

協調学習コミュニケーション支援機能の提案

及川利直 堀川桂太郎 佐藤宏之 水野浩二
{oika,horikawa,hiroyuki,mizuno}@slab.ntt.co.jp
NTT ソフトウェア研究所

要旨

協調学習ナビゲーション手法における後進が先人から学ぶという協調的な活動を効果的に行わせるコミュニケーション支援システム LePISH を提案する。LePISH は、教える/教わるの役割変化を活性化し、過去のコミュニケーションで得られたノウハウを自動的に蓄積・再利用するためにメッセージフィルタリングを導入している。本稿では LePISH の基本アイデアとなる協調学習ナビゲーションにおける学習者コミュニケーションの問題について述べた後、それを解消するためのコミュニケーション支援機能について検討する。

A Communication Support Method to promote Collaborative Learning

OIKAWA, Toshinao HORIKAWA, Keitaro SATO, Hiroyuki MIZUNO Kouji
{oika,horikawa,hiroyuki,mizuno}@slab.ntt.co.jp
NTT Software Laboratories

A communication support system LePISH which enables the follower learners to learn know-how from the pioneer learners effectively in collaborative learning navigation is presented. LePISH is a kind of mailing list system with information filter to promote tutor/learner role changes during the group communication and to store and reuse know-how information from group communication. This paper describes the basic problems in the communication of collaborative learning navigation, and discusses the basic functions of LePISH to solve these problems.

1.はじめに

CAI(Computer Aided Instruction)などに代表される従来の教育支援の手法では、教えるプロセスの支援に目が向けられ、教材の効果的な作成や運用の支援の研究はほとんどされていない。このため、実際の教育現場で活用する上では教材の作成や運用がボトルネックとなっていた。

一方で、近年のWWWの普及に伴い膨大な情報を持つWWWを学習教材として利用する試み CALAT[丸山 95]も行われている。しかしながら、WWWのハイパーテキスト構造はリンクを辿っている内に当初の目的を見失いがちであり、例えば「あるキーワードに関連した情報を見る」といった情報検索には適しているが、「Aを理解するためにBを理解する必要がある、まずBの関連情報を見て理解してからAの関連情報を

見る」といった学習プロセスに乗っ取った情報参照には適していない。そのため、CALATでは、学習者のレベルや学習の進行度に合わせてハイパーリンク構造を変化させる機構を導入している。

協調学習ナビゲーション[堀川 97]は、グループ学習における後進が先人から学ぶという協調的な活動に着目し、WWWのハイパーテキスト構造を効果的にナビゲートする協調学習支援の手法である。この手法では先人となる学習者が問題解決や知識獲得などの具体的な目的を持ってWWWホームページを辿ったプロセスをナビゲーション情報として後進の学習者に提示する。具体的には、後進はビジュアルなユーザインタフェース[佐藤 97]により先人の学習プロセスをルートマップとして眺め、インタフェースを通じてルート上のWWWホームページの内容を参照し、本稿で提案するコミュニケーションツ-

ルで互いに教え合いながら網羅的にルートを辿っていく。このとき質問や回答などのノウハウが自動的にルートマップに埋め込まれていく。この手法により、

- 従来、特定の編成者が行っていた教材の作成・運用といった作業が、先人の学習プロセスを辿ったり先人に質問し後進に教えるという学習者達の協調的な活動を通じて自動的に行われる
- 学習者に先人に学び後進に教えるという明示的な協調作業を行わせることによって、従来の独学あるいは講義型の学習支援に比べて、学習者のモチベーションの向上や理解の促進がなされる

といった従来の教育支援システムにはないメリットが得られる。

しかし、協調学習ナビゲーションがその効果を発揮するためには後進が先人から学ぶという学習者達の協調的な活動を効率よく行わせる必要がある。そのためには質問する側/教わる側の役割変化を活発にしたり、コミュニケーションで得られたノウハウを効果的に再利用する支援機能が必須となる。GRACILE[玉置 96]では、エージェントに先人と後進のコミュニケーションの調整を行わせているが、このアプローチでは教える側/教わる側の関係が固定的になりがちであり、また過去のコミュニケーションで得られたノウハウの再利用などについても検討されていない。本稿では、メッセージフィルタリング[Mal89]の手法を用いて、教える側/教わる側の役割変化を活発化とノウハウ蓄積の自動化を行うコミュニケーション支援機能を提案する。

