

ネットワーク上における共有情報協調編集方式の提案

佐藤 宏之 加来田 裕和 神戸 雅一 橋本 辰範
{hiroyuki, kakuda, kanbe, hashi}@slab.ntt.co.jp
NTTソフトウェア研究所

ネットワークを利用したグループウェアやコミュニティでは、離れたところにいる複数のユーザが同期または非同期に同じ情報を共有し操作することが可能である。しかし、共有した情報への追加や削除などを行う場合に、どのようにユーザ間の合意形成を行うかが問題となっている。

本研究ではこの問題を解決するために、共有情報の一操作単位を「試行期間」や「評価」などのプロパティを持ったオブジェクトとして捉えることを提案する。また、それらのプロパティデータを利用し、簡易で明確な編集ルールのもとに、グループでの合意形成を行い易くする共有情報協調編集方式を提示する。

Collaborative Editing of Shared Information on the Network

Hiroyuki SATO Hirokazu KAKUDA Masakazu KANBE Tatsunori HASHIMOTO
{hiroyuki, kakuda, kanbe, hashi}@slab.ntt.co.jp
NTT Software Laboratories

Network-based groupwares or communities enable users who are separated to share and handle the same information synchronously or asynchronously. However making a consensus among group members is a serious problem when they edit a shared information by adding or deleting a part of it.

Therefore, in this paper we propose a method for collaborative editing of shared information. A target of adding or deleting in the shared information is handled as a object which has properties of "trial term" and "evaluation". And we also propose a clear rule of editing by using these properties.

1. はじめに

ネットワークを利用したグループウェアやコミュニティでは、離れたところにいる複数のユーザが同期または非同期に同じ情報を共有し操作することが可能である。しかし、共有した情報への追加や削除などを行う場合に、どのようにユーザ間の合意形成を行うかが問題となっている。あるユーザが重要ではないと判断した情報も他のユーザにとっては重要である場合も多い。そのため、個人の判断で他のユーザが活用している共有情報を削除してしまった場合、問題が生じることがある。

そこで、本研究では最初に既存システムの問題点を述べ、次に編集操作対象を共有オブジェクトとして扱うことにより、グループでの編集に関する合意を形成し易くする共有情報協調編集方式を提案する。

2. 従来の共有情報編集と問題点

グループウェアやネットワークコミュニティにおいては情報を共有するだけでなく、その情報を編集することがある。新たな情報の付加や洗練化によって情報の価値が高めたり、参加者にとって活用し易い情報を生成するためである。こうした共有情報の編集を支援するシステムは使用される状況や用途に応じて、表1に示すようにさまざまな形態が存在している。

これらのシステムにおける共有情報の編集方式を参加ユーザの編集権の観点から分類すると、参加ユーザが共有情報に対して直接の操作権が「ある」または「ない」の2つに大きく分けることができると考えられる。

前者の直接操作権が「ある」方式として WYSIWIS (What You See Is What I See)方式がある。これは参加

ユーザ同士が操作画面やアプリケーションの共有を行う方式である。複数のユーザが物理的に離れた場所においても、同じ場所にいる対面環境と同等の共同編集を実現できる可能性を持つ。チャット機能を付加したり、ビデオカンファレンスシステムなどと組み合わせることで、共有情報の編集を行った際の意図やそれに対するフィードバックを対面環境と同様にリアルタイムで他のユーザに伝えることができる。

ただし WYSIWIS 方式は全ての参加者に時間的な制約を与えることになる。そのため時間的に離れた（非同期）ユーザとの共同編集を行う場合は、編集履歴の提示や編集箇所にも注釈をつける方式などが利用される（WYSIWIS 方式と併用するシステムもある）。これらの方式を利用したグループエディタなどのシステムでは、作業や意見のやり取りの様子を記録し、後から別のユーザが再生できる機能を設けたりすることによって、非同期ユーザが編集履歴を参照することができる。またユーザが注釈機能を用いて編集に対するコメントなどを非同期で他のユーザに伝えることができる。しかし、これらの機能を用いただけでは、編集に対するグループとしての合意をユーザ間で形成することは難しい。リアルタイムの場合と異なり、操作毎に各参加者の同意や反対の意見などを簡単に確認することができないからである。

