

仮想的活動空間を支えるソフトウェアの構成について ～ソーシャルウェアアーキテクチャの提案～

杉山達彦[†]

木下 哲男[†]

白鳥 則郎[†]

菅原 研次^{††}

東北大学電気通信研究所 / 情報科学研究科[†]

〒 980-8577 宮城県仙台市青葉区片平 2-1-1

電話 : 022-217-5454

{sugiyama,kino,norio}@shiratori.riec.tohoku.ac.jp

千葉工業大学工学部情報ネットワーク学科^{††}

〒 274 千葉県習志野市津田沼 2-17-1

電話 : 0474-78-0539

suga@suga.cs.it-chiba.ac.jp

あらまし

インターネットのような計算機ネットワークの普及にともない、多数の人々が参加して、さまざまな社会的活動を行うことが可能な新しい情報空間、すなわち仮想的活動空間が実現されようとしている。我々は、このような空間にはエージェント技術が不可欠だと考えており、人間とエージェントとが共生して社会活動を行う空間であるという観点から人間-エージェント共生空間 (HASS) と呼んでいる。HASS は (1) ソーシャルウェア、(2) パーセプトウェア、(3) ネットワークウェアの 3 つのミドルウェアによって実現される。ソーシャルウェアは、参加者が個人あるいはグループで行う活動のための場の生成から消滅までを管理・運営することで、HASS の社会的現実感を強化する。本稿では、エージェント指向技術に基づくソーシャルウェアアーキテクチャを提案し、仮想的活動空間とそれを支えるソーシャルウェアの働きについて例をあげて説明する。

キーワード ソーシャルウェア、社会的現実感、人間-エージェント共生空間、エージェント指向アーキテクチャ

On the Structure of Software for Supporting Virtual Activity Space ～An Agent-based Architecture of Socialware～

Tatsuhiko SUGIYAMA[†], Tetsuo KINOSHITA[†], Norio SHIRATORI[†], Kenji SUGAWARA^{††}

Research Institute of Electrical Communication /
Graduate School of Information Sciences, Tohoku University[†]

Katahira 2-1-1, Aoba-ku, Sendai 980-8577

Phone: 022-217-5454

{sugiyama,kino,norio}@shiratori.riec.tohoku.ac.jp

Department of Network Science and Graduated School,
Computer Science Course Chiba Institute of Technology^{††}

Tsudanuma 2-17-1, Narashino, Chiba 275-0016

Phone : 0474-78-0539

suga@suga.cs.it-chiba.ac.jp

Abstract

Virtual workspace is emerging on computer networks such as the internet as a new information space where many human participants reside and engage in various social activities. We have been proposing such a virtual workspace in which human and software agents live together and help each other in sophisticated manner, i.e., Human-Agent Symbiotic Space (HASS). HASS consists of three kinds of middlewares, namely, (1) the socialware, (2) the perceptualware and (3) the networkware. In HASS, the socialware augments social reality, managing and maintaining participants' activity fields from generation to destruction of the space. In this paper we introduce a socialware architecture based on agent-oriented technology. Then, we present some examples to show how it is able to support the participants' activities in HASS, effectively.

key words Socialware, Social Reality, Human-Agent Symbiotic Space, Agent-Oriented Architecture

1 まえがき

インターネットのような計算機ネットワークの普及にともない、多数の人々が参加して、さまざまな社会的活動を行うことが可能な新しい情報空間、すなわち仮想的活動空間が実現されようとしている [3], [4]. 我々は、このような仮想的活動空間においては社会的な現実感、感覚的な現実感の両方を高めることが重要だと考えている. そこで、その実現のために人間と協力・協調するエージェントを導入し、人間とエージェントとが共生して活動をおこなう仮想空間、人間—エージェント共生空間 (HASS) の概念を提案してきた [2]. HASS は (1) ソーシャルウェア、(2) パーセプチュアルウェア、(3) ネットワークウェアの3つのミドルウェアによって支えられる [1]. ソーシャルウェアは、活動に伴う種々の社会的規範のもとで、人間と協力・協調するエージェントあるいはサービスを活動の場に提供し活動そのものを支援するとともに、参加者が個人あるいはグループで行う活動の場の生成から消滅までを管理・運営することで、HASS の社会的現実感を強化する.

本稿では、エージェント指向技術に基づくソーシャルウェアアーキテクチャを提案し、仮想的活動空間とそれを支えるソーシャルウェアの働きについて例をあげて説明する.

