発見的学習を指向した VR力学教育システムの試作

○樋原聖司, 長尾剛士, 松原行宏, 長町三生 (広島大学工学部)

Development of Dynamics Tutoring System using Virtual Reality
to support discovery learning

Seiji Toihara, Tsuyoshi Nagao, Yukihiko Matsubara, Mitsuo Nagamachi
(Faculty of Eng., Hiroshima Univ.)

1. はじめに

物理教育においては, 発見的学習が望ましい教育方式であると主張されており, 実際の教育現場では, 実験等を通して発見的学習が広く行われている¹⁾. ①個別指導機能 (ITS: Intelligent Tutoring System) と, ②学習者の主体的な発見的学習を支援する学習環境 (マイクロワールド) を備えた ILE: Interactive Learning Environment^{2,3)} を物理教育に用いることは有効であると考ええる.

一方, 人間の物理理解は, 観察, 素朴概念の形成, 物理概念による理解, 数式への変換, の4段階を踏むと言われている¹⁾. 特に観察を十分に行うことは重要である. そのため, 視覚的な理解, 実体験をともなった状況依存性の高い学習を実現するために, Virtual Reality (以下VR) 技術をILEに導入する意義は大きいと考える. 本研究では, 物理教育において, VR技術を導入したILEを用いて発見的学習を支援することを目的とする.

本稿では, VR学習環境下での発見的学習を支援する枠組みと構築原理について考察し, VR技術を用いたILE型の力学教育システムを試作する.

2. 発見的学習環境のフレームワーク

発見的学習は「問題の把握」「仮説生成」「仮説検証」を繰り返し, 「理解の発展」に到達する過程をとる. この過程において, 学習者の思考プロセスを映し出し, 学習者に対してリフレクション思考を喚起させることを可能とする学習環境が重要となる⁴⁾. したがって, 自由に学習環境の設定や視点の設定等を可能とするVR環境を発見的学習に適用する. そのためには, まず「対象領域の系統的知識表現と発見的学習へのリンク」を考慮する必要がある. 物理教育にVR技術を導入する際, 「対象領域の系統的知識表現」「VR空間のオブジェクトの相互関係」「それら2つと発見的学習との

リンク」を共通の形式で表現できることが望ましい. そこで, 対象相互間の関係を簡潔に記述できる意味ネットワークで表現する. 学習者の理解状態を記述する学習者モデルに意味ネットワークを用いれば, 学習者の能力を考慮した発見的学習も支援可能となる. また, 「発見的学習を支援するためのVR環境」として以下の機能が望まれる.

- ①システムの利用が容易
- ②実世界と同様なオブジェクト (メタファ) との接触が可能
- ③学習者が環境内を自由探索可能
- ④学習者が環境を自由に設定可能
- ⑤任意の視点の設定が可能
- ⑥学習者の試行錯誤が可能
- ⑦さまざまな問題に利用可能

3. VR力学教育システム

本システムはIBM-PC互換機上で, 力学学習における学習者の発見的学習を支援する. 入力デバイスにはマウスとキーボードを, 出力デバイスにはディスプレイ, または必要に応じてHead Mounted Displayを導入する. VR環境の構築には, VR構築ツールであるSUPER SCAPE社のVRTを使用する.

システム構成を図1に示す. ITSモジュールとVRモジュールから主に構成している. ITSモジュールは問題演習時に, 教授戦略に応じて, 教材知識部のデータを使用して問題を生成し提示する. 学習者の解答は解答照合部により正誤判定され, それを基に学習者モデルを更新する. VRモジュールでは学習者の発見的学習を支援する環境を提供する. 環境構築部では学習環境を構築し, シミュレーション部では物理法則DBを参照しながら, シミュレーションを実現する. 学習者は入出力インタフェースにおいて, 物理環境と初期条件を設定し, シミュレーションを行う. データベース処理部は, 意味

ネットワークで表現された各データを適時ITSモジュールとVRモジュールに適した形式に処理し、各モジュールに受け渡す。

図1 システム構成

4. 実行例

学習の過程を図2に示す。本システムには、「A：学習者の自由な環境設定による発見的学習」、「B：システムが出題する問題に応じた環境を構築し、学習者が環境を利用しながら問題に解答する学習」の2つの学習コースがある。

図2 学習の過程

図3、4に学習コースAのシステム実行例を示す。図3左では物体の自由落下の学習を行うために、重力、跳ね返り係数等の初期値入力を行っている。しかし、学習者が重力値を「-1.00」と誤って入力したため、結果として物体が上昇を始めている(図3右)。図4は物体の衝突を学習しているシミュレーション例である。図4上は、左側の物体Xが右側の静止した物体Yに衝突している。その結果、左側の物体Xは静止し、右側の物体Yが動

き始めている(図4中)。また、VRの特徴である物体に視点をおいた場合のシミュレーションも可能である(図4下)。いずれの実行例も、学習者の思考プロセスを表現しており、失敗等からリフレクション思考を喚起させることを目的とする。

図3 自由落下の失敗例

図4 物体の衝突例

5. まとめと今後の課題

本稿では、VR学習環境における発見的学習を支援する枠組みと構築原理について考察し、VR力学教育システムのプロトタイプを構築した。今後の課題として、学習教材の充実、発見的学習におけるVR技術の効果的な利用法の考察、学習者の発見的学習における行動を監視するITS部の構築が挙げられる。

【参考文献】

- 1) 対馬勝英, 植野雅之, 早野秀樹, 藤井研一: “対話型物理環境IPEのマルチメディア化”, 信学技法, ET93-11, pp.75-82(1993-04).
- 2) 大槻説乎: “発見的学習とその支援環境”, 人工知能学会誌, Vol.8, No.4, pp.411-418(1993).
- 3) 溝口理一郎: “知的教育システム”, 情報処理学会誌, Vol. 36, No.2, pp.177-186(1995).
- 4) 岡本敏雄: “ネットワーク下における学習環境のデザインシステム”, 信学技法, ET93-60, pp.27-34(1993-09).