また、参加ユーザが共有情報に関して直接編集権が「ある」方式には、参加人数の制約が生じる。WYSIWIS 方式の場合も、参加者が大人数になると編集に対するフィードバックなどの発言権の受け渡しや、発言の取りまとめを行なうのが難しくなる。注釈方式や編

集履歴提示方式の場合は、編集に対して大人数のユーザが非同期に複数箇所にコメントを残したりすると、それら全てを反映してグループの合意をユーザ間で形成することはさらに難しくなる。

一方、共有情報の直接編集権がユーザに「ない」方式では、ユーザからのフィードバックなどをグループメンバーに代わって、編集権をもつ管理者や、自動的に処理を行うプログラムが処理し、共有情報を編集することによって大人数の参加を可能にしていると言える。しかしその編集結果においてユーザ間の合意が形成されているとは言えない。

以上から、既存のシステムを用いた共有情報編集においては、非同期の編集割合が増加するほど、また参加人数が増加するほど、ユーザ間の合意形成が難しくなるといえる。

3. 共有オブジェクトを利用した共有情報協調編集方式

3.1 問題の解決方法

前述の問題の原因は、「非同期に大人数のユーザが複数箇所に残した発言や議論の履歴から、個々の編集操作に対する合意形成を行うことは難しい」ことにあり、我々は考える。このため共有情報を共同で編集するには以下を考慮することが必要であると考えられる。

- ・個々の編集操作に対する発言とその他(情報コンテンツに関する発言など)とを区別して扱う
- ・個々の編集操作に対する発言を複数に分散しない

表 1: 従来の代表的な共有情報編集

方式	WYSIWIS	注釈、編集履歴提示	管理者制御	協調フィルタリング
システム例	操作画面共有、アプリケーション共有	グループエディタ	ニュースグループ、ネットフォーラム	Recommendationシステム
同期編集	○	○	—	—
非同期編集	×	○	—	—
参加ユーザ数	比較的小人数	小人数から中人数	小人数から大人数	大人数
メリット	ビデオカンファレンスシステム等と組み合わせることにより face-to-face に近い編集環境をユーザに提供できる	同期・非同期両方で使用できる 過去の編集時に得られた知見などをユーザ間で共有できる	管理者以外のユーザには編集に関する負荷がほとんど掛からない 編集ポリシーの一貫性が保てる	ユーザには編集に関する負荷がほとんど掛からない
デメリット	参加するユーザに時間的制約を課す(非同期の編集作業ができない) 同時に参加できるユーザ数に制限がある	参加したユーザ間で編集に関する合意をとるのが難しい	ユーザに直接的な情報の編集権が「ない」(情報の追加は可能) 管理者に負担がかかる	ユーザに直接的な情報の編集権が「ない」

そこで我々は、編集を行なったユーザの意図やそれに対するフィードバック、さらには合意形成の支援を編集操作対象そのものに集約することを考案し、「共有オブジェクトを利用した共有情報協調編集方式」を提案する。共有情報中の操作対象そのものを共有オブジェクト化し、そのプロパティに編集時のユーザコメントや合意形成のための投票値など編集に関する全ての情報を保持させるのである。これにより編集操作に対する発言とその他の趣旨の発言との混在や、発言の分散を防ぐことができる。また、共有オブジェクトはメソッドを持つことができる。メソッドにはユーザのプロパティへのアクセス方法やプロパティの状態の監視などを定義することができる。これらの機能を用いることにより、集約されたデータをユーザ間の合意形成に反映させるための支援を行うことが可能になると考えられる。

3.2 共有情報協調編集方式

操作対象の共有オブジェクト化

本方式では共有情報中の編集操作対象を1つのオブジェクトとして捉える(図1参照)。オブジェクトはプロパティに「試行期間」と「評価」を持つ。「評価」は「コメント」プロパティと「投票ポイント」プロパティから構成される。またオブジェクトのメソッド部分には、プロパティデータの値を利用して編集操作対象の状態を決定するための編集ルールなどが記述される。

