

協調学習ナビゲーション手法の提案

堀川 桂太郎 及川 利直 佐藤 宏之 水野 浩二

NTTソフトウェア研究所

要旨

グループ学習のための教材を簡単に作成して活用する方法を提案する。学習グループの構成メンバが協調学習する過程で、自ら集めた素材を教材へと体系化し、互いに共有・活用しながら、段階的に教材コンテンツを拡張・改訂してゆく。また、グループ教材上に他の学習メンバとコミュニケーションする場を設け、個々のメンバを目的の状態（知識習得とスキルアップ）へとナビゲートする方法を示す。本稿では、具体例とともに協調学習ナビゲーションの手法を紹介し、現在の検討課題について議論する。

A Navigation Method for Collaborative Learning

Keitaro HORIKAWA, Toshinao OIKAWA, Hiroyuki SATO, Koji MIZUNO
e-mail: {horikawa, oika, hiroyuki, mizuno}@slab.ntt.co.jp
NTT Software Laboratories

Abstract

We propose a new method which constructs tutorial materials for group-learning, such as seminars or training, much more easily and rapidly. In this method, each member of learning groups (i) gather related information, (ii) systematize them into tutorial materials, (iii) share with each other, and (iv) revise and enlarge their contents step by step. Communication facilities among members are also utilized on the tutorial materials. We describe how to navigate members of leaning groups into their purpose (knowledge acquisitions or skill-up) on the method. In this paper, we describe a detail method for the collaborative learning navigation with concrete examples and discuss some current sub-themes.

1.はじめに

近年、「エデュテインメント」なる造語に見られるように、マルチメディアやコンピュータネットワーク技術を教育へ応用する技術が関心を集めている。インターネットやWWWを用いた知的CAI技術の実用化も進められ[1][2]、豊富なメディアで学習者のスキルや状況に応じた教示を行なうなど優れた機能を提供している。このようなCAI技術は一般にネットワーク上の教材サーバに個々の学習者が1対1でアクセスする独学支援の技術である。

一方、独学に対してグループ学習を対象とした協調学習支援(CSCL; Computer Supported Collaborative Learning)の技術が研究されてい

る[3]。この分野の動向は、遠隔講義や遠隔実験などのための環境を提供したり、ソフトウェアエージェントに学習仲間の調整役を行なわせるアプローチなどが主流を占めている[5][6][7]。

そのような背景のもと、我々はWWWやコンピュータネットワーク技術をより一層積極的に利用した教育支援を検討すべく、現状技術に残された課題と今後の教育支援に対する要求を次のように整理した：

- (1)教材を楽に作りたい：知識やスキルの異なる多様な学習者の多様な状況をカバーした本格的教材を設計・著作することは、その分野の専門家にとっても容易な作業ではない。
- (2)教材をすぐに作りたい：近年のコンピュータやネットワーク技術など急速に進展する技術

の習得では、迅速に教材を提供することが求められる。

- (3)すぐ知りたい、教えてほしい： 学習対象を短時間で習得するためには、独学よりも他人から教わる・他人へ教える・他人からエッセンスを聞き出す・他人の上手な学習法(ノート、メモ)を真似する、などの相互作用を積極的に利用することが有効である。
- (4)みんなと対話したい： 教材を介して、他の学習者との質問・回答・意見交換を教材の一部として反映するような学習者～教材メディア～学習者間の相互作用を支援したい。
- (5)学習ルートを一望したい： ハイパーメディアの閲覧操作は、多種多様な情報に自由にアクセスできる反面、冗長な経路を辿ったり、自分の現在位置や当初の目的を見失いやすく、そのままでは目的意識と集中力をもって臨む教材表現として好ましくない。
- (6)協調学習に適した教材がほしい： 具体的なコンテンツを題材に、運用レベルまで学習者の協調的振舞いを支援するために、協調学習において学習者が共有すべき教材のあり方、教材の構成方法を追求したい。

