

J-047

地磁気・加速度センサとビデオカメラの連動による  
スキージャンプ選手のモニタリングシステムの実装  
An Implement of Ski Jumper's Motion Monitoring System by  
Synchronized Terrestrial Magnetism, Acceleration Sensors, and Video Camera

及川正基† 佐藤永欣† 村田嘉利†  
Masaki Oikawa Nobuyoshi Sato Yoshitoshi Murata

## 1. はじめに

我々はスキージャンプ競技に関して、地磁気・加速度センサを使用した模型を用いての選手の滑降速度の測定、踏み切り位置の測定を行い、実際のジャンプ台に対する適用可能性が十分に高いことを確認した[1]。また、選手とコーチからヒアリングを行い、測定要求項目として、アプローチ開始から踏み切りまでの速度、踏み切り付近での選手のフォーム、踏み切り位置でジャンプした選手の姿勢の傾きであることを確認した。我々は測定要求項目に対して、複数の地磁気・加速度センサとビデオカメラを連動させたモニタリングシステムを新たに開発し、スキージャンプ競技の練習に適用している。本稿ではその設計について述べる。

## 2. システム設計

我々は夏場の練習競技場における、スタート開始地点から踏み切り地点までの選手のフォーム変化をモニタリングするシステムの設計および実装を行った。システムを設計・実装する上での厳密な測定要求項目を選手とコーチから、ヒアリングを通じて確認した。以下にヒアリングを通じて確認された、選手の飛距離の変動要因に関係する測定要求項目を列挙する。

- A) アプローチ開始地点から踏み切り地点までの速度
- B) 踏み切り位置付近での選手のフォーム
- C) 踏み切り位置でジャンプした選手のフォーム

以上を踏まえ、2.1 節ではスタート開始地点から踏み切り地点までの選手のフォーム変化を測定する「測定アプリケーション」、2.2 節では測定データを見直す「検証アプリケーション」について述べる。

### 2.1 測定アプリケーションの設計・実装

今回、提案システムとして、複数の地磁気・加速度センサと USB カメラに録画された出力を併せ持つ測定アプリケーションを設計した。地磁気・加速度センサと USB カメラから測定データを同一画面で比較、相互に参照することで、選手のフォーム変化の違いを選手とコーチに直感的に理解できる仕様とした。地磁気・加速度センサの測定コントロール部分とビデオカメラ出力部分の構成を図 1 に示す。また、図 1 の構成を基に実装したプログラムの出力例を図 2 に示す。測定用アプリケーションは、地磁気・加速度センサで測定するコントロール部分と USB カメラを用いたビデオ録画する部分からなる。地磁気・加速度センサの測定コントロール部分は、Level 2 の MFC のダイアログクラスをベースに動作し、複数のセンサ間で同期を取りながら測定する構成である。USB カメラ出力部分は Level 1 の DirectShow クラスと Level 2 の OpenCV クラスからの構成になる。OpenCV クラスは大量のフレームをキャプチャすると動画

