

コーディネーションプロセスから見た協調作業支援 機能モデル

桑名栄二、坂本泰久

{kuwana, sakamoto}@mickey.ntt.jp

NTTソフトウェア研究所

グループウェアの特徴を分析したり、設計したりする場合、同期型／非同期型 (Time Dimension) および対面型／リモート (または分散型) (Space Dimension) という大きな次元が用いられてきた。しかし、実際の協調作業自身は、ある時は非同期通信を用いて行われ、またある時は同期通信を用いて行われるなど、時間および空間ともに両モードが混在した環境でなされる。従って、グループウェアの設計や選択時には、時間および空間という次元以外の観点が重要であると考ええる。本報告では、グループウェアの性質の記述、評価、設計などに適用可能な機能モデルの必要性を述べ、さらに協調作業が成立するプロセスモデルの観点を機能モデル構築に導入した階層的な機能モデルを提案する。

Coordination Process-based Groupware Functionality Model

Eiji Kuwana, Yasuhisa Sakamoto

{kuwana, sakamoto}@mickey.ntt.jp

NTT Software Laboratories

1-9-1 Kohnan Minato-ku Tokyo, 108 JAPAN

Time dimension (synchronous and asynchronous communication) and space dimension (face-to-face and distributed interaction) have been used for the features description, comparison, and design of groupware systems. Though these dimensions based on notions of time and space are well known, we think that it is natural and indispensable that both modes (e.g., synchronous and asynchronous communication) be used together in a real group work. We think that it is imperative that a groupware functionality model, which is based on the other notion instead of time and space dimensions, be studied for an integrated cooperative work support system. In this paper, we show the importance of the groupware functionality model and we propose Coordination Process-based Groupware Functionality Model.

1 はじめに

組織における私たち人間の行動はグループによる協調活動から成り立っていると考えられる。近年、グループによる協調活動の支援を目的として、種々のグループウェアが注目を集めている[例えば、Ellis91, Greenberg91, Greif88, 松下91, 阪田92]。また、それらのアプリケーションが個人／グループ／組織に及ぼすインパクトおよび協調活動を支援するアプリケーションのデザインについて CSCW, Organizational science, Organizational Computing という分野で検討されてきている。これらの研究分野においては、従来の生産業務や事務業務のみならず、意思決定業務、教育教務、トラブルトラッキングなどの業務へのコンピュータ利用が検討されている。

従来のグループウェアの特徴を分析する場合、同期型／非同期型（Time Dimension）および対面型／リモート（または分散）（Space Dimension）という大きな次元や、グループウェアのドメインにはどのようなものがあるのかを知るためにアプリケーションの種類による分類法などが用いられてきた[Stefik87, Ellis91]。例えば、非同期型の通信をサポートし、リモートコミュニケーションをサポートするものの代表として情報フィルタリングシステム、コンピュータ会議システム、タスク調整ツール、さらには電子メールなどがある。また、同期型通信でリモートコミュニケーションをサポートするものとして、共有エディタや共有ウィンドウシステム、テレビ会議システムなどがある。

さて、グループワーク自身は、ある時は非同期通信を用いて行われ、またある時は同期通信を用いて行われるなど両者のモードが混在した環境でなされる。同様に、空間の次元においても対面環境と分散環境での協調作業が混在しながら、グループワークは進む。

しかしながら、上述の時間の次元と空間の次元でシステムが分類されてきたために、グループウェアの設計自身もこの2つの次元をもとに行われ、グループウェアシステムの機能設計において大きな溝が存在するに至っている。溝の例としては、同期通信と非同期通信の溝[Haake92, Crowston91, Sakamoto93]や、個人の作業空間と会議空間の溝[Ishii91, 桑名93]がある。またこの分類の弊害として、上記のような溝を作ったことのみならず、ユーザーの立場に立った場合、どのグループタスクに対してどの技術や製品が有効なのかかわからないなどの問題を生じさせたことが挙げられる。

一方、協調作業が成り立つ過程をモデル化するために、MaloneらのCoordination Process Model [Malone91]などが提案され、協調作業プロセスを階層的なプロセスモデルで説明することの必要性が認識されつつある。そこで、本報告では協調作業が成立するプロセスモデルの観点を機能モデル構築に導入し、グループウェアの機能をモデル化することを試みる。第2節では、機能モデルの必要性を述べ、第3節では機能モデルの骨組みとなる協調プロセスモデルを述べる。そして、第4節で協調プロセスモデルに基づく機能モデルを提案する。

