

Title	ユーザーの利用状況に柔軟に対応する発想支援システムの研究
Author(s)	磯, 和之
Citation	
Issue Date	2000-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/662
Rights	
Description	Supervisor:杉山 公造, 知識科学研究科, 修士

修 士 論 文

**ユーザーの利用状況に柔軟に対応する
発想支援システムの研究**

北陸先端科学技術大学院大学
知識科学研究科知識システム基礎学専攻

磯 和之

2000年3月

修 士 論 文

ユーザーの利用状況に柔軟に対応する
発想支援システムの研究

指導教官 杉山 公造 教授

北陸先端科学技術大学院大学
知識科学研究科知識システム基礎学専攻

850006 磯 和之

審査員：杉山 公造 教授(主査)

下嶋 篤 助教授

國藤 進 教授

2000年2月

目次

1	序論	1
1.1	発想支援システム	1
1.2	本研究の課題	2
1.3	本論文の構成	3
2	関連研究と本研究の位置づけ	4
2.1	関連研究	4
2.1.1	図的情報による支援	4
2.1.2	文字情報による支援	4
2.1.3	複数の計算機を利用したシステムの研究	5
2.1.4	発想支援システムのコンポーネントモデルについての研究	5
2.2	本研究の位置づけ	6
3	システムの利用環境	7
3.1	利用方法	7
3.1.1	一人でシステムを使用する場合	8
3.1.2	複数の人間が同室に集まりシステムを使用する場合	9
3.1.3	複数の人間が離れた場所から同時にシステムを使用する場合	10
3.1.4	複数の人間が非同期にシステムを使用する場合	10
3.2	システムを利用できる計算機環境	10

4 システムの設計方針	12
4.1 システムの概要	12
4.2 発想支援システムとしての基本機能	13
4.2.1 文字情報による支援	13
4.2.2 図情報による支援	13
4.3 計算機環境に依存しないための設計	14
4.3.1 e-Mailを使ったシステムの利用	14
4.3.2 Webブラウザによるシステムの利用	14
4.4 複数の人間が利用するための機能	15
4.4.1 情報の共有	15
4.4.2 履歴の保存	15
4.5 グラフの編集用インタフェース	16
4.5.1 リンクの追加	16
4.5.2 リンクの削除	17
4.5.3 カードの移動	18
4.5.4 カードの削除	18
4.6 XML形式によるファイルの保存	18
4.7 アプリケーション形式のクライアント	19
5 システムの実装について	19
5.1 開発環境	20
5.2 全体の構成	20
5.3 サーバー	21
5.3.1 SessionServer	21
5.3.2 KASearchServer	22
5.4 クライアント	23
5.4.1 JavaAppletClient	23

5.4.2 MailClient.....	25
5.4.3 KASClient.....	26
5.4.4 XMLClient.....	27
6 試用実験	28
6.1 システムの試用環境について.....	29
6.1.1 serverの設定.....	29
6.1.2 Assistant Computerの設定.....	30
6.2 ユーザーが一人の場合.....	30
6.2.1 Webブラウザ単体による利用.....	30
6.2.2 複数の計算機を用いた利用.....	32
6.3 複数の人間による利用.....	34
6.4 試用テスト.....	36
6.4.1 試用テストについて.....	36
6.4.2 アンケートの解答.....	36
6.5 課題.....	37
6.5.1 グラフ作成インタフェースの改良.....	37
6.5.2 カードの自動生成機能の改良.....	37
6.5.3 グラフの自動レイアウト機能の追加.....	38
6.5.4 電子メールによって扱われる情報についての課題.....	38
7 結論	37
7.1 考察.....	39
7.1.1 インターネット技術の応用について.....	39
7.1.2 ユーザーインターフェースについて.....	40
7.1.3 システムの機能拡張について.....	41
7.2 本研究の総括.....	42

参考文献	44
付録 アンケート結果	46

目次

3.1 一人の人間が複数の計算機で作業を行う様子.....	8
3.2 複数の人間がシステムを利用する様子.....	9
4.1 ユーザーによって描かれる線.....	17
4.2 認識の為の計算.....	17
4.3 認識後作成されるリンク.....	17
4.4 リンクの削除動作.....	18
5.1 システムを構成する要素.....	21
5.2 SessionServerの内部構成.....	22
5.3 KASearchServerの構造.....	23
5.4 ログイン画面.....	23
5.5 画面上に登場するキャラクタとその名前.....	24
5.6 JavaAppletClientの初期画面.....	24
5.7 MailClientの役割.....	25
5.8 KASClientの役割.....	26
6.1 試験に利用した計算機の構成.....	31
6.2 修士論文の構成にシステムを使用した例.....	31
6.3 PDAを含めたシステム構成.....	32
6.4 WorkPadで作成されたメール.....	33

6.5 メールによって送られた単語で作成されるグラフ	33
6.6 複数のユーザーで利用する場合のシステム構成図.....	34
6.7 二人の人間で利用した例.....	35

表目次

4.1 サーバーとクライアントの役割.....	12
5.1 最終状態を表現するためのタグ.....	28
5.2 履歴情報を表す為のタグ.....	28
6.1 Session Server動作環境.....	29
6.2 KASerarchServer動作環境.....	29
6.3 KeywordAssociatorの連想辞書.....	30
6.4 携帯可能な利用環境の構成.....	32

第 1 章 序論

1.1 発想支援システム

本研究において発想支援とは、具体的な形にする前のアイデアを練るような段階の計算機による支援であると考えられる。例えば、文章を書く前にテーマや内容を考える段階の支援、プログラムを開発する前、どのようなプログラムを作っていくのか、どのような特徴を持ったシステムが必要なのかを考えるような段階の支援である。これまで、計算機は具体的に、文章を書く段階、プログラムを構築する段階において使用されてきた。発想支援システムはその前の段階で、曖昧で断片的な情報を対象にしたシステムである。

これまでに、発想支援システムの研究が進められ、様々な機能が開発されてきた。特に次の2つの基本的な機能が発想支援システムにとって重要な機能として考えられる。

- (a)文字情報による支援：人間に対し、システムが発想を刺激するような文字情報を生成し、提示する事で発想の行き詰まりの解消や、会話の展開を起こす。
- (b)図情報による支援：KJ法[1]のように、断片的な情報をグラフとして表示することで、全体の構造を人間に理解しやすくする。それによって、問題解決のきっかけを与える。

これらの機能は、人間の発想の誘発や、問題全体の構造を把握するために大きな効果があるとして、多くのシステムで実装されている。これまではこのような機能について注目し研究されてきた。本研究ではこれらの機能の利用方法に、焦点を絞っ

て研究を行った。すなわち、これまでの発想支援システムは、予め用意された計算機を使ってシステムを構成していた。これでは、特定の場所でしかシステムを使うことは出来ない。しかし、人間は特定の場所で物事を考えるわけでない。人間の思考作業を支援するシステムであるならば、場所や計算機に対する制限を持たず、使いたいその場所で、使える計算機を使って利用できるシステムが必要である。

1.2 本研究の課題

本研究の課題は、計算機環境に依存しない発想支援システムの構築である。現在、モバイルコンピューティングの研究や、インターネットの普及、計算機自体の高性能化、小型化、低価格化など様々な要因から、計算機の種類が多様化している。この多様化した計算機を、場所や状況に応じて使い分けることによって、様々な場所で計算機を使うことが出来る。ユーザーがその場で、利用できる計算機を選択し、その計算機を使って利用できるシステムを構築できれば、様々な状況に応じて利用可能な発想支援システムが構築できると考えた。ここで問題は、多様な計算機から利用できる仕組みを、いかにしてシステムに実装するのかということになる。その解決策として、e-MailとWebブラウザを、システムの利用手段として用いた。

e-Mailクライアントソフトウェアは、文字情報を扱う通信ソフトウェアとしては一般的に広く普及しており、最近では、携帯電話の中にもe-Mail機能付きの機種が登場している。

Webブラウザは、現在利用されている汎用計算機では必ずインストールされるソフトウェアの一つであり、そのほとんどがJavaに対応している。システムのユーザインタフェースの部分をJavaアプレットによって構築することで、従来の発想支援システムと同様に、図的な発想支援環境を提供することが出来る。

この2つの方法でシステムの利用が可能になれば、ユーザーは自分の使いたい計算機やその場で使うことの可能な計算機から自由に選択しシステムを利用できる。本研究では、従来の研究を参考に発想支援システムの基本機能を実装し、e-MailクライアントソフトウェアとWebブラウザの2つのソフトウェアを使って、利用が可能な発想支援システムInstantOpenSessionを試作し、評価を行うことを目的とする。

1.3 本論文の構成

第2章では，従来から行われている発想支援システムに関する研究と本研究の位置づけについて述べる．第3章では，システムの利用環境を，利用方法と計算機環境の2つの側面から考える．第4章ではシステムの設計方針について述べる．第5章では具体的な実装方法について説明する．第6章では，システムの試用実験の様子と結果について述べる．第7章を結論とする．

