

人間-エージェント共生空間の試作

今野 将[†] 原 英樹[‡] 藤田 茂[†] 菅原 研次[‡] 木下 哲男[#] 白鳥 則郎[#]

[†]千葉工業大学情報工学科
[‡]千葉工業大学情報ネットワーク学科
[#]東北大学電気通信研究所

概要

近年、コンピュータネットワークを用いた新しい人間の社会活動の場が形成されつつあり、このような形態の社会はネットワーク社会と呼ばれている。そこで我々は、ネットワーク社会を実現するための基本的概念として人間-エージェント共生空間概念を提案/試作してきた。本発表では、この人間-エージェント共生空間概念に基づいて、人間-エージェント共生空間の構成法を提案し、その実験システムとして試作した人間とエージェントが協調するサイバーオフィスについて述べる。

Development of the Human-Agent Symbiotic Space

Susumu Konno[†], Hideki Hara[‡], Shigeru Fujita[†],
Kenji Sugawara[‡], Tetsuo Kinoshita[#], Norio Shiratori[#]

[†]Dept. of Computer Science, Chiba Institute of Technology
[‡]Dept. of Network Science, Chiba Institute of Technology
[#]Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

Abstract

Recently, the new virtual place to support human social activities in the computer network system becomes important, in the age of the network society. We have been proposing and developing the Human-Agent Symbiotic Space. The goal of this paper is in formalization of the Human-Agent Symbiotic Space and its prototype system, which is called the cyberoffice based on the concept.

1 はじめに

近年、インターネットを用いたワールドワイドな情報発信と受信の基盤技術の発展に伴い、社会における人間の活動のあり方が急速な変化を遂げている。

電子商取引, CALS, バーチャルエンタープライズ, SOHO など, これまでにない新しい社会活動のしくみが, マルチメディア通信機能, バーチャルリアリティ機能, 協調作業支援機能などを利用してネットワーク環境の中に成立しつつある. このように, 人間の様々な社会活動がネットワークの機能を利用して営まれる社会はネットワーク社会と呼ばれている.

ネットワーク社会において, 人間の活動を支援する重要な存在としてエージェントがあげられている [1]. エージェントとは, 自律性と協調性を有するソフトウェアであり, ネットワーク社会における人間の様々な情報処理活動を支援する役割を持っている.

そこで, 我々は今までにエージェント開発フレームワーク ADIPS (Agent-based Distributed Information Processing System)[2] や, ADIPS を用いて構築されたやわらかいネットワーク [3] 等の基盤技術を提案/開発してきた. また, これら基盤技術を用いて構築される人間とエージェントが協調的に作業を行う空間である人間-エージェント共生空間の概念提案を行ってきた [4, 5].

本発表では, 人間-エージェント共生空間の概念に基づいて, その構成法を提案し, その実験システムとして試作した人間とエージェントが協調するサイバースペースについて述べる.

2 人間-エージェント共生空間

人間-エージェント共生空間とは, 現実社会の人間とネットワーク環境上のエージェントが協調して, 人間社会の活動を支援する空間概念である.

人間-エージェント共生空間において, 人間はその情報処理作業をソフトウェアエージェントにより支援される. 人間-エージェント共生空間におけるソフトウェアエージェントとは, 人間の意図を理解し, 周りの状況を判断した上で柔軟な処理を行うことのできる自律的/能動的ソフトウェアのことである.

図1に人間-エージェント共生空間 (Human Agent Symbiotic Space:HASS) の概念構成モデルを示す. 図1に示したとおり人間-エージェント共生空間は3つの概念モデルから構成され, 以下のように定義

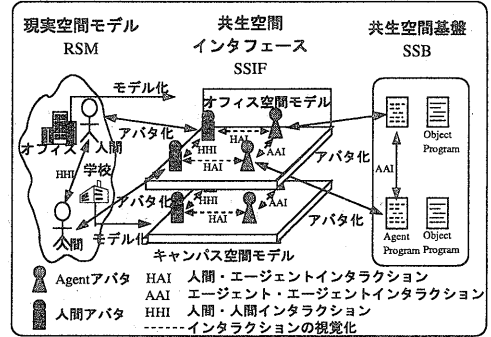


図1: 人間-エージェント共生空間概念構成モデル

される.

$$HASS = \langle RSM, SSIF, SSB \rangle$$

RSM 現実空間モデル

SSIF 共生空間インタフェース

SSB 共生空間基盤

現実空間モデル (Real Space Model:RSM) とは, 人間-エージェント共生空間が支援の対象とする現実世界における人間の活動や, 必要な情報資源や処理を形式化したモデルである. 支援対象領域ごとに定義され, 共生空間インタフェース上に構築される人間-エージェント共生空間のサブスペースの特徴付けを行う.

