

スラックラインを対象としたスキルサーバの設計・構築

井上 雄太^{*1}, 香山 瑞恵^{*1}, 永井 孝^{*2}, 米窪 慧^{*1}, 二上 貴夫^{*3,*1}

^{*1} 信州大学工学部, ^{*2} ものつくり大学, ^{*3} 東陽テクニカ

A Slackline Skill Server its fundamental design and implementation

Yuta Inoue^{*1}, Mizue Kayama^{*1}, Takashi Nagai^{*2}, Satoshi Yonekubo^{*1},
Takao Futagami^{*3,*1}

^{*1} Faculty of Engineering, Shinshu University, ^{*2} Institute of Technologists,
^{*3} TOYO Corporation

本研究の目的は、円滑かつ効率的なスキル関連データの管理・解析環境を提供することである。解析対象として、スラックライン競技に着目し、特徴を考慮したスキル関連データ管理サーバの設計と構築を行う。提案サーバの特徴は、1) データ関係の明確化に基づくデータ管理、2) 利用者の端末環境に依存しないデータ管理とデータ解析が行えることである。本稿では、提案サーバの設計と実装、競技動作解析者による評価について述べる。

キーワード：スラックライン，スキル，データ管理，データ解析，サーバ設計

1 はじめに

スポーツ科学は、センサデータやビデオ解析などの取得可能な情報を最大に活用し、スポーツ活動の充実、パフォーマンスの向上に向け、アイデアや手法を提供する分野である⁽¹⁾。例えば、24時間走マラソンで高いパフォーマンスを発揮するペース配分を検討する研究⁽²⁾や試合の勝敗に大きく影響するとされるテニスのサーブ技術を解析し、体の動きを検討する研究⁽³⁾などが行われている。スポーツを対象とした研究は、長期間に渡って行われる事から、データ管理や解析処理に複数の課題が生じた。1つ目は、データの個数や種類、関係の把握が難しくなることである。2つ目は、データの可視化や切り出しなどの解析処理が特定の環境でしか行えないことである。

本研究では、数あるスポーツの中から、近年注目されるスラックラインに着目する。スラックライン

に関する研究^(4,5)では、バランスを取る体の動作解明やスラックラインによる運動が体の平衡感覚に与える影響を調べるものなどが多種多様である。

2 研究目的

本研究では、スラックラインを継続的に練習する競技者を動作計測の対象として、競技データ管理のためのサーバ（以下、スキルサーバ）の設計と構築を目的とする。このスキルサーバの主たる利用者は、競技動作解析者とする。ここでは、スラックライン競技の特徴をもとに、システムをモデル化し、効率に、かつ円滑に研究が行える環境を提供するためのスキルサーバを実現する。この目的に対して、以下の課題設定を行う。

- スキルサーバの利用によって、競技データの構造把握やアクセスは行いやすくなったか。

- スキルサーバの実装によって、動作解析に要する時間や手間は削減され、解析効率は向上したか。

本スキルサーバの有効性を検証するために、複数人の競技動作解析者に本スキルサーバの機能を一定期間利用させ、これらの研究課題について評価させる。

3 スラックライン

3.1 スラックラインとは

スラックラインとは、幅 5 cm ほどの 1 本のラインの上で、スタティックやダイナミックな技を披露する新スポーツである。これらの技は、トリックと呼ばれ、大会では技の難易度や美しさを競い合う。スラックラインのラインは通常のワイヤーなどと異なり、伸縮性に優れている。ラインは上下左右に揺れ、弾むため、バランスを取るの難しい。そのため、従来はアスリートの体幹トレーニングとして利用されていた。近年では、メディアによる紹介などによって、幅広い世代でスラックラインを楽しむ人が増えた。その競技人口は世界 80 カ国、およそ 300 万人以上とされている⁽⁶⁾。

