

シートセンサと VR を利用した 体重移動によるスキーの回転スキル学習支援環境

増永倫大^{*1}, 曾我真人^{*2}

^{*1} 和歌山大学システム工学研究科 ^{*2} 和歌山大学システム工学部

Ski Rotation Skill Learning Support Environment by Weight Transfer Using Seat Sensor and VR

Tomohiro MASUNAGA^{*1}, Masato SOGA^{*2}

^{*1} Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

^{*2} Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

概要: スキーはゲレンデで体重を乗せたほうの足を外側として回転する性質がある。初心者にとっては、この体重移動による回転を習得することが一つの重要な目標となる。一方、スキーの練習を実際のゲレンデで行うことは、費用面や時間、さらに走行可能な時間が短いなどの様々な制約があり、容易ではない。そこで、室内において、いつでも気軽に練習できる環境をシートセンサと VR を用いて実現した。

キーワード: シートセンサ, VR, スキー, 回転, スキル学習支援

1. はじめに

1.1 背景

近年では多くのスキル学習支援システムが提案されており、デッサン(1)や武道(2)など様々な分野で研究が行われている。しかし、スキーのスキル学習支援システムについては多くの研究は行われておらず、その理由として複雑な動作や環境に考慮しなければならないことが挙げられる。

1.2 目的

本研究では、スキーの回転移動に焦点を当てスキー初心者および未経験者の利用を想定した学習支援環境の提案および構築を行う。VR でスキーのゲレンデを仮想的に表現し、実際のスキーに近いシミュレーションの体験をとおして、体重移動によるスキーの回転を学習者に習得させることを目的とする。

2. 先行研究

多田の研究(3)では、ゲレンデの斜面を模するために、前後左右に床面を傾斜することができる PC で制御可

能な機会仕掛けの床面の上にスキーを設置したシミュレーションシステムが構築されている。専用のシミュレータを用いていることから、実際のスキーに近い感覚でシミュレーションを行うことが可能だが、その装置の構築には高額な費用と専門知識が必要であり、また、分解して片づけることも容易ではないため、装置の維持に場所を必要とする。さらに、学習支援環境の構築が容易でないことが考えられる。本研究では、先行研究と比較して学習支援環境の構築が比較的容易で、不要な時には分解すると比較的コンパクトな大きさとで保管でき、実際のスキーに近い感覚でシミュレーションを行うことが可能なスキル学習支援環境を実現する。

3. 使用機材

スキーの基本動作は、重力による斜面下り方向への滑走、スキーをする人間の体重移動によるターンの二つが挙げられる。重力は一定であるが、重心位置はスキーをする人間の姿勢によって変動するため、動的に重心位置を計測する必要がある。多田の研究では専用のスキーシミュレータを用いて学習支援システムの開発が行われたが、本研究では比較的安価で実装も容易

であることから、LL Sensor（以下、シートセンサ）を用いてシステムの開発を行う（図1）。



図1 LL Sensor

4. スキーにおけるインタラクション

4.1 インタラクションの過程の分析

インタラクションの過程として、知覚、判断、行動の3つに分けて考える。スキーにおいて、まずゲレンデの状態や滑走者自身の位置の知覚、それから知覚によって得られたゲレンデの状態や位置情報から回転局面の判断、さらに回転局面と判断した場合体重移動による回転を行動とする。この3つの過程は常にサイクルする。本研究では、この3つの過程を達成するシミュレーションを実現する学習支援システムおよび環境を構築する。

4.2 知覚

まず、スキーのシミュレーションを行うにあたってスキーを行うための知覚の対象となるゲレンデが必要となる。実際のゲレンデでは季節や場所など様々な制約があることから、それらを解消するためにVR空間でスキーを行うためのゲレンデを表現する。

4.3 判断

スキー初心者は回転局面の判断において、回転の開始が早すぎたり、または遅すぎたりして、最適なタイミングからはずれてしまう場合が多い。そのため、VR空間で回転局面の指標を表示させる必要がある。