個々のユーザが追加や削除などの編集操作を行う毎に、オブジェクトが生成される。このオブジェクトは参加ユーザ間の共有オブジェクトとなる。編集操作を行ったユーザは共有オブジェクトの「コメント」プロパティの先頭に編集の意図などを挿入し他のユーザに提示することができる。

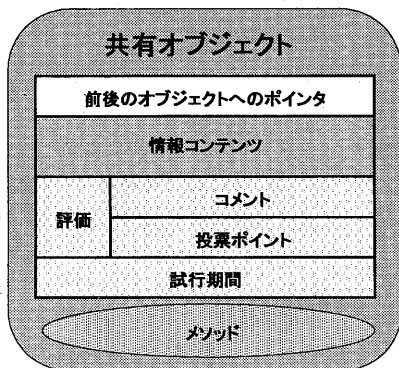


図1: 共有オブジェクトの構造

編集操作

共有情報に対する編集操作には「追加」と「削除」の2種類があるものとする。「移動」は「削除」と「追加」の組み合わせと考える。移動元は「削除」、移動先は「追加」である。(ユーザインタフェース上で2つのオブジェクトの関係が分かるように表示上の工夫は別に必要となる。)「コピー」の場合、コピー元はそのまま、コピー先を追加とみなす。

試行期間の設定

共有オブジェクトは生成される際に「試行期間」プロパティに値が設定される。試行期間にあるオブジェクトはユーザインタフェース上で他の共有情報と違いがわかるように表示される(例えば、色を変える、点滅させるなど)。これにより共有情報に対して行われた新しい編集操作を他のユーザに気付かせることができる。

投票

参加ユーザは各共有オブジェクトのプロパティを参照することができる。編集を行ったユーザの編集意図を参照すると同時に、その編集操作に対して賛成か反対かを投票することができる。共有オブジェクトのメソッドにはユーザがプロパティへのデータ投入するための機能が用意されている。投票は「投票ポイント」プロパティに投入される。反対の投票を投入したユーザには引き続きその理由を「コメント」プロパティへ投入することをメソッドが促す。

共有オブジェクト化の解消

共有オブジェクトはそのプロパティデータの値が条件を満たした時点で解消される。

標準では以下の状態になった際に共有オブジェクト化の解消が起こる。

1. 共有オブジェクトが全ての参加ユーザから賛成の投票を集める。
2. 一定の試行期間が経過した際に、共有オブジェクトが一定の人数以上の評価を集め、その全てが賛成である。(期間と人数の定数はあらかじめグループで決定しておく必要がある。)
3. 編集操作を行ったユーザ自身が操作を取り消す。

1と2の場合、編集操作が完了する。追加の操作対象となった共有オブジェクトは他の共有情報とのユーザインタフェース上での表示の差異がなくなり共有情報の一部となる。削除の操作対象となった共有オブジェクトはユーザインタフェース上から消滅する。これらの処

理は共有オブジェクトのメソッドが投票の状態などを判断して行っている。

3.の場合、編集操作はまったく行われぬ。他のユーザの反対があった場合、編集操作を行ったユーザと反対のユーザとの間で、「コメント」プロパティにお互いの意見を登録しながら議論を行うことができる。最終的に編集操作に全体の賛成が得られない場合には、編集者は操作を取り消し、議論の結果に基づいて他の編集案を提示することになる。

メソッド

共有オブジェクトのメソッドの機能を書き換えることによって、ユーザが投入した評価プロパティを操作対象にどのように反映させるかを簡単に変更することができる。編集操作に対して全てのユーザから賛成を得る必要がない場合、例えば8割以上の賛成を得られると同時に編集操作を完了するようにメソッドを記述することが可能である。本方式は編集ルールの柔軟な設定によりさまざまなアプリケーションに適用可能である。