第 2 章 関連研究と本研究の位置づけ

2.1 関連研究

2.1.1 図的情報による支援

発想支援システムの研究の中で重要な機能として、図情報による支援がある。ACCENT[2][3]は、図情報による支援機能を活用することによって、ユーザーが、大量の情報からその特徴や傾向を把握する事を支援するシステムである。ACCENTは、KeywordAssociator(以下KA)とD-Abducotor(以下DA)から構成されるシステムである。KAにより、大量の文字情報を解析し、単語の共起性から単語間の関連度などを計算する。KAによって解析された情報を使って、DAが、文章内の単語やテキストそれぞれを断片的な情報として扱い、2次元空間に配置、自動レイアウトすることによって、元の文章の特徴や傾向を可視化することが出来るシステムである。この時の表示する方法に、無向グラフ、有向グラフ、包含グラフさらにそれらを組み合わせた複合グラフのレイアウトが行えることも特徴のひとつである。

2.1.2 文字情報による支援

計算機によって生成した文字情報によって人間の発想に対し刺激を与え、幅の広い情報を使った対話を促し、対話の息詰まりを解消させる事を目的としたシステムの研究が行われている。このような機能を持ったシステムがBA[4]やAIDE[5]である。

BAは、複数の人間がブレインストーミングを行うためのシステムである。出席できない人間の出席代行と、計算機が情報を提示する機能を持っている。複数の人間

が文字情報でコミュニケーションをとる環境を構築し、発言数の減少があった場合に、システムが新たな文字情報を発言として生成する。この時、予め欠席する人間が準備をしておけば、その欠席する人間の考えに近い発言を生成することが出来る。

AIDEは、対話型の協調作業における発散的思考支援を行う為のシステムである。AIDEはマルチエージェントシステムであり、その中の一つのエージェントとしてConversationalistがある。このエージェントは、文字情報でユーザーが対話している中に、門外漢モデルに従い、異質な情報を投げることで、対話参加者の視野を広げ、広範囲の関連情報の獲得を目的としている。

2.1.3 複数の計算機を利用したシステムの研究

発想支援システムは、複数の計算機を利用して複数の人間が利用するというグループウェアの側面を持つ。郡元[6]は、複数の計算機の特徴を活用してシステムを構成している。郡元では、データを収集を行うための計算機のひとつとしてPDAを利用している。PDAとは、ユーザーが常に携帯できる小型の計算機で、主に住所録やスケジュール、電子メールなどの個人データの記録や閲覧に利用されている。小型の計算機を常時携帯することで、人間がデータの記録を行いたい場所で、データの記録をおこす事が可能となる。記録されたデータをシステムに入力する事で、様々な場所で集めた情報をシステムの中で利用することが可能となる。

2.1.4 発想支援システムのコンポーネントモデルについての研究

人間が何かを考えるときに用いる発想法は人それぞれ違う物である。よってそれを支援する発想支援システムは、人それぞれによって違う発想法に柔軟に対応する必要がある。そこで、発想支援システムに柔軟性と、動的拡張性を持たせることを目的に、開発されたのが動的構成変更技術DMCC[6]である。DMCCは、拡張への制限が少ない、拡張に要する時間が短い、拡張の前後で継承される資源が多いなどの特徴を持ったコンポーネントモデルとDMCC管理機構の総称である。DMCCのモデルに従って発想支援システムを構築することで、システムが動作している途中に自

由に構成を変更でき，試行錯誤しながらユーザーが自分に最適なシステムを構築することが可能となる．

2.2 本研究の位置づけ

本研究では，これまでに開発されてきた，ACCENTやBA，AIDEなどの研究を参考に，図的情報による支援，文字情報による支援の2つの支援機能をシステムに実装するが，この2つの機能の実装については，基本的な部分に限定し，その機能の利用する方法に焦点を合わせて研究を進めた．

これまでの研究で実装されたシステムは，特定の機種に依存して実装されていた．そこで，本研究では，システムを構成するソフトウェアの機種依存性を無くし，その場にある計算機を用いてシステムを構成可能にする．郡元と同様に複数の計算機を利用するが，システムを構成するソフトウェアに機種依存性を持たないため，利用者の好みや状況に応じて計算機を選択しシステムを構築できるように設計した．PDAなどの小型端末の利用についても，e-Mailによって情報の送受信を行えるようにすることで，情報の入力だけではなく，システムから情報を取り出すことが出来るようにした．

システムの構造として，DMCCのような技術を用いて，柔軟性と動的拡張性を持ったシステムを構築することが望ましいが，DMCCの仕組みは複雑であり，システム全体の動作が遅くなる可能性がある．そこで，本システムでは，第4章に示すように機能を大きく4つに分類し，それぞれを独自のアプリケーションとする．DMCCを用いたシステムと比較すると柔軟性には欠けるが，4つのアプリケーションは，システムが動作している途中で自由に起動終了を行うことが出来る．よって必要な機能は，後から追加することが出来る．それぞれのアプリケーションは，ネットワーク機能を持ち計算機が分散して存在する環境において，どの計算機で起動しても動作可能とする．

第 3 章

システムの利用環境

本研究では，利用方法による違いと，計算機環境の違いの2つの側面から利用環境を考える．利用方法は，場所や利用者の人数によって4種類に分類する．それぞれにおいてシステムに必要とされる機能や，計算機環境に違いが生じる．このことについて，3.1で述べる．

次に，インターネットを中心に様々な計算機が登場し，小型の計算機においても通信機能を持つようになってきている．これら多種多様な計算機を発想支援システムの端末として利用することを考えた．本研究で試作したシステムを利用可能な，計算機環境について3.2で述べる．

3.1 利用方法

本研究で試作する発想支援システムの利用方法として，4つの利用方法を考える．

- 1)一人の人間が，複数の計算機を場所や時間に応じて選択しながら利用を行う．
- 2)複数の人間が，同じ部屋に集まり，システムを利用する．
- 3)複数の人間が遠隔地から，同時にシステムを利用する．
- 4)複数の人間がそれぞれの状況に応じて，非同期にシステムを利用する．

それぞれの場合について，例をあげて説明を行う．

3.1.1 一人でシステムを使用する場合

ユーザーがシステムを利用する時間や場所は特定されないことが望ましく、状況に応じて様々な計算機からシステムを利用することが必要である。図3.1は、例えば、自宅、電車などで移動している途中、歩いている途中などにおいて、自由にシステムを利用できる様子を図にした物である。システムはアイデアプロセッサやアウトラインプロセッサに近い機能を提供する。ユーザーは、野外であれば思いついたアイデアを携帯電話などの小型の計算機で送り、電車で移動している間や、休憩のとれる場所においては、持ち歩いて利用できるノート型パソコンを利用することが考えられる。自宅にデスクトップ型の計算機を設置しているならば、安定した通信機能や大型のディスプレイを使って快適に作業が出来るとシステムを構築する。

このような環境を実際につくることは決して難しいことではない。携帯電話を多くの人間が持つようになり、その携帯電話にはe-Mailの送受信機能が搭載されるようになってきている。パソコンが1台あればこのような利用環境をつくることは十分考えられる。

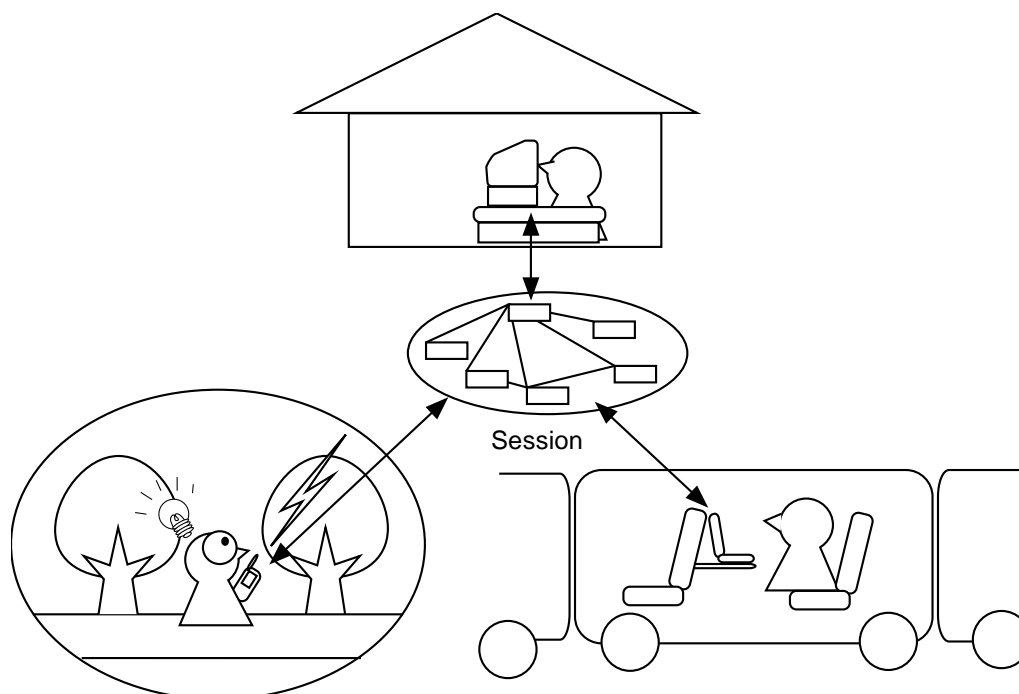


図 3.1 一人の人間が複数の計算機で作業を行う様子

3.1.2 複数の人間が同室に集まりシステムを使用する場合

複数の人間が、同じ部屋に集まり会議をするような場合、発想支援システムを利用することを考える。図3.2は、複数の人間が、自分のノート型パソコンを持ち寄って、互いに話し合いながら会議をする様子を図にした物である。