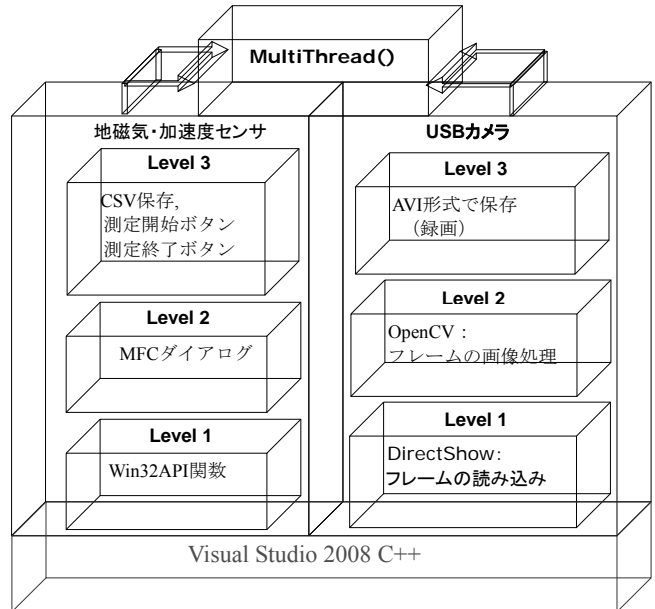


図 1 測定アプリケーションシステム構成図

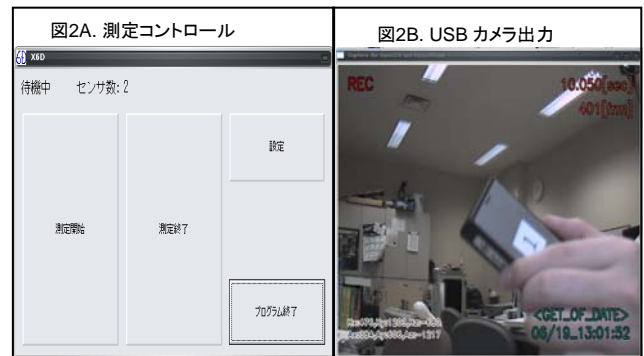


図 2 測定アプリケーションの実行例

の途中が途切れる不連続な出力をすることがある。フレームキャプチャ処理の不安定性を解消するため、BGR のビットマップデータを受け渡しする共通性をもっている OpenCV クラスと相性の良い DirectShow クラスを用いた。画像処理はクラスライブラリの関係上 OpenCV クラスの方が適している。よって図 1 が示すように、DirectShow にはフレームキャプチャ処理を行わせ、キャプチャしたフレームに対する画像処理は OpenCV クラスに処理させた設計構成としている。

図 2 のプログラムの出力例より、図 2A は複数の地磁気・加速度センサの測定コントロール部分を示し、図 2B は USB カメラの出力部分を示している。複数の地磁気・加速度センサの測定コントロール部分の機能として、“測定開始”ボタンをクリックしてから、“測定終了”ボタンをクリックするまでの地磁気及び加速度の連続した測定値を CSV ファ

†岩手県立大学院ソフトウェア情報学研究科

イルに保存する。USB カメラ出力部分の機能として、図 2A の地磁気・加速度センサの測定コントロール部分の”測定開始”ボタンをクリックすると、録画が開始される。同測定コントロール部分の”測定終了”ボタンをクリックすると録画が終了し、AVI ファイルに保存する。

## 2.2 検証アプリケーションの設計・実装

検証アプリケーションは測定アプリケーションで測定したデータを見直すための機能を持つ。検証時には、地磁気・加速度センサ出力部分と USB カメラ出力部分を平行動作させ、スタート開始地点から踏み切り地点までの選手のフォーム確認を 25ms 間隔（地磁気・加速度センサ）、対して USB カメラは 1[Frame]間隔で測定データの見直しを同時に行える構成としている。検証アプリケーションの構成図を図 3 に示す。

図 3 の構成図より、地磁気・加速度センサ部分では、Level 1, 2 の階層をベースに、グラフ描画、特徴ベクトル抽出の処理をする設計構成としている。USB カメラ部分では、Level 1, 2 (DirectShow クラス, OpenCV クラス) をベースに、録画されたビデオデータ (AVI 形式) を再生、停止、コマ送り処理をするような設計構成としている。設計構成を基に実装したプログラムの出力例を図 4 に示す。