協調編集作業の流れ

編集箇所のある共有オブジェクト化により、参加ユーザは共有情報中の複数箇所を並行して編集作業を行うことができる。自身の編集操作と同時に、他のユーザが編集した箇所への評価を繰り返すだけで他のユーザと協調して合意を形成することが可能である。例えば、ある編集操作に賛成の場合には編集対象の共有オブジェクトに簡易な投票操作を行うだけで良い。全員が賛成の場合にはそのままその箇所の編集は完了する。一定の期間に評価を行わないユーザは編集に賛成とみなすこともできる。一方、反対の場合はすぐに編集操作を行ったユーザと操作対象毎に並行して議論を行うことができる。また、議論の様子は他のユーザから参照が可能である。これが他のユーザの議論への参加を促したり、投票の参考になったりする。

4. インターネットアプリケーションへの適用

我々が提案する共有情報協調編集方式を CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) システムの COLLABONAVI に適用して評価した。

4.1 COLLABONAVI

協調学習ナビゲーションシステム: COLLABONAVI (COLLABORative learning NAVigation system)は、

我々が開発した Web 上での協調学習を可能にするシステムである[1][2][3]。離れているが同じ学習目的をもった学習者同士が Web 上のホームページを共有し、コミュニケーションしながら学習を進めることができる。

システムはアプレットによるクライアントとサーバから構成されている。学習者は Java 対応の Web ブラウザとインターネットに接続できる環境があれば利用できる。サーバはインターネット上に置かれ、共有情報や学習者間のコミュニケーションを管理する。

学習履歴の活用

COLLABONAVI はインターネットを利用した学習の履歴をグループで共有することが可能である。学習者は Web 上で自由なブラウジングを行いながら学習目的にあったホームページを見つけ、それをブックマークのような形に構造化してシステムに登録することができる。その際にコメントを付加したりすることもできる。

学習グループは登録されたホームページを共有しながら、コメントを発したり、学習者同士で質問・回答のやり取りを行なってページ内容に関する理解を深めることができる。このような学習活動の結果、構造化されたコメントなどが蓄積されたホームページ群を本システムでは「教材」と呼ぶ。教材はそれぞれの学習者が別の新たな情報を付け加えたり、構造を変更するなどの編集が可能である。

グループ全員が教材を参照しその内容に関してインタラクションを行い、さらに教材の洗練・拡張を繰り返す過程に学習効果があると考えられる。

ユーザインタフェース

COLLABONAVI の画面イメージを図 2 に示す。画面左側に表示されているツリーが共有された学習履歴の集まり(教材)を表現している。それぞれのノードはホームページに対応している。学習者がノード上をマウスクリックしながら学習履歴を辿ると、Web ブラウザ上に対応するホームページが表示され、そのホームページを訪れることができる。またページに関するコメントを画面右上のウィンドウに見ることができる。

同じ時間に同じホームページを参照している学習者がいる場合はノード上に人型が表示され、画面左下のチャットツールを用いてページ内容について議論することができる。同じページに他のユーザがいない場合でも、画面右下に表示されているメッセージボードを利用して、非同期のメッセージを残したり、過去の議論を参照したりすることができる。

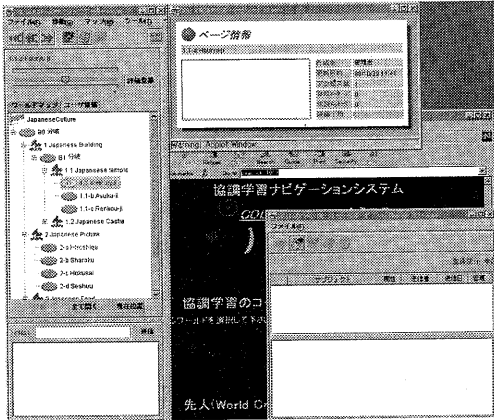


図 2: COLLABONAVI 画面イメージ

4.2 COLLABONAVI への共有情報協調編集方式の適用と評価

教材エディタ

グループ内の学習者が教材を作成・洗練・拡張する際には、タブレットで用意された教材エディタを用いる。教材エディタの画面イメージを図 3 に示す。先に説明した図 2 のタブレットと同時に起動して使用することができる。

