

3S-2

シミュレーション型CAI
—力学実験ツール—

高田 修司 青柳 早苗 亀田 啓一 富本 哲雄
松下電器産業 ㈱ 情報システム研究所

1 はじめに

近年、情報化社会の進展にともない教育現場においてもCAIが注目を浴びてきているが、現在市場に出回っているCAIソフトのほとんどはフレーム型教材であり、特定の知識や技能の習得に重点を置いたものでどちらかと言うと学習者は受身である。一方CAIとは学習者が主体的に学ぶことのできるツール、環境を提供するものであるとの出発点に立ったCAIシステムの提案がなされてきている。我々もこれをCAIの一つの大きな流れとして捉えている。

今回、我々が開発を進めているシミュレーション型CAIシステムについてその位置づけ及びシステムの概要について述べる。

2 本システムの位置づけ

学習者の主体的な学習意欲をサポートすることを目指したCAIシステムは大きく2つに分類できる。ひとつは学習者の旺盛な知識欲を充足させることを目的とした検索中心のシステムであり、もうひとつは疑似体験を通して学習者の自由な発想を育てることを目的としたシミュレーション型のシステムである。

自然科学分野の教育においては実験などを通して自然法則を発見的に修得することの重要性が認識されているにもかかわらず、現実には設備などの経済的困難や実験に必要な理想状態を実現することの困難さから、あまり行われていない。この分野においてシミュレーション型CAIシステムの果たすべき役割は大きいと考える。

しかし従来のシミュレーション型CAI教材といわれるものは教材作成者側であらかじめ用意された実験題材の中から学習者が選択、実行する形態のもので、学習者には一部実験パラメータ値の設定変更程度の自由度しか与えられておらず、真に現実の実験の置き換えにはなっていない。

①実験目的(教育項目)の明確化

②実験対象、実験器具の準備

③実験環境の作成

④実験

⑤計測器により途中経過、結果を確認し、記録する

⑥実験結果を整理し、必要に応じてグラフ化する

⑦考察、検討を行い、理解する

図1 実験を中心とした教育の流れ

図1は実験を中心とした教育の流れを示したもので、我々は学習者の主体的な発見的学習をサポートするためにまず②から⑥の機能をコンピュータ上に実現することを目指しており、実験環境の自由な構築をも許している点で従来のシミュレーション型CAIとは異なる。

現在、物理教育における実験をサポートする「力学実験ツール」をケーススタディとしてその具現化を進めている。

3 「力学実験ツール」の概要

「力学実験ツール」はバネの単振動や物体の自由落下などの物理実験環境を自由に生成し、実験を行うことのできるCAIシステムであり、現実の実験の置き換えのみならず、現実には作り出せない理想状態や危険をともなう実験などもコンピュータ上で実現させることができる。

基本操作としてはインタラクティブな操作により部品ボックスより必要な部品を取り出して実験室ウィンドウに設定し、実行条件、測定条件を設定して実行させる。

図2に本システムの階層構造を示す。

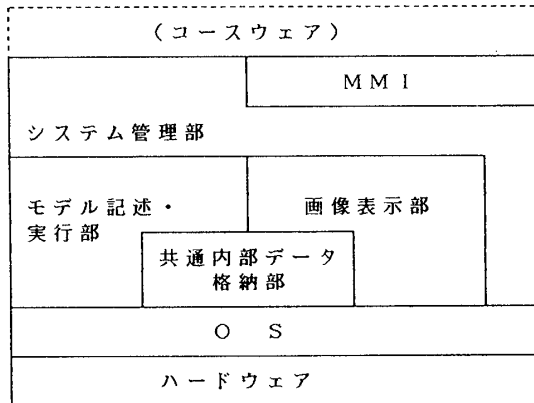


図2 本システムの階層構造

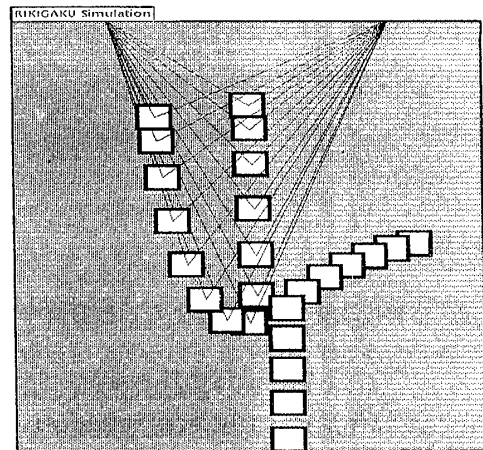


図3 Smalltalk-80マシン上での出力例

—2本のバネに吊り下げられた質点と落下する質点との衝突—

4 システム各部の特徴

4.1 モデル記述・実行部

上述した本システムの特徴を実現するためには、実験器具を部品として扱い、どのような組合せにおいても動作を保証し、自由な追加・削除を可能とするモデル化が必要である。このためにオブジェクト指向言語によるモデル記述を行っている。

即ち、部品としての個々の質点は、クラス「質点」のインスタンスとして生成され、位置・質量・速度などがインスタンス変数として設定される。そのほかの部品も同様にそれぞれのクラスからそのインスタンスとして生成される。

クラスには部品の振舞いを記述したメソッドが記述されている。例えば、質点は「微小時間後の位置へ動け」というメッセージを受け取ると、自分が受けている力を調べてその総和を求め、運動方程式を解いて加速度を知り、微小時間後の速度・位置を求めるといった処理を行う。

現在、本システムは次のようなものをオブジェクトとして扱っている。

(1) 実験器具・計測器

[質点、バネ、糸、平面、斜面]

[物差し、時計]

(2) 力

[重力、外力]

(3) 環境

[結合、接触]

図3はSmalltalk-80マシン上で、オブジェクト指向言語による力学モデル記述の妥当性を検証した際の出力例である。

4.2 画像表示部

画像表示部の主な特徴としては次のような点が挙げられる。

- (1) 画質と速度の両者をバランスよく実現するためにあらかじめ作成し格納しておく画像と発生させる画像とを組み合わせる。
- (2) 奥行き方向を物体の大きさの変化で表す簡易3次元表示を行う。
- (3) 実験部品の運動の画像表示について学習者に次のような選択の幅を持たせる。
 - ・連続表示/ステップ表示
 - ・通常(書換え)/ストロボ(重ね書き)

4.3 MMI部

学習者に対して設定の自由度をできる限り与える一方で少しでも設定時の負担を軽減させるためにデフォルト設定機能を随所に取入れ、システムへの習熟度に応じた設定を可能にしている。

5 まとめ

我々が開発を進めているシミュレーション型CAIシステム「力学実験ツール」についてその位置づけ及びシステムの概要について述べた。今後、パソコン上へのインプリメントを進め、基本機能の実現を手始めとして順次MMIや測定の実装を図っていく予定である。