

状況化されたシミュレーションに基づく学習環境

2B-3

石川公爾 大和田勇人 溝口文雄

東京理科大学 理工学部

1 はじめに

環境型教育システムは、シミュレーションに基づく学習者の試行錯誤を通して経験的に学ばせることができるため、設計問題や金融取引などの非体系的な知識を扱うことができる。我々はこれまでオプション取引を対象とした双方主導の環境型教育システムを研究してきたが[1]、シミュレーションベースの学習環境における学習者モデルの構築に困難を感じていた。学習者モデルは学習者の理解状態を把握するためのものであり、ITSの基本構成要素と考えられている。教授型教育システムに限らず、基本的に学習者主導である環境型教育システムにおいても、効果的なシステム主導を組み込むには学習者モデルが不可欠と思われる。学習者モデルに関してはいろいろなアプローチがなされているが、シミュレーションベースの学習環境に適したものは見あたらない。

本稿では、これに対するアプローチとして、SSE(Situated Simulation Environment)に基づく学習環境を提案する。また、SSEを実現する上で、制約論理プログラミングが有効であることを示す。

以下では、まずSSEに基づく学習環境について述べ、次に対象領域としてオプション取引を例に説明する。続いて制約論理プログラミングとの関係を示す。

2 SSEに基づく学習環境

環境型教育システムは学習者のシミュレーションによる試行錯誤からの発見学習を基本としており、学習者主導の要素が強い。しかし、教育が教師と学習者の間の相互作用であると考え、システムにも主導権を与えなければ教育システムにはならないと思われる。システムが主導権を持つためには学習者の理解状態を把握していなければならない。しかし、シミュレーションによる自由な実験を基本とした学習環境では、学習者の理解状態を裏付ける情報を得ることが難しい。本節では、これに対するアプローチとして、システム自体がシミュレーションを状況化することにより、特定文脈における学習者の行動から学習者モデルを構築するSSEに基づく学習環境について述べる。

A Learning Environment based on Situated Simulation
Kohji ISHIKAWA, Hayato OHWADA, Fumio MIZOGUCHI
Science University of Tokyo

2.1 文脈による学習環境

シミュレーションベースの学習環境では、学習者はある状況である行動をとる。それはある文脈の中での行動について学習しているのに他ならない。文脈による学習[2]は、膨大な知識を必要とする領域や、経験を必要とする領域に対して有効である。文脈による学習を支援する環境は、学習者の実験に大きな自由度を与えるとともに、システムが文脈を設定して学習者の行動を監視することにより、学習者の理解状態を把握することができる。

2.2 SSE

SSEは文脈による学習を支援する環境である。システムは教授戦略に従ってシミュレーションに状況を与え、学習を文脈化できる。学習者はある文脈の中で行動することになり、システムはそれを監視することによって学習者の理解状態を把握する。また、SSEでは学習者自身がシミュレーションに状況を与えて実験を文脈化できる。これらによって、SSEに基づく学習環境では、シミュレーションベースの学習環境における学習者モデルの構築と、学習者のより自由な発見学習を支援できる(Fig.1)。

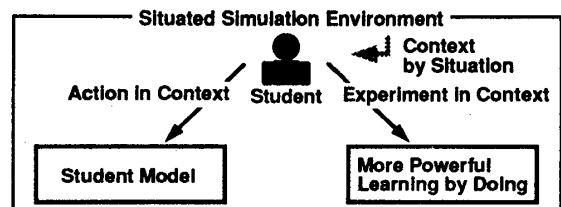


Fig.1 SSEに基づく学習環境

また、SSEでは、シミュレーションは制約を与えることによって状況化されると考える。即ち、状況化されたシミュレーションに基づく学習環境とは、換言すれば、制約指向のシミュレーションに基づく学習環境ということになる(Fig.2)。制約指向のシミュレーションでは、因果関係に基づく定性モデルからの定性的制約と、数学モデルからの定量的制約を扱う。これらはいずれも、シミュレーションベースの知識表現を必要とする。