参加者は、普段から利用している計算機を使ったり、その場で用意できる適当な計算機を利用してシステムを構築することが出来れば、次のような理由から利用者がシステムを使う際の負担が軽減されると考えられ、少人数で集まって、その場でシステムを利用することも考えられる。

- (1)その場にある計算機を利用してシステムを使用する場合には、予め計算機を準備する必要がない。
- (2)日常的に利用している計算機からシステムを使用する場合には、最小限の事を学習すればシステムを使用できる。

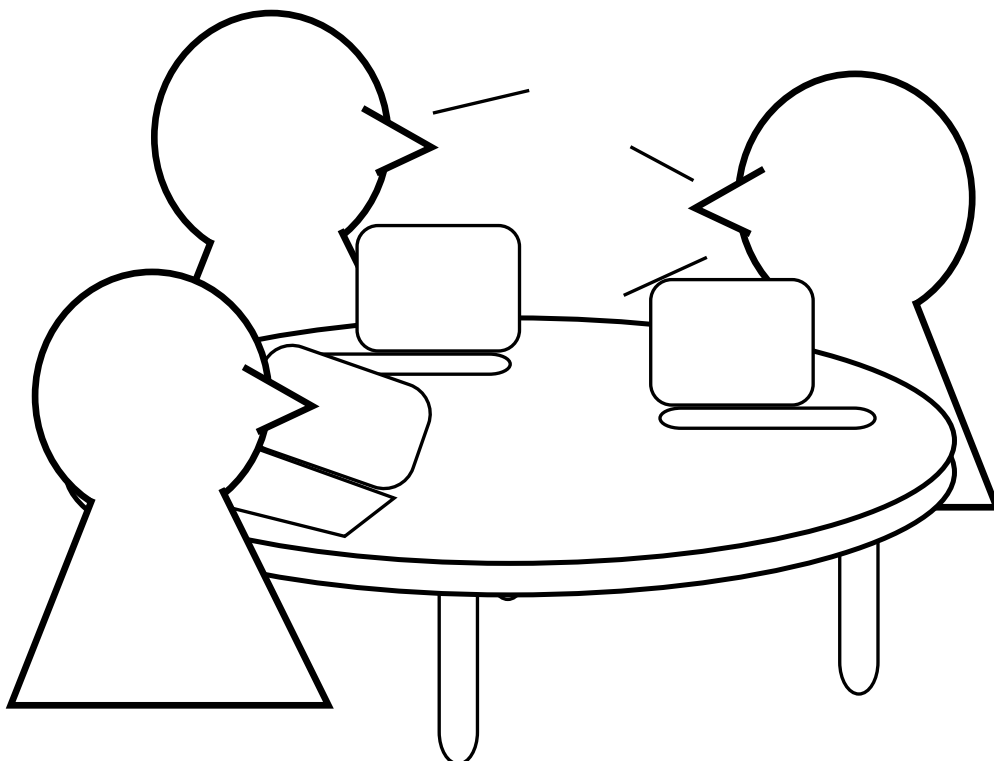


図 3.2 複数の人間がシステムを利用する様子

3.1.3 複数の人間が離れた場所から同時にシステムを使用する場合

複数の人間に対し、電子メールや電話などを使ってシステムを利用するために必要なWebページのURLやメールアドレスを通知することで、ユーザーがすべて離れた場所に存在していても同室の場合と同様に利用できるシステムを構築する。大きな違いは、直接会話が出来ないため、何らかの形でコミュニケーションをとれる手段が必要になるが、本研究では、簡単な文字情報によるコミュニケーションがとれる機能を実装する。人間のコミュニケーションは、文字情報だけで十分ではないが、最低限度の情報は伝達できると考えている。

3.1.4 複数の人間が非同期にシステムを使用する場合

複数の人間が、一斉にシステムに参加するわけではなく、利用したい時間に利用したい場所から参加する。この場合、それまでの履歴情報が重要になる。例えばすでに、複数の人間が会話をしている中に、後からシステムに参加した人間が、現在の状態だけを見せられられても、話題に加わることは難しい。そこで、会話の内容の時間的な変化を、後から参加したユーザーが見られる機能が必要となる。

3.2 システムを利用できる計算機環境

今回試作するシステムでは、出来るだけ多くのOSで実行できるシステムを作るため、システムの多くをJavaによって開発した。Javaの実行環境の無い計算機においては、e-Mailの送受信機能を使ってシステムを利用する。本研究では、計算機の違いを、その大きさや形などのハードウェアの特徴によって分類して考える。システムを利用できる計算機環境を次に示す。

- ・ 携帯電話
- ・ PDA
- ・ ノートパソコン
- ・ デスクトップ型パソコン

携帯電話は、現在e-Mailの送受信機能を備えた端末が登場し、小型情報端末として注目されている。その大きさは、約100g程度であり大変小さい。常に衣服のポケットや、持ち歩く鞆の中に収納しながら利用することができる。日常的にどんな場所でも利用できる代表的な端末である。

PDAは、携帯用の小型計算機で、携帯電話と同様に常に持ち歩いて利用することができる。大きさが携帯電話より大きいのが、記憶容量が多く、小型のキーボードやペン入力をつかった文字入力ができる。また、情報出力用のディスプレイが携帯電話に比べ解像度が高く、表示領域が広い。バッテリーの持ち時間は、ノート型パソコンと比較すると長時間であり、端末を利用するための起動に要する時間も短い。

ノート型計算機は、数時間であればバッテリーによる動作が可能で、汎用の計算機として十分な性能を持っている。無線LANや携帯電話との組み合わせを考えれば、様々な場所で、ネットワークに接続できる。

デスクトップ型計算機は、設置する場所が固定されているため、周辺に大容量の記憶媒体を接続したり、高解像度、大画面のディスプレイを持った環境を構築できる。ネットワークに常時接続しサーバーとしての利用が考えられる。

第 4 章

システムの設計方針

4.1 システムの概要

発想支援システムInstantOpenSession(以下IOS)によって、ネットワーク上に構築される発想支援を行う場をSessionと呼ぶ。Sessionはネットワークを介してKJ法に似た思考支援を行える場である。断片的な文字情報をカードとして扱い、カード間の関係情報を線で表現する。カードをノードと考え、線をリンクと考えると、無向グラフが形成される。IOSでは、この無向グラフを使って、図情報による発想支援を行う。

IOSはクライアント-サーバー型のシステムである。Sessionを構築するためのサーバーをSessionServerと呼ぶ。SessionはひとつのSessionServerにひとつつくられる。クライアントは常にサーバーと通信を行い、Sessionに対する作業を行う。サーバーとクライアントの役割を表4.1に示す。

表 4.1 サーバーとクライアントの役割

サーバー	クライアント
Sessionの参加者の管理 Sessionの作業履歴の管理	カードの追加, 移動, 削除 リンクの追加, 削除 全体構造を示すグラフの表示

クライアントは、機能によって 4 種類に分類される、

- 1)Webブラウザを介してSessionの内容を直接編集するためのクライアント
- 2)e-Mailを使ってシステムを利用する機能を付加するクライアント
- 3)Sessionの内容を監視し，自動的にカードやリンクを追加するクライアント
- 4)Sessionの内容をXML形式のファイルとして取り扱うクライアント

4.2 発想支援システムとしての基本機能

4.2.1 文字情報による支援

ユーザーの入力する文字列をキーワードとし，関連単語を検索後，ユーザーに示す機能を持つ．このとき連想辞書の生成および，関連単語，テキストの検索を行うために，KeywordAssociatorの機能を利用する．

様々な機種からネットワークを介してKeywordAssociatorの検索機能を利用できるように仲介をするのが，KASearchServerである．Sessionの上のカードの内容をキーワードとして，KASearchServerを使って検索をおこないカードを自動的に生成する機能をもつのがKASClientである．このとき，KASClientは検索時のキーワードとなったカードと新しく生成されたカードの間にリンクを張る．

4.2.2 図情報による支援

IOSは，無向グラフを使った図情報による発想支援の機能を持つ．アイデアや断片的な情報を書いたカードをノードとして考え，カードとカードの間に関係がある場合にひく線をリンクと考えると，無向グラフとなる．

Sessionの上で取り扱われるカードには，属性として，Session上に配置する位置，他のカードに対する関係情報の有無，Session内でカードを区別するためのIDをもっている．カードとカードの間になんらかの関係がある場合，そのカード間を一本の線で結ぶ．この線をリンクと呼ぶ．ユーザーはWebブラウザから，Session上に存在するグラフを見ながら，カードを追加，移動，削除，リンクの追加，削除などの作業を行える．

4.3 計算機環境に依存しないための設計

4.3.1 e-Mailを使ったシステムの利用

IOSは、ユーザーのシステム利用手段の1つとして、e-Mailの送受信機能を利用する。e-Mailは、3.2であげた全ての計算機から利用可能な、システムの利用手段である。扱われる情報は、文字情報のみに限定する。e-Mailをシステムを利用手段とする為に、MailClientとよばれるクライアントアプリケーションを実装する。MailClientにはシステムを利用するためのメールアドレスが設定されており、このメールアドレスに対してユーザーがe-Mailを送ることでシステムの利用を行う。

ユーザーは、MailClientに設定されたメールアドレスにメールを送ると、ユーザーの要求が、Sessionに対するカードの追加なのか、Sessionの内容をリストにして返信するための要求なのかを、サブジェクトによって判断する。

Sessionにカードを追加と判断された場合、メールの本文をカードの内容として取り扱う。メールの本文を一行づつに分解し、一枚のカードとしてSessionに追加する。

