

HMD を用いた数学学習のための三角比活用体験システム

Experience-based Applications of Trigonometry System for Mathematics Learning using HMD

松浦 晴菜^{*1}, 松原 行宏^{*2}, 岩根 典之^{*2}, 岡本 勝^{*2}

Haruna MATSUURA^{*1}, Yukihiro MATSUBARA^{*2}, Noriyuki IWANE^{*2}, and Masaru OKAMOTO^{*2}

^{*1}広島市立大学情報科学部

^{*1}Faculty of Information Sciences, Hiroshima City University

^{*2}広島市立大学大学院情報科学研究科

^{*2}Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

Email: b20178@e.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし: 仮想環境内で測定した数値と三角比を使って2点間の距離を求める体験をすることができるシステムを構築した。学習者はHMDとハンドトラッキングコントローラーを用いることで、仮想環境内のメジャー、分度器、三角比の表などを使って直接測定することが難しい2点間の距離を求める体験学習を行う。実験により、被験者が測定した数値と三角比を用いて2点間の距離を求める式を導き出すことができたことを確認した。

キーワード: 数学学習, HMD, VR

1. はじめに

高等学校で「数学の学習に対する意欲が高くないこと」が課題として指摘されている⁽¹⁾。学習者が三角比は自分の身近な環境で役に立つと感じることができれば、図形と計量などの数学の学習に対する意欲を高めることができると考えられる。身近な環境で三角比が役に立つ例として、坂における2地点間の標高差と水平距離のような測ることができない長さを、三角比を使って求めることができるというものがある。しかし、このような例を図で表現するだけでは、学習者は身近な環境で役に立つという実感が湧きづらく、数学の学習に対する意欲を高められない可能性がある。

本研究では仮想環境内で測定した数値と三角比を使って直接測定することが難しい2点間の距離を求める体験をすることができるシステムを構築する。本システムでは建物の高さを求める問題と坂における2地点間の標高差と水平距離を求める問題を題材とした。問題を解くために、学習者は仮想環境内のメジャーや分度器で必要な距離と角度を測定する必要がある。学習者がハンドトラッキングコントローラーを手を持つことで、学習者の手の動きを仮想環境内で再現できる。手の動きの情報とハンドトラッキングコントローラーに搭載されたトラックパッドやトリガーから入力された情報を利用することで、メジャーや分度器を手を持って移動し測定する。

2. 提案システム

図1にシステム画面とUIの外観を示す。学習者はHead Mounted Display (以下HMDと略記)とハンドトラッキングコントローラーを用いて体験学習を行う。HMDからは3次元の位置情報と角度情報を取得でき、学習者はHMDを頭部に装着した状態で

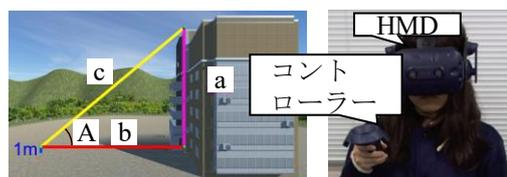


図1 システム画面とUIの外観

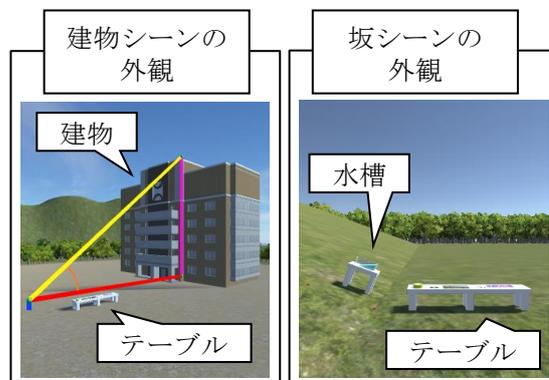


図2 建物シーンの外観と坂シーンの外観

首を動かすことで、仮想環境内での視界の位置と角度を操作できる。HMDは仮想環境の表示に使用される。ハンドトラッキングコントローラーからは3次元の位置情報と角度情報を取得でき、取得した情報は仮想環境内のハンドトラッキングコントローラーを模したオブジェクトの位置と角度に反映される。また、ハンドトラッキングコントローラーにはトラックパッド、トリガー、グリップボタンが搭載されている。

図2に建物シーンの外観と坂シーンの外観を示す。建物シーンでは建物の高さを求める問題に、坂シーンでは坂における2地点間の標高差と水平距離を求める問題に挑戦できる。坂シーンの水槽は坂の傾斜