そこで、これらの要求を包括的にサポートする枠組みとして我々は、「協調学習ナビゲーション」という構想を考案した。それは、協調学習における学習者の振舞いを、彼らが教材を作成する段階から、作成した教材を活用しながら継続的に拡充・改訂してゆく段階まで支援する手法である。本手法によって、グループ学習に用いる教材が簡単に作成でき、使いながら学習仲間のコミュニケーションを行うことで独学では得られないメリットを得ることが可能となる。

本稿では、具体例とともに手法のコンセプトとその基本モデルである「先人―後進モデル」について紹介し、現在検討が進められている課題について明らかにする。

2.なぜ協調学習か？

2.1 学習者間インタラクション

我々は、目的とする知識やスキルを短時間で効率良く習得するのに適した学習スタイルとして、ゼミや論文輪講などの協調学習に着目している。それは、講義や独学では得られないメリ

ットが「学習者間インタラクション」にあると考えるからである：

- (1)他の学習者のノート、勉強法(ノウハウ)を共有・真似できる：他人のノートが優れた教材になる。
- (2)教える、教わる、調査する、調査を依頼するという役割分担で動機が向上する。
- (3)他の学習者と会話し有益な情報を授受・誘導できる。
- (4)競争・協力意識の向上と「切磋琢磨」の効果が得られる。
- (5)知識を共有、相互補完できる。
- (6)自分たち自身で考え、自らのアプローチを改善できる。
- (7)他の学習者を牽引、奨励する。
- (8)知的触発により新たな学習対象への興味や関心が与えられる。

2.2 位置づけ

上述の学習者間インタラクションの効果をベースに、本稿で考えている協調学習支援のイメージを示す：

- 協調作業支援のドメインを学習に絞り込み、参加者全員があるレベル以上の知識とスキルを習得することを目標に掲げた時に、具体的にどのような支援ができるかを追求する。
- 個々の学習者の内面的教育プロセスよりも、協調的枠組と学習者間のインタラクション支援に興味の中心をおく。
- 必ずしも最初から優秀な教師の存在を仮定しない＝全員が生徒で全員が教師。
- 必ずしも最初から優れた教材の存在を仮定しない＝より優れた教材が協調学習の過程で作成・改訂されてゆく。
- 基本的に学習グループはオープンかつ非同期・非対面とする。

3.協調学習ナビゲーション手法

3.1 構成フェーズ

本稿で提案する手法は大きく分けて次の4フェーズ(A,B,C,D)から構成される：

- A. 教材生成：学習者たちが断片的な関連情報を探し集め参照する過程から、体系的な学習教材を自動的に編成する。

- B. 学習ナビゲーション：学習者たちがそれぞれの目標を達成するまでの情報参照プロセスをナビゲートする。
- C. 学習者コミュニケーション：教材を仲介して、学習者たちが質問・回答・意見交換・議論などの協調的な対話活動を行うことを支援する。
- D. 教材拡張：C.で記録された学習者間の情報交換を自動的に教材に付加し、教材を拡張・改訂する。

本手法におけるグループのメンバの学習行為は、上記のAとDで教材を編成し、BとCで教材を活用し、それらを繰り返すことに帰着する。

3.2 メタファによる手法の説明

図1に、我々が提案する協調学習ナビゲーションをわかりやすく説明するモデルとして「スキー場のゲレンデメタファ」を示す。学習グループのメンバは、学習対象に関連する情報を検索し教材の素材として収集する作業（具体的にはWWW上のハイパーメディアの閲覧）を行うが、この活動の記録が自動的に記録されることをゲレンデ上のシュプールに喩えている。複数のメンバによる複数の軌跡が、現在の学習状態からさまざまな目標（学習状態）に至るルートマップを形成する。

従来のハイパーメディアが次の画面へ遷移して初めてその先の分岐を表示することと比べて、このモデルによる表現は現在自分が進んでいる近傍から目標までのルートを一望して把握することができる。以下、簡単に特徴を示す：