共生空間インタフェース (Symbiotic Space Interface:SSIF) とは, 複数の人間間の協調や人間とエージェント間の協調を実現する際に必要な仮想空間やアバタ等のビューモデル及び, インタラクションダイアログモデルの集合である. 仮想空間は幾つかのサブスペース (空間ユニットと呼ぶ) から階層的に構成される.

共生空間基盤 (Symbiotic Space Base:SSB) とは, 人間-エージェント共生空間において, 人間にサービスを提供し, 人間の活動を協調的に支援するソフトウェアシステムであり, エージェントプログラムの集合とオブジェクトプログラムやデータの集合及び, 共生空間インタフェースにおける相互作用規約により構成される.

人間-エージェント共生空間において定義されている協調プロトコルには, 1) エージェント間協調プロトコル 2) 人間-エージェント間協調プロトコルの2種類がある. エージェント間協調プロトコルとは, ADIPS により定義された拡張契約ネットプロトコ

ル (Extended Contract Net Protocol) のことである。人間エージェント間協調プロトコルとは、人間-エージェント共生空間においておこなわれる人間とエージェントのインタラクションの際に用いられるプロトコルのことである。人間とエージェント間のインタラクションには、i) 3次元空間における相互作用 ii) ダイアログを用いた相互作用の2つの方法があり、それぞれビューモデル、ダイアログモデルとして定義されている。

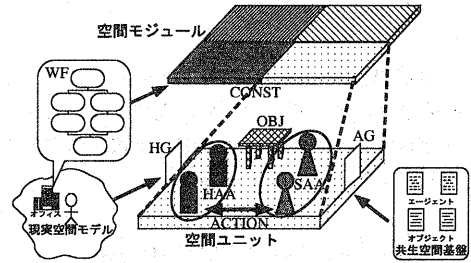


図 2: 共生空間インタフェース概念図

3 共生空間インタフェース

共生空間インタフェースは、人間やエージェントが協調作業を行う3次元仮想空間を構成するシステムである。3次元仮想空間は、最小単位の空間ユニット、空間ユニットの集合である空間モジュール及び、空間モジュール間の階層構造関係集合の3つの要素により構成される(図2)[6, 7, 8, 9]。空間ユニットにおいて人間やエージェントはアバタとして表現されアバタを用いて相互作用(協調作業)を行う。

空間ユニットには、現実空間モデルにおいて定義された情報に基づき、そこで活動を行う人間やエージェントの作業形式/作業規約/作業内容/必要な資源(オブジェクト)等の情報格納されている。これら各種情報は共生空間インタフェースのサーバに格納されており、人間が用いる端末である共生空間インタフェースのクライアントに必要に応じてよみこまれ、空間ユニットのビューモデル(3次元仮想空間)を構築し、人間に対しサービスを提供する。このような空間ユニットは以下のように定義される。

$SU = \langle WF, HAA, SAA, OBJ, CONST, ACTION, HG, AG \rangle$	
WF	支援対象領域のワークフロー記述
HAA	人間アバタの集合
SAA	エージェントアバタの集合
OBJ	オブジェクトビューモデルの集合
CONST	空間ユニットの構造情報
ACTION	相互作用方法の集合
HG	人間用空間ユニット アクセスゲート
AG	エージェント用空間ユニット アクセスゲート

WFは現実空間モデルにおいて定義された各要素をもとに記述されたワークフローの記述である。こ

のWFは空間ユニットにおける人間やエージェントの作業に関するフローであり、主にオフィス等の支援対象領域を構築する際に記述され、空間ユニットにおける作業の指針となる。ワークフローは共生空間基盤に存在するタスク管理エージェントにより管理される。

HAAは現実空間モデルにおいて定義されたUSERS(人間)が人間-エージェント共生空間上で他の人間に対して認識されるアバタ(ユーザビューモデル)の集合である。アバタには多様な種類が存在し、その空間ユニットにおける人間の役割などにより異なる。

SAAは共生空間基盤に存在し、人間と協調作業を行うソフトウェアエージェントのアバタ(エージェントビューモデル)の集合である。人間と直接協調(インタラクション)を行うエージェントは全てアバタとして人間に視覚化される。