2 機能モデルの必要性

グループウェアは“組織やグループの活動において、よりよい効果を引き出す”ことを一つの目標に開発されてきているが、個々のシステムの特徴を表現するフレームワーク不在のまま開発されてきたために、システムの違いの明確化や評価が難しい。フレームワークとしての機能モデルが存在すると種々の利点が考えられる。以下、グループワーク支援の機能モデルの用途について述べる。

(1) グループウェアの特徴の記述

多くのグループウェアシステムが提案されているが、そのグループウェアがどのグループタスクに対して利用可能なのか、人間の協調作業（グループタスク）の視点からグループウェアを説明することが、機能モデルを用いることで可能となる。

(2) グループウェアの評価

(1)に示したような統一的なフレームワークを用いてグループウェアを説明することができれば、複数のグループウェアを評価することが可能となる。たとえば、機能モデルに基づき、A機能は実現されているが、B機能はないなど機能指向的にグループウェアを評価することができる。

(3) グループウェアの選択ガイド

(1)および(2)に示したようなグループウェアの特徴の記述、評価を通して、グループ作業が与えられた場合、その作業を支援する機能を持つグループウェアを選択することが可能となる。

(4) グループウェアの設計

従来のシステム設計・構築は以下に示すような手順が一般的であった[Olson91]。

- ・技術指向的なシステムデザイン
部品とか、基本技術が存在するのでそれを用いて新しいシステムを構築するという考え方
- ・直感的なシステムデザイン
直感的なアイデアや新しい機能をシステムとして実現するという考え方
- ・アナログ的なシステムデザイン
現実に存在するもの（例：機械的に存在するもの）をシステム化（コンピュータ化）するという考え方
- ・Rational的なシステムデザイン
理論、観察、伝統などに基づくシステムデザイン

しかし、ユーザがシステムの中心的な役割を果たすグループウェアの分野では、従来のシステム設計のアプローチだけではうまく行かない場合が多い。例えば、技術を個人（グループ）タスク支援に導入した場合、どのようなワークスタイルやプロセスの変化が起こるのかなど、ユーザの振る舞いに関する基礎データおよび理論に基づいて設計しなければ、結局は使いものにならないものを作ることになりかねない。この設計アプローチはUser Centered Design [Olson91]と呼ばれている。

グループウェアをUser Centered Designアプローチに従い設計するということは、人間と人間のかかわりや協調作業のプロセスをモデル化し、そのモデルに基づきグループウェアを設計することを意味する。協調プロセスモデルに基づいたグループワーク支援機能モデルがあると、それはグループウェアの設計ガイドとして利用可能である。またグループウェアのデザイン時の新しいアイデアを整理するためのフレームワークとして用いることも可能となる。

(5) グループウェア構築のガイド

フレームワークを用いて支援機能を整理することで、どの機能群を部品とするのがよいのか、ツールキットとして提供するのがよいのか、どのようなアーキテクチャにするのがよいのかなどの検討を支援することが可能となる。

さて、このような目的を持ったフレームワーク構築の試みは皆無というわけではない。例えば、

[Grief88b]はデータ共有を対象として機能モデルを検討している。しかし、グループ作業支援のための機能はデータ共有のみならず、データ共有の上の種々の協調および調整機能から構成される。つまり、データ共有の上位に位置すると考える協調プロセス支援機能も扱った新しいモデルが必要である。

3 協調作業プロセスモデル

本節では、機能モデル表現の枠組みとして利用可能と考えられる協調作業プロセスモデルについて述べる。

(1) MaloneのCoordination Process Model [Malone91]

従来のデータ通信や情報通信の世界では、過去から切り離された出来事の記録（データ）を通信することが話題となってきた。つまりコンピュータとコンピュータの通信という観点からのシステムはいかに早く、誤りなくデータを送受信するかが課題であった。

一方、人間はある意識／意図／目的のもとに、データを何らかの方法で体系づけ、データを意識／意図／目的が付随する情報に変換し送受信すると考える。前者のデータ通信は、形式的な情報の交信のみであり、本来、送受信すべき意味情報は存在しない。人間と人間が協調作業する場合、意味レベルのコミュニケーションが確立されない限り、真の協調は有りえない。Maloneは、人間と人間が調整作業する場合の調整プロセスを以下の4つの階層モデルで説明している。