4.4 行動

スキーにおいて最も重要な行動の一つとして回転が

挙げられる。これは、滑走者が体重を左右のどちらかに移動させることで行うことが可能だが、初心者は左右の体重移動を逆に間違えてしまうことや、体重移動を十分に行えないことが想定されるので、前述したシートセンサを用いて精密に体重移動を計測し、シミュレーションを通して適切な体重移動を学習者に習得させることが重要となる。

5. 実装

5.1 システム実装

本研究のシステムでは、シートセンサの上に学習者が乗ることで、仮想空間内でスキーのシミュレーションを行い、疑似的な体験をとおして学習者のスキーの回転スキルの向上を図る。学習者は仮想空間内に表示される人型モデルの動作から、体重移動による回転の動きを確認しながら、回転局面での体重移動のタイミングや前傾姿勢の維持を感覚的に学習する。システムは、シートセンサから数値を抽出しUnityにその値を渡すC++プログラム、仮想空間を表示するUnityプログラムから構成される。システム全体の流れは、学習者がシートセンサに体重で圧力を加え、C++プログラムがシートセンサの値を抽出しUnityプログラムにその値を渡し、Unityプログラムで仮想空間内の人型モデルに受け渡された数値を反映させ、数値が反映された仮想空間内の人型モデルの動作を学習者に視認させることで、学習者を介してシステム全体がサイクルを構成する（図2）。

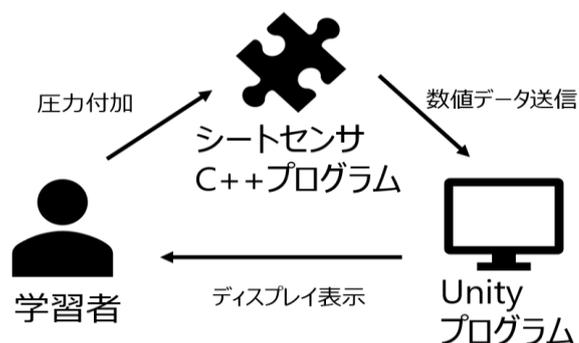


図2 システムの流れ

5.2 システム使用時の画面

システム使用時の画面表示は、仮想空間内に表示するゲレンデ上に人型モデルを表示し、画面中央部に人型モデルが映されるようにカメラが人型モデルの動き

に合わせて追従する構成である（図3）。この人型モデルは、画面奥行き方向を斜面下りと見立てて滑走するように移動し（図4）、シートセンサ上の学習者の体重移動に合わせて左右に回転する。例えば、学習者が左側に体重を傾けた場合、左足が外回りとなるように回転するので、人型モデルの進行方向から見て右に旋回する（図5）。また、回転角度は予め上限範囲が定数により設定されており、斜面に対して垂直方向までしか旋回せず（図6）、人型モデルが斜面上り方向に向いて逆走することはない。人型モデルは通常なら白色で表示されるが、シートセンサの後方に荷重がかかっている場合、すなわち学習者が後傾姿勢になっている場合は赤色に表示される。これは、スキー初心者が後傾姿勢を取りやすく、それによって実際のゲレンデ上では体重移動による制御ができないという問題を解決する為である。また、VR空間のゲレンデは直線のコースとしているが、コースの両脇にラインと当たり判定のない柱状のオブジェクトを配置している（図7）。これは、ゲレンデ上のコースを滑走する際、ライン上のオブジェクトを外回りに回転することで、実際のスキーのように蛇行してコースを進むことを可能とする為の指標となる。