OBJは人間の空間ユニットにおける作業の際に必要とされるオブジェクト/プログラム/データの視覚化情報(オブジェクトビューモデル)の集合である。プログラムやデータなどは、その種類に基づき適宜メタファとして視覚化される。

CONSTは、人間に対し視覚化される空間ユニットの構造情報の集合である。空間ユニットは幾つかの視覚化された構造物(机、本棚、椅子など)から構成され、それらの内部情報がCONSTに記述される。

ACTIONは、空間ユニット上で行われる人間間、人間とエージェント間及び、エージェント間の相互作用情報の集合である。相互作用情報とは、共生空間基盤で行われるエージェント間の協調や現実空間における人間間及び、現実空間の人間と共生空間基盤のエージェント間のインタラクションの視覚化情報のことである。

4 共生空間基盤

共生空間基盤とは、ADIPS フレームワークにより構成されたエージェントや、既存のコンピュータプロセスであるオブジェクトが、実際に動作する場であり以下のように定義される。

SSB=<IAG, TMAG, TPAG, IRAG>

IAG インタフェースエージェント
 TMAG タスク管理エージェント
 TPAG タスク処理エージェント
 IRAG 情報資源エージェント

インタフェースエージェント (Interface Agent: IAG) とは、直接利用者とインタラクションを行うエージェントであり、現実世界の言語系をエージェント世界の言語系に変換する役割をもつ。例として、サイバーオフィスにおける秘書エージェント、サイバーショッピングモールにおける店員エージェント、電子図書館における司書エージェント等があげられる。

タスク管理エージェント (Task Management Agent: TMAG) とは、インタフェースエージェントから与えられるタスク要求の分割 (タスク分割) を行い、専門的な処理を行うタスク処理エージェントへ要求を伝達する役割を持つ。タスク管理エージェントは共生空間基盤内の様々なタスク処理機能や情報資源に関する知識を持っており、処理対象の分野ごとに大きく分類されている。

タスク処理エージェント (Task Processing Agent: TPAG) とは、具体的なタスクに関してそれを専門的に処理する機能を持ったエージェントである。例として、検索処理、統計処理、科学技術処理、グラフィックス処理等があげられる。これらタスク処理エージェントの一部は移動機能を有し、ネットワーク内を移動しながらタスクを処理して行く。

情報資源エージェント (Information Resource Agent: IRAG) とは、共生空間基盤内で常駐し固定的なエージェントである。様々な情報を保持し、提供する役割を持つ。タスク処理エージェントにより利用される。情報資源エージェントは人間あるいはエージェントにより、その情報を維持 (メンテナンス) される。例として、データベースエージェント、知識ベースエージェント等があげられる。共生空間基盤の概念図を図3に示す。

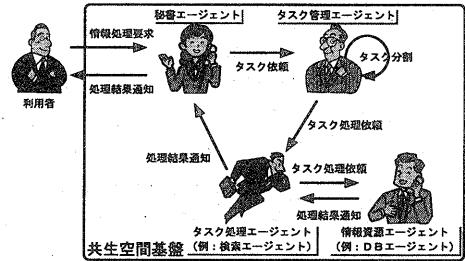


図3: 共生空間基盤概念図

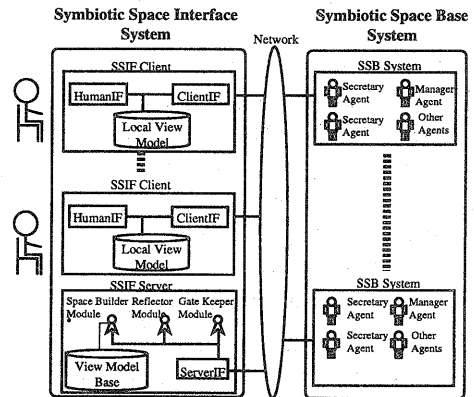


図4: 人間-エージェント共生空間システム構成

5 人間-エージェント共生空間システム

人間-エージェント共生空間は、図4に示すシステム構成により実現される。人間-エージェント共生空間システムは

- 共生空間インタフェースシステム (Symbiotic Space Interface System)
- 共生空間基盤システム (Symbiotic Space Base System)

の2つのシステムから構成される。

共生空間インタフェースシステムは更に、共生空間インタフェースクライアント (SSIF Client) と共生空間インタフェースサーバ (SSIF Server) の2種類のシステムをもつ。SSIF Client とは、人間-エージェント共生空間で行われる社会活動に参加する際に人間 (User) が使用する端末である。この端末を用いて人間は他の人間やエージェントとインタラク