を調べるために使う。式の空欄に正しい数値を入力するという問題に解答するために、テーブルの上に置いてあるメジャー、分度器、三角比の表などを使う。

分度器がテーブルの上に置かれているときに、ハンドトラッキングコントローラーを模したオブジェクトをメジャーに近づけた状態でトリガーを引くことで、メジャーを持っている状態になる。問題に回答するために測定する必要がある線の端に、メジャーを持っている状態で近付くと空中に「トリガーを引くとメジャーの端を設置できます。」という文が表示される。その文が表示されている状態でトリガーを引くことで、メジャーの端を地面に固定できる。測る必要がある線のもう一つの端に、メジャーの端を地面に固定した状態で近づくと空中に「トリガーを引くとメジャーを置けます。」という文が表示される。その文が表示されている状態でトリガーを引くことで、それまで持っていたメジャーを地面の上に置く。

また、メジャーがテーブルの上に置かれているときに、ハンドトラッキングコントローラーを模したオブジェクトを分度器に近づけた状態でトリガーを引くことで、分度器を持っている状態になる。問題に回答するために測定する必要がある角に、分度器を持っている状態で近づくと空中に「トリガーを引くと分度器を置けます。」という文が表示される。その文が表示されている状態でトリガーを引くことで、測るべき角度を測るのに適切な位置で分度器を固定できる。

問題に解答するときには、テーブルの上にあるボタンを押す。テーブルの上にあるボタンにハンドトラッキングコントローラーを模したオブジェクトを近づけると、ボタンの色が変わる。ただし、建物シーンと坂シーンにおいてボタンの色が変わるのは測定器具が両方ともテーブルの上に置かれている場合のみである。ボタンの色が変わっている状態でトリガーを引くことで、ボタンを押せる。式の入力欄は入力欄ボタンであり、このボタンを押すとその欄に入力できるようになる。その状態では、数字ボタンで数字を入力すること、C ボタンでその欄を未入力の状態にすること、OK ボタンで入力を終了することができる。ヒントボタンを押すと、ヒントボタンの下に問題に対応したヒントが表示される。「解答する」ボタンを押すと、「解答する」ボタンの上に結果が表示される。入力欄に入力された数字が正解である場合は正解という文字と計算結果が、不正解である場合は不正解という文字とどの入力欄が間違っているかが表示される。

3. 検証実験

本システムを用いてメジャーや分度器で測定し、測定した数値と三角比を使って直接測定することが難しい2点間の距離を求める体験ができるかを検証

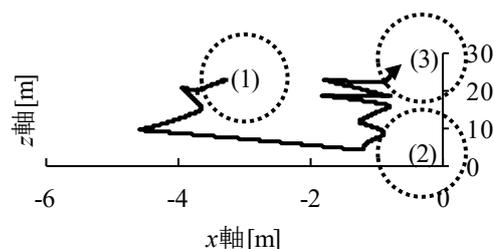


図3 メジャーを使う手の x - z 平面上の軌跡

表1 アンケートの結果

内容	被験者			
	A	B	C	D
酔いなどの気持ち悪さは感じなかったか	5	3	2	1
使ってみて楽しかったか	5	4	4	4
三角比は身近な環境で役に立つと感じたか	5	3	4	5

するため、被験者に本システムを使った学習を行ってもらった。被験者は、事前調査により鋭角の三角比を理解していることを確認した大学生、大学院生4人(A~D)である。

図3に、被験者Aが図1のbの長さを測る際に、建物シーンでメジャーを持って(1)からメジャーの端を地面に固定し(2)目盛を見るためにメジャーを地面に置く(3)までのハンドトラッキングコントローラーの位置を反映したオブジェクトの x - z 平面上の軌跡を示す。被験者が移動しながら測定を行っていることがわかる。被験者は全員メジャーや分度器で測定し、測定した数値と三角比を用いてメジャーで測定することが難しい長さを求める式を導き出すことができたことを確認した。

また、学習後のアンケートの結果を表1に示す。この結果は、5段階評価(5:とてもそう思う 4:そう思う 3:どちらでもない 2:そう思わない 1:全くそう思わない)での回答である。「使ってみて楽しかったか」、「三角比は身近な環境でも役に立つと感じたか」の項目では肯定的な回答が多かったため、本システムを用いることで三角比が身近な環境で役に立つという実感を湧かせられると考えられる。

4. おわりに

仮想環境内で測定した数値と三角比を使って直接測定できない2点間の距離を求める体験をすることができるシステムを提案した。検証実験で、被験者は全員メジャーや分度器で測定し、測定した数値と三角比を用いてメジャーで測定することが難しい長さを求める式を導き出すことができた。今後の課題として、操作方法や問題の表記の改善が挙げられる。

参考文献

- (1) 文部科学省:【数学編 理数編】高等学校学習指導要領解説(平成30年告示)解説, pp.6 (2015)