

# 問題解決能力育成を目指したゲーム型協調学習システム

5 K-2

森川哲史 佐々木整 竹谷誠  
拓殖大学工学部

## 1. はじめに

物事を論理的に捉え、それを分析し対処する能力を育成していくことは情報教育においてたいへん重要なことである。この能力の育成は、大学などではプログラム演習などにより実現されている。一般的なプログラム演習では、課題が構造的に与えられており、問題解決が方法論としてある程度体系化されているので、様々な問題発見や柔軟な問題解決の実践的能力を育成目標とするものではない。そこで、実践による問題発見・解決能力の育成を目指し、学習者が直面する問題の状況を論理的に分析し、解決すべき具体的な問題の判断を行うことによって、物事を論理的に分析し解決法を発見する能力を育成する、ゲーム型協調学習システム<sup>1)2)</sup>の開発を行っている。

## 2. システムの概念と構成

### 2.1 ゲーム型協調学習

本稿で述べるゲーム型協調学習システムは、学習者が実践により論理的な思考を行い、問題を発見する能力と、それを解決する能力を育成することを目的とするものである。ゲームとは、格闘技を例にとれば、それぞれの選手の動きをあらかじめプログラムという形で表現し、他の学習者が作成したプログラムと戦わせることでその勝敗を競うものである。学習者は敗因を調査したり、対戦相手のプログラムを推定し自らのプログラムを改良していく。このプロセスを繰り返すことにより、プログラムの対戦による勝敗という抽象的な事柄から、解決しなければならない問題を発見し解決法を見出す能力を育成するものである。

これまでに、情報教育を目的とする様々な共同学習システムがあるが、これらはアルゴリズム的な考え方を育成することを主目的としているものが多く、学習者による問題の発見を積極的に支援するものではない。また、教室などの狭い範囲での仕様を前提としているため、対戦の相手が限定されるという制約がある。そのため、対戦によって生じる問題もある一定の方向へ収束しやすく、問題発生のための多種多様な状況を構築することは困難である。そこで、本システムは、学習者が様々な角度から状況を分析し、問題の発見、解

決法の検討を実現できるよう支援を行う。また、インターネット上でシステムを実現することで、世界的規模で多数の学習者と対戦することができ、様々な問題発生のための多種多様な状況を学習者に提供することができる。

### 2.2 学習者の学習参加形態

本システムでは、教授者と学習者、学習者間での解決法の検討が行えるよう、組織を構成する<sup>3)</sup>。複数の学習者と教授者でグループを構成し、そのグループをシステムへの参加の最小単位とする。実社会で例えると、このグループは、柔道や空手などのスポーツの道場に相当するものである。学習者は、この道場の中で、教授者の助言や指導、道場内の仲間との技術交流のもと、プログラムの作成や対戦を行い、問題発見・解決能力の学習を行う。同時に、プログラミング技術やアルゴリズムの学習は、教授者と学習者の関係で実現される。このグループがいくつか集まり、支部が構成される。その支部が集まることで組織全体が構成され、それを統括するコミティが形成される。また、学習者の能力に応じて段位が認定され、学習者は自らの程度のレベルであるかが把握できる。さらに、複数のグループ間での対戦を行うことができ、グループ間での技術交流や問題解決のための検討が可能である。

このような参加形態を実現するために、本システムでは、各学習者に与えられる問題発見・解決を支援するための「学習者環境」、学習者が属するグループの管理・運営のために、そのグループの教授者に与えられる「グループリーダー環境」、各グループを統括し、システムの管理・運営を行う「コミティ環境」の3つの環境から構成される<sup>4)</sup>。学習者は、この学習者環境の各機能を利用して、問題発見・解決能力の育成を行っていく。

## 3. 学習者環境におけるプロトタイプ

これまでに、学習者環境のプロトタイプを開発した<sup>5)</sup>ので、学習者の学習過程に沿って説明する。まず、学習者は自分の選手の動作をプログラムで表現する。本システムはインターネット上で動作するため、様々な環境においても、学習者が常に同じ環境で学習が行えるよう、Java言語を利用してコンピュータアーキテクチャに依存しないプログラミングエディタを作成した。このエディタには、コンピュータに不慣れな学習

者の利用を考慮して、仮想キーボードやキーワードのマウス入力を実現している。学習者が作成するプログラムの言語仕様は、C言語やJava言語に類似した独自の言語を使用しており、選手の動作やステータス取得の命令などは関数で表現する。また、対戦相手の行動に対して反応できるよう、イベント駆動型プログラミングも実現している。例として、相手との距離に対して対戦が終了するまで攻撃又は防御を繰り返すプログラムを図1に示す。

```

val A;
main() {
  while( Life( ME ) > 0 ) {
    A = X( ME ) - X( YOU );
    if( A < 3 ) {
      Defence();
    } else {
      Kick(HARD);
    }
  }
}