2. 協調学習ナビゲーション

2.1. 構成フェーズ

協調学習ナビゲーション手法は次のような4つのフェーズから構成される。

- 教材生成：学習者達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。
- 学習ナビゲーション：学習者達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。
- 学習者コミュニケーション：教材を仲介

して、学習者達が質問・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。

- 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て、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。

本稿では主に、C.の学習者コミュニケーションおよび D.の教材拡張の具体的な手法について述べる。

2.2. ナビゲーションインタフェース

フェーズ B.の学習ナビゲーションでは、学習者達は図 1で示されるナビゲーションインタフェース[佐藤 97]により学習ルートマップとしてわかりやすく表現された先人の学習プロセスを辿る。

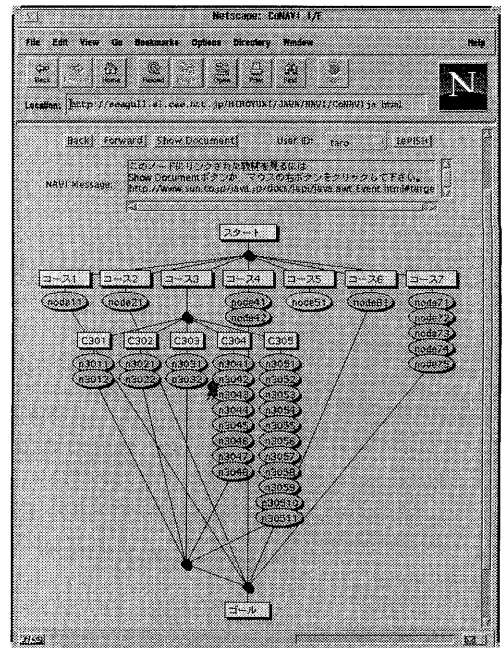


図 1 ナビゲーションインタフェース

このインタフェースは先人の学習プロセスを学習のサブゴールに着目したツリー構造で表現し、その中に他の学習者の現在位置やルート上に残した進入禁止表示のようなサインがビジュアルに表示される。これを見ることで、学習者

は自分の進むべき方向を的確に判断したり、他の学習者との協調のきっかけを得ることができると。このとき、学習者達は各ルートで自分達の好きな順序で網羅的かつマイペース（お互いに非同期的）に辿るため、次に説明する学習者コミュニケーションは非同期的になる。

2.3. 学習者コミュニケーション

フェーズ C.の学習者コミュニケーションは、B.の学習ナビゲーションと並行に行われる。学習者達は、ナビゲーションインタフェースによって学習ルートマップを辿りながら、過去にルートを辿った先人に質問したり、後進の質問に回答するといったコミュニケーションを非同期的に行う。このためには、例えばメーリングリストのような非同期グループコミュニケーションツールが必要になる。

しかし、非同期グループコミュニケーションツールを学習者コミュニケーションに利用する上では、次のような問題点¹が生じる

1. **不適切なメッセージ受信の問題**：まだ学習していないルートに関する質問のやりとりなど、自分自身の学習に直接関係ないメッセージに左右されて学習に集中できなくなる
2. **回答負担の偏りの問題**：ゲートキーパなどの特定の学習者ばかりが質問に答えがちになるために回答する負担の偏りが生じ、回答者自身の学習が遅れたり、回答しない学習者に、教えることによる理解の促進効果が発揮されなくなる
3. **新参者の問題**：新規参入者には過去の質問のやりとりの全体を把握しにくいいため、類似した質問を頻発したり、途中から議論に参加しにくくなる

GRACILE では、エージェントが先人-後進関係を自動的に見出し、両者の間にコミュニケーションチャンネルを開く。これによって、不適

切なメッセージ受信の問題は解消されているが、回答負担の偏りや新参者の問題の解消には至っていない。回答負担の偏り問題を解消するには、学習者達の教える側/教わる側の役割変化を活性化させる必要がある。また、新参者の問題を解消するには、過去のコミュニケーションで得られたノウハウを効果的に学習者に提示させる機能が必要になる。本稿では、これらの機能を実現するためにメーリングリストにメッセージフィルタリングの機能を拡張する方法を提案する。詳細については §3. で述べる。

2.4. 教材の拡張

学習ルートマップは、先人の学習プロセスを顕在化したものであるため、後進が先人の意図を理解しにくい部分をお互いに質問しあって解消したり、先人が見つけられなかったホームページを発見をしたりなど様々な情報の補完が行われる。こういった補完情報を自動的にルート上に付加していくことにより、学習ルートマップは学習者達が利用する度に教材としてより豊かになっていく。本稿では、ナビゲーションインタフェースとコミュニケーションツールを連動させることにより、学習者コミュニケーションで得られたノウハウをルート上に付加していく方法について検討する。詳細は §3. で述べる。