2 仮想的活動空間の実現に向けた問題点

仮想的活動空間の実現に向けて CSCW, VR などの分野でさまざまな研究が行われている [4][5]. 例えば [4] は、移動方法、音声の有効範囲などを物理世界と近いものにした3次元仮想空間を提供することで、各参加者が日常生活を通じて獲得した対人同期型インフォーマルコミュニケーションの能力を利用して他の参加者と対話できるようにし、パーティ会場のような仮想的活動空間を実現しようとしている. また、[5] は活動の各タスクに対応したエージェント群によって構成されたシステムを提供しており、参加者は個人での活動、グループでの活動を切り替えながら活動を行っていく. [5] のシステムでは、エージェントと人間とがともに約束事を持ち共同・協調して社会活動を行う仮想的活動空間を実現しようとしている.

しかし、これらをはじめとする従来研究は、我々が考えているような高い社会的現実感をもった仮想的活動空間を提供するには不十分なものである. これは次のような機能の欠落によるものと考えられる.

(1) さまざまなレベルの活動を支える機能の提供 仮

想的活動空間は、多数の参加者を前提としており、個人・グループ・社会というさまざまなレベルでの活動の場が混在する. 各参加者はそれらを自由に行き来しながら社会活動を行うが、そのような活動形態を支援するための仕組みが必要である.

- (2) **利用者指向・要求指向** 活動の場およびそこで提供されるサービスは、利用者すなわち参加者の要求によって生成・消滅し、また運営時には参加者の要求に応じて変更されるべきである.
- (3) **サービス連携** 活動の場で提供されるサービスは、運営時に参加者の要求に応じて変更されるべきであるが、そのためにはサービスが連携可能でなければならない.
- (4) **やわらかさ** 活動の場およびそこで提供されるサービスは、状況・要求に応じた変更・再構築が可能でなければならない.
- (5) **拡張性** 活動の場で提供されるサービスは、状況・要求に柔軟に応じるために、新規あるいはカスタムサービスの追加・更新が可能な仕組みをもたなければならない.
- (6) **広域分散環境** 多数の参加者を獲得するためにはインターネットのような広域分散環境上に実装されなければならない.

これらの機能をもち従来研究の問題点を解決した仮想的活動空間を実現するために、エージェント指向技術に基づいて仮想的活動空間の背後で参加者の活動を支えるソフトウェアの枠組みであるソーシャルウェアアーキテクチャを提案する.

3 ソーシャルウェアアーキテクチャ

3.1 コンセプト

前章で述べた問題点は、ソーシャルウェアが満たすべき要件を示している.

- (1) さまざまなレベルの活動を支える機能の提供
- (2) 利用者指向・要求指向
- (3) サービス連携
- (4) やわらかさ
- (5) 拡張性
- (6) 広域分散環境

これらの要件を備えたソーシャルウェアアーキテクチャのコンセプトを図1に示す.

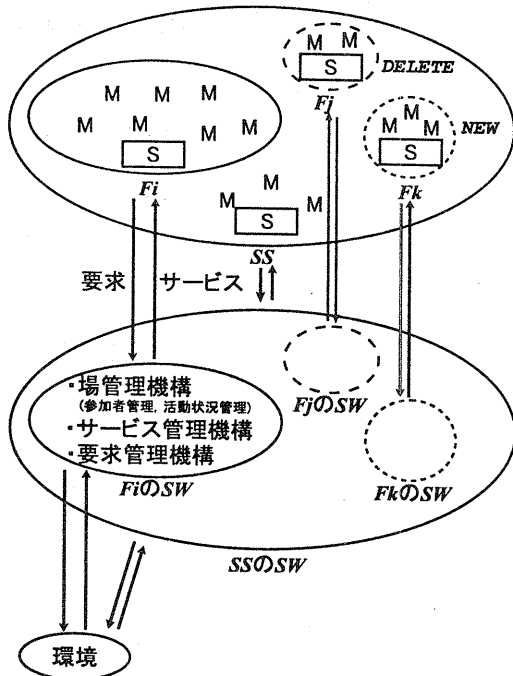


図1: ソーシャルウェアコンセプト

図1上が仮想的活動空間すなわち人間—エージェント共生空間(SS)であり, 図1下が背後でSSを支えるソーシャルウェア(SW)である。

SS内には参加者(M)とサービス(S)と活動の場(F)が存在する。活動の場内にもMとSが存在する。以下のような特徴がある。

- すべてのMはSSに属している
- Mは複数人でグループを形成することができる
- Mは1人あるいはグループで, 何か特定の目的のためにFを生成し, そこに参加することができる, 消滅させることもできる