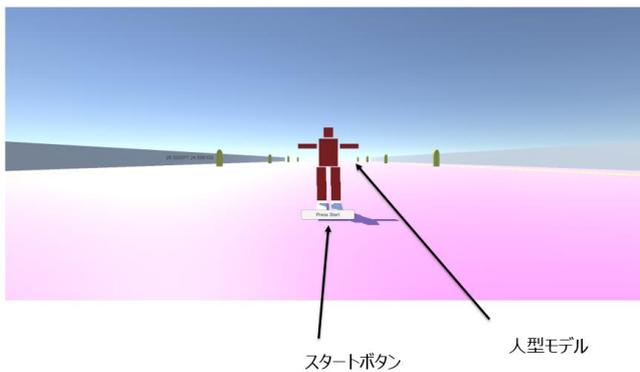


図3 システム使用時の画面

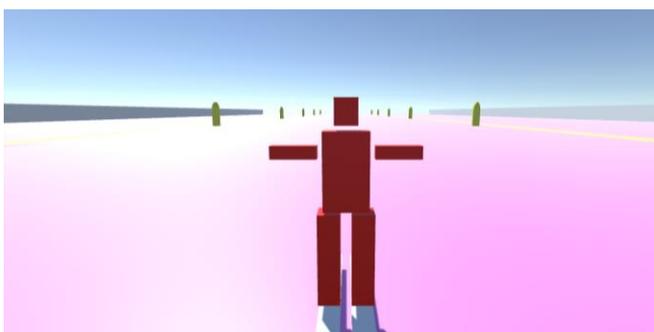


図4 画面奥行き方向へ移動する人型モデル

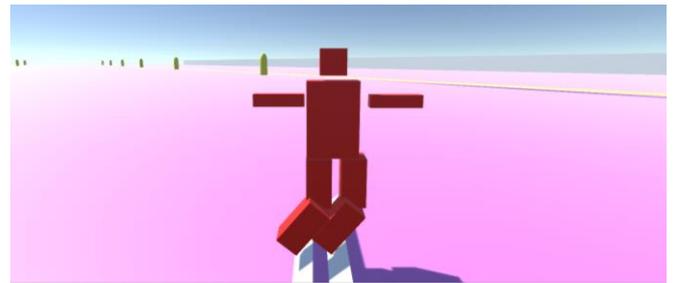


図5 右に旋回する人型モデル

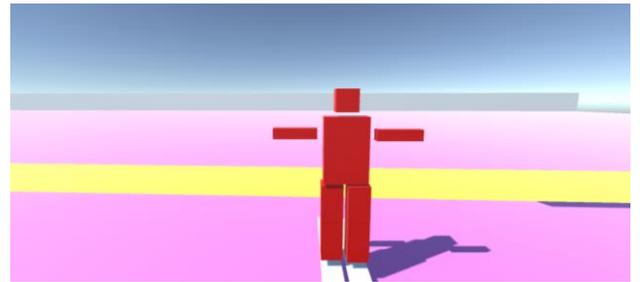


図6 斜面に対して垂直に向く人型モデル

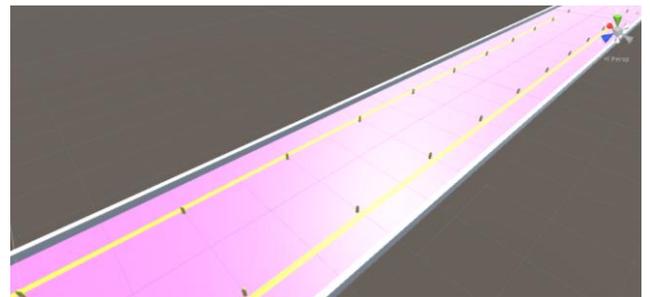


図7 VR空間のゲレンデ

5.3 人型モデルの動作

人型モデルの基本的な速度は一定で、斜面下り方向を向いている時に加速する。初心者はスピードが上がることで回転移動などによる制御が難しくなることから、最高速度を設定し、それ以上の速度にはならない。人型モデルの挙動を示すパラメータとして具体的に、基本速度が最小値で既定の最高速度が最大値となる速度 V と、斜面下り方向を 0° とし最小値が -90° で最大値が 90° となる回転角 θ を用いて表している。ここで、シートセンサにかかる重量を m とし、回転の際の半径を r とすると、各パラメータは以下の通りに表される（図8）。これにより算出される遠心力を用いて、回転時に体重移動が十分でない場合に人型モデルがバランスを崩すなど画面上で指示する機能を今後実装可能となる。また、青色の矢印で遠心力のはたらく向きを、黒色の矢印で移動方向、すなわち運