- (第1層) 共通オブジェクトの認知、
- (第2層) コミュニケーション（共通言語の確立と意味理解）、
- (第3層) グループ意思決定、
- (第4層) 調整、

人間と人間が協調・調整作業する場合、従来の形式情報の通信だけでは、グループ意思決定・判断、調整などの上位のプロセスが確立することは難しい（図1）。共通オブジェクトの認知のレイヤでは、協調作業を行う人間が同じものを認識する。たとえば、共有ウィンドウシステムや共有エディタなどの同期通信におけるWYSIWIS[Stefik87]（ここでは、StrictなWYSIWISおよびrelaxedなWYSIWIS両方を含む）やLotusNotesのようなデータベース環境の共有機構なども含む。

第2層のコミュニケーションのプロセスでは、共通言語を用いて情報の伝達および交換を行う。コミュニケーションの種類によっては、必ずしも下位の層の共通オブジェクトの認知が存在しない形態もある。たとえば、廊下や食堂での偶然的な出会いなどはこれに該当する。しかし、上位のプロセスに発展するためには、やはり第1層のプロセスが成立しなければならないと考える。

第3層および4層は、お互いに助けあひながら（例えばタスクを分割し、分業の形態で）共通のタスクを実行したり、問題が生じた場合に調整したりするプロセスである。例えば、意思決定時に解決候補案を評価や、意思決定において意見が分かれたりした場合の調整、タスク実行におけるリソース競合が生じた場合の調整作業、複数タスク間の同期制御などがこれにあたる。この第3層および第4層は、チームのメンバがお互いにタスクの目的や情報を認知および共有している下位の層のプロセスが成立していることを前提としている。

協調作業プロトコル	
	プロセス
4	判断の調整 (ゴールの設定等)
3	意思決定・判断 (選択肢の提案、評価、決定)
2	意味情報の理解 (共通言語の確立)
1	共有情報のアクセス／認知

[図1] Coordination Process

(2) 人間のかかわりの階層化モデル[松下93]
(協調の次元階層モデル[岡田93])

松下らは図2に示すようなモデルを用いて人間と人間のかかわりをモデル化している[松下93, 岡田93]。本モデルの特徴はCoPresenceおよびAwarenessを一つの協調関係成立のためのプロセスとして取り上げている点である。CoPresenceとは、「誰かが自分と一緒にその時間／空間を共有しているという感覚」である。また、Awarenessとは、CoPresenceが維持されていることを条件にチームのメンバがお互いに何をしているか等を認知するプロセスである。

CoPresenceおよびAwarenessともにコミュニケーションや協調関係が成立する前提条件となる。

Awareness自身は、従来からグループウェアの一つの重要な概念として取り上げられてきた[Stefik87, Olson92, Olson93, Ishii92]。例えば、以下の質問に示すような誰が何処で何をしているというような情報が、従来から考えられてきたAwareness情報に相当する。

- ・誰が会議に参加しているか、何人参加しているのか
- ・会議参加者はどこにいるのか
- ・どのオブジェクトが会議に使われているのか
- ・現在、そのオブジェクトにたいしてどのような操作がなされているのか
- ・会議参加者はオブジェクトのどこを操作しているのか
- ・会議参加者個々の属性は、特権は、役割は何かなど

松下らはAwarenessを、協調プロセス成立のための重要なプロセスの1つととらえ、本モデルを用いて、同一場所のみならず異空間におけるAwareness (TeleAwareness)やCommunication (Telecommunication)プロセスの支援には、Gaze AwarenessやEye Contactなどを備えた高度なCSCW技術および通信技術が必要であると述べている。

- Collaboration	- Collaboration
- Communication	- Tele Communication
- Awareness	- Tele Awareness
- CoPresence	- Tele Presence
同一場所	異なる場所

[図2] 人間のかかわりの階層化モデル

(3) コミュニケーションの5階層モデル[白鳥93]

図2に示したモデルの他にも、白鳥らのコミュニケーションの5階層モデルがある[白鳥93]。白鳥らのモデルでは、従来の信号の伝送を物理レベル、メ

ッセージの伝送を論理レベル、さらに意思の疎通を意味レベル、意味レベルのコミュニケーションを通して主体間での相互作用による効果 (Effectiveness) が発生する感性レベル、さらに人間自身の形而上のゆらぎである心レベルの5つのレベルを用いてコミュニケーションの論理構造を説明している。