SSのSW内には場管理機構, サービス管理機構, 要求管理機構といった管理機構群と, FごとのSWが存在する。FごとのSW内にも場管理機構, サービス管理機構, 要求管理機構といったSSのSWと同様の管理機構群が存在する。以下のような特徴がある。

- SSのSWはMのすべてを管理している。ただし, Fに属しているときはF外の活動が管理対象である
- SSは特定の目的をもたないMにとってFである
- 要求管理機構はMからの要求をタスクに分割する機構である

- 場管理機構はFに属するMの管理, F内の状況管理をする機構である。タスク分割の際に場管理情報の利用したタスク分割を行う
 - サービス管理機構はF内の現在のサービスを管理し, タスクを支援することができるサービスを選択・構成し, Fに提供する機構である
 - SWは3つの管理機構を連携させることにより, 要求・状況に応じてサービスを提供するミドルウェアである, 要求にはFの生成・消滅も含む
 - 他に, 外部環境の状況に応じた処理をするために外部環境管理機構も存在する
 - 他に, 管理機構で対応できない要求・状況の際に人間とのやりとりをする対話管理機構も存在する
- 次節ではソーシャルウェアコンセプトに基づいて, ソーシャルウェアのモデル化を行う。

3.2 ソーシャルウェアのモデル

SSは次のようにモデル化される。

$$SS = \langle F, M, G, T, S, IFR, K \rangle$$

Fは活動の場, Mは参加者, Gはゴール, Tはタスク, Sはサービス, IFRはF間の関係, Kは知識である。IMRはM間の関係である。それぞれは以下の通りである。

$$F = \langle M_F, G_F, T_F, S_F, IMR, K_F \rangle$$

$$M = H \cup A, A = A_S \cup A_P, S = S_T \cup S_P$$

$$T : G \leftarrow F \times M \times S \times K$$

$$IFR : R_F \leftarrow F \times F (R_F : F \text{ 間関係集合})$$

$$K = RK \cup TK \cup IK \cup SK \cup EK \cup KK$$

$$M_F \subseteq M, G_F \subseteq G, T_F \subseteq T, K_F \cap K \neq \emptyset$$

$$S_F = S^F B \cup S^F C \subseteq S$$

$$IMR : R_M \leftarrow M \times M (R_M : M \text{ 間関係集合})$$

補足

$$M = \{m \mid \langle mid, M - info, B - rule, m - otg \rangle\}$$

$$G = \{g \mid \langle gid, g - cat, G - def, g - otg \rangle\}$$

$$S = \{s \mid \langle sid, s - cat, S - spec, s - otg \rangle\}$$

$$K = \{k \mid \langle kid, k - cat, K - def, k - otg \rangle\}$$

aidは識別子, α -catはカテゴリ, α -defは定義, α -otgはオントロジ, M-infoはMの情報, B-ruleはMの振る舞いを規定するルール, S-specはサービスの仕様である。

SWは次のようにモデル化される。

$$SW = \langle SS, FM, SM, RM, DM, IM, EM, KM \rangle$$

SSは仮想的活動空間すなわち人間—エージェント共生空間、FMは場管理機構、SMはサービス管理機構、DMは検出管理機構、IM是对話管理機構、EMは外部環境管理機構、KMは知識管理機構である。図2は、モデル中の $C_{\alpha\beta}$ ($\alpha\beta$ 間の協調機能の集合)とSSの構成要素との関係を視覚的に表現したものである

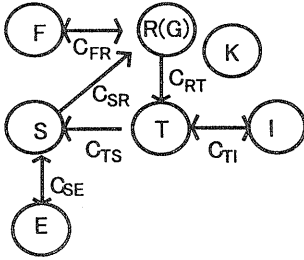


図2: ソーシャルウェアの構成要素が所有する知識と共生空間の構成要素との関係

それぞれは以下の通りである。

$$FM = \langle F, C_{TS}, C_{RT}, C_{TI}, K_{FM} \rangle$$

$$SM = \langle F, C_{TS}, C_{SE}, K_{SM} \rangle$$

$$RM = \langle F, C_{TS}, C_{RT}, K_{RM} \rangle$$

$$DM = \langle F, C_{FR}, C_{SR}, K_{DM} \rangle$$

$$IM = \langle F, C_{RT}, C_{TI}, K_{IM} \rangle$$

$$EM = \langle F, C_{SE}, K_{EM} \rangle$$

$$KM = \langle F, C_{RK}, C_{TK}, C_{IK}, C_{SK}, C_{EK}, C_{KK}, C_{KK}, K_{KM} \rangle$$

