

VR と力覚呈示による学習教材の提案

Proposal of Learning Materials Using Virtual Reality and Haptic Device

加藤 滉陞^{*1}, 成田 陸斗^{*1}, 千田 和範^{*1}
 Kouhei KATO^{*1}, Rikuto NARITA^{*1}, Kazunori CHIDA^{*1}
^{*1}釧路工業高等専門学校電気工学科

^{*1}National Institute of Technology Kushiro College of Department of Electrical Engineering
 Email: p130408@kushiro.kosen-ac.jp

あらまし：現在小中学校では学習意欲，学習効率の低下が課題になっていて，受動的な授業が原因の一つだと考えられている．そこで我々は受動的な授業から体験的な授業に近づけるため，「Virtual Reality（以下 VR）」を用いた教材開発を行う．また，学習の際には複数の五感を刺激した方が記憶に残りやすくなる．そこで本研究は小中学生を対象として，VRを用い，さらに視覚だけでなく触覚も刺激する学習教材について提案する．

キーワード：VR,力覚呈示,学習教材

1. はじめに

現在，小中学校の教育現場では学習意欲，効率の低下が課題になっている⁽¹⁾．この課題の要因の一つとして，講義形式による受動的な授業が学習意欲を低下させているという考えがある．

一方，最近大きな注目を集めている技術に，「Virtual Reality（以下 VR）」がある．VRとは「仮想現実」と呼ばれるもので，コンピュータ上に人工的な環境を作り出し，実際にものに触れているという様な体験ができる．VRはゲームでの使用が多いが，その他にも教育，医療，不動産など様々な分野で活用されている．このVRを教育に用いた場合，知識の定着率にどのような違いが生まれるかについては，実際に実験が行われている⁽²⁾．このVRを教育に用いる実験から，先に述べた教育現場での知識の定着率の低さという課題に対して，VRは効果があると考えられる．

また，学習をする際に複数の五感を刺激した方が一つの感覚を刺激するよりも記憶に残りやすくなる．五感の中でも触覚を刺激した場合，先行研究の結果から触覚を刺激しなかった場合よりも記憶に残ることがわかっている⁽³⁾⁽⁴⁾．

そこで本研究は小中学生を対象として，VRを用い，さらに触覚を刺激する学習教材について提案する．対象が小中学生ということで，教材として一般的な英単語の並び替え問題を扱うものとする．並び替えを行う際に，英単語を間違った場所に近づけていくと学習者に与える反力を大きくしていくというようにして触覚を刺激する．

2. 仮想空間内での力覚情報の再現方法

仮想空間内で設定する反力の大きさはオブジェクトとオブジェクトを運ぶ先との距離によって決定する．

距離が近くなるにつれて反力を大きくする場合は式(1)で反力の大きさを求める．

$$k = \text{power}1 / (l^*l) \quad (1)$$

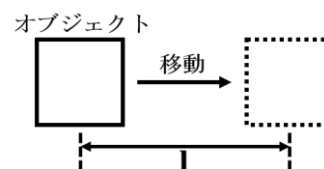


図 2.1 オブジェクトと運ぶ先との距離

```
FalconUnity.setGravity( new Vector3(k, k, k));
```

図 2.2 反力設定に関するプログラム

ここで k は反力の大きさ， l はオブジェクトとオブジェクトを運ぶ先との距離，「power1」は増幅率を表す定数である．距離 l の値が小さくなっていくと右辺の分母が小さくなっていくため，反力の大きさ k の値が大きくなっていく．

また，距離が近くなるにつれて反力を小さくする場合は式(2)で反力の大きさを求める．

$$k = l * \text{power}2 \quad (2)$$

ここで k は反力の大きさ， l はオブジェクトとオブジェクトを運ぶ先との距離，「power2」は増幅率を表す定数である．距離 l の値が小さくなっていくと右辺の値が小さくなっていくため，反力の大きさ k の値が小さくなっていく．

式(1)，(2)で求めた値を図 2.2 反力設定に関するプログラムの k に入れることで， k の値の大きさ分だけ反力が与えられる．Vector3 は反力のベクトルを表している．

3. 力覚呈示可能な VR 教材システムと教材例

図 3.1 は，今回開発する教材のシステム構成の図である．VR ヘッドマウントディスプレイ（以下 VRHMD）に仮想の学習環境を映し出す．力覚呈示デバイスは反力を与えて触覚を刺激するために使用し，3次元入力デバイスは英単語を並び替えるために使用する．使用する機材は力覚呈示デバイスとして NovintFalcon，3次元入力デバイスとして LeapMotion を用いる．VR の仮想の学習環境は Unity により実現