3.2 スラックラインの特徴

スキルサーバを設計するにあたり、スラックライン競技の特徴を抽出した。これらの特徴をサーバ設計に反映させることで、スキル関連データの管理を実現する。

3.2.1 トリックの特徴

トリックは大きく 2 種類に分けられる。1 つ目は、ラインの上を歩いたり、ライン上で静止し、ポーズを取ったりするライントリックである。2 つ目は、バウンスやフリップ、スピンなどを組み合わせ、ダイナミックな技を披露するエアトリックである。エアトリックは、複数のトリックを自在に組み合わせることで構成される特徴がある。

3.2.2 認定級の特徴

スラックラインの競技団体は、競技大会のトリックやポイントを規定する ISI(International Slackline Invitational)⁽⁷⁾ やスラックラインによって地域に貢献する一般社団法人スラックライン推進機構⁽⁸⁾ などがある。本研究では、スラックライン推進機構小布施スラックライン部が規定する認定級を取り上げる。この認定級は競技者が迅速に上達するために設けられ、スラックライン検定⁽⁹⁾ と呼ばれる。技の難易度を初級、中級、上級とし、各級ともに 10 級から 1 級で難易度分けが成される特徴がある。

3.3 スキルサーバの設計

本スキルサーバは以下の点を意識して設計する。

1. 競技データに関連するメタデータを整理し、データの唯一性を明確化することで、データを容易に特定できる機能を設ける。
2. 求められる競技データの利用方法や解析手法をデータ管理と同一の環境で実行できる機能を設ける。

開発環境はコンテンツマネジメントシステム(以下、CMS)である Plone⁽¹⁰⁾ を利用する。Plone はオープンソースの zope アプリケーションサーバ上に構築された CMS である。フォルダやファイル、ページやイベント作成、ユーザーロール管理などの基本機能に加えて、アドオンを利用することで、機能の拡張や利便性の向上が行える。

スキルサーバの設計では、アドオンとして、スラックライン競技に特化した機能を具体化していく。ここでは、内部設計として、スラックライン競技の特徴を反映させたコンテンツやデータの扱いを設計する。外部設計として、登録された情報や解析処理されたデータを可視化する画面を設計する。