- ハイパーメディアのリンク構造を辿って出来たルートのマップ情報を一望できる。
- 目的地までのおおまかなコース取りや時間配分を直観的に見積もれる。
- 他の学習仲間が現在どこにいてどのルートを進んでいるかを見渡せる。
- 他の学習者とそのルートを辿って目的を達成した事実を頼りに、自分の学習プランに活用できる。
- ショートカットや新しいコースを容易に開拓できる。
- 本数、太さ(参照頻度)、難易度などの属性情報によって、そのルートの評価を表現できる。

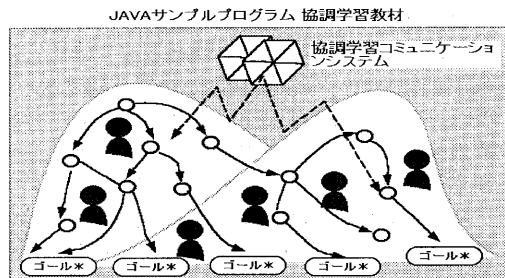


図1 スキー場のゲレンデメタファ

本手法では、先行する学習者とこれから学び始める学習者の2つの役割に基づく協調的な学習モデルを「先人—後進モデル(Pioneer-Follower Model)」と呼んでいる。このモデルに従い先人と後進の役割を明示的に扱うことは、学習者間インタラクションの重要な要素である「教える」「教わる」の役割交換を活性化することに貢献する。

3.3 具体例を用いた説明

図2に本手法によって自動作成された学習マップの具体例を示す。この図2を用いて本手法の流れを具体的に説明する。

A. 教材生成フェーズ

先行する学習者 S_z が学習目的 P_0 の(例えば、JAVA言語のサンプルプログラムを理解する)ために、WWW上で関連情報 ($N_0 \sim N_{12}$) を閲覧しながら学習を進めたとする。 S_z はWWWによって情報を閲覧したり、自らの考えを整理したノート・メモ情報を(例えば N_5 として) WWW上に発信することを繰り返す。

その際、 S_z は閲覧した個々の情報に「目的」「上位の目的」「効果」を簡易な方法で付加情報として与える。閲覧した時刻は自動記録され、関連情報の閲覧順序が判別できる(この例で S_z は N_0, N_1, \dots, N_{12} の順序で閲覧を行ったとする)。「効果」は例えば「優・良・可・不可」からの選択で指定し、「目的」はメニューから選択する (N_1, N_3 は目的 P_1 の、 N_2, N_4, N_5 は目的 P_4 のために有用な情報である)。適切な「目的」がメニューにない場合、「目的」を新規登録する(これは「クラス○○○の理解」「○○○の調査」など典型的なスケルトンを使うことでより簡素化できる)。新規登録された「目的」には新しいIDがアサインされ、それは目的メニューリス

トに追加される。Szはその上位の目的（親目的）を（既存のリストの中から一つ）選択する（P0はP1,P4,P5の、P5はP6,P7の親目的である）。この「目的の親子関係」と「関連情報のアクセス順序」によって図2に示すような木構造をもつ学習ルートマップが自動的に決定する。

この作業は、Szが目的P0を達成したと自ら判断するまで繰り返される。それぞれの関連情報の属性情報（図中ではURL・閲覧目的・上位目的・閲覧効果・キーワード・タイムスタンプ）のうち閲覧目的・上位目的・閲覧効果・キーワードは任意の時点で（表計算に似た操作インタフェースで）編集できる。つまり、Szは目的達成の後でも、自らの学習プロセスを省みてそれぞれの閲覧行為に有意な解釈を与えることができる。

このように、複数のメンバが先行学習者として作成した学習ルートマップ（P0で識別する）の集合体がグループ教材である。それらは、インターネット上のグループ教材サーバで一元管理される。