Malone、松下、および白鳥らのこれらのモデルは、人間と人間のコミュニケーション（機械を介した人間と人間のコミュニケーションの含む）およびコラボレーションを階層的なモデルで捉えている。つまり、コミュニケーションおよびコラボレーション関係が成立するにはステップ的な構造があり、その構造に従った支援機能が必要であると考える。

4 階層型機能モデル

階層型機能モデル構築には、枠組みとなる協調プロセスモデルの他に、その枠組み上に配置される支援機能集合が必要である。以下、本報告で用いた機能集合を述べ、4.2節で協調プロセスモデルに基づく階層型機能モデルについて説明する。

4.1 Groupware Functionality Model

筆者らは時間と空間の次元によらないビューからグループウェアの特徴を明らかにするために、アーキテクチャ的な側面から提供機能を説明するフレームワーク：GFM (Groupware Functionality Model) を構築してきた (Olson, McGuffin, kuwana, Olson93)。Groupware Functionality Modelは4つの機能部 (Task Activities, Interface Activities, Session Activities, Environment Activities) からなる。

(1) Task Activities

チームで作業する場合、その作業に直接関係するデータオブジェクトが存在する。そのデータオブジェクトに対して、データの変更、消去、データ操作に関するUNDO (履歴管理も含む)、制御権の管理、さらには注釈付け、修正管理、分散した環境でのデータ管理などがデータに関する操作をTask activitiesと呼ぶ。例えば、データが分散した環境に存在する場合、データ間の対応付けや修正履歴管理機能が、データの一貫性を保証するために必要となる。

またオブジェクトの構造や情報の場所 (Locate) を用いたグループワーク支援がある。例えば、情報構造に基づくナビゲーション、グループメンバが行ったデータの修正履歴に基づくナビゲーションなどがある。

(2) Interface Activities

データの操作には直接関係しないが、グループ作業支援のためのインタフェース機能が存在する。例えば、種々のAwareness (Control Joint Attention)、テレポインタ、ユーザ環境のカスタマイズ、データオブジェクトのビューの変更 (ビューの選択、変更の契機管理) などがグループインタフェースに該当する。特にAwarenessのレベルには2つの機能がある。その1つはAwarenessの確立で、例えばベルを鳴らしたり、ダイアログボックスを表示したりして、陽にグループワーク参加メンバの注意を得る機能がこれに該当する。もう一つは、Awarenessの状態の維持を目的とした機能で、例えば、テレポインタの位置およびテレポインタやアイコンの形状を変化させたりすることでAwarenessの状態を維持することが可能となる。

グループインタフェースのもう一つの特徴は、データオブジェクトに対するビューの制御機能である。例えば、メンバ各自が情報の見え方を制御するフィルターを持ち、WYSIWISの制御を行ったり、3Dのperspective wall[Mackinlay91]のように視点を変化させたりする場合の支援機能がこれに相当する。

(3) Session Activities

セッションに関する機能としては、グループセッションの管理がある。これは、共有エディタや会議のセッションへの参加の管理 (参加者の資格チェック、会議参加者への役割割り付けなど)、会議などグループセッションの分割/統合、さらにAwarenessのレベル設定 (匿名設定など) がある。

(4) Environment Activities

チームで作業する場合、チームが共有する空間は従来の空間との間に種々のインタフェースを持つ。例えば、共有空間と個人空間がある。GROVE [Ellis91] のように共有空間は、一部のメンバで共有される共有部分空間とメンバ全員に公の共有空間のように区別される場合もあるが、本論文では

区別しない。共有空間と個人空間の間ではデータのやり取り (Import and Export) がよく行われ、2つの空間に連続性を持たせなければならない。また、チームで作業する場合、グループの業務の一部を個人にアサインしたり、個人のスケジュールとグループのスケジュール調整が必要な場合もでてくる。これは、個人のTO-DO-LIST (or スケジュール) とグループのTO-DO-LIST (or スケジュール) 間のインタフェースが重要なことを意味している。つまり、グループ作業支援には、そのグループ作業のまわりに存在する環境とうまく調整を図りながら進める必要がある。グループ作業のまわりの環境とグループのインタフェースの調整を支援する機能を Environment Activities と呼ぶ。