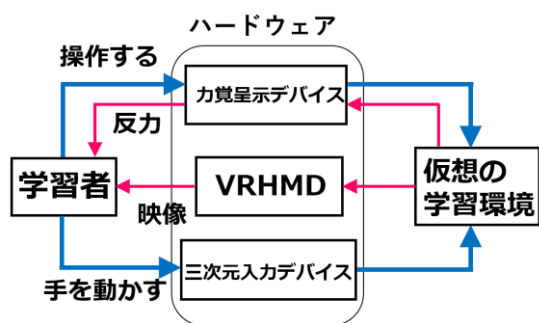


図 3.1 システムの構成図

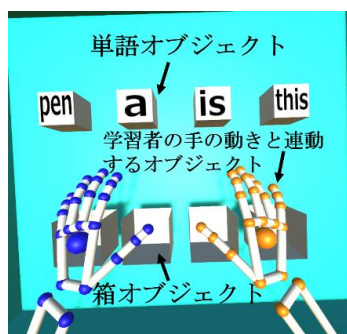


図 3.2 開発する教材

する。

ここで開発する教材について説明する。図 3.2 は実際の教材の図である。単語の並び替えをする中で学習者の触覚を刺激し、「なぜこれは間違いなのか」ということを学習者に考えてもらうことを目的としている。

今回は「This is a pen」の四つの単語を正しく並び替えるため「this」、「is」、「a」、「pen」の四つの単語オブジェクトを用意する。さらに単語を運ぶ先に箱オブジェクトを用意し、単語を正しく並び替えて箱の中に入れるという形式にする。単語の並び替えは三次元入力デバイスを用いて行う。学習者の手の動きを三次元入力デバイスが感知し、仮想環境内で手の動きと連動する手のオブジェクトで単語を運ぶ。また、仮想環境内で働く反力の大きさは式(1)、(2)を用いて決定する。英単語を並び替える際に正しい場所に近づけていくと学習者に与える反力を小さくしていき、逆に間違った場所に近づけていくと反力を大きくしていく。

4. VR 教材システムの動作検証

図 4.1 は開発した教材で学習を行っている様子である。学習は「NovintFalcon」のコントローラ部分をつまんだ状態で行い、つまんでいる方の手で単語を運ぶ。こうすることで学習中、学習者に反力を感じさせることができた。

しかし、「NovintFalcon」の構造上の問題が発生した。「NovintFalcon」のコントローラ部分は可動域が狭いため、図 4.2 に示す黒丸の範囲でしか手を動かすことができなかった。この問題に対しては力覚呈示デバイスの可動域を大きくする必要がある。また



図 4.1 教材使用風景



図 4.2 NovintFalcon の可動域

は、VR 上で連動する手のオブジェクトが動く距離の比率を変化させることがよいと考えられる。

5. まとめ

本システムでは VR 上で行う学習教材を開発し、さらに学習者に力覚を与えることで学習者への知識の定着をしやすくすることを目指した。開発した教材は語群の並び替えをすることができ、条件によって反力を変化させることが確認できた。改善点としては NovintFalcon の可動域が狭いので、VR 上で連動する手のオブジェクトが動く比率を変えることである。また、反力の大きさに関する式が 4 つあり複雑になっているため、1 つの式で反力を与えられるようにすることも必要である。

また、今回開発したシステムは学生に向けての検証を次年度から実施する予定である。この時本システムを用いた学習は、間違いそうになった場合になぜ反力が大きくなったのかその理由を考えてもらうところまでを 1 セットとし、開発した教材を使用して学習したグループとそうでないグループで知識の定着率の差を調べることで、本教材の学習効果を確認できると考えられる。

参考文献

- (1) 文部科学省編：“現在の教育に関する主な課題”，資料 3-1, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo7/shiryo/07081503/003.html.
- (2) Beijing Bluefocus E-Commerce Co., Ltd.：“A Case Study - The Impact of VR on Academic Performance”，pp.1-20.
- (3) 小川, 池野, 岡崎, 梶本：“単語記憶を効率化する触覚呈示装置の開発”，proceedings of the 2014 JSME conference on robotics and mechatronics, pp.1-4, (2014).
- (4) 柏原, 塩田：“擬似力覚呈示による知識構築支援”，電子情報通信学会論文誌, pp.104-116, (2015).