

マーカ操作により能動的に仮想実験環境構築が可能な学習支援システム

Virtual Learning Environment based on AR and marker operation method

松原 行宏^{*1}, 沖見 圭洋^{*1}
Yukihiro MATSUBARA^{*1}, Yoshihiro OKIMI^{*2}

^{*1}広島市立大学 情報科学研究科

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

Email: matsubar@hiroshima-cu.ac.jp

あらまし： 発見的学習を支援する上でVR型の実験室は有益である。しかしながら対象教材の実験環境準備はプログラミングスキルを必要とするため学習者が自由に実験環境を設計することは困難である。一方AR技術が発展しており、そのインタフェース技術を活用することにより実験環境の設計が容易になると期待できる。そこで本発表ではVR実験室において実験環境そのものを学習者が自由に設計できるようにするための枠組みを検討する。

キーワード： 仮想実験環境, AR, マーカ技術, 能動的行為

1. はじめに

ヒトが学習を行うのは、直面した事象に関してそれは何故そのようになるのか、といった知的な好奇心による、いわゆる内発的動機に基いている側面があることが言われている。内発的動機に基づく学習行為は極めて本質的であり、学習支援システムにおいて近年あらためて注目されている。

このような内発的動機を喚起するために、従来より、学習者自らが仮説を立て、それを色々な手段を用いて検証し、確認したり、新たな仮説をたてたりすることにより、理解を深めていく「発見的学習」の方法が注目されている。そこでICTを用いて発見的学習を支援することは極めて重要であり多くのシステムが提案されている[1]。また近年のVR技術の発展により、リアリティを持たせたシミュレーションシステムの開発が可能となり、これは発見的学習のサポートツールとして有益である。用意された題材（環境）に対して、学習者がパラメータの設定や行為を行うことにより、対象世界の振る舞いを観察して、仮説を検証することができる。

一方、対象世界、具体的には実験環境そのものは、あらかじめシステム設計者が用意しているものに限られてしまうという制約もある。VRシステム上に当該教材の実験環境そのものを設計するにはプログラミング等のスキルが必要となるからである。自由に実験環境を設計するには、エンドユーザである学習者にプログラミングやシステム設計の負担を担わせることになり、本来の目的と異なってくる。しかしながら、実験環境そのものを学習者自らが設計できれば、より幅広く多面的な仮説の設定と検証が可能となり、より能動的で自発的な学習の行為が期待できる。

また近年はARやMRといった、仮想世界と現実世界を融合させる技術が発展してきている[2]。ここで使われるマーカ技術やマーカ認識技術を導入すれば、簡単な操作でユーザがVR空間に操作の意図を

伝えることが可能となり、これを学習支援システム上で利用できるためのメカニズムを開発することにより実験環境の構築が可能となると期待できる。

そこで本研究では、体験型学習支援システム上のVR実験室において、実験環境そのものを学習者が設計できるようにする機能を検討することを目的とする。具体的には、AR技術で用いられているマーカを用いて学習者の意図をVRシステムに伝達し、実験環境を自由に構築できるようにすることを目指す。

2. 先行研究のシステム

先行研究において、初等力学「滑車を用いた力のはたらきと仕事」を題材として、3種類のプレートパターンの滑車組み合わせを体験できるVR実験室を構築している[3]。またこれは、そのプレートパターンでの滑車の糸にかかる力を、力覚を感じることでできるデバイスを用いて、実際に力を体験できるよう工夫してあり、体験を伴う学習ができるようになっている（図1）。