3.4 内部設計

UML クラス図を利用し、内部設計を行う。作成したクラス図を図 1 に示す。Plone では、クラス図のクラスはコンテンツ、コンポジションはコンテン

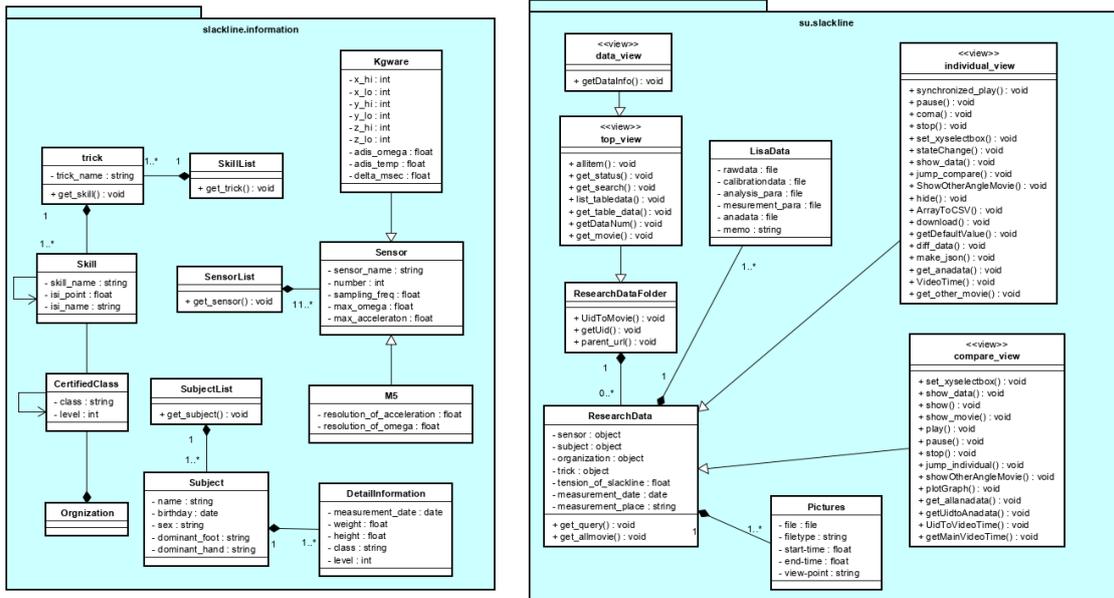


図 1 クラス図

ツヤフォルダとファイルの内包関係，汎化はインタフェースの共有と読み替えられる．本スキルサーバは，以下 2 つのアドオンによって構成される．

- slackline.information
- su.slackline

各アドオンの詳細な仕様について，ツリー構造を利用して説明する．このツリー構造は，Plone におけるコンテンツの管理構造と同一である．

3.5 slackline.information

このアドオンの構造を図 2 に示す．機能は，競技者や技，利用センサなどの情報を管理することであり，主に SensorList, Organization, SubjectList, SkillList の 4 つのクラスから構成される．

3.5.1 SensorList

SensorList クラスは，Sensor クラスを管理する．Sensor クラスは，各センサが共通して持つセンサ名や型番，サンプリング周波数などのデータを有している．また，Sensor クラスは Kgware クラスと M5 クラスを管理する．Kgware, M5 クラスは，Sensor クラスの情報を継承し，かつセンサを一意に特定す

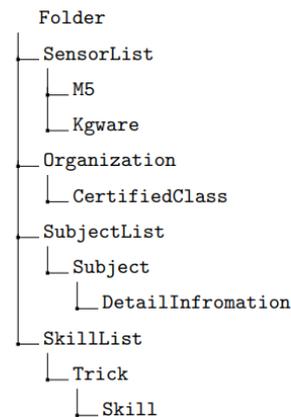


図 2 slackline.information の構造

るために個々の情報を有している．

3.5.2 Organization

Organization クラスは CertifiedClass クラスを管理する．CertifiedClass クラスは認定級を特定するため，初級から上級を表す class と 1 級から 10 級を表す level のデータを有している．各級は，競技団体が設定した難易度に対応するトリックを達成することで認定される．従って，技と難易度の関係を特定するため，CertifiedClass クラスと Skill クラスが関連を有している．

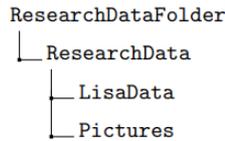


図3 su.slackline の構造

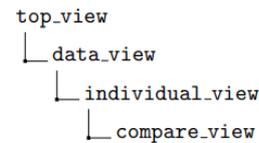


図4 ページ遷移図

3.5.3 SubjectList

SubjectList クラスは、Subject クラスを管理する。Subject クラスは、競技者を特定するため、名前、生年月日や利き足などのデータを有している。また、DetailInformation クラスを管理する。計測日毎に競技者の身長や体重などの身体的変化や認定級の変化を時系列に沿って比較するため、このクラスは計測日や身長、体重、階級のデータを有している。

3.5.4 SkillList

SkillList クラスは、Trick クラスを管理する。各トリックは複数の技の組み合わせで構成される。従って、各トリックを特定するため、Trick クラスは Skill クラスを管理し、Skill クラスには自己ループが記述される。また、Skill クラスは、各技を特定するために、ISI によって定められるトリックとその得点のデータを有している。

3.6 su.slackline

このアドオンの構造を図3に示す。機能は、計測・解析によって得られるデータを管理することであり、主に ResearchDataFolder、ResearchData、LisaData、Pictures の4つのクラスからなる。

3.6.1 ResearchDataFolder

ResearchDataFolder クラスは、ResearchData クラスを管理する。このクラスは、計測年ごとに生成され、利用される。

3.6.2 ResearchData

ResearchData クラスは、LisaData クラスや Pictures クラスを管理する。このクラスは、競技データを特定するため、Subject クラスや Sensor クラス、Trick クラスを参照したデータや計測日などのデー

タを有している。

3.6.3 LisaData

LisaData クラスは、センサデータや解析済みデータを管理する。また、競技者の軸足や解析の成否、解析に利用したパラメータファイルなどのデータも管理する。これらのデータは競技データを構成する。