ションを行う。SSIF Client は人間 (利用者) にたいし 3 次元ビューやエージェントとのインタラクションを行う際に用いるインタラクションダイアログを提供する HumanIF 部と 3 次元ビューを格納する Local View Model 部, そして SSIF Server と通信を行う ClientIF 部から構成される。3 次元ビューモデルは VRML を用いて記述している。また, インタラクションダイアログモデル及び, 他のモジュールの構築には Java を用いている。

SSIF Client=<HumanIF, Local View Model, ClientIF >

SSIF Server とは, 空間ユニット上のイベントの監視/管理や, 空間ユニットの構築に必要な情報 (ビューモデルの部品) の生成/管理, SSIF Client ~ SSB 間のメッセージの中継などを行うシステム集団である。空間ユニットで行われる人間間や人間エージェント間の協調作業は普通複数の端末 (SSIF Client) を用いて行われる。その際に SSIF Client 間の共有情報の管理を行うのが SSIF Server である。

SSIF Server=<Reflector Module, Gate Keeper Module, Space Builder Module, View Model Base, ServerIF >

共生空間基盤システムは ADIPS フレームワークにより開発されたエージェントやその他のコンピュータプロセスであるオブジェクトが動作する環境である。

6 人間-エージェント共生空間の試作

前節までに述べた設計に基づき人間-エージェント共生空間の試作システムである 'サイバーオフィス' の試作を行った。サイバーオフィスとは, 人間-エージェント共生空間上に階層的に構築された空間ユニットの一例であり, 人間とエージェントのオフィスワークに関する協調作業をネットワーク上で支援するための仮想空間概念である。サイバーオフィスの利点は複数の人間の間で意見交換や関連情報の収集/整理などの通常遠距離に分散しては不可能な作業が, 場所や時間にとらわれることなく行える点である。また, 複数の人間が作業環境ごと共有するため現在のグループウェアなどの問題点としてあげられている利用者の作業中の孤独感も軽減される [10]。さらに, エージェントの作業支援により利用者にかかる仕事量を大幅に軽減する事が可能である事

があげられる。次に今回の試作例題について述べる。

例題 貿易商社 Z 社の中の小さな部門として, ヨーロッパの家具を日本に輸入して販売するプロジェクトが編成された。商品企画のメンバーは, 下記の 3 名である。

- A 氏: ニューヨーク在住: プロジェクトマネージャー
- B 氏: スtockホルム在住: 現地家具調査
- C 氏: 日本千葉県千葉市在住: 市場調査担当

C 氏は, 在宅勤務で市場調査担当として参加することになった。(ちなみに C 氏には, 1 歳の子供がいる。) C 氏のパソコン画面上には, サイバーオフィスが表示され, A 氏と B 氏がアバタとして存在し, 作業を行う。3 人は電子会議を利用して, 対話をしたり, 会議をしながらこのサイバーオフィスで輸入する家具のリストを作成する作業を進めている。C 氏は関東圏での家具の売り上げ動向の過去 5 年の資料を作成するため, データベースの検索を秘書エージェントを通して資料検索依頼をし, 結果をわかりやすく表示するための作業を, 引き続き秘書エージェントに依頼し, その結果を A 氏と B 氏に提示する。

今回の試作は, B 氏および C 氏がサイバーオフィスにおいて情報検索要求を発生した場合における, 利用者支援環境の構築に絞って行った。利用者は情報検索要求を発生した場合, 自分用のインタフェースエージェント (秘書エージェント) に対し情報検索要求が発生した旨を伝える。この際に用いられる伝達手段とは, エージェントにより提供されるダイアログを操作する事でことである。利用者からの情報検索要求の受付を終了すると, 秘書エージェントはタスク管理エージェントに対し利用者からの検索要求を伝達する。タスク管理エージェントは自らがもつ知識を元にタスクの分割を行い, 利用者からの要求を満たす事が可能なタスク処理エージェント (この場合は情報検索エージェント) に対し利用者要求 (情報検索要求) を伝達する。要求を受けた情報検索エージェントは知識に基づきネットワーク上の情報資源エージェント (データベースエージェント等) に対しアクセスし結果を得る。検索結果は, 一度秘書エージェントを経由して利用者へと伝達される。検索要求の対象が画像などの場合は直接表示される。