$C_{\alpha\beta}$: $\alpha\beta$ 間の協調機能の集合

3.3 ソーシャルウェアの機能

本節ではSWの主要な3つの機能を説明する。

第1の機能はSSとSSのSWの生成である。SSを作成したい場合はまずSWを生成する。するとSWを構成する管理機構群、すなわち場管理機構(FM)、サービス管理機構(SM)、要求管理機構(RM)、検出管理機構(DM)、対話管理機構(IM)、環境管理機構(EM)、知識管理機構(KM)が生成される。次に、SWは自身を支えるSSを生成し、そのSSのSWとなる。この時点ではDM以外の管理機構はただ生成されるだけであるが、DMはSSが

生成されたと同時に自身のインスタンスである検出機構 D_{SS} をSSに配置する。他の管理機構群はこれ以降SS内に場(F)が生成されるごとに、管理機構を自身のインスタンスとし、それをFのSWに配置し管理するという役目をもつが、DMは検出機構 D_F を自身のインスタンスとし、それをFに配置し管理するという役目をもつ。つまりDMだけが特殊であり、検出機構を自身のインスタンスとし、管理機構を自身のインスタンスとしない。

第2の機能はMの要求に基づくFの生成である。まず、SSのSWのRMからF生成要求が伝えられ、FMなどのSSのSWの管理機構群で処理された結果、SS内に新しいFが生成され、同時にSSのSW内に新しいSWが生成され、新しいSWは新しいFのSWとなる。第1の機能で述べたように、新しいF用のSWの管理機構群はSSのSWの管理機構群からインスタンス化される。

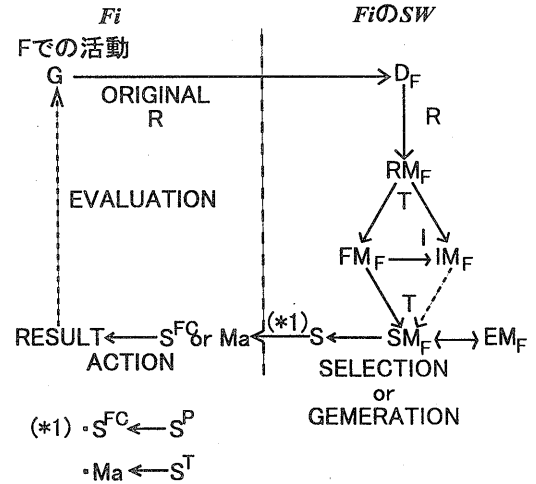


図3: 参加者の要求に基づく場のサービスの変更

第3の機能はMの要求(R)に基づくFのサービスの変更である。図3はこのときの処理手順を視覚化したものである。まず、FからRがでる。これはFに配置された D_F で検出され、 D_F はRMが処理可能なRに整形してRMに渡す。次に、RMはRをタスク(T)に分解する。分解されたTはFMに渡され、そこで管理しているF情報を反映し、さらに詳細なTに分解し、それをSMに渡す。一方、RMあるいはFMはタスク分解に際し不都合があった場合は、人間に補助を求めるための対話(I)を必要とし、それをIMに渡す。IMは人間とIを行い必要なら、つまり人間に指示されたらTをSMに渡す。この時、IMから情報を得た人間は、自分が必要と判断した

ら実世界でのアクションを起こす。SMではTをサービス(S)で表現し直し、サービスリポジトリ(SR)から適切なSを選択あるいは合成し、タスク型のサービス(S^T)ならFのMであるエージェントとして、プロトコル型のサービス(S^P)ならカスタムサービス(S^{FC})としてFに提供する。提供されたSは活動の際に利用されることで評価されあらたなRにつながっていく。

3.4 エージェント指向アーキテクチャ

前節で提案したSWモデルを、エージェント指向アーキテクチャで実現する。図4は、SWの場管理機構、サービス管理機構などの管理機構群、をすべてエージェント化、つまり場マネージャ、サービスマネージャのようにマネージャ化したものである。検出機構Dは管理機構ではないためマネージャになるわけではないが、検出エージェントとしてエージェント化できる