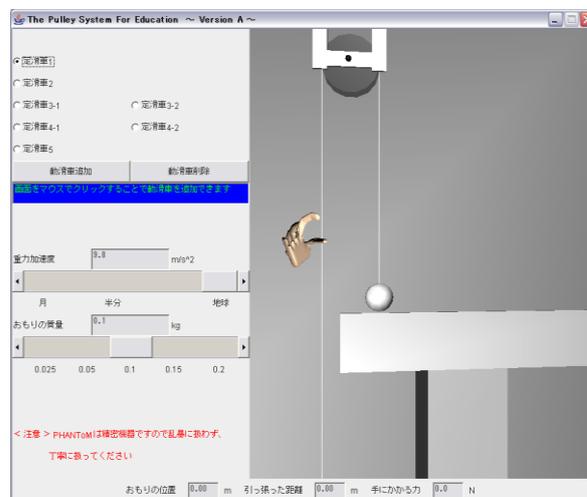


図1 従来提案しているVR実験室

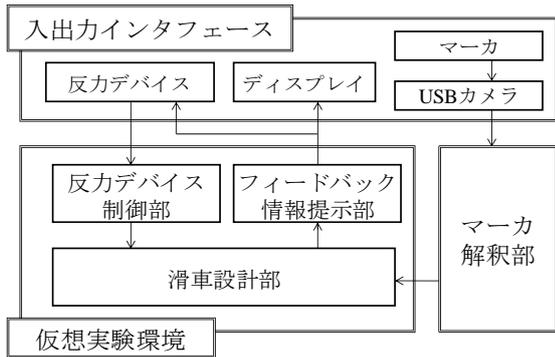


図2 自由に実験環境が設計可能なVR実験室

3. マーカ操作による実験環境の構築

上記のプロトタイプシステムを拡張し、テンプレートに含まれているパーツ（定滑車、動滑車、おもり、糸、天井や床の設定、等）を分解し、それぞれ独立したオブジェクトとしてテンプレート以外の形態を自由に設計することが可能となる手法を検討した。具体的には図2のようなフレームワークとなる。

3.1 オブジェクトの自由配置による実験環境設定

上述のVR実験室を実現するために、各パーツを独立したオブジェクトとして定義する方法、学習者が実験環境空間に自由に配置したオブジェクトの設置位置の認識方法、設置されたオブジェクト間の接続関係の設定と全体としての接続関係の認識方法について検討した。具体的には、AR技術で用いられているマーカ関連の手法を導入し、各マーカとパーツのオブジェクトを対応させ、マーカを自由に机上に配置させることによって滑車の実験環境が実現できるような仕組みを設計した（図3）。マーカの位置を認識させる手法はARtoolKitの手法を参考に設計した。また取得した位置情報からオブジェクトの接続関係と全体としての接続関係を同定するアルゴリズムを構築した。

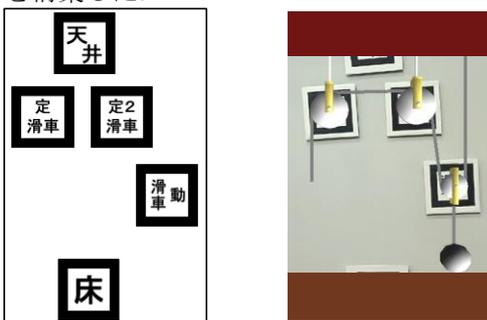


図3 マーカの配置と滑車実験環境構築

3.2 基本システムの構築

上述のアルゴリズムを構築し、第1ステップの基本システムとして、定滑車2個、動滑車1個の組み合わせにおいて、自由に配置して設計することが可能となるプロトタイプシステムを作成した。その際オブジェクトをどの位置においても接続関係が一意に決定して動作するように工夫を行った。また最終的には同じ配置状況になるとしてもマーカを配置す

る順序が異なる場合が想定されるが、その場合でも正確に認識できるように設計した（図3）。

4. まとめと今後の課題

現在、前述の定滑車2個、動滑車1個の組み合わせの基本システムにおいて動作検証を終えている。また表1に示す滑車の組み合わせにおいても自由に設計でき、実験が可能となっていることを確認している。今後は、機能の検証を行うとともに、学習効果やユーザビリティについて評価を行う予定である。なお本研究の一部は科学研究費助成事業・基盤研究(c) (No.24501199) に助成による。

表1 滑車の組み合わせ一覧

| | | | |
|------|------|------|-------|
| (1) | (2) | (3) | (4) |
| (5) | (6) | (7) | (8) |
| (9) | (10) | (11) | (12) |
| (13) | (14) | (15) | (16) |
| (17) | (18) | (19) | (20) |
| (21) | (22) | (23) | (24) |
| (25) | (26) | (27) | (28) |
| (29) | (30) | (31) | (32) |
| (33) | (34) | (35) | (36) |
| (37) | (38) | (39) | (40) |
| (41) | (42) | (43) | (44) |
| (45) | (46) | (47) | (48) |
| (49) | (50) | (51) | (52) |
| (53) | (54) | (55) | (56) |
| (57) | (58) | (59) | (60) |
| (61) | (62) | (63) | (64) |
| (65) | (66) | (67) | (68) |
| (69) | (70) | (71) | (72) |
| (73) | (74) | (75) | (76) |
| (77) | (78) | (79) | (80) |
| (81) | (82) | (83) | (84) |
| (85) | (86) | (87) | (88) |
| (89) | (90) | (91) | (92) |
| (93) | (94) | (95) | (96) |
| (97) | (98) | (99) | (100) |

参考文献

- (1) 平嶋, 堀口: “誤りからの学習を指向した誤りの可視化の試み”, 教育システム情報学会誌, Vol.21, No.3, pp.178-186 (2004)
- (2) 加藤, 斉藤, ほか: “「複合現実感5」特集号発刊にあたって”, 日本バーチャリアリティ学会論文誌, Vol.16, No.2, pp.107-278 (2011)
- (3) 高松, 松原, 岩根: “学習者による自由な滑車設計を目指した初等力学仮想実験環境の構築”, 信学技報, ET2006-133, Vol.106, No.583, pp.155-160 (2007)