```

図1 プログラムの例

次に学習者は、作成したプログラムが学習者の意図していたように動いているかどうか、論理思考からプログラムへの変換の際にミスが無いかどうかの分析を行うために、作成したプログラムのデバッグを行う。デバッグは行動分析機能を用いて、学習者が作成したプログラムと学習者がリアルタイムに操作する選手を対戦させ、プログラムを評価しながら選手の行動を分析する。対戦は逐次的に行われ、問題点があればシステムエディタに戻りプログラムを改良し、再度分析を行うことができる。

プログラムの動作を確認したら、作成したプログラムをWWWサーバに登録し、対戦者選択機能を用いて対戦相手を選択する。この機能により、対戦させるプログラムを、段位などの基準で検索が行なえる。

続いて、選択したプログラムとの対戦を、アニメーション機能を用いて、対戦相手との対戦過程を観察する(図2)。問題発見・解決の手がかりとなるよう、対戦過程を現在のターン数や実行コマンドと共にアニメーションが表示され、巻き戻しやコマ送りなども可能であり、プログラムの問題点を考察することができる。

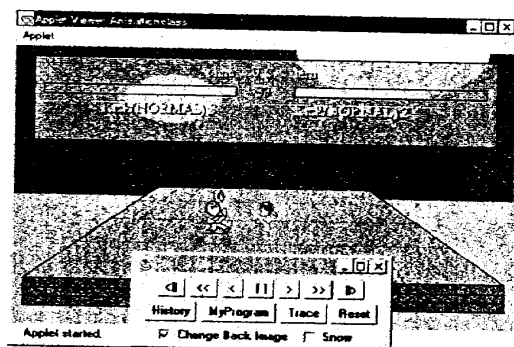


図2 アニメーション機能の動作例

メーションが表示され、巻き戻しやコマ送りなども可能であり、プログラムの問題点を考察することができる。

対戦結果から、学習者はその敗因、あるいは対戦に勝利した場合はより強くするための検討を行う。この検討を様々な角度から分析できるよう、対戦過程を追跡できる、トレース実行機能を用意した。学習者は、作成したプログラムを実行させながら、プログラムリストをトレース表示することで、プログラムのどの部分を実際に実行されているのかを視覚的に追跡する。この機能を用いることにより、対戦の勝敗といった抽象的な事柄から、プログラムのどの部分で問題が発生しているのかを発見することができる。

また、学習者は自分のプログラムの一部を変更し、それによる対戦相手の状態推移を学習者に提示する、プログラム解析機能によって対戦相手のプログラムの推定を行う(図3)。

Action	shin				ketsu			
	X	Y	Life	Turn	Life	Y	X	Action
Go0,1	6	100	100	1	100	0	24	Go0,1
Go0,1	7	100	100	2	100	0	24	Kick(HARD),4
Go0,1	8	100	100	3	100	0	24	Kick(HARD),3
Go0,1	9	100	100	4	100	0	24	Kick(HARD),2
Go0,1	10	100	100	5	100	0	24	Kick(HARD),1
Go0,1	11	100	100	6	100	0	23	Go0,1
Go0,1	12	100	100	7	100	0	23	Kick(HARD),4
Go0,1	13	100	100	8	100	0	23	Kick(HARD),3
Go0,1	14	100	100	9	100	0	23	Kick(HARD),2
Go0,1	15	100	100	10	100	0	23	Kick(HARD),1
Go0,1	16	100	100	11	100	0	22	Go0,1
Go0,1	17	100	100	12	100	0	22	Kick(HARD),4
Go0,1	18	100	100	13	100	0	22	Kick(HARD),3
Go0,1	19	100	100	14	100	0	22	Kick(HARD),2
Go0,1	20	100	100	15	100	0	22	Kick(HARD),1

図3 プログラム解析機能の動作例

#### 4. おわりに

本稿では、論理的思考による問題発見・解決能力の育成を目指したゲーム型協調学習システムの概念とプロトタイプシステムの各機能について述べた。本システムは、学習者が直面する状況を分析し、具体的な問題の想定や、その問題を論理的に解決するための思考の支援を行うものである。

今回、本稿で紹介したプロトタイプシステムは、学習者環境のみであるので、今後は学習者環境以外の開発を急ぎ、システムを一般公開し、実践的評価をするための実験学習を行っていく予定である。

#### 参考文献

- 1) 佐々木整, 竹谷誠: 情報教育を目的としたゲーム型協調学習システム, 電子情報通信学会技術研究報告, ET96-58, pp.135-140(1996).
- 2) 森川哲史, 佐々木整, 竹谷誠: 情報教育を目的としたゲーム型協調学習システム(II) -学習者環境による問題発見・解決支援-, 電子情報通信学会技術研究報告, ET97-16, pp.9-16(1997).