B. 学習ナビゲーションフェーズ

後進の学習者 Sa,Sb,Sc,Sd は、Szが残した学習ルートマップを共有して活用する。各学習者が利用するクライアント端末のWWWブラウザ上には、図2の学習ルートマップが表示される。また、他の学習者が現在どの位置まで学習を進めているかがリアルタイムに表示される。ルートマップ上の関連情報ノードをマウスクリックすることで、そのノードに関する詳細な属性情報が表示され、またダブルクリックによって別のウィンドウ（子ブラウザ）にそのURLで一意に決まる関連情報が表示される。

これによって、Sa,Sb,Sc,Sd は、Szがどういう目的でその関連情報を閲覧したか、どういう順序で学習を進めて目的P0を達成したか、自分があとどのくらい学習する必要があるか、などの情報を読み取ることができる。

Sa,Sb,Sc,Sdの学習ルートマップのアクセス行為は、グループ教材サーバに含まれる学習者DBへ随時登録される。

C. 学習者コミュニケーションフェーズ

Sa,Sb,Sc,Sd は、Szの学習プロセスを受動的に再現するだけでなく、それぞれの関連情報ノードごとにサブグループ（{Sa,Sb,Sc,Sd,Sz}）

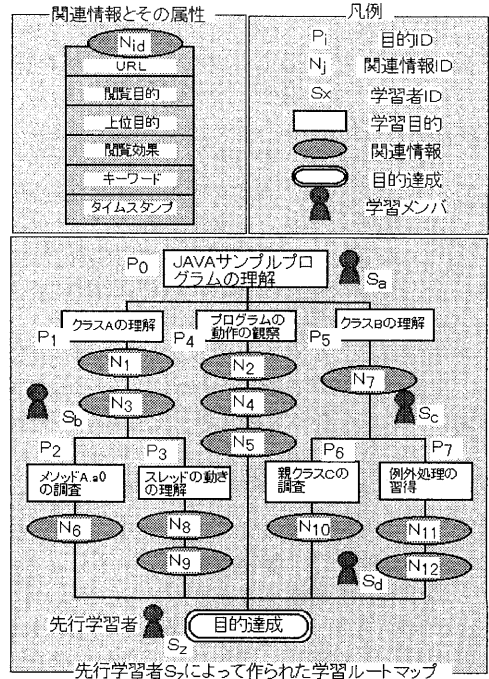


図2 学習ルートマップの具体例

の部分集合)のメンバとメッセージ交換(質問・回答・議論・意見)することができる。このメッセージ交換に用いるメディアはメイリングリスト(ML)に似ているが、メッセージの送り先はシステムが自動的に決定する。例えば図2の状態において、Scが現在参照中のN7に関する質問を電子メールでシステムに対して送ると、その質問はその時点でN7を既にアクセス済みの学習者{Sd,Sz,Sc}へ配信される。

本手法では、質問に限らず回答・議論・意見交換の電子メールには「どの関連情報ノードに関するメッセージか」を必ず指定する規約を設けているので、このノードを既にアクセス済みのメンバ全員への自動配信が実現できる。ScがN1に関するメッセージを送信すれば{Sb,Sz}へ、P0に関するメッセージを送信すれば{Sa,Sb,Sc,Sd,Sz}へ自動配信される。

D. 教材拡張フェーズ

前述のフェーズCで交換されたすべてのメッセージは、それが示す関連情報ノードごとに自動的にFAQとして{サブジェクト, 時間, リクエストカテゴリ}に従って整理・蓄積される。これにより当初Szが閲覧し、(自作のノート・

メモを発信することで) 補足した情報だけでなく、その後 {Sa,Sb,Sc,Sd,Sz} によって交わされたコミュニケーション情報が教材として新たに追加される。また {Sa,Sb,Sc,Sd,Sz} は任意の時点で、拡張された教材を編集して改訂するためにメタレベルで議論する。当初は Sz のみが所有する編集権はその議論によって他のメンバへも与えられる。