返信要求と判断された場合、MailClientが、Sessionにカードの追加された順に並べた、カードの内容のリストを作成し、返信要求を出した相手にe-Mailとして返信をする。

4.3.2 Webブラウザによるシステムの利用

汎用の計算機からシステムを利用する場合、Webブラウザを利用することが考えられる。Webブラウザは、現在ほとんどの汎用計算機に標準的にインストールされているソフトウェアである。Webブラウザの上では、Javaアプレットを利用することが出来る。計算機に、十分な処理能力と、ある程度の大きさのディスプレイがある場合には、グラフを、図解化して表現した方が人間にとって理解しやすい為、IOSでは、Webブラウザから利用できるようにJavaアプレットとして実装したクライアントを持つ。

サーバーから、ユーザーが利用するアプレットに対して、Sessionで扱われているグラフの論理的な情報を送ることによって、利用している計算機環境に合わせた大きさのグラフが生成できる。アプレットの上のグラフが編集された場合、アプレッ

トが編集内容をサーバーに送る。サーバーは、他のユーザーに対して編集内容を伝達することで、Sessionに参加しているユーザーすべてで同じ情報が共有される。

IOSでは、大小さまざまなディスプレイが対象となるため、システムの中の座標を原点(0,0)、x軸、y軸の最大値を1.0として扱う。x軸、y軸ともにマイナス方向は内物として考える。アプレットを利用しているウィンドウにおいて、相対的な位置情報を一致させることが出来る。

4.4 複数の人間が利用するための機能

4.4.1 情報の共有

複数の人間が、システムに参加した場合すべての人間は同じ情報を共有するようにシステムを設計する。グラフに対する編集が行われた場合、同様の操作が他のユーザーの計算機に対しても反映される。この時、カードのそれぞれの絶対的な位置はディスプレイの大きさによって一致させることは難しい。そこで、カードの位置情報は相対的に一致させることにする。

複数の人間で同じ情報を共有するためには、あるユーザーによって行われた編集作業の内容を、他のユーザーが認識できる機能を持つ必要がある。IOSでは、カードの移動があった場合には、カードが移動するアニメーションを表示する。リンクが切断された場合や、カードが削除された場合には、擬音語を画面上に表示する。これにより、他のユーザーの編集作業を認識できるようにしている。

また、同時に同じカードに対する操作などがなされないように、編集中のカードをサーバーがロックする。ロックされたカードは他のユーザーから編集作業を行うことは出来ない。

4.4.2 履歴の保存

複数の人間が非同期にシステムに利用する事を考え、SessionServerは作業履歴を保存する。履歴の保存は、Sessionにクライアントが参加した時点から始まり、Sessionに参加しているクライアントが全てなくなった時点で履歴を消去する。

ユーザーがWebブラウザを使って、Sessionに参加した時に、履歴が保存されている場合、履歴の内容が画面上に再生される。これによってユーザーはそれまでの編集内容を容易に理解することが出来る。

4.5 グラフの編集用インタフェース

コンピュータ上で、グラフを編集する場合、カードの追加、削除、移動、リンクの追加、削除を、マウスやキーボードなどの入力装置を使って行う。このグラフ編集用のインタフェースについて明確な指針はない。発想支援システムでは、カードの移動やリンクの追加、削除などが繰り返し行われる。そのため、このような操作が、迅速に行われるインタフェースを採用する必要がある。また、今回は計算機環境に依存しないインタフェースの実装が必要となるため、特別なハードウェアを要求する事は難しい。そこで、図形の移動、削除、リンクの作成、削除に明確なモードの変更を必要とせず、ポインティングデバイスは1ボタンあれば十分なインタフェースの実装を行った。

4.5.1 リンクの追加

ユーザーがリンクを追加する場合、リンクを張るカードとカードの間にマウスで、リンクのような手書きの線を描く操作を、計算機が認識し、リンクの追加をおこなう。図4.1のような線をユーザーが引いた場合、図4.2に示すように、描かれる手書きの線は、始点を (x_0, y_0) とし、終点を (x_N, y_N) とし、時間 t にマウスポインタが存在した位置を (x_p, y_t) としたときの N 個の時系列で表される。 i 番目の点を (x_i, y_i) としたとき、 (x_i, y_i) から始点に向いたベクトルを v_i とする。

同様に、終点から j 番目の点 (x_{n-j}, y_{n-j}) から終点に向いたベクトルを v_j とする。この時、始点と終点の両方からそれぞれ、 v_i, v_j の方向に延長した点にカードが存在した場合ユーザーの操作をリンクの追加として認識する。追加と認識された場合、ユーザーが描いた線を一度消去し、 $card1$ と $card2$ の左上の頂点を結ぶ。結果、図4.3のようなリンクが追加される。

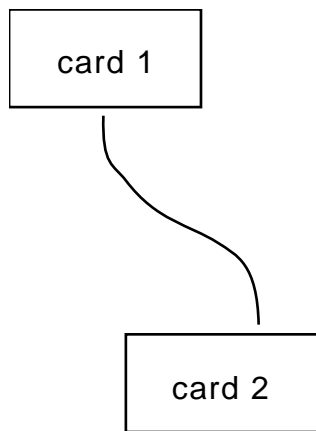


図 4.1 ユーザーによって描かれる線

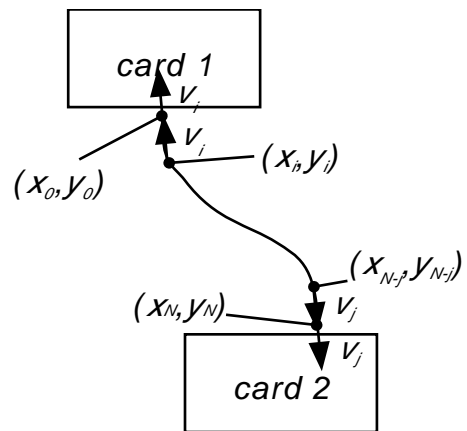


図 4.2 認識の為の計算

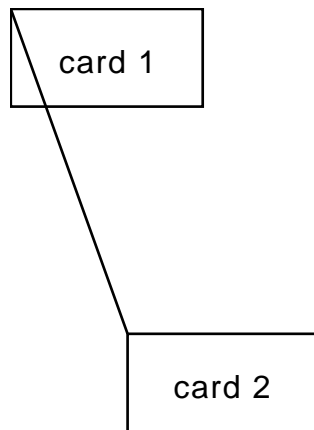


図 4.3 認識後作成されるリンク

4.5.2 リンクの削除

リンクの上で、N回以上交差する線が描かれた場合、リンクの削除として認識される。この動作は、人間がメモを書くような作業の時に、よく見られる動作の一つであり、直感的にリンクを消すことが連想されると考えた。また、ユーザーがポインティングデバイスのボタンを押してから離すまでの動作を一回の動作としてとらえ、その中で、何回リンクと交差したかをカウントすることで実現できるため、大変実装が容易である。リンク削除として判断するための交差数Nは、リンクの追加作業を行っている際に、削除と誤認識する可能性が高くなり、多すぎるとリンクの削除のための操作が煩わしくなるため、適当な数を見つける必要がある。今回は、

実装後，数回試用テストを行った結果Nを4に設定している．

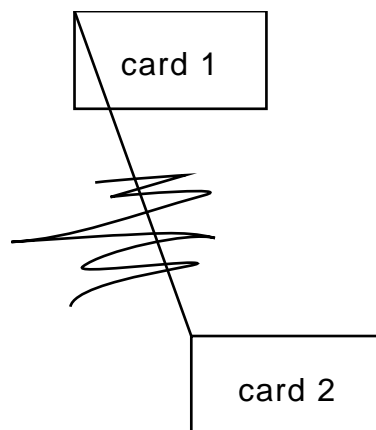


図 4.4 リンクの削除動作

4.5.3 カードの移動

カードをマウスで，ドラッグし任意の位置に移動することによってカードの移動を行う．この操作は，一般的に他の発想支援システムなどに用いられている操作方法である．

4.5.4 カードの削除

カードの削除は，ウィンドウの左下にあるゴミ箱を表示し，そこにカードをドラッグすることでカードの削除を行う．この操作は，一般的なGUIをつかったOSにおいて，ファイルの削除などに使われており，直感的にカードの削除と判断できる．今回試作するシステムでは，カードはドラッグされた時点で削除され，ゴミ箱から再度取り出すことは出来ない．

4.6 XML形式によるファイルの保存

SessionServerの履歴情報は，Sessionに参加しているクライアントがいなくなった時点で消去される．それらの情報をファイルに保存しておくことで，前回の状態を再現することが出来る．この時，データの保存形式としてXML形式を用いる．XML

は、構造化されたデータを扱うフォーマットしては大変扱いやすい。また、WebブラウザがXMLに対応し始めているので、Javaアプレットを介さずにグラフの内容を表示することが出来る。

4.7 アプリケーション形式のクライアント

e-Mailによるシステム利用機能を付加するクライアント、XMLファイルを圧縮するクライアント、カード自動作成用クライアントの3つはアプリケーションの形式で実装されている。IOSでは、任意の計算機でこれらのクライアントを起動し機能を追加することが出来る。

これらのクライアントアプリケーションの使用方法としては、システムの管理者が、予め全てのクライアントアプリケーションを管理し、e-Mailによるシステム利用、ファイルの保存や自動カード作成用などの機能が必要になった時点で、のクライアントの設定を行いシステムの機能を拡張する方法がひとつ考えられる。もう一つとして、ユーザーがシステムの利用環境を最適化する際に、自分でこれらのクライアントを利用する方法も考えられる。IOSでは、どちらの場合にも構造上対応することが出来る。