上述の4つのActivitiesの個々の機能の提供の仕方には少なくとも以下に示すように3つの考え方がある [Olson et al. 93]。

- ・陽に (明示的に) インプリメント
- ・陰にインプリメント
- ・社会的なプロトコルとしてインプリメント

陽にインプリメントとは、あるタスクをサポートするために当該の機能をグループウェアの機能として設計し実現する場合である。陰にインプリメントとは当該の機能を提供することを目的としてグループウェアを設計/構築したのではないが他の機能を用いることによってあるタスクを支援することが可能であることを意味する。また、社会的なプロトコルとしてインプリメントとは、あるタスクがシステムの提供する機能ではなく、社会的なプロトコルによって実現される場合を指す。例としては、共有エディタや共有ウインドウシステムにおけるTurn Takingのサポートがある。例えば、Xウインドウ上の共有ウインドウシステムであるxtv[Abdel-Wahab91, Chung93]では、Turn Takingを陽にインプリメントしているが、共有空間に対しての制御権の変更をシステム機能として提供しないで、口頭で行うようにしたシステムもある。

さて、本節で示したような現在のGFMはグループ作業支援の機能を、従来のデータ部/アプリケーション本体/ユーザインタフェース構成というアーキテクチャ寄りのビューから見たものであり、グループ作業支援機能を協調プロセスモデルという観点からは捉えるには至っていない。そのために、デザイナーのビューから見た場合、どのレベルのプロセス支援にどの機能をどのようにしてインプリメントすべ

きか、またどの機能はインプリメントしなければならないのか分かり辛いなどの問題点がある。そこで、次節では、協調作業関係が成立するプロセスのビューから見た機能モデルについて述べる。

4.2 階層型機能モデル

3節で示した協調作業プロセスモデルを参考に、本報告では、MaloneのCoordination Process Modelに陽にAwarenessレベルを取り入れた階層型プロセスモデルを用いる。

(第4層) Collaboration and Coordination

(第3層) コミュニケーション

(第2層) Awareness

(第1層) 共通オブジェクトの認知

第1層は、協調作業の前提となる情報が見えるなどオブジェクトの認知のレベルであり、第2層は協調作業の相手となる人間が誰で何をしているのか認識できる状態を意味している。さらに、第3層はその協調作業の相手に情報を送り/応答を得る状態である。そのコミュニケーション関係が確立した上で問題を分割し共同作業をしたり、または何らかの競合が発生した場合に調整したりする上位のプロセスが成り立つ。

本階層的なプロセスモデルを用いて、4.1節のGFMを再構成したものを図3に示す。図3の縦軸は協調関係が確立するまでの各プロセスを意味しており、下位のプロセスはどちらかというグループ作業の種類に依存しない非構造的なプロセスである。一方、上位のプロセスはグループ作業に依存する構造的なプロセスとみなすことができる。例えば、GFMのTask Activitiesは下位のプロセスから上位のプロセスまで幅広く存在する。下位のプロセス支援には、シングルユーザ用のアプリケーションでも提供されるデータへの基本的操作機能 (Change: create/ modify / saveなど) が必要である。コミュニケーションプロセスでは、メッセージの送受信機能の他にメッセージの言語構造の規定 (DR言語など [Lee91]) 機能が必要になる。また、上位の協調プロセスでは、タスク指向的なデータ操作機能 (例えば、意思決定タスクの場合、構造化されたメッセージをもとに、情報をグルーピングしたり評価したり、選択、調整したりする機能) が必要となる。