3.6.4 Pictures

Pictures クラスは、動画コンテンツを管理する。競技者の計測の様子を記録し、解析に利用するため、撮影された動画や動作の開始・終了時間、撮影位置などのデータを有している。

3.7 外部設計

登録されたデータを可視化するため、インタフェース設計を行う。設計したクラスを view と表現する。本スキルサーバは、top、data、individual、compare の4つの view から構成される。各 view は図4に示すように遷移する。

3.7.1 top.view

top.view では、競技データを特定する。登録されている各 ResearchData コンテンツに関連するセンサや競技者、技のデータを利用して、テーブル形式で可視化する。このテーブル上では、LisaData クラスと Pictures クラスが管理するデータの登録状況の把握も行える。また、そのデータをクリックすることでダウンロードが行える。

3.7.2 data.view

data.view では、top.view にて選ばれたデータの詳細を可視化する。ResearchData コンテンツに登

録されている動画からサムネイルの作成や競技者、センサ、技の詳細情報へのリンクも設ける。

3.7.3 individual_view

individual_view では、動画と解析済みデータのグラフを表示する。デフォルトのグラフは、散布図とする。このグラフの x 軸は水平方向の速度、y 軸は前後方向の速度であり、グラフは解析済みデータの主要な範囲を表示するものとする。また、グラフの種類は、箱ひげ図、2次元ヒストグラムなど計4種類から選択できる。より詳しく解析する際は、切り出し位置変更とそのデータのダウンロードが行える。

3.7.4 compare_view

compare_view では、他の競技者の競技データと比較を行うため、グラフと動画を2つずつ表示する。グラフと動画は、登録されている全競技データから選択可能である。動画は同時に再生することができる。グラフは individual_view と同様の方法で表示するが、2つのグラフにおける各軸の範囲は揃える。

4 スキルサーバの実装

各クラスと view を Plone へ実装後、コンテンツを登録し、view を適用する。各機能の結果を以下に示す。

4.1 競技データの一覧表示

この機能には top_view が適用される。可視化の様子を図5に示す。競技者名、計測日、技など全21項目の情報をテーブル表示する。競技データを選択後は、data_view が適用された画面へ遷移する。

4.2 データの検索機能

この機能には top_view が適用される。可視化の様子を図6に示す。競技データは競技者名、計測日やセンサ名などのキーワードによって抽出できる。また、テーブル上段に表示される列名の操作によって、表示される情報の表示・非表示が行える。

4.3 個人データの解析機能

この機能には、individual_view が適用される。可視化の様子を図7に示す。グラフの表示やデータから主要な範囲を切り出す解析処理はこのページを表示した時点で行われる。図8にグラフの種類から箱ひげ図、2次元ヒストグラムを選択した結果を示す。

4.4 他者比較機能

この機能には、compare_view が適用される。可視化した様子を図9に示す。動画、グラフともに全登録データから選択されたデータを表示する。グラフの種類は、箱ひげ図や2次元ヒストグラムによる表示が行える。

5 評価と考察

競技動作解析者5名からスキルサーバの評価を得た。従来は、クラウドによる静的なディレクトリ管理手法であった。フォルダを多段に設置し、各フォルダ毎に計測日、技、センサや競技者等を表現することでデータ管理を行っていた。また、解析処理においては、各自が解析に使用する環境を用意し、必要なデータをクラウドから取り出して行っていた。この従来手法に対して、本スキルサーバのデータ管理の行いやすさや解析効率の変化という点が評価項目となる。

5.1 評価

データ管理に関しては、以下のような評価を得た。

- キーワード検索機能によって、データを絞り込めるので分かりやすく、操作しやすい。(2件)
- 目的のファイルを簡単に見つけ、取得できること、そのファイルと関連したデータが一目で分かるため良い。(2件)
- 選択可能な項目は、カーソルを変化させるなどすると分かりやすい。
- データ登録の煩雑さを軽減して欲しい。