学習者が大きな学習課題を解決する際には、複数の小さな課題を設定して 1 つずつ解決することが多いため [1], 小課題毎に履歴を分割して木構造で表現することができる編集機能を持っている。ホームページは木のノードとして表わされており、属性（ページの URL、コメントなど）を合わせて登録することができる。また、ノードやコース（ツリー構造枝部分のノードの集合）単位で共有した教材の「追加」、「削除」、「移動」、「コピー」といった編集を行うことができる。

共有情報協調編集方式の適用実験

この教材エディタを利用した教材の編集時に共有情報協調編集方式を適用する実験を行った。編集対象を操作毎に共有オブジェクトとして扱い、「試行期間」と「評価」のプロパティをもたせ、3.2 で述べた標準的な編集ルールに基づいて方式を運用した。

被験者として、COLLABONAVI の操作方法に精通（使用経験 10 時間以上）している 4 名(A, B, C, D)を選んだ。実験は、すべての作業を非同期で行った（チャット機能は使用しなかった）。4 人のグループでシステムの機能を用いて協動的に教材の学習を進めながら、教材

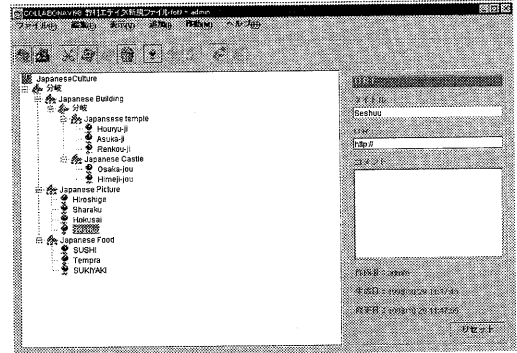


図 3:教材エディタ画面イメージ

を編集した。（教材の参照と編集は並行して行われたが、編集の制御権は排他的に受け渡した。）

実験は共有情報協調編集方式を適用した編集と、適用しない従来の編集の 2 通りを行なった（両者の比較のため）。学習目的は 2 つの実験で共通とし、初期教材は構造が同じで、コンテンツが異なったものを使用した。

各ユーザの編集が時間軸上である程度均等に配置されるようにするため、それぞれの実験を 3 期間に分け、1 期間（90 分）に各ユーザが編集操作を 1 回ずつ行った。4 人のユーザが 3 回、合計 12 回の編集操作がそれぞれの実験で行われた。

実験結果と考察

共有情報協調編集方式を適用した場合と、従来の適用しない場合とで、被験者の編集操作と操作に関連する発言の発言者と発言数を表 2 にまとめた。また、それぞれの実験終了時に被験者に記入してもらったアンケートの内容とその結果を表 3 に示す。質問に対して 1 ポイントから 5 ポイントまでの 5 段階を選択して回答してもらった（5 に近くなるほど質問に対して強くそう思っていることを表す）。

表 2 で示すように、2 つの実験で行われた編集操作の種類に大きな違いはみられない。しかし、編集操作に対する発言量に違いがみられる。協調編集方式を適用しなかった実験では、編集に関する発言が既存のメッセージボードに散発的に発せられ、一つの操作に対して複数ユーザからの発言がほとんど集まらなかった。一方、協調編集方式を適用した実験では、編集操作対象の共有オブジェクトに、それぞれの被験者から賛成、反対の投票が行われ（表 2 の発言数に投票は含まれていない）、「コメント」プロパティに複数のユーザからの発言が投入され、発言数が伸びた。次にアンケートを各被験者の視点から見ると、協調編集方式を適用した方がユーザ同士の