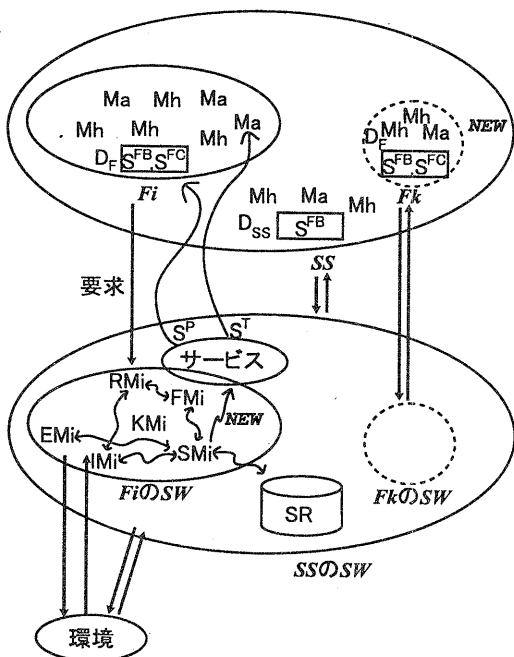


図4: エージェント指向アーキテクチャによるソーシャルウェアの実現

SWのアーキテクチャをエージェント指向技術に基づいて実現する理由、すなわちSWの管理機構群および検出機構群をエージェント化する理由を考える。前節の説明で述べたようにSW管理機構群および検出機構群は、自律性をもって、個々が知識処理を行い、その結果

を連携しあい、参加者の要求に応えるという性質をもっている。このような要件を満たすソフトウェアの構成手法として、エージェント指向アーキテクチャが従来のアーキテクチャよりも有効だからである。

4 仮想的活動空間とソーシャルウェアの具体例

本章では、SWで支えられた仮想的活動空間すなわちSWで支えられたSSを例を用いて説明する。具体的には、研究活動のためのSSと、電子商取引のためのSSの2種類のSSをSWで支援する例で説明するが、これらの説明を通じて、本稿で提案してきたSWアーキテクチャがどのように3章で述べた要件を満たしているかを示す。

4.1 研究活動

我々はこれまで研究活動のためのSSについて研究してきた[6][7]。具体的には、SSコンセプトに基づく研究室情報管理システムの実現を目指し、研究活動を支援するノート、カレンダーなどのサブシステム群と、研究資料作成支援エージェント、プロジェクト管理支援エージェントなどの支援エージェント群を研究・開発してきた。SSの実現を目指したこのシステムと本稿で提案するSWアーキテクチャは表1のように対応する。

研究室情報管理システム	ソーシャルウェアアーキテクチャ
システム	SS
サブシステム群の機能を利用して特定の人達が特定の活動を行っている状態のシステム	F
なし	SWの管理機構群
サブシステム群と支援エージェント群	サービスリポジトリ (SR)

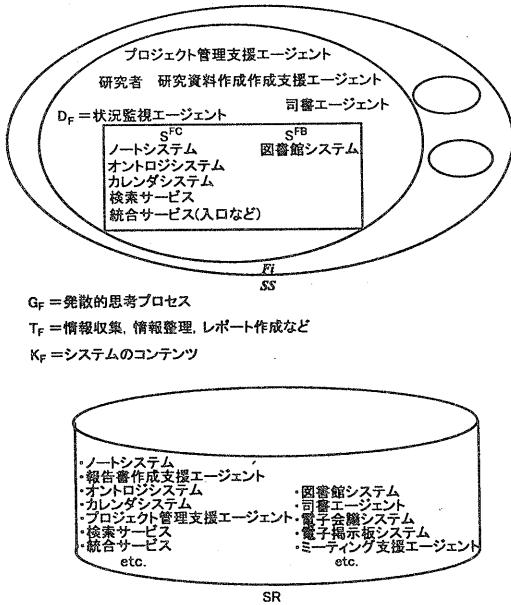
表1: 研究室情報管理システムとSW

表1より、現状の研究室情報管理システムにはSSとSRは存在するが、それらを管理しMの要求に柔軟に対応しFやサービスを提供する仕組みであるSWの管理エージェント群が存在しない。