第 5 章

システムの実装について

5.1 開発環境

今回，作成したプログラムは，すべてJavaを用いて実装した．開発環境はSUNのJDK1.2を使用している．しかし，実行環境はJava1.1以上に対応した計算機であれば利用できるように設計した．これは，現在使用されているほとんどのWebブラウザがJava1.1にしか対応していないためである．オブジェクトの分散環境の構築にはRMIを使用し，XMLファイルを取り扱うライブラリとしてXML Parser for JAVA[8]を使用している．

5.2 全体の構成

IOSを構成する要素を図5.1に示す．ユーザーがWebブラウザから，システムを利用する為に，Javaアプレット形式のクライアントが実装されている．それ以外のクライアントは，すべてアプリケーション形式で実装される．サーバーとクライアント間の通信はすべてRMIを使っている．KASearchServerとKeywordAssociatorは，同じ計算機で実行される．SessionServerが起動される計算機には，同時にWebサーバーを起動する．Mailサーバーは，POP3，SMTPプロトコルに対応したメールサーバーを利用する．

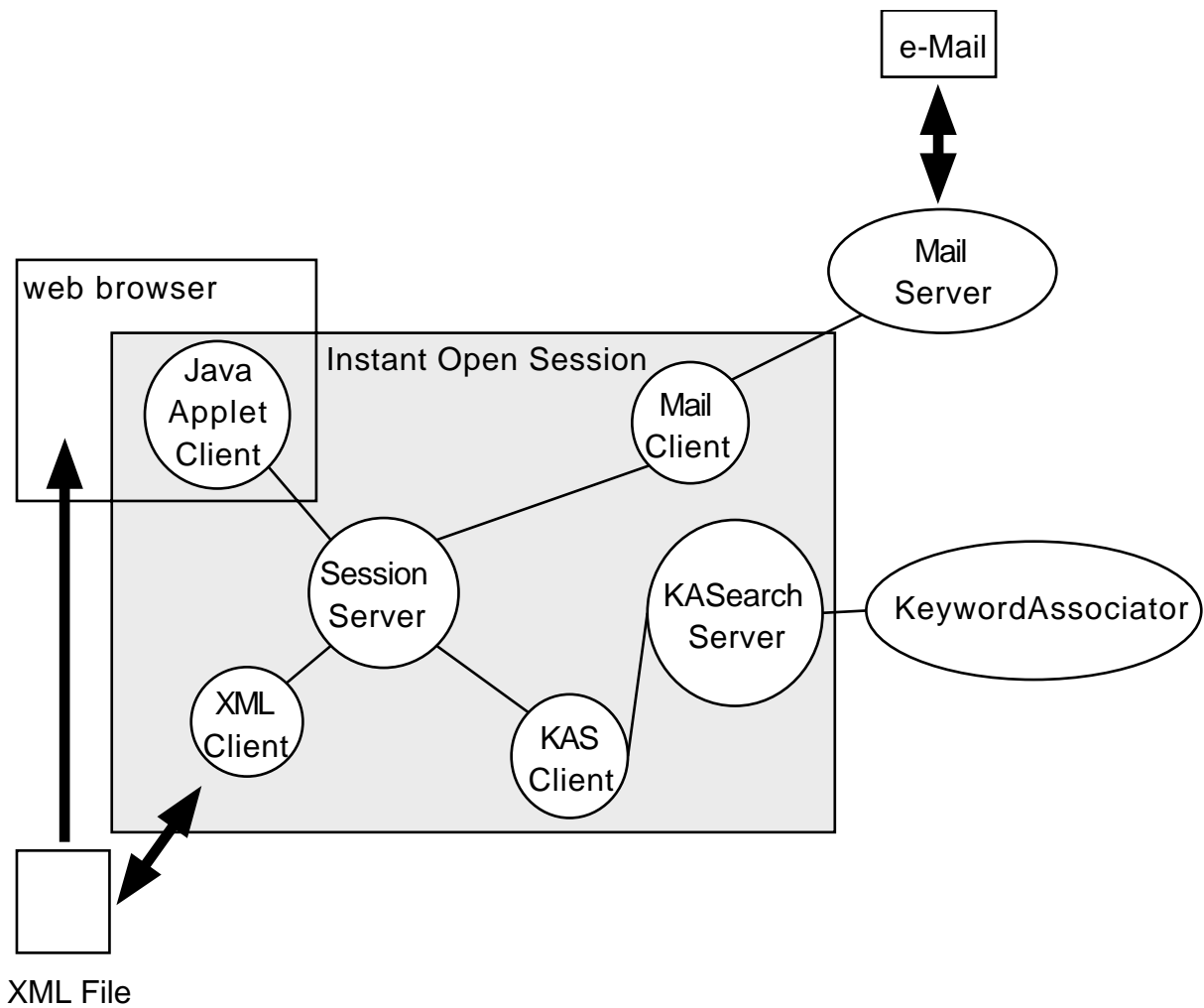


図 5.1 システムを構成する要素

5.3 サーバー

サーバーとして、今回2種類のサーバーSessionServerとKASearchServerを実装した。

5.3.1 SessionServer

SessionServerの内部は大きく分けて3つの部分から構成される。

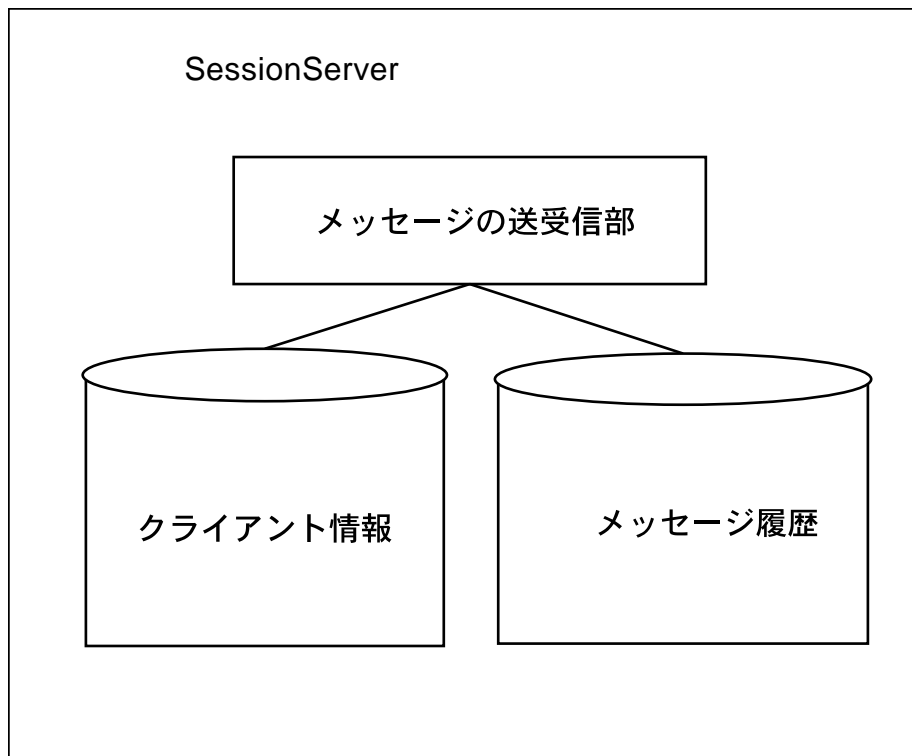


図 5.2 SessionServerの内部構成

クライアントからすべてのメッセージが、メッセージ送受信部に送られる。送られてきたメッセージは、登録されているすべてのクライアントに送られる。同時にすべてのメッセージがメッセージ履歴として保存される。クライアントの登録と削除に関するメッセージが送られてきた場合、クライアント情報を管理する部分で更新が行われる。また、クライアントが突然止まったり、動作を終了した場合、メッセージの送受信部でエラーが起こる。この場合、そのクライアント情報の管理部でそのクライアントの情報を削除する。

5.3.2 KASearchServer

KeywordAssociatorの一部の機能を、JavaアプレットやJavaアプリケーションがネットワークを介して利用する為のサーバーとして実装した。検索を行うためのキーワードは、単語のみに限定している。キーワードとして入力した単語から、連想される

単語とテキストの検索が行える．KASearchServerを構造を図5.3に示す．

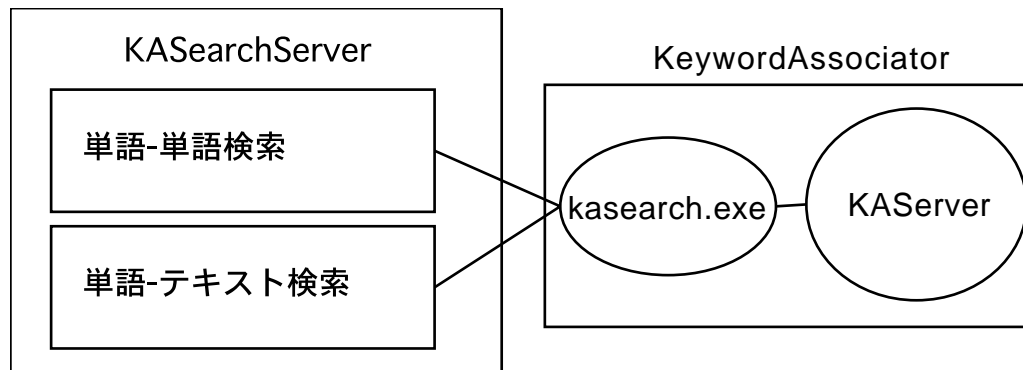


図 5.3 KASearchServerの構造

KASearchServerは，KAServerを検索するために，kasearch.exeを使ってKeywordAssociatorの検索機能を利用している．検索された文字列は，関連度の高い順に配列に格納され，戻り値として接続しているクライアントに返される．

