時間が必要であり、小中学生のような初心者を対象に指導する場合、時間の経過による直前のジャンプの記憶の変化等が問題となっていた。本システムは、停止後ただちに、録画したばかりのジャンプの動画を見ながら、選手とコーチが直前のジャンプについて議論することを実現する。

今後の課題として、実際にスキージャンプ台で本システムを使用し、評価を行うことなどがあげられる。また、コーチの意見により、追加すべき機能がいくつか残っている。

参考文献

- [1] M. Oikawa, N. Sato, and Y. Murata, "A Proposal and Trial on a Model of a Motion Monitor System for a Ski Jumper Using Terrestrial Magnetism and Acceleration Sensors", Proc. of 1st International Workshop on Information Technology for Innovative Services (ITIS-2009), in conjunction with The 12th International Conference on Network-Based Information Systems (NBIS2009), pp.364-369 (2009).
- [2] M. Oikawa, N. Sato, T. Takayama, and Y. Murata, "Design and Implementation of Ski Jumper's Motion Monitor System by Terrestrial Magnetism and Acceleration Sensors", The 13rd International Conference on Network-Based Information Systems (NBIS2010), pp.78-85 (2010).
- [3] Sato, N., Takayama, T., Murata, Y., "On Automatic Flying Distance Measurement on Ski Jumper's Motion Monitoring System. In 2012 15th International Conference on Network-Based Information Systems (pp. 603-609).
- [4] FIS, "Richtlinien für die Video-Weitenmessung im Skispringen Juni 2005 (Standard for Video Measuring Ski Jumping 2005)", <http://www.fis-ski.com/data/document/richtlinie-vwm-2005-mit-us-re.pdf> (in Germany)
- [5] FIS, "International Competition Rules (ICR) 2008", http://www.fis-ski.com/data/document/icr-jp_2008.pdf. 2008.
- [6] Kaoru Yamanobe, "Affects on initial flight by take-off in ski-jumping — From biomechanics point of view", Ph.D

- Thesis, Hiroshima University, https://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp/files/public/32040/20141016185048938811/diss_otsu4137.pdf. 2014. (in Japanese)
- [7] Sägesser A, Neukomm PA, Nigg BM, Rüegg P, Troxler G, "Force measuring system for the take-off in ski jumping", Biomechanics VII-B, Morecki A et al. (Eds), pp.478-482, University Park Press. 1981.
 - [8] T. Sasaki, K. Tsunoda, H. Hoshino, M. Ono, "Aero dynamic force during flight phase in ski jumping", Science and Skiing II, Müller E et al. (Eds), pp.115-128, Verlag Dr. Kovač, Hamburg. 2001.