そこで本節では、このシステムの背後にSWが存在した場合という立場で具体例を提示する。

SWで支えられたSSの具体例としてこのシステムを利用するためには、SWアーキテクチャをこのシステム

をベースに表現しなければならない。一方、表1に示した対応を参考にすれば、既存の研究室情報管理システムの構成要素を用いてSSとSRを表現することができる。したがって、前章の定義と表1の対応から、例えば個人の研究活動を支援するサブシステム群と支援エージェント群を含むFとその外側にあるSSを視覚化すると図5のようなになる。

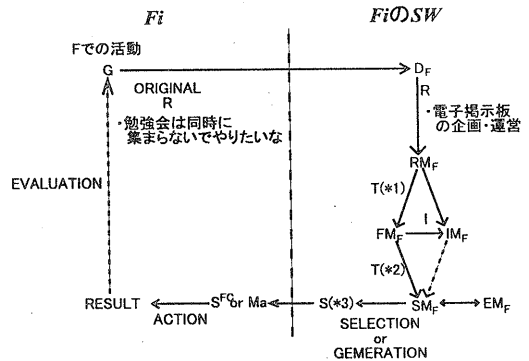


G_F = 発散的思考プロセス
 T_F = 情報収集, 情報整理, レポート作成など
 K_F = システムのコンテンツ

図5: 個人の研究活動を支援する場

個人の研究活動のためのFなので人間Mは1人である。研究活動のプロセスは発散的思考、収束的思考などさまざまな段階があり、それに応じたGがあるが、例えばこのFにおいては、Gは発散的思考プロセスとする。そのGを達成するためのTは、情報収集、情報整理、レポート作成などが考えられる。また、研究活動のための基本サービスは、情報の蓄積場所であるノートシステム、辞書あるいは概念体系として機能するオントロジシステム、イベントやスケジュールの蓄積場所であるカレンダーシステム、基本的な検索機能を提供する検索サービス、Fに存在するすべてのサービスを統合し、それらへの入口提供したり、Fの変化情報すなわち新着情報を提供したりするウェブにおけるトップページに相当するものを提供する統合サービスの合計5つである。更に、基本サービスに対応して、ノートシステムを利用して報告書などの研究資料作成タスクを支援するエージェント、

カレンダーシステムを利用してプロジェクト管理タスクを支援するエージェントがエージェントMとして存在している。一方、Mの要求に基づいて生成されたカスタムサービスとして、図書館のような情報アクセスを行うプロトコル型のサービスである図書館システムが存在している。それに対応して、図書館に対する情報管理タスクを支援する司書エージェントが存在している。Kは、Fに存在するサービス群が蓄積した知識であると考えられる。もっとも主要な知識は各情報管理システムのコンテンツだと考えられる。



前提
 ・場にはメンバが複数存在

*1
 ・電子掲示板サービスの生成
 ・統合サービスの作り直し
 (入口に電子掲示板へのリンクの付加, 新着情報の追加など)
 ・メンバへのアナウンス

*2
 ・..さんへのアナウンス

*3
 ・電子掲示板サービス, Selected S^{FC}
 ・ミーティング支援エージェント, Selected Ma
 ・統合サービス, Generated S^{FC}

図6: メンバの要求に基づくサービスの変更

図5に図示したようなSSの背後に、図4に図示したようなSWの管理エージェント群が存在する状態で、SWによってSSでの活動が支援される様子を描いたものが図6である。具体的には、この次に説明する具体例の結果として生成されたCSCW勉強会という目的で集まった複数の人間MのためのFを前提としており、その中のMが勉強会を非同期でやりたいという要求から、それをタスクに分割し、タスクをサービスに表現し直し、非同期型ミーティングが行えるようにFのサービスに追加・変更を行うという一連の流れを表現した図である。