Fig.2 制約指向シミュレーション

3 オプション取引教育への応用

学習者がオプション取引に関するメンタルモデルを形成するには、少なくとも2つの基本的な部分メンタルモデル、即ち、経済現象に関するメンタルモデルとオプション理論に関するメンタルモデルが形成されなければならない。それぞれはさらに部分メンタルモデルを持っている (Fig.3)。これらのモデルに従って学習者は次取るべき行動を決定する。例えば、オプション取引には、「株価が上がると予想するなら、コール・オプションを買う」という簡単な基本戦略が存在する。さらに経済現象のモデルには「金利が下れば、株価が上がる」、「景気が悪くなると、金利が下がる」、…、などの因果関係がある。もし、「金利が下がった」という状況において学習者が「コール・オプションを売る」戦略を取ったなら、学習者は経済モデルの因果関係を理解していないか、あるいは上記の基本戦略を理解していないことになる。どちらを理解していないか同定するには、「株価が上がった」という状況を与えればよい。学習者が「コール・オプションを買う」行動に出れば経済モデルに関して理解不足、異なる行動を取れば基本戦略を理解していないことになる。複雑な推論を必要とする場合も、このようにして因果関係を辿ってシミュレーション環境に状況を設定することにより、学習者の理解状態を同定することができる。また、学習者は自分自身で状況を設定してシミュレーションすることにより、ある状況での自分の行動の結果を得ることができる。これは学習者の What-if 分析を支援し、より大きな自由度の実験環境を与えることになる。

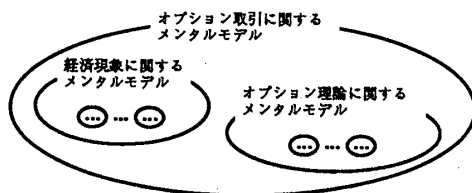


Fig.3 メンタルモデルの階層

4 制約論理プログラミングによる SSE

4.1 制約論理型言語 Triton

我々の研究室で開発された制約論理型言語 Triton は CS-Prolog[3] を拡張したものであり、以下の特徴を持っている。

- (1) 宣言的プログラミングスタイル
- (2) 記号処理
- (3) 代数的制約の処理
- (4) オブジェクト表現
- (5) デフォルト制約

4.2 制約による状況の表現

一般に、状況は制約によって次のように表現することができる。

```
situation(Name,P1, ...,Pn) :- C1, ...,Cn
Name: 状況名
Pn : パラメータ
Cn : 制約
```

これらの制約が活性化されると、制約を充足するように環境が設定される。つまり、システムは制約を追加・削除することによって、特定状況を作り出すことができる。制約の追加・削除、及びその伝播は制約論理型言語 Triton によって柔軟に行われる。

4.3 デフォルト制約の導入

システムは学習者の理解状態に応じて状況を設定するが、学習者モデルの生成初期段階では妥当な状況の設定ができない。また、学習者の行動だけでは決定的な判断が下せない場合がある。そのような場合は不足している情報をデフォルト制約を用いて補うことができる。デフォルト制約には強さがあり、後から追加された制約が優先される。Triton は、このために初期デフォルトを定義する述語 default/1 と、それを更新するための述語 prefer/1 を組み込みとして持っている。

5 おわりに

本稿では、SSE に基づく学習環境を提案するとともに、例としてオプション取引教育を取り上げた。また、制約論理型言語 Triton による SSE へのアプローチについて述べた。

今後の課題は以下の点である。

- ・ SSE に基づく学習環境での教授戦略
- ・ 学習者モデルの精密化

参考文献

- [1] 石川, 大和田, 溝口: "双方主導の環境型教育システムに関する研究", 人工知能学会第4回全国大会論文集, pp.723-726, 1990
- [2] Gerhard Fischer, Andreas C. Lemke, and Raymond McCall: "Towards a System Architecture Supporting Contextualized Learning", In Proc. AAAI-90, pp.420-425, 1990
- [3] 川村, 大和田, 溝口: "CS-Prolog: 拡張単一化に基づく CONSTRAINT SOLVER, Proc. of LPC'87, pp21-28, 1987