2019

作者: admin - 最終変更 2020-01-10T16:11:15+09:00

*青リンクはそのキーワードで絞ることが可能です。

*赤リンクはデータのダウンロードが可能です。

-データが2つ以上存在する場合、
ダウンロードページへジャンプします。

総データ: 64 アイテム

動画数 試行回数 Raw Data Cal Data Ana Text Mea Text anadata 解析ファイル数 解析可能数 計測場所

データへ	計測日	氏名	年齢	利き手	利き足	軸足	階級	センサ	技	動画数	試行回数	Raw Data	Cal Data	Ana Text	Mea Text	Ana Data	解析ファイル数	解析可能数	計測場所	審査
データ名	20191114	氏名	12	右	右	右	J1	KG2-N MSStack	WS	2	1	1	1	1	0	1	0	1	小布施	審査前
データ名	20191114	氏名	20	右	左	左	J1	KG2-N MSStack	WS	2	1	1	1	1	0	1	0	1	小布施	審査前
データ名	20191114	氏名	15	右	右	右	J2	KG2-N MSStack	WS	2	1	1	1	1	0	1	0	1	小布施	審査前

図5 top_view を適用した競技データの一覧表示

2019

作者: admin - 最終変更 2020-01-10T16:11:15+09:00

*青リンクはそのキーワードで絞ることが可能です。

*赤リンクはデータのダウンロードが可能です。

-データが2つ以上存在する場合、
ダウンロードページへジャンプします。

総データ: 64 アイテム

キーワード: KG1 ヒット数: 59

キーワードで必要なデータのみを表示

動画数 試行回数 Raw Data Cal Data Ana Text Mea Text anadata 解析ファイル数 解析可能数 計測場所

データへ	計測日	氏名	年齢	利き手	利き足	軸足	階級	センサ	技	審査
データ名	20190926	氏名	20	右	左	左	J1	KG1	WS	審査前
データ名	20190926	氏名	15	右	右	右	-	KG1	WS	審査前
データ名	20190926	氏名	12	右	両	右	C4	KG1	WS	審査前

必要な列のみを選択表示可能

図6 top_view を適用した競技データの検索

解析効率に関しては、以下のような評価を得た。

- グラフの表示やデータの切り取りなどの解析作業にかかっていた時間が短縮されて良い。(2件)
- スキルサーバ上で動作解析が行えるので、利用端末、場所に制約されないのが便利である。
- 解析済みデータを登録したその場でグラフ

などの可視化が行えるので解析効率が上がった。(2件)

- 解析済みデータの生成機能をスキルサーバに実装して欲しい。
- 競技者毎に時系列変化の分かるグラフ表示が欲しい。
- 動作解析に関係するその他の処理を外部の環境と連動して行えると良い。