以上の、グループのメンバは教材を題材に、作成・活用しながら、拡張・改訂するという協動的な活動を行う。

3.4 協調学習ナビゲーション

具体例で説明したように、協調学習ナビゲーションは以下の手順から構成される。

1. インターネット(WWW)上に発信された情報に対して、先行する学習者が検索・閲覧したプロセスを自動的に記録する。
2. インターネット接続された協調学習クライアントコンピュータ上で、先行学習者の次のような学習行為をサポートする:
 - 2.1 WWW上の関連情報を検索、閲覧する。
 - 2.2 アクセスした関連情報のURLと、閲覧した目的・意図(上位目的)・効果を記録する。
 - 2.3 自作のノート・メモ・レジュメを自前のWWWサーバに登録し情報発信する。
 - 2.4 ひとつの学習目的を達成した(目的とする知識とスキルを獲得した)と判断できるまで、2.1から2.3を繰り返す。
 - 2.5 2.4の結果について、目的の階層関係に従って、関連情報を木構造化する。
3. 複数の先行学習者の学習過程について、2.5で得

られた情報を、収集・合成・体系化することでグループ学習教材を自動的に編成する。

4. グループ学習教材に含まれる次の情報を学習グループのメンバ全員で共有する
 - 4.1 複数の先行学習者がそれぞれ達成した学習目的のグローバルなインデックス
 - 4.2 個々の学習目的についての学習の進め方を示した学習ルート情報とその目次
 - 4.3 学習ルートに属する関連情報のコンテンツ(WWW ホームページ, 自作ノート・メモ・レジュメ)
 - 4.4 4.3に付随する属性情報(URL, 閲覧目的, 上位目的, 閲覧効果, キーワード, 難易度, アクセス頻度, タイムスタンプなど)
5. グループ学習教材を構成する各項目について、同一の項目を学習するメンバから学習グループを形成し、そのメンバ全員でグループ学習教材を共有する
6. 学習グループのメンバ全員はグループ学習教材に関して次の行為を行う:
 - 6.1 目次を閲覧する
 - 6.2 目次の各項目に相当する関連情報を閲覧し、学習を進める
 - 6.3 他のメンバの学習状況を調べる
 - 6.4 関連情報ごとに他のメンバへ質問を行う
 - 6.5 他のメンバからの質問に答える
 - 6.6 他のメンバの質問・回答について意見交換・議論する
 - 6.7 6.1から6.6の行為(学習する・教える・教わるなど)を繰り返す
 - 6.8 グループに参加する・グループから離脱する
7. 6.4から6.7の過程で学習者間で交わされたすべての情報(質問・回答・意見・議論)を関連情報ごとに整理してグループ学習教材に付加する
8. 6.4から6.7の過程で交わされた質問・回答・議論に関する情報を(常にグループの構成メンバ全員に配送するのではなく)適切なメンバに絞りこんで配送する
9. 7の過程で、グループのメンバがグループ学習教材を改訂するために編集する
10. 改訂されたグループ学習教材は即時にグループのメンバに共有され活用される
11. どの学習者がどの教材・学習ルートマップをいつ利用したかを記録する
12. グループのメンバはグループ学習教材を編集する権限の設定や改訂に対する意志決定を行う

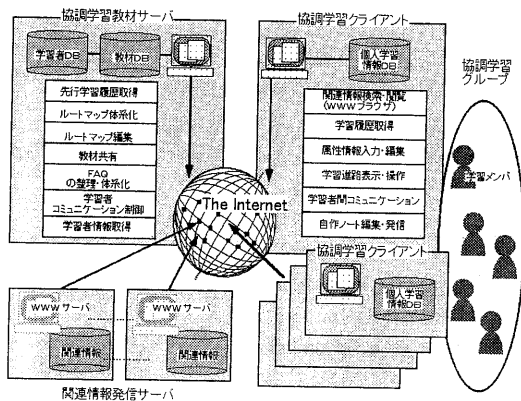


図 3 協調学習ナビゲーションの概念ブロック

3.5 プロトタイプおよび実験

現在、我々は3.4で示した手順を自動化し、システムとして開発中である。図3にそのアーキテクチャを示す。WWW+CGI+JAVAをベースにプロトタイプを作り、実際に実験を行っている。図4は、そのユーザインタフェースの実例を示したものであり、「ある代表的なJAVAアプレットの動作を理解する」までの学習ルートマップを表している。