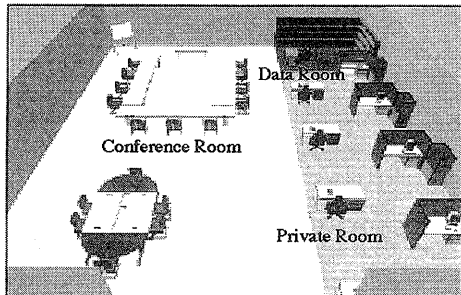


図 5: サイバーオフィス

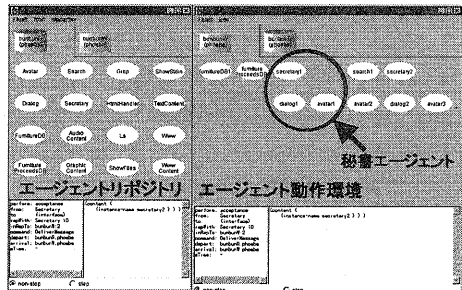


図 7: 共生空間基盤エージェントモニタ

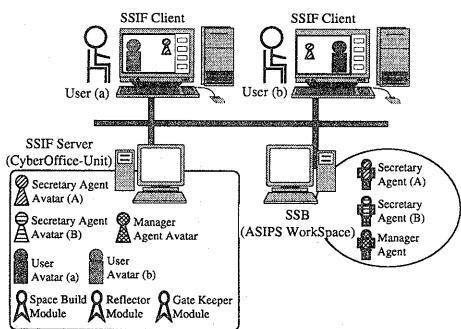


図 6: サイバーオフィスシステム構成

また、検索結果に対しある種の加工が必要な場合は、秘書エージェントを介して情報加工を行う。

以上のような例題に基づき生成されるサイバーオフィスユニットは図 5 のような構成になる。

また、サイバーオフィスの試作システム構成および共生空間基盤において動作するエージェントのモニタを図 6、図 7 に示す。

7 おわりに

本発表では、人間とネットワーク上に存在するエージェントの協調の場として人間-エージェント共生空間の概念の提案及び、人間-エージェント共生空間内の各システム的设计、そして、例題としてサイバーオフィスの試作を行った。本研究により、人間-エージェント共生空間上において人間はその情報処理作業をネットワーク上のエージェントに依頼することで、より効率よく作業が行える。

参考文献

- [1] 西田豊明, 工藤育男. 特集「ネットワーク社会を支える新しい知能メディア技術」の編集にあたって. 情報処理, Vol. 38, No. 1, p. 9, 1997.
- [2] 藤田茂, 菅原研次, 木下哲男, 白鳥則郎. 分散処理システムのエージェント指向アーキテクチャ. 情報処理学会論文誌, Vol. 37, No. 5, pp. 840-852, 1996.
- [3] Norio Shiratori, Kenji Sugarara, Tetuo Kinoshita, and G. Chakraborty. Flexible networks: Basic concepts and architecture. *IEICE Trans. Commun.*, Vol. E77, No. 11, pp. 1287-1294, 1994.
- [4] 白鳥則郎, 木下哲男, 菅原研次. 共生空間の実現に向けて-ポストモダン分散システム-. 電子情報通信学会誌, Vol. 80, No. 2, pp. 165-168, 1997.
- [5] 白鳥則郎, 木下哲男. ネットワーク革新の検証と将来展望. 電子情報通信学会誌, Vol. 81, No. 2, pp. 426-429, 1998.
- [6] 今野将, 原英樹, 菅原研次, 木下哲男, 白鳥則郎. オフィス環境支援のための人間-エージェント共生空間. 信学技法 AI96-39, IEICE, 1997.
- [7] 今野将, 原英樹, 藤田茂, 菅原研次, 木下哲男, 白鳥則郎. 拡張現実空間概念に基づくオフィスワーク支援環境の試作. 情処研報 DPS82-4, IPSJ, 1997.
- [8] 今野将, 高橋誠康, 原英樹, 菅原研次, 木下哲男, 白鳥則郎. サイバーオフィスにおけるエージェントのビューモデルについて. 信学技法 AI97-21, IEICE, 1997.
- [9] Susumu Konno, Xin Zhang, Tatsuhiko Sugiyama, Seikoo Takahashi, Hideki Hara, and Shigeru Fujita. On a view model of agents in the cyber office. *ICOIN-12*, 1997.
- [10] 松下温ほか. グループウェアの社会・文化的考察. 情処研報, IPSJ, 1993.