3. 協調学習コミュニケーション支援

ここでは、協調学習ナビゲーションにおける学習者コミュニケーションを支援するシステムとして LePISH(Learning Peer Information SHaring support system)を提案する。LePISH は、協調学習ナビゲーション手法を実装する CoNAVI システムのサブセットである。CoNAVI は、LePISH の他にナビゲーションインタフェース[佐藤 97]、学習履歴記録ツールから構成される**協調学習クライアント**と、**協調学習教材サーバ**から構成されている。それぞれのツールは連携して動作し、例えばナビゲーションインタフェース上での学習者の現在位置の変化や、コミュニケーションツールによるメッセージの発信などのイベントの発生を相互にリアルタイムに把握可能になっている。以下で説明する LePISH の機能は、これらのツールと連携して動作することが前提となっている。

¹ これらの問題点は、JAVA 言語に関して 4~5 名の学習者に独自のテーマを与えそれを行うに当たった際の疑問点などをメーリングリストで議論させ、投稿の傾向や学習者の事後アンケートから特に顕著な問題をピックアップしたものである。

3.1. メッセージフィルタリング

§ 2.3. で述べた三つの問題の内、不適切メッセージ受信と回答負担の偏り問題を解消するために、LePISH はメッセージフィルタリング機能を用意する。

メッセージフィルタリング[Mal 87]は、もともとメーリングリストから送られてくる膨大なメッセージから利用者の社会的立場などを考慮して、必要な情報を選別したり自動的に用件を処理するために考案された機構である。LePISH では、これをルートマップ上の先人-後進関係に基づき、例えば後進の質問を先人に絞り込んで配送するなどの、メッセージの配送先制御を行う。

LePISH の構成を図 2 に示す。LePISH サーバ

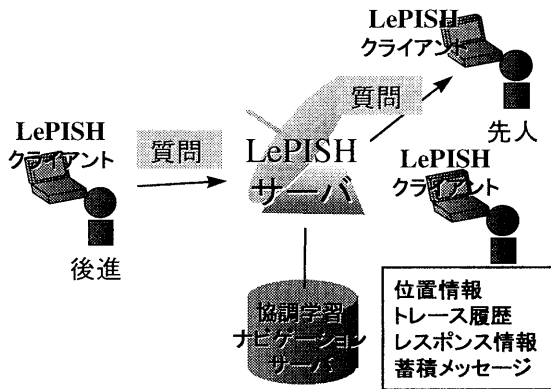


図 2 LePISH の構成

は各学習者の LePISH クライアントから送られてくるメッセージの配送先を制御する。ここでは、簡単のため LePISH クライアントをメーラ、LePISH をメーリングリストサーバとして説明する。

LePISH を利用する学習者は、内容の要約を表すサブジェクトとナビゲーションインタフェースでのルートマップ上での位置（以下参照位置）を指定して質問を LePISH サーバ宛に送る。LePISH サーバは、この二つの情報を基にフィルタリングを行う。

まず、参照位置情報を基に質問の配送先を過去にその位置を辿った学習者だけに限定する。例えば図 3 の学習者 a が質問をするときには、その問題が発生したときのルートマップ上の位置

P を指定する。すると LePISH は過去に位置 P を辿った学習者 b に質問を送り、まだ P を学習していない学習者 c にはその質問送らない。一方で、位置 P からさかのぼった位置（例えば部分目標 1）を指定すると、LePISH は学習者 c を含めた部分目標 1 のルートを通った全ての学習者にメッセージを送る。これは後進へトラブルなどを周知する場合に使うことが出来る。同様に全学習者にメッセージを送るときには、ルートマップのスタート位置（大目標）を指定する。このように参照位置によるフィルタリングによって、送信相手を柔軟に絞り込めるメッセージのやりとりが可能になる。

サブジェクト情報は、協調的な問題解決を管理するためのキーとして利用される。学習者は新しい質問に対しては一つのサブジェクトを用意してメッセージを送信する。LePISH は、送られてきたメッセージがどの質問に関するやりとりかどうかをサブジェクトをキーとして判断