グループインタフェースの機能は、協調プロセスから見た場合、下位プロセスの支援機能 (別の言葉でいうとタスクにあまり依存しない支援機能) と見

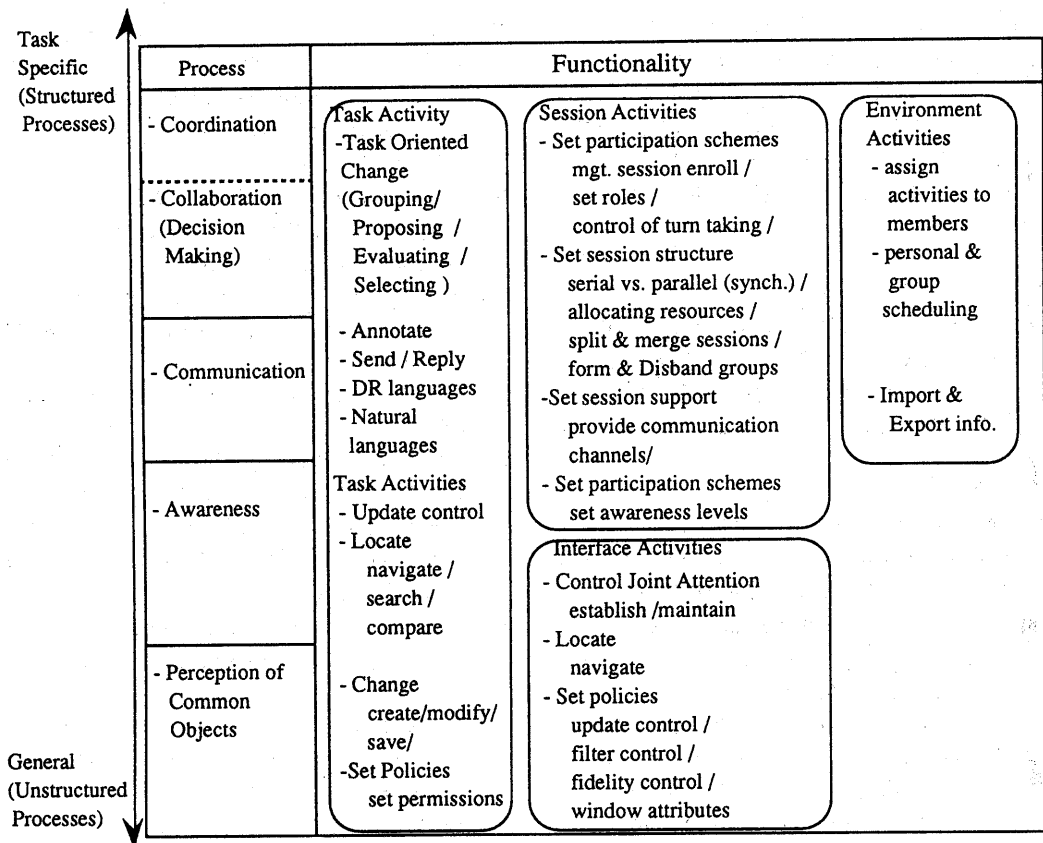


図3] 階層的な協調作業支援機能モデル

なすことができる。例えば、共有ウィンドウの提供や、データオブジェクトのビューの設定機能、テレポインタ機能、などは共通オブジェクトの認知プロセスやAwarenessプロセスを支援する機能と考えることができる。

インタフェース機能がどちらかという協調プロセスの下位プロセスを支援するのに対して、セッション管理機能は、上位の協調プロセスを支援する機能と見なすことができる。例えば、会議参加者に対して役割を与えたり（例、Facilitator）、会議の状態をシリアルコミュニケーションからパラレルコミュニケーションに変えたり（例、ブレインストーミングの状態ではパラレルコミュニケーションが有効であると言われている[Hymes92, Nunamaker91]）、Awarenessのレベルを設定したりする機能（例、投票の場合はAwarenessのレベルを匿名状態に変更する）が必要となる。

Environmentに関する機能は、協調プロセスとは直接関係はしないが、協調作業と個人作業のインタフェース支援であり、コミュニケーションおよび上位の協調プロセスを間接的に支援する機能である。

5 おわりに

本報告では、グループウェアの性質の記述、評価、設計などに適用可能な階層構造を持つ機能モデルの必要性を述べ、さらに既存の協調プロセスモデルを適用した階層型機能モデルについて述べた。本モデルは完成したものではなく、残念ながら多くの抜けがあると考えられる。今後、以下の示す検討を行いモデルの充実を図っていく。

(1) 階層化モデルの評価

種々のグループウェアが提供している機能を、本階層モデルにあてはめ、多くのグループウェアの比較を通して、本モデルの有効性を検証およびモデルの充実を図る。

(2) インプリメント技法と協調プロセス支援の関係の検証

4.1節では、協調プロセス支援機能のインプリメント技法には3つの方法があることを示した。しか

し、下位のプロセスが陰に支援されているが、その上位のプロセス支援は陽に支援されているなどレイヤ毎にインプリメントのやり方が異なる場合、問題は生じないのかなど、インプリメント技法と協調プロセスの関係はよく分かっていない。レイヤ毎にインプリメントの技法が異なる場合の問題など検証が必要である。