まず、Fから「勉強会は同時に集まらないでやりたい」という要求がでる。これがD_Fで検出され、RMが処理可能なR「非同期電子会議の企画・運営」に整形し

て渡す。次に、RMはRをT「電子掲示板サービスの生成」「統合サービスの作り直し」に「メンバへのアナウンス」に分解する。分解されたTはFMに渡され、そこで管理しているF情報を反映し、さらに詳細なT「参加者のすべてにアナウンスする」「参加者だけに利用可能にする」に分解し、それをSMに渡す。今回はFのMにだけ通知すれば良いため問題がないので、RMあるいはFMはIを必要としない。しかし、もし特定のMが電子的アナウンスに對し対応が遅いという情報がF管理エージェントがもつM管理DBに登録されていたら、人間に依頼する必要があるかも知れない。SMはT「電子掲示板サービスの生成」「統合サービスの作り直し」「メンバへのアナウンス」をS「電子掲示板システム」「ミーティング支援エージェント」「再構成された統合サービス」で表現し直し、SRから適切なサービスを選択「電子掲示板システム」「ミーティング支援エージェント」あるいは合成「統合サービス」し、タスク型のサービス(S^T)「ミーティング支援エージェント」はFのエージェント参加者として、プロトコル型のサービス(S^P)「電子掲示板システム」はカスタムサービス(S^{FC})としてFに提供する。「統合サービス」は元々基本サービス(S^{FB})として場に存在するので、それが更新される。電子掲示板システムへのリンク、ミーティング支援エージェントの呼び出しリンク、電子掲示板システムとミーティング支援エージェントが追加されたことを示す新着情報、その使い方情報へのリンクなどが追加された「統合サービス」は、更新の際にメッセージをMに配信する。以上のような処理を経て要求に合わせて提供されたサービス群は、実際のCSCW勉強会での利用を通じて評価されあらたな要求につながっていく。

図7は、FのMの要求に基づいて、FおよびFのSWを生成する例である。要求を出す参加者は、図5のようなFで個人活動を行っているとする。まず、Fから「CSCWに関する調査をしたい」「..さんがCSCWに興味がある」といっていたからいっしょにできないかな」「参加者は多い方がいいな」という要求がでる。これが D_F で検出され、RMが処理可能なR「CSCW勉強会の企画・運営」に整形して渡す。次に、RMはRをT「CSCW勉強会のための場の生成」「Aさんとそのほか興味をもっている人へのアナウンス」に分解する。分解されたTはFMに渡され、通常ならそこで管理しているF情報を反映した形でさらに詳細なTに分解を行うが、「場の生成」というFレベルでは処理できない要求があるために、この2つのタスクレベルまで分解された要求をSSのSW

に伝える。これがSSのSWの検出エージェントである D_{SS} で検出され、SSのSWのRMに渡される。ただし、この場合はすでにタスクレベルに分解された要求なので D_{SS} 何も行わない。続いて、SSのSWのRMでもタスクレベルの要求に対して何も行われず、SSのSWのFMに渡される。SSのSWのFMではそこで管理しているF情報、すなわちSSのすべてのMの情報を反映し、さらに詳細なT「..さんにアナウンス」に分解し、それをSMに渡す。今回は、FMはタスク分解に際しだれにアナウンスすれば十分か決定できないので、人間に補助を求めるためのIを必要とし、それをIMに渡す。IMは対話を行い指示されたT「..さんにアナウンス」をSMに渡す。この時、あるMが電子的アナウンスを好まずかつCSCWに興味をもっているということを知っていたら、そのようなMにアナウンスするため実世界でアクションを起こす。

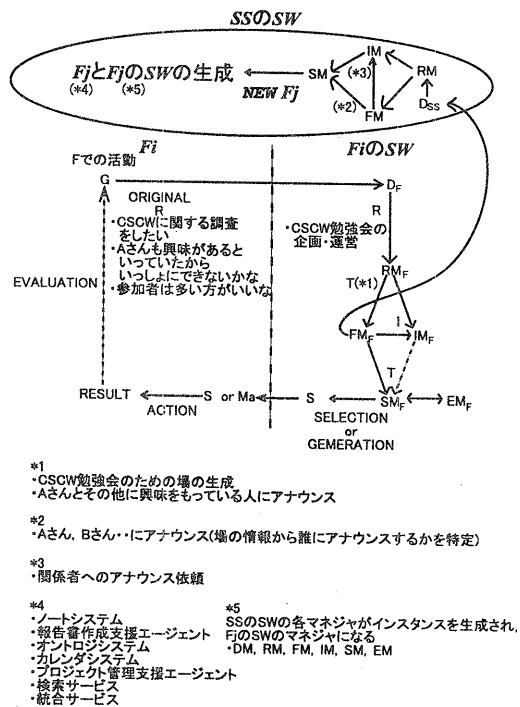


図7: メンバの要求に基づく場の生成

次に、SMはT「CSCW勉強会のための場の生成」「SSの統合サービスの作り直し」「..さんにアナウンス」をS「場の生成」「再構成された統合サービス」で表現し直す。その結果、SSの「統合サービス」が更新される。CSCW勉強会の場へのリンク、新しい場が追加された