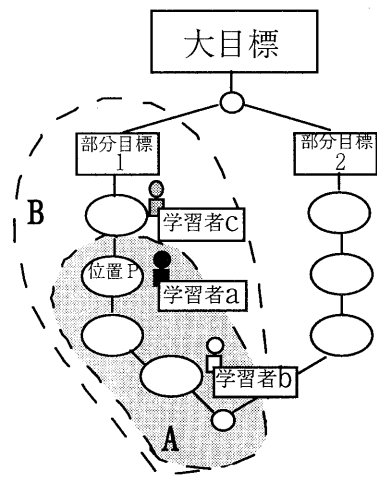


図 3 メッセージ送信範囲

し適切な送り先に配送する。学習者は送られてきた質問やその回答などに興味がない場合には、システムに「そのサブジェクトに関するやりとりは必要ない」という意思表示メッセージを送る。すると LePISH は以後そのサブジェクトに関するやりとりをその学習者へ送らないようにする。

このような振舞は各学習者のメッセージチャネルにポジティブフィルタとネガティブフィル

タという二つのメッセージフィルタを置くことで実現される。図4にLePISHのメッセージフィルタリングアルゴリズムを示す。

ポジティブフィルタはメッセージに添付された参照位置を基に、過去にその位置を辿った学習者にそのメッセージを配送し、その時点でその位置まで到達していない学習者へはメッセージを配信しない。ネガティブフィルタはメッセージに添付されたサブジェクト情報を基に、学習者がネガティブなレスポンスを返したサブジェクトに関するメッセージをその学習者へそれ以降通さない働きをする。

以上まとめると、参照位置によるメッセージフィルタリングにより、後進の質問の配送先は参照位置よりも先行する先人に限定されるため、質問者よりも後進の学習者に質問が届くといった不要なメッセージ受信の問題が解消される。また、サブジェクトによるフィルタリングにより、受信者自らが受信メッセージをブロックすることによって過剰な質問の受信を抑制することができ、質問の回答負担の偏りが緩和される。

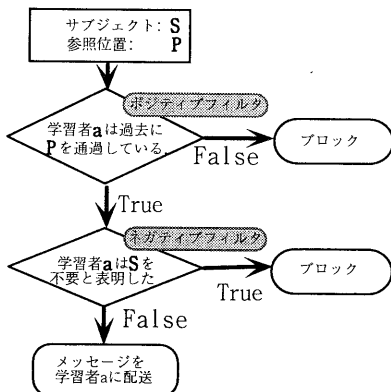


図4 フィルタリングアルゴリズム (aは任意の学習者)

3.2. 非同期メッセージ送信機能

§2.3.で述べた新参者の問題の解消と、§2.4.で述べたコミュニケーションで得られたノウハウによる教材の拡張を行うために、LePISHは非同期メッセージ送信機能を用意する。これはルートマップ上のある位置で過去にやりとりされたメッセージを、その位置を新たに訪れた学習者に自動的に送信する機能である。以下その機能について説明していく。

非同期メッセージ送信におけるメッセージ送信の動きを図5に示される例を用いて説明する。図5で、 t は時刻を表し、 t_1, t_2, t_3, t_4 の順に時刻が新しく、 M_{at} は学習者aから時刻 t に発せられたメッセージを表し、A, Bはルートマップ上のルートを表し、Pはルートマップ上の位置を表すものとする。この図の例は、学習者がルートA上の位置P1で学習を行っていて自分では分からない問題の質問をLePISHに投げようとしており、その時他の学習者としてルートAを先行している学習者2と、ルートAを過去に辿ったことはなく現在ルートBを学習している学習者3がいる状況を表している。以下、メッセージのやりとりは各学習者がLePISHに対してメッセージを送り、LePISHがメッセージフィルタリング機能及び非同期メッセージ送信機能により該当する学習者にメッセージを配送するものとする。

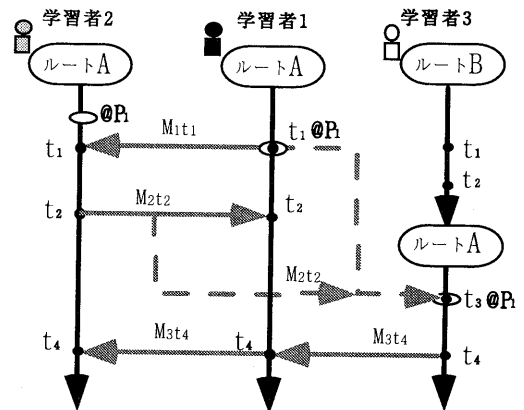


図5 非同期メッセージ送信の動作

学習者1が位置P1を指定して時刻 t_1 に質問 M_{1t_1} を投げると、 t_1 以前にP1を通ったことのある学習者2はそれを受け取り、通ったことのない学習者3には届かない。送られてきた質問 M_{1t_1} に対して学習者2が t_2 で回答 M_{2t_2} を送ると、同じ t_2 で学習者1は M_{2t_2} を受け取ることができるが、まだP1を通過していない学習者3には M_{2t_2} は届かない。