図 4 のプログラムの出力例より、図 4A が地磁気・加速度センサの出力部分を示し、図 4B が USB カメラの出力部分を示している。図 4 に示したプログラムの出力例の機能として、図 4A のファイルメニューから、①「ファイルを開く」→②「指定したファイル名 (CSV 形式)」を選択し実行すると、図 4A のエリアに指定された CSV ファイルに対するグラフ描画を行う。同時に図 4B のエリアに、グラフ描画された CSV ファイルに対応するビデオ動画データ (AVI 形式) を読み込む。以上①, ②をもう一度繰り返すと、図 4A, 図 4B が示すように、地磁気・加速度センサの出力と USB カメラの出力が上下に分割されて表示される。つまり、図 4 より出力結果 1 に最初に読み込んだ測定データが表示される。出力結果 2 には 2 番目に読み込まれた測定データが表示される。地磁気・加速度センサの出力部分に示されたグラフ描画は、今後の課題となる選手のフォーム変化の特徴ベクトルを抽出する上での基礎データとして表示している。

また、グラフ描画された基礎データを用いた本来の検証アプリケーションは、以下に列挙した順番で動作していく設計としている。

- 地磁気・加速度センサの測定値をもとにグラフ化された軌跡から選手のフォーム変化としての特徴ベクトルを抽出する。
- 特徴ベクトル化された軌跡と USB カメラに録画されたビデオデータを併せて参照し、選手のフォーム変化を 25ms (地磁気・加速度センサのサンプリングレート) ごとに検証していく。

ここで、a), b) を併せた出力が図 4 に示す出力結果 1 または出力結果 2 に相当し、それぞれ個々の出力結果として表示していく。

## 3. まとめ

本稿では、選手とコーチのヒアリングから得た測定要求項目を基に、地磁気・加速度センサと USB カメラの連動によるシステムの設計について述べた。測定アプリケーション

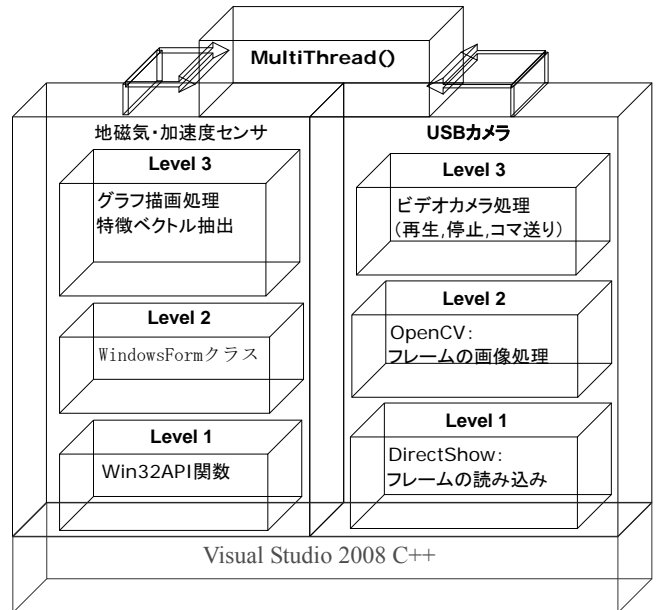


図 3 検証アプリケーションシステム構成図



図 4 検証アプリケーションの実行例

ンの設計について、現段階では複数の地磁気・加速度との連動した測定が可能であり、USB カメラとの連動した測定も可能である。課題として、測定する各機能が選手とコーチが使いやすくなるための、ユーザインターフェースを設計することが挙げられる。検証アプリケーションの設計について、現段階では選手のフォーム変化に対する特徴ベクトルを求める上での基礎データとして、地磁気・加速度センサの測定値からのグラフ描画が可能である。今後の課題として、図 4A のグラフ描画された軌跡から特徴ベクトルを抽出し、USB カメラの録画データの出力と同期させる。同期させた双方のシステムを参照し合うことで、選手の詳細なフォーム変化の違いを検証するシステムを設計していく。

## 参考文献

- 及川正基, 佐藤永欣, 村田嘉利: 「地磁気および加速度センサによるスキージャンプ選手の動作モニターシステムの提案」, 第 16 回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, Vol.2008, No.14, pp79-84 (2008.12)