図7 individual_view を適用した個人解析画面

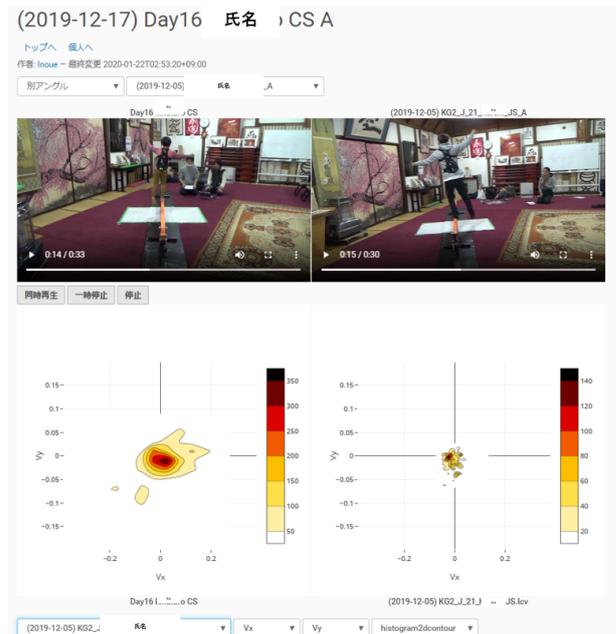


図9 compare_view を適用した他者比較画面

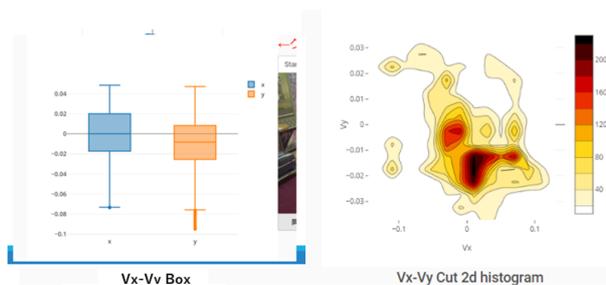


図8 個人解析時に示される箱ひげ図の例(左)と2次元ヒストグラムの例(右)

5.2 考察

従来の方と比較して、データ管理の面でも解析効率の面でも良い評価を得た。データ管理に関しては、競技データをテーブル表示したことで、一度に多くの情報を閲覧できることやその場でデータのダウンロードが行える。これにより、データの構造把握が行いやすくなり、アクセスが簡略化された。解析効率に関しては、複数のツールで個別に行っていた解析処理が統合された。これにより、individual_view や compare_view のページへアクセスするだけで、解析処理が行われるため、解析効率が向上した。

一方、機能や操作性において改善を要する点も指摘された。データ管理に関しては、カーソル表示変

更による操作性の向上とデータ登録をより簡便に行える機能の実装が求められた。解析効率に関しては、新たなグラフの表示方法や外部ツールとの連動機能の実装が求められた。これらの機能の実現が今後の課題である。

6 おわりに

本研究では、スキルサーバの利用によって、第2章で示した研究課題のもと、競技動作解析者が、効率に、かつ円滑に研究を行える環境を提供するため、スキルサーバを設計、構築することを目的とした。第5章に示した内容から、データ管理に関しては、データの関係把握やアクセスの利便性が向上したといえる。解析効率に関しては、部分的ではあるが、必要な作業が削減されたことで時間短縮などの効率化が得られた。一方で、不要な機能や不足している機能が指摘された。今後は、競技動作解析者からのレビューをもとに、機能の改善や追加を行うというサイクルにより、より良い環境を構築していく。

謝辞

本研究の一部は一般社団法人スラックライン推進機構との共同研究費による。

参 考 文 献

- (1) 日本スポーツ振興センター. スポーツ科学 | athlete pathway アスリート育成パスウェイ. <https://pathway.jpnsport.go.jp/sports/index.html> (2020/01/25 アクセス).
- (2) 高山史徳, 山地啓. 24 時間走ウルトラマラソンのペース特性. スポーツパフォーマンス研究, Vol.6, pp.134-142, 2014 (2020/01/25 アクセス).
- (3) 村田宗紀, 藤井範久. 下肢および胴部に着目した公式テニスサーブにおけるボールの回転の打ち分け. バイオメカニズム, Vol.22, pp.155-166, 2014 (2020/01/25 アクセス).
- (4) 児玉謙太郎, 山際秀男. 全身協調バランス・トレーニングスラックラインがバランス能力に及ぼす影響. 2017 年度人工知能学会全国大会講演論文集, pp.1-4, 2017 (2020/01/25 アクセス).
- (5) 山本洋之. スラックラインによる運動が重心同様に与える影響. 理学療法科学, Vol.33, No.3, pp.461-466, 2018 (2020/01/25 アクセス).
- (6) 一般社団法人スラックライン推進機構. スラックラインとは. <http://jspo.org/> (2020/01/25 アクセス).
- (7) International Slackline Invitational. ISI Slackline Judging. <https://isi-slacklinejudging.org/index.php> (2020/01/25 アクセス).
- (8) 一般社団法人スラックライン推進機構. ホームページ. <http://jspo.org/> (2020/01/25 アクセス).
- (9) 一般社団法人スラックライン推進機構. スラックライン検定. <http://jspo.org/kentei.php> (2020/01/25 アクセス).
- (10) Plone. Plone - the open source cms. <https://docs.plone.org/> (2020/01/25 アクセス).