学習者3が学習を進め t_3 でP1に到達すると、LePISHは学習者3に過去にP1で出された質問 M_{1t_1} を送り、この時点で学習者3は質問 M_{1t_1} を見ることができる。このとき学習者3がこの

質問 M1t1 に関心を持った場合には、LePISH にその質問 M1t1 に対する回答のやりとりを要求することによって t2 で学習者 2 が送った回答 M2t2 を見ることができる。この後、t4 で学習者 3 がこの回答よりも的確な回答 M3t4 を学習者 1,2 に送ることも可能である。

非同期メッセージ送信機能は次のような効果をもたらす：

- (1) 自分がこれから学習しようとする場所で過去に出された質問が自動的に送られてくるため、頻出質問の繰り返し避けられる
- (2) ルートマップの構造に基づいて体系的に整理された FAQ が自動作成できる

(1) によって、新参者はルートを進む毎にそこで過去に発生した質問やそれに対して得られる回答を知ることができるため、過去の議論を容易に把握することができ、頻出質問を繰り返すことがなくなる。(2) によって過去のコミュニケーションで得られたノウハウをルートマップ上の位置毎に自動的に蓄積し、それらをルートを進むだけで容易に引き出すことができる。

このとき(2)について更に詳しく説明する。図 6 で示すようにルートマップは目的のサブゴール毎に構造化されている。学習者はルートの入り口に提示された目的を頼りにルートを進みながら関心のある質問とその回答を効率よく探す

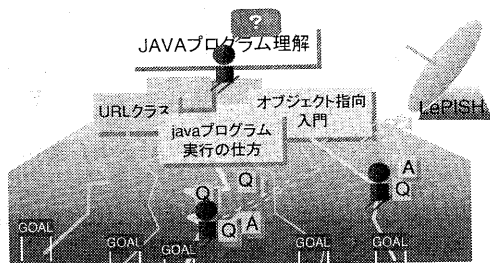


図 6 体系化された FAQ

ことができる。また、ある位置にたどり着いて過去に類似した質問がないときには、自らがそこで新たに質問を行い、それに対して LePISH が選び出したその質問に答えてくれる期待度の高い他の学習者が答える。このため、メーリングリストよりも新たな質問とその回答の組み合わせが効率よく作り出される。このため、メーリングリストのように、類似した質問や回答を

まとめたりするなど読む人にわかりやすく質問や回答を整理する手間が不要となる。

4.まとめと今後の課題

協調学習ナビゲーションにおける学習者コミュニケーションの問題を整理し、それを解消するコミュニケーション支援システム LePISH の基本的な機能について説明した。

現在、LePISH の評価システムを JAVA 言語により試作中である。この評価システムは、CoNAVI システムのサブセットとして、ナビゲーションインタフェースなどと連動して動作する。当面の課題は、CONAVI システムと合わせた LePISH の評価を行うことである。

§ 3.1. では、学習者はルートマップ上の位置をメッセージに明示的に指定すると述べたが、現在試作中のプロトタイプでは、質問、回答、周知などのメッセージのタイプ及び学習者の位置情報を基に自動的に参照位置を決定する方法について検討している。また、ポジティブフィルタは配送先の絞り込みを過去に参照位置を辿ったことのある全ての学習者まで広げているが、参照位置を辿ってからある一定時間以上経った学習者は既に学習内容について忘れていたり関心が薄れていたりする場合が多い。こういった学習者を絞り込みからはずす方法などについても検討する必要がある。

参考文献

- [Mal87] Malone et. Al., Intelligent Information-Sharing System, CACM, 35(12), 1987.
- [玉置 96] 玉置他, 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
- [丸山 95] 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, 人工知能学会研究会資料 SIG-J-9501-16, 1995
- [及川 96] 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
- [堀川 97] 堀川他, 協調学習ナビゲーション手法の提案, 情処グループウェア研究会, 21-18, 1997
- [佐藤 97] 佐藤他, WWW 上での協調学習におけるナビゲーションインタフェースの提案, 情処グループウェア研究会, 1997