[謝辞]

機能モデルの検討において、ミシガン大学 Gary Olson教授、Judy Olson教授、Lola McGuffin女史、さらにNTTソフトウェア研究所 長野部長、中村主幹研究員から貴重な助言を頂いた。記して感謝する。

[参考文献]

- Abdel-Wahab, H.M., Feit, M.A., XTV: A Framework for Sharing X Window Clients in Remote Synchronous Collaboration, IEEE TriComm'91 (1991)
- Chung, C., et al., Dynamic Participation in a Computer-based Conferencing System, Journal of Computer Communications, (1993)
- Crowston, K., Synchronous vs. Asynchronous: difference that should make no differences, Working paper, School of Business, University of Michigan (1992)
- Ellis, C.A., Gibbs, S.J., Rein, G., GROUPWARE, Some Issues and Experiences, Comm. of ACM, Vol.34, No.1 (1991)
- Greenberg, S.(Ed.), Computer-supported Cooperative Work and Groupware, Academic Press, (1991)
- Greif, I.(Ed.), Computer-supported Cooperative Work: A book of readings, Morgan Kaufmann Publishers, (1988a)
- Greif, I., Sarin, S., Data Sharing in Groupwork, ACM Trans. on Office Information Systems, Vol.5 (1988b)
- Haake J.M., Wilson B., Supporting Collaborative Writing of Hyperdocuments in SEPIA, Proc. of ACM Conf. on CSCW'92 (1992)
- Hymes, C.M., Olson, G.M., Unblocking Brainstorming Through the Use of a Simple Group Editor, Proc. of ACM Conf. on CSCW'92 (1992)
- Ishii, H., Miyake, N., Toward an Open Shared Workspace: Computer and Video Fusion Approach of Teamworkstation, Comm. of ACM, Vol. 34, No.12 (1991)
- Ishii, H., Kobayashi, M., Grudin, J., Integration of Inter-Personal Space and Shared Workspace: ClearBoard Design and Experiments, CSCW'92 (1992)
- 桑名、坂本、コラボレーションルームの設計とその利用、情処グループウェア研究会2-5, (1993)
- Lee, J., Lai, k., A Comparative Analysis of Design Rationale Representations, Tech. report MIT CCSTR#121, (1991)
- Mackinlay, J.D., Robertson, G.G., Card, S.K., The Perspective Wall: Detail And Context Smoothly Integrated, Proc. of ACM CHI'91 (1991)
- Malone, T.W., Crowston, K., Toward an Interdisciplinary Theory of Coordination, Tech. paper CCS TR#120, MIT (1991)
- 松下 温 (編著)、グループウェア入門、オーム社、(1991)
- 松下 温、人間の関わりを階層化する試み、情処情報メディア&グループウェア研究会、(1993)
- 岡田、松下、協調の次元階層モデルとグループウェアへの適用、情処情報メディア&グループウェア研究会、(1993)
- Nunamaker, J.F., et al., Electronic Meeting Systems to Support Group Work, Comm. of ACM, Vol.34, (1991)
- Olson, G.M., Olson, J.R., User-Centered design of collaboration technology, Journal of Organizational Computing, Vol. 1, No.1 (1991)
- Olson, G.M., Olson, J.S., Defining a metaphor for group work, IEEE Software, Vol.9, No.3 (1992)
- Olson, G.M., McGuffin, L., Kuwana, E., Olson, J.S., Designing Software For A Group's Needs: A Functional Analysis of Synchronous Groupware, in User Interface Software (Bass & Dewan Ed.), John Wiley (1993)
- 阪田史郎、グループウェアの実現技術、ソフトリサーチセンター(1992)
- 白鳥則郎、人間・機会共生のためのコミュニケーション、システム総合研究所 第104回 知識工学システム分科会、(1993)
- Stefik, M., Foster, G., Bobrow, D.G., Kahn, K., Lanning, S., Suchman, L., Beyond The Chalkboard: Computer Support For Collaboration and Problem Solving in Meetings, Comm. of ACM, Vol.30, No.1 (1987)
- Sakamoto, Y., Kuwana, E., Toward integrated support of synchronous and asynchronous communication in cooperative work: An empirical study of real group communication, ACM Conf. on Organizational Computing Systems, (1993 To Appear)