ことを示す新着情報、その目的情報へのリンクなどを追加「統合サービス」は、更新の際にメッセージをMに配信する。一方「場の生成」サービスの結果として、SSに新しいFが生成され、同時にSSのSWに新しいF用のSWが生成される。新しいFは基本サービスであるサブシステム群とそれを活用する支援エージェント群およびメッセージを配信したメンバを含む。また、新しいF用のSWの管理エージェント群はSSのSWの管理エージェント群からインスタンス化されたものである。DMだけはインスタンスとして管理エージェントを生成するのではなく、検出エージェント D_F を生成し、新しいFに配置する。

以上の例で、研究活動支援のための人間—エージェント共生空間での参加者の社会活動をソーシャルウェアがどのように支えていくかを示した。また、これらの例題により3章で述べた要件のうち、(1)から(5)を満たしていることを説明できた。

4.2 電子商取引

ミネソタ大のCollinsらは電子商取引のためのマーケットアーキテクチャMAGMA[8]を提案している。このアーキテクチャは電子商取引のための仮想的活動空間のアーキテクチャととらえられる。本稿で提案するアーキテクチャは汎用的なものであるが、本アーキテクチャがMAGMAを包含しうるかどうかを検証するために構成要素の比較を行った。表2は、ソーシャルウェアアー

MAGMA	ソーシャルウェアアーキテクチャ
なし	人間参加者
Participating Agents	エージェント参加者
Common Servicesの1部	SW(の管理エージェント群)
なし	要求からのサービス追加・変更
Exchange	SS
Market	場
Session	場に存在するプロトコル型サービス
Common Services	サービスリポジトリ
Administrator API	IM

表 2: MAGMA と SW

キテクチャが電子商取引のためのマーケットアーキテクチャを包含しうることを示している。

5 むすび

我々は、多数の人があつまる広域分散環境上の仮想的な空間では、人間とエージェントとが共生して社会的な活動を行うものだと考えており、そのような人間—エージェント共生空間での参加者の活動を支えるソフトウェアのアーキテクチャとして、エージェント技術に基づくソーシャルウェアアーキテクチャを提案した。また、ソーシャルウェアが、参加者が個人あるいはグループで行う活動のための場の生成から消滅までを管理・運営することで、HASSの社会的現実感を強化することを、例をあげて説明した。

今後は、ソーシャルウェアの設計を詳細に行うと共に、例題で取り上げた研究活動のための人間—エージェント共生空間の背後にソーシャルウェアを加えることで、参加者の活動が効果的に支援できること、社会的現実感を強化できることを検証するつもりである。

参考文献

- [1] 木下哲男, 白鳥則郎ら, "情報ネットワーク社会の未来"の第2章第1節, FUJITSUBOOKS, pp. 30-37, 1998.
- [2] 白鳥則郎, 木下哲男, 菅原研次, "やわらかいネットワークに基づく人間—エージェント共生空間", 信学技報 IN96-119, pp. 75-82, January 1998.
- [3] R.Rockwell, "An infrastructure for social software," *IEEE Spectrum*, vol. 34, No. 3, pp. 26-31, 1997.
- [4] 中西英之, 吉田力, 西村俊和, 石田亨, "FreeWalk:3次元仮想空間を用いた非形式的なコミュニケーションの支援," 情報学論, vol. 39, No. 5, pp. 1356-1364, 1998.
- [5] 西本一志, 角康之, 門林理恵子, 間瀬健二, "マルチエージェントによるグループ思考支援," 信学論, vol. J81-D-I, No. 5, pp. 478-487, 1998.
- [6] 杉山達彦, 木下哲男, 白鳥則郎, "研究活動支援のための人間—エージェント共生空間," 信学技報 SSE97-82, vol. 97, No. 293, pp. 39-44, September 1997.
- [7] 勝又誠, 杉山達彦, 木下哲男, 白鳥則郎, "研究活動支援における個人情報の蓄積・管理とその再利用法に関する考察," 信学技報 SSE97-83, vol. 97, No. 293, pp. 45-51, September 1997.
- [8] John Collins, Scott Jamison, Bamshad Mobasher, Maria Gini, "A Market Architecture for Multi-Agent Contracting," *Technical Report 97-15 University of Minnesota*, May 1997.