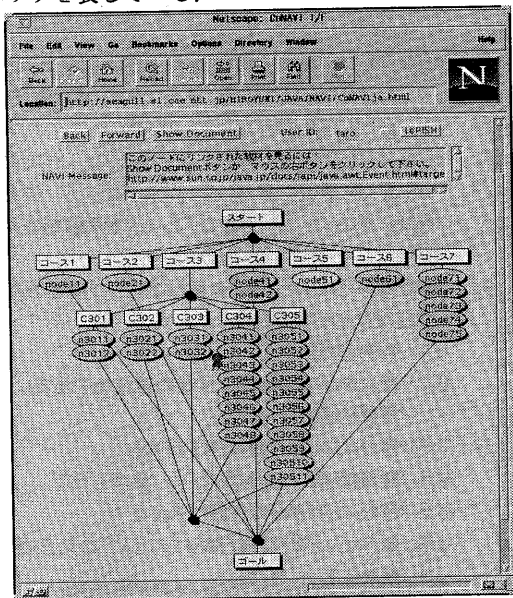


図4 システムのユーザインタフェース実例

4. 検討課題

協調学習ナビゲーションは、下記の興味深い問題を有している。現在、それぞれの検討が進められている。

- (1) 関連情報の粒度の調節 (URLよりも細かい単位で指定する)
- (2) 先行学習者のオーバヘッドを軽減する方法: 閲覧目的、意図の簡易抽出
- (3) 複数の先行学習者一単一の学習目的の学習ルートマップの合成方法
- (4) 複雑なルートマップの表現方法
- (5) 役割交換を活性化するコミュニケーション戦略

5. おわりに

協調学習の新しい支援法として、グループ学習のための教材を簡単に作成して活用する方法を提案した。学習グループの構成メンバが協調学習する過程で、自ら集めた素材を教材へと体系化し、互いに共有・活用しながら、段階的に教材コンテンツを拡張・改訂してゆくコンセプトを示した。また、グループ教材上に他の学習メンバとコミュニケーションする場を設け、個々のメンバを目的の状態 (知識習得とスキルアップ) へとナビゲートする方法を紹介した。

さらに、具体例とともに協調学習ナビゲーションの詳細な振る舞いを説明し、現在の検討課題と今後の展開について述べた。

参考文献

- [1] 仲林他, "WWW(World-Wide Web)を用いた分散型知的 CAI システム", pp.1-8, 人工知能研究会資料 SIG-IES-9403-1, 1994
- [2] 丸山他, "分散教育環境 CALAT におけるハイパーリンクアーキテクチャの提案", pp.104-111, 人工知能研究会資料 SIG-J-9501-16, 1995
- [3] Liam J. Bannon, "Issues in Computer Supported Collaborative Learning", pp.268-281, Computer Supported Collaborative Learning, Springer-Verlag, 1995
- [4] Malone et al., "Semistructured Messages Are Surprisingly Useful for Computer-Supported Coordination", ACM Transactions on Office Informations Systems, Vol.5, No.2, 1987.
- [5] 岡本敏夫他, "分散協調学習モデルにおける教授知識構成法の研究", 平成7年度NTT受託研究報告書, 1995
- [6] 三宮毅, 松浦健二, 緒方広明, 矢野米雄, "Sharlok: Awarenessを指向した開放型グループ学習システム", 信学技報 ET95-126, 1996
- [7] 玉置亮太, アラヤ ヘラルド, 矢野米雄, "日本語学習環境 GRACILE -ソフトウェアエージェントのコミュニケーション-", 信学技報 ET95-125, 1996
- [8] Carl Gutwin, Gwen Stark, Saul Greenberg, "Support for Workspace Awareness in Educational Groupware", proc. CSCL'95, 1995
- [9] 及川他, "学習者の相互作用を促進する分散協調学習環境の研究", 96秋信学会全 D-489, 1996