5.4 クライアント

5.4.1 JavaAppletClient

Webブラウザを介してシステムにアクセスするためにJavaアプレット形式のクライアントプログラムを実装した．ユーザーは，Webブラウザを使って，用意されたURLにアクセスすると図5.4に示すログイン画面が表示される．



図 5.4 ログイン画面

このログイン用のプログラムもJavaアプレットとして実装されている。ユーザーは、名前の設定と画面上に表示される自分のキャラクタ選択を行う。画面上に登場するキャラクタは図5.5の4種類である。キャラクタの選択はユーザーの好みで選択する。このキャラクタと名前は、ShareWindowに表示され、Sessionに参加しているユーザーが、他のユーザーが存在することや、カードの作成者などを認識するのに利用する。



図 5.5 画面上に登場するキャラクタとその名前

ログイン後の初期画面を初期画面を図5.6に示す。このウィンドウは、ブラウザのウィンドウとは別に表示される。ユーザーがこの画面で編集作業を行うために必要なハードウェアは、マウスなどのポインティングデバイスと、カードを作る際、文字入力を行うためのキーボード等の入力装置を必要とする。マウスボタンは1ボタンですべての操作が出来るように実装した。

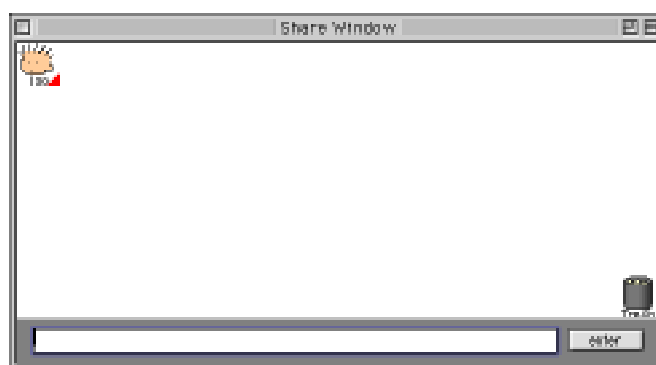


図 5.6 JavaAppletClientの初期画面

JavaAppletClientは、次のような特徴を持っている。

- (1)ディスプレイの小さな計算機においても快適な操作を可能にするために、作業に必要なウィンドウは、ShareWindowだけを用いる。狭いディスプレイ環境にお

いても、複数のウィンドウが重なることはなく作業が快適に行える。

(2)サーバーとクライアントの間の通信によって、ユーザーの作業を中断させない為に、アプレット上の編集作業は、クライアントの中で一時的に記録されユーザーの作業と平行してサーバーに送る。

(3)複数のユーザーがグラフの内容を共有して作業を行うため、ユーザーがカードをクリックした時点で、そのカードにロックがかかり、ロックされたカードは、ユーザーが離すまで、他のユーザーが操作することは出来ない。

このアプレットは、Java1.1以上に対応したJavaVMで利用できるように実装され、サーバーと通信する際にRMIを使っている。しかし、Java1.1対応とされているWebブラウザであっても、プラグインを必要とする事がある。

5.4.2 MailClient

MailClientは、図5.5に示すようにメールサーバーとSessionServerの間に入り、電子メールの仲介を行うクライアントとして実装されている。MailClientは、メールの受信時にPOP3プロトコル、メールの送信時にSMTPプロトコルを使用する。これらプロトコルは、一般的なメールサーバーのプロトコルである。

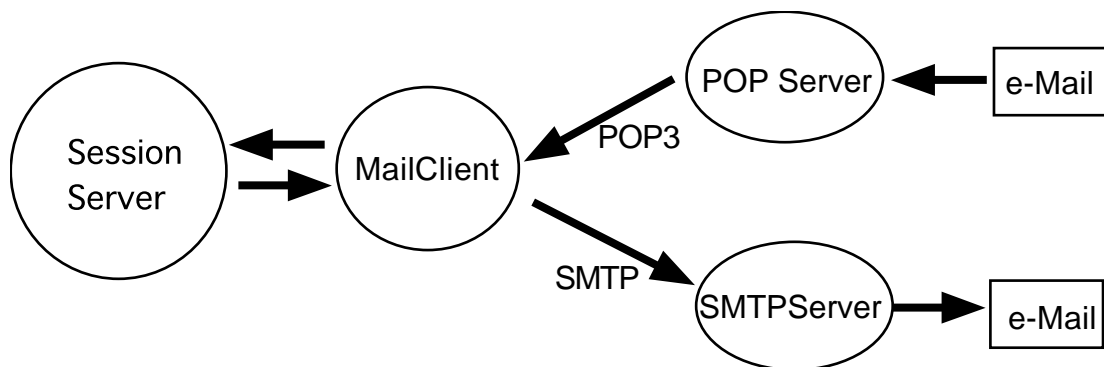


図 5.7 MailClientの役割

MailClientは、ひとつのメールアドレスが設定可能である。このメールアドレスを使うことで、ユーザーはSessionにカードの追加やSessionの内容の返信要求を行うこ

とが出来る．MailClientは，設定した時間毎にPOPサーバーからメールを取り込む．

MailClientはユーザーから送られてくるメールを，カードの追加とSessionの内容の返信要求に区別する．この区別の際にsubjectの文字列を利用する．サブジェクトが"entry"の場合，カードの追加とみなし，サブジェクトが"history"の場合，履歴情報の返信要求として扱う．

カードの追加の場合，e-Mailの本文がカードの内容となる．この際，本文の一行が一枚分のカードの内容となり，本文の行数分，SessionServerにカード作成用のメッセージを送る．この際，カードの位置情報については，Sessionの中の左上に密集して配置させる方法と，Session上にランダム配置する方法の2種類の方法を選択可能になっている．

履歴の返信要求が来た場合，Sessionの中でカードの情報だけをユーザーに転送する．カードに書き込まれた文字列をカードの作成された順に並べ本文を作成し，返信要求を送った相手にe-Mailとして転送する．

5.4.3 KASClient

KASClientは，Javaアプリケーションとして実装され，図5.6のようにKASearchServerとSessionServerの間で機能する．

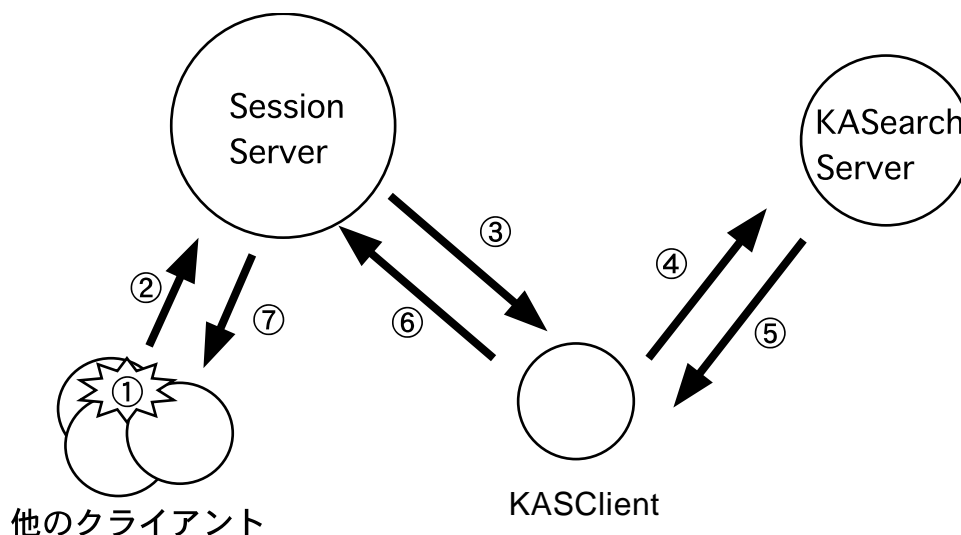


図 5.8 KASClientの役割

KASClientは、次のような機能を持つ。

- (1)Session内のカードの内容をキーワードに関連する単語を検索する。
- (2)関連する単語が合った場合に、単語をカードとしてSession上に作成する。
- (3)検索時のキーワードとして使用したカードと、新しく作成したカードの間にリンクを張る。
- (4)Session上にすでに、検索され単語と同じ単語のカードがある場合には、既存のカードにリンクを張る。

KASClientは、SessionServerから送られてくるメッセージの中で、カードの追加メッセージを監視し、送られてきたカードの内容をキーワードとしてKASearchServerを介してKeywordAssociatorから関連単語の検索を行う。

5.4.4 XMLClient

XMLClientの機能は、次の2つの機能を持つ。

- (1)Sessionで扱われるグラフの内容のXML形式による保存する機能
- (2)XML形式で保存された内容グラフの内容を、Session上にリストアする機能