動の向きとしているが、斜面下りを向いている状態を起点として滑走者から見て右向きに回転する場合の方向の遷移は以下の通りである（図9）。

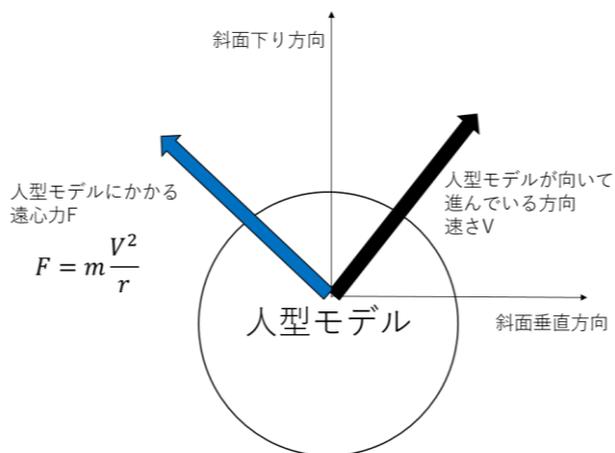


図8 人型モデルのパラメータ式

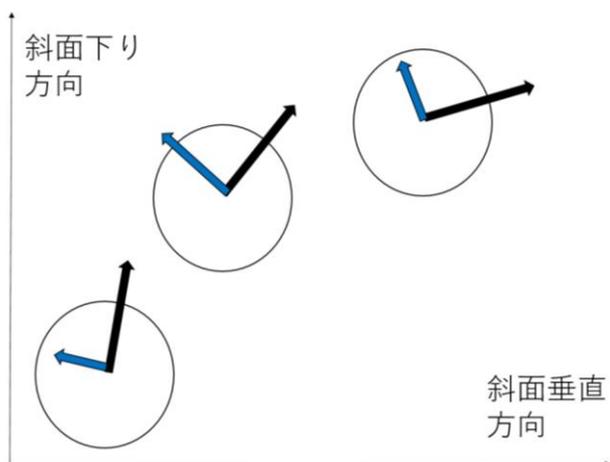


図9 運動と遠心力の方向の遷移

5.4 学習支援環境の構築

スキーのシミュレーションを行うにあたって、実際のスキーに近い感覚で学習者に体験させるために、シートセンサを複数枚並べてその上にスキー板を設置した（図10）。学習者がスキー板を装着することで、リアルに近い体重移動の感覚を身に着けることが可能である。



図10 シートセンサの配置

5.5 開発環境および実行環境

開発環境、実行環境は以下の表に示す通りである。

表1 開発環境

OS	Windows 10 Pro
CPU	Intel Core i7-4790
メモリ	16.0GB
システム	64ビットオペレーティングシステム
開発環境	Unity3D 4.0f1(64bit), Visual Studio 2017
開発言語	C#,C++

6. まとめ

本研究では、環境が制約されるスキーにおいて環境を制約されずにスキーの回転における体重移動のスキル学習支援システムの開発を目指した。これを実現する手法として、シートセンサを用いて重心位置を測定し、学習者の体重移動に従って仮想空間内で人型モデルを動作させることで、VR上でのスキー体験を実現

する学習支援のシステムおよび環境の構築を行った。
本研究の学習環境が実際にスキーマの回転のスキル学習
支援として適しているか有用性の検証も行う所存であ
る。

参 考 文 献

- (1) 曾我真人, 松田憲幸, 瀧寛和:”デッサン描画中に描画領域に依存したアドバイスを提示するデッサン学習支援環境”, 人工知能学会論文誌, Vol23, No3, SP-B(2008)
- (2) 田中一基, 長谷川誠, 小林規矩男, 黒瀬能幸:”武道の習得支援のための攻防スキル抽出法”, The 21th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence(2007)
- (3) 多田憲孝:”シミュレータを用いたスキー指導システムの開発”, スポーツ産業学研究, Vol21, No1, pp.19-26 (2011)