表 2: 被験者(A, B, C, D)の編集操作と操作に関連する発言

被験者	共有情報協調編集方式適用なし		共有情報協調編集方式適用あり	
	編集種類	関連発言 [発言者(発言数)]	編集種類	関連発言 [発言者(発言数)]
A	コース追加		ノード追加	A(1), B(1), C(1), D(1)
	コース追加		ノード追加	A(2), D(1)
	ノード移動	A(1), D(1)	コース追加	D(1)
B	コース追加		コース追加	A(2), B(1), C(2)
	ノード追加		ノード追加	
	ノード追加		ノード追加	
C	ノード追加		ノード追加	C(1), D(1)
	ノード移動	C(1)	ノード削除	A(1), B(1), C(2), D(1)
	ノード削除		コース追加	
D	コース追加	D(2)	コース追加	C(4), D(2)
	ノード移動	C(1)	ノード追加	
	コース移動		ノード移動	

表 3: 被験者(A, B, C, D)のアンケート回答結果

質問内容	共有情報協調 編集方式適用	思わない ←→ 思う					平均ポ イント
		1	2	3	4	5	
自分が行った編集は他のユー ザの意見が反映されている	なし	C D	B	A			1.75
	あり		C		A D	B	3.75
自分が行った編集は他のユー ザとの間で合意がとれている	なし	C	A D			B	2.5
	あり			C	B	A D	4.25
他のユーザが行った編集は自 分の意見が反映されている	なし	C	B	A D			2.25
	あり		C		A D	B	3.75
他のユーザが行った編集は自 分との間で合意がとれている	なし		ABCD				2
	あり				B C D	A	4.25
作成された教材はユーザ間で 合意がとれている	なし	C	B D	A			2
	あり		C		B D	A	3.75

意見反映や合意形成において、ほとんどの場合ポイントを上回っている。共有オブジェクトの「コメント」プロパティを利用して発言のやり取りが十分に行われたため、ユーザの満足度が向上したと考えられる。

これらの結果から、共有情報編集時の合意形成には、編集に関する発言を適切に他のユーザに提示する場所を提供することが大切であるといえる。従来のメッセージボードの利用だけでは、他のユーザに編集意図を示したり、他のユーザの意図を理解し、さらに議論による合意形成を十分に行うことができない。編集に関する発言をしても別の話題に埋もれて他のユーザに気付かれないということもある。しかし、共有オブジェクトは操作毎に独立しており、編集操作に関する情報のみをオブジェクトのプロパティに集約できるという点で合意形成を行い易くする場を提供しているといえる。

5. おわりに

編集操作対象を共有オブジェクトとして扱うことにより、グループで編集に関する合意を形成し易くするこ

とのできる共有情報協調編集方式を提案した。また、本方式をアプリケーションに適用し、有効性を評価した。

今後は、本方式のさまざまなシステムへの適用可能性を探るとともに、ユーザインタフェース上での試行期間および投票状態の効果的な視覚化を検討したい。また、協同文章執筆などの細かい単位での編集が繰り返される作業や、一箇所の編集が他の箇所に影響を与えるなどの複数の編集操作に強い関連性がある場合への対応を考えたい。

参考文献

- [1] 佐藤宏之, 堀川桂太郎, 及川直, 水野浩二: WWW 上での協同学習におけるナビゲーションインタフェースの提案, 情報処理学会第 22 回 GW 研究会 pp.49-54(1997).
- [2] 佐藤宏之, 鈴木実, 及川直, 榎一: 協同教材編集・拡張可能な仮想学習空間における学習モデル, 情報処理学会第 26 回 GW 研究会 pp.165-170(1999).
- [3] Sato, H., Hashimoto, T., Oikawa, T. and Kanbe, M.: Dynamic Editable Virtual Learning Space on the World Wide Web-Collaborative Learning Navigation System: CoNAVI, ICCE 98(1998).
- [4] 石井裕: CSCW とグループウェア-協創メディアとしてのコンピューター, オーム社(1995).
- [5] 塚田見司, 岡田謙一, 松下温: 情報へのアクセス形態に着目した情報共有モデルの一提案, 情報処理学会論文誌, Vol39, No.10, pp.2802-2810(1998).