XML形式でファイルを扱う為のライブラリとしてIBM AlphaWorksのXMLParser for JAVA 2.1.5を使用した。ファイルのタグを定義するDTDファイルは今回IOSの為に独自のタグを定義する。ルートエレメントのタグをSessionとし、履歴を保存する部分と、グラフの最終状態を保存する部分に分けてデータを取り扱う。履歴を保存するエレメントを"history"、グラフの最終の状態を表すエレメントのタグを"map"として定義した。履歴と最終状態を保存するために定義したタグを表5.1、表5.2に示す。この中でAddCardと、Cardのタグを持つエレメントは子のノードとして、カードの内容をテキスト形式で保存している。

XMLClientは、ファイルにデータを保存する際、historyエレメントの一番最後の子

のノードとして作業内容を追加する。次に、編集内容がカードの追加やリンクの追加の場合には、新たにエレメントを追加し、それ以外の場合には、対象となるエレメントの内容の更新を行う。

Sessionにファイルに記録された内容を、リストアする場合には、履歴の情報をSessionに送る。こうすることによって、前回の編集作業の順序を見ることが出来る。

表 5.1 最終状態を表現するためのタグ

タグ	属性
card	ID:カードID X,Y:カードの座標
Link	ID1,ID2:カードID

表 5.2 履歴情報を表す為のタグ

タグ	表現する機能	属性
AddCard	カードの追加	ID:カードID X,Y:カードの座標
Move	カードの移動	ID:カードID X,Y:カードの座標
RemoveCard	カードの削除	ID:カードID X,Y:カードの座標
AddLink	リンクの追加	ID1,ID2:カードID
CutLink	リンクの削除	ID1,ID2:カードID

第 6 章 試用実験

6.1 システムの試用環境について

6.1.1 serverの設定

現在，試用を行うために起動しているSessionServerは表6.1に示すように，Linux上で動作している．KASearchServerは，設計上KeywordAssociatorが動作している計算機と同じ計算機で起動する必要がある．よって，表6.2に示すようにWindows 98をインストールした日立製FLORA370で動作している．

表 6.1 Session Server動作環境

本体	富士通 FM/V
OS	LASER 5 Linux 6.0
web server	apache1.3.6-7
Java VM	Linux_JDK_1.2pr2

表 6.2 KASerarchServer動作環境

本体	HITACHI FLORA 370
OS	Microsoft Windows 98
JavaVM	JDK1.2.1

表 6.3 KeywordAssociatorの連想辞書

関連単語数	3844
関連テキスト	2024
連想辞書作成用のテキスト情報	レポート，ノート，卒業論文等

6.1.2 Assistant Computerの設定

MailClient，KASClient，XMLClientの3つのクライアントは，Java1.1以上に対応したJVMが動作する計算機ではすべて動作可能である．今回，テスト用には，すべてKASearchServerと同じ計算機，FLORA370でどうさせている．以下の試用実験において，Serverの機能を補助する計算機としてAssistant Computerと呼ぶ．

6.2 ユーザーが一人の場合

6.2.1 Webブラウザ単体による利用

IOSは，WebブラウザからJavaAppletClientを起動し，アウトラインプロセッサとして利用することが出来る．

IOSをアウトラインプロセッサとして利用する実験を行った．この時のシステム構成を図6.1に示す．本システムを使って論文の構成を考えた例を図6.2に示す．

ユーザーは図中のUser's ComputerでWebブラウザを起動し利用する．カードの自動生成機能と作業内容をファイへ保存する為に，Assisatan ComputerにおいてKASClientとXMLClientの2つのクライアントアプリケーションを起動する．

実験の結果，カードの作成機能は，検索に利用する連想辞書の語彙に偏りがあること，単語数が少ないことが原因で，利用者の作業を支援するような効果は見られなかった．

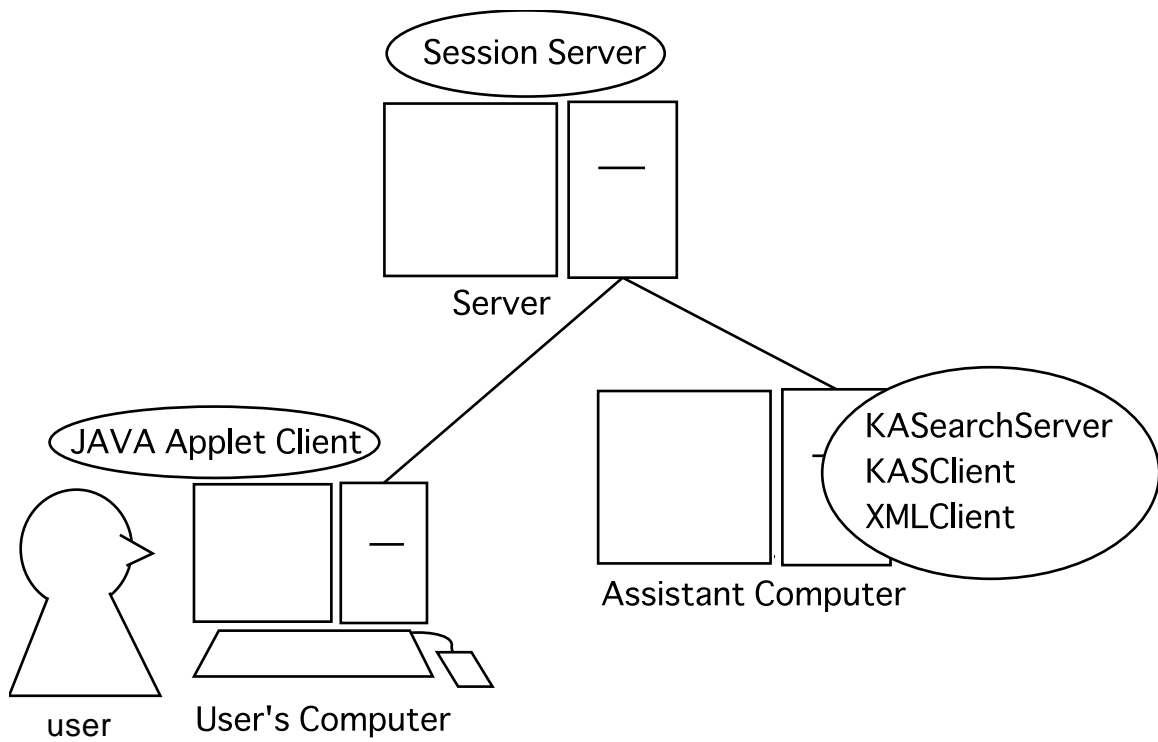


図 6.1 試験に利用した計算機の構成

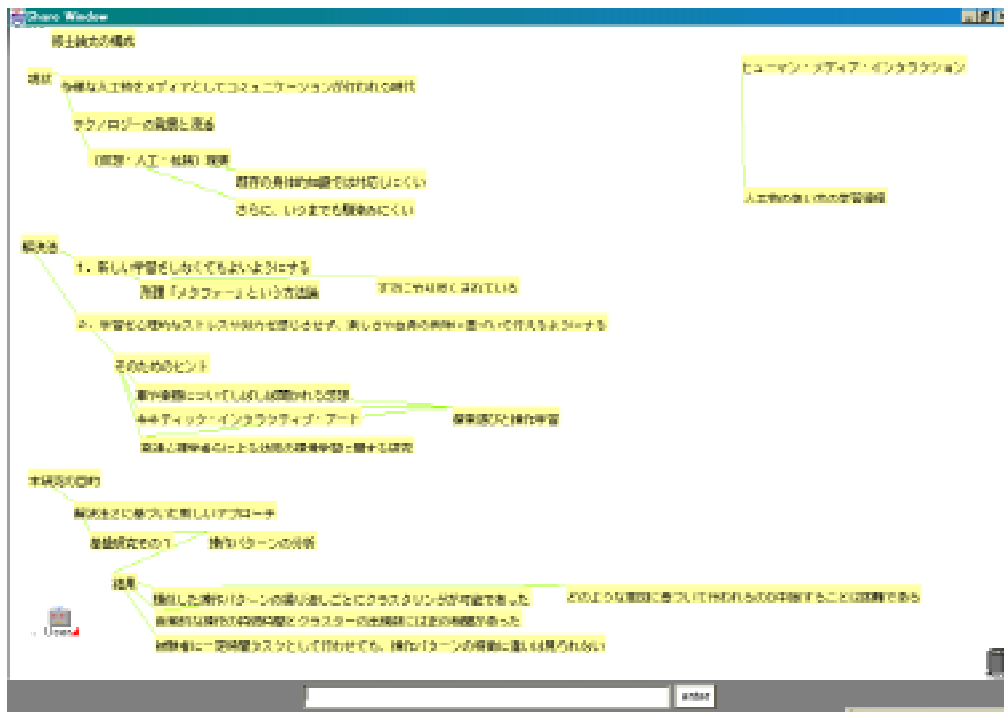


図 6.2 修士論文の構成にシステムを使用した例

6.2.2 複数の計算機を用いた利用

システムは、複数の計算機を場所に応じて使い分けて使用することが出来る。今回は、実験を行うために範囲を学内だけに限定し、PDAとPHSを使って、携帯可能な計算機環境を構築した。計算機の構成を表6.4に示す。

表 6.4 携帯可能な利用環境の構成

品目	品名	重量[g]
PDA	IBM WorkPad c3	114
PHS	NTT DoCoMo PALDIO 621S	68
通信アダプタ	I-O DATA SnapConnect for WarkPad c3	70

