

概念理解を支援するためのCESPによる知識の表現
— 静電界を対象として —

3L-2

藤原 正敏 谷口 泰広
(福井工業高等専門学校)

1. はじめに

計算機の中に仮想的に作られた世界で学習者が試行錯誤を繰り返すことで、特定の法則や概念などを帰納的に学習できる教育システム—操作型学習環境—に関する研究が注目を集めている。¹⁾⁻³⁾

われわれは電気磁気学を対象とした知的教育システムにおける知識表現の研究を行っている。⁴⁾

本稿では、電気磁気学理解の第一歩である「クーロンの法則」を中心に、電荷間に働く力の理解を支援するシステムについて報告する。学習者が複数の点電荷を空間に置いたとき、これらの電荷に働く力を求めることができる。システムは論理型オブジェクト指向言語CESPで記述している。

2. システムの概要

図1. にシステムの概要を示す。学習者がインターフェースを通し、真空で何も無い空間に1個ずつ点電荷を置いたり、取り除く操作を行うと、その都度各電荷に働く力が求まる。システム内では種々のオブジェクトがメッセージのやりとりを行い解が求まる。

3章でこれらオブジェクトの構成について述べる。
(以下、固有のオブジェクトやインスタンスは○○-Obj, □□-Insと略す)

Knowledge Representation by CESP
to Support a Concept Learning
: the case of electro-static field
Masatoshi Fujiwara
Fukui National College of Technology
Geshi, Sabae, Fukui 916, Japan

3. オブジェクトの構成

3.1 部品-Obj

1) 系-Obj: 点電荷-Objを複数保持できる系-Insを複数生成できる。この系-Insは真空、2次元の静電界であり、点電荷はクーロン力によって移動はしない。

2) 点電荷-Obj: 点電荷-Objも複数個の点電荷-Insに登録する。点電荷-Insは位置座標と力の値を保持する。系-Insに新たに点電荷を置いたとき、既に系に存在していた点電荷全てにメッセージを送信し、各インスタンスの力の値を更新する。

3.2 問題解決オブジェクト

問題解決-Objは他のオブジェクトから問題を受け取ったとき、その問題に対して「どういう知識を使えば答えを導き出せるか」を記述してある。

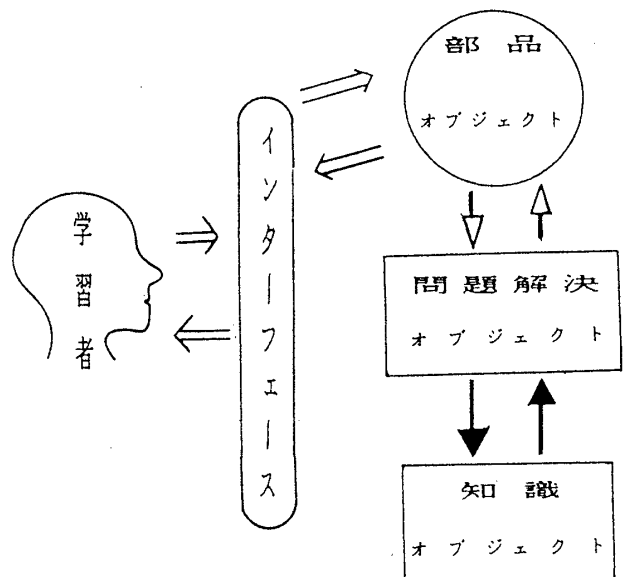


図1. 概念学習システム

1) 二つの電荷に作用する力-Obj: 二つのインスタンス名の送信を受けて, 力(大きさ向き)を返すオブジェクトである. 力(大きさ, 向き)は力の大きさ-Obj, 力の向き-Objとのメッセージのやりとりで求まる.

2) 距離-Obj: 1)と同じように二つの点電荷-Insより2点間の距離を求めることができる. インスタンスの位置座標を参照し, X方向, Y方向の成分の差を知識オブジェクトであるピタゴラスの定理-Objにメッセージを送り距離を求める.

3) 力の大きさ-Obj: 参照した座標を基に角度-Objを利用して力の向きを求める.

4) 力の向き-Obj: 参照した座標を基に角度-Objを利用して力の向きを求める.

5) 力の和-Obj: 点電荷-Insには, 位置座標, 電荷量, 他の点電荷によって受ける力, 合成された力がリストで保持されている.

今, 新たに同じ系内に点電荷を置くと, 既に存在していた点電荷には新たな力が加わる. この力を点電荷-Insに登録する. この登録された力全てを加えるのが力の和-Objである.

これによって各点電荷-Insの力(大きさ, 向き)が更新される. この際には角度-Obj, およびピタゴラス-Objを利用する.

3.3 知識オブジェクト

計算などを行う知識オブジェクトとしては,

1) 距離-Obj, 2) 角度-Obj, 3) クーロンの法則-Obj を用意している.

4. システムの実行

まず系-Objから一つの系-Insを生成し, 名前, 位置座標, 電荷量を情報として持つ点電荷を次々に系内に置く. 次に, 3. のオブジェクトのメッセージのやりとりで得られた各点電荷-Insのスポット値を参照し, 各電荷に働く力を知る. これらの繰り返しにより「クーロンの法則」を帰納的に学習することができる.

5. おわりに

以上のようにどの電気磁気学の教科書⁵⁾にも記述してありながら, 実際には観測できない「複数個の点電荷が存在する場における電荷間に働く力」を発見学習できる環境を提供できるようになった. そのための知識をオブジェクト指向で表現し, その枠組を報告した. 現在はこの系における電界, 電位を提示できるシステムへの拡張に取り組んでいる.

「クーロンの法則」は, 二つの電荷の間に働く力を定性的に述べたもので, 力は1)両電荷の積に比例し, 2)距離の二乗に反比例し, 3)電荷の正負により吸引力あるいは反発力が働く, 4)力の向きは二つの電荷を結ぶ直線上にある, の4つからなる. 3), 4)については容易に発見できるが1), 2)は仲々困難であるため発見誘導の枠組が必要となる. また, 理解のレベルを測る尺度としての学習者モデル, 直接操作が可能なインターフェースが今後の課題である.

論理型オブジェクト指向言語CESPを提供頂いた(株)AI言語研究所の関係各位に深く感謝の意を表します.

【参考文献】

- 1) 大槻「発見学習とその支援環境」人工知能学会誌Vol. 8, No. 4, pp.411-418 (1993)
- 2) 竹内ほか「帰納学習と演繹学習を支援する統合環境-Bimodus CAI-」人工知能学会研究会誌SIG-H ICG-9103, pp. 79-85 (1992)
- 3) 田上「力学系マイクロワールドのための運動方程式導出の研究」1992年度人工知能学会全国大会講演論文集23-6, pp.839-842
- 4) 藤原「問題解決過程のモデル化のための知識表現法-電気磁気学を対象として」情報処理学会第46回全国大会講演論文集 1Q-1, pp.1-2(1993)
- 5) 電気学会「電気磁気学」
- 6) AI言語研究所, 「CESP関連マニュアル」