3つの機器の総重量は約252gであり、大きさは、洋服のポケットなどに収納できる程度である。常時に持ち歩いて使用することは出来る。システムの構成を図6.3に示す。

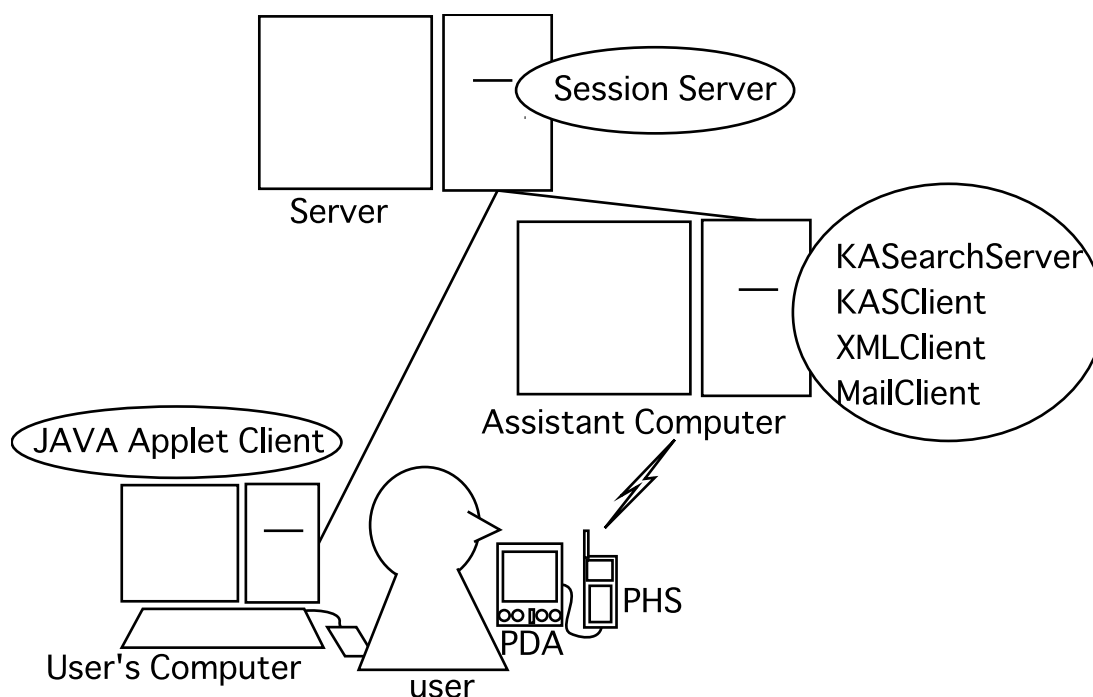


図 6.3 PDAを含めたシステム構成

図6.4のような内容のメールをWorkPadで作成し，MailClientに設定したメールアドレスに送る．MailClientは，一行を一枚のカードとして扱いSessionにカードを追加する．次にKASClientの機能により関連する単語がカードとして作成され，関連する単語同士にリンクが追加される．この結果作成されるグラフをJava Applet Clientを使って表示したのが図6.5である．

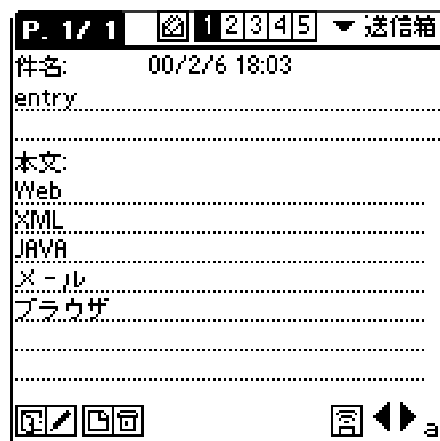


図 6.4 WorkPadで作成されたメール

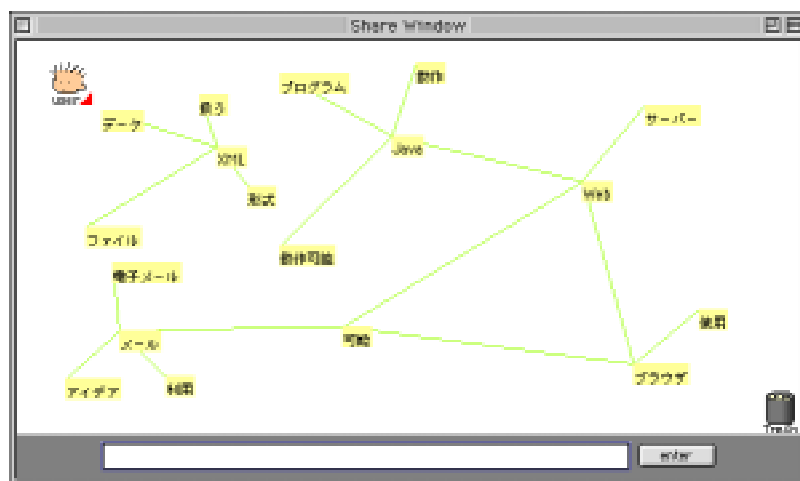


図 6.5 メールによって送られた単語で作成されるグラフ

実験の結果次のような事がわかった．

(1)PDAと汎用計算機を使って作業を行う際に，予めPDA側から電子メールでデー

タの送信を行っておくことで、双方の機種に依存しないでデータの受け渡しが可能になる。結果、計算機環境に依存せずに連続した作業が行える。

(2)カードの内容を送るだけで、グラフが自動生成されることによって、本来人間の行う作業が自動化される。

(3)一行の内容が文である場合、または関連する単語が見つからない場合、グラフの自動生成の機能が働かない。

6.3 複数の人間による利用

複数の人間で利用した場合のシステム構成を図6.6に示す。

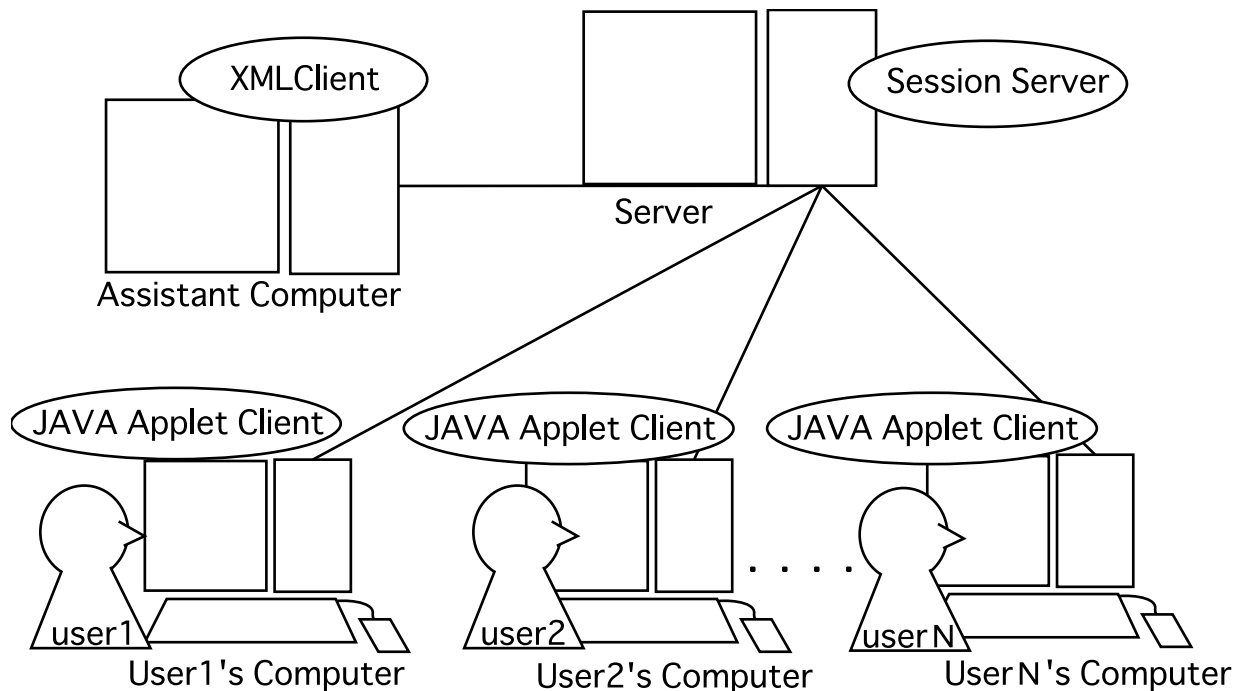


図 6.6 複数のユーザーで利用する場合のシステム構成図

テストの結果、同時にシステムを利用できる利用者の数には、制限を設けていないが、一度に利用できる最大の人数は、4人程度であった。これ以上の人数がシステムを同時に利用した場合、システム全体の動作が遅くなり、快適な作業が行えなかった。

各ユーザーには、テストを始める前に、自分の好みに応じて計算機を選択することが出来た。テストは、ユーザーが同じ部屋で利用する場合と、離れた場所で利用する場合の両方行った。今回は具体的に議題を設けず、利用者同士で自由な話題で使用了。二人のユーザーによって使用した例を図6.7に示す。

テストの様子を観察した結果、空間的な条件の違いによって使用する様子に大きな違いはなかった。システムの使用はURLの入力だけでシステムの使用が開始できるため、システムの構築に空間的な制約は受けない。ユーザー間のコミュニケーションも基本的には、カードを使った文字によって簡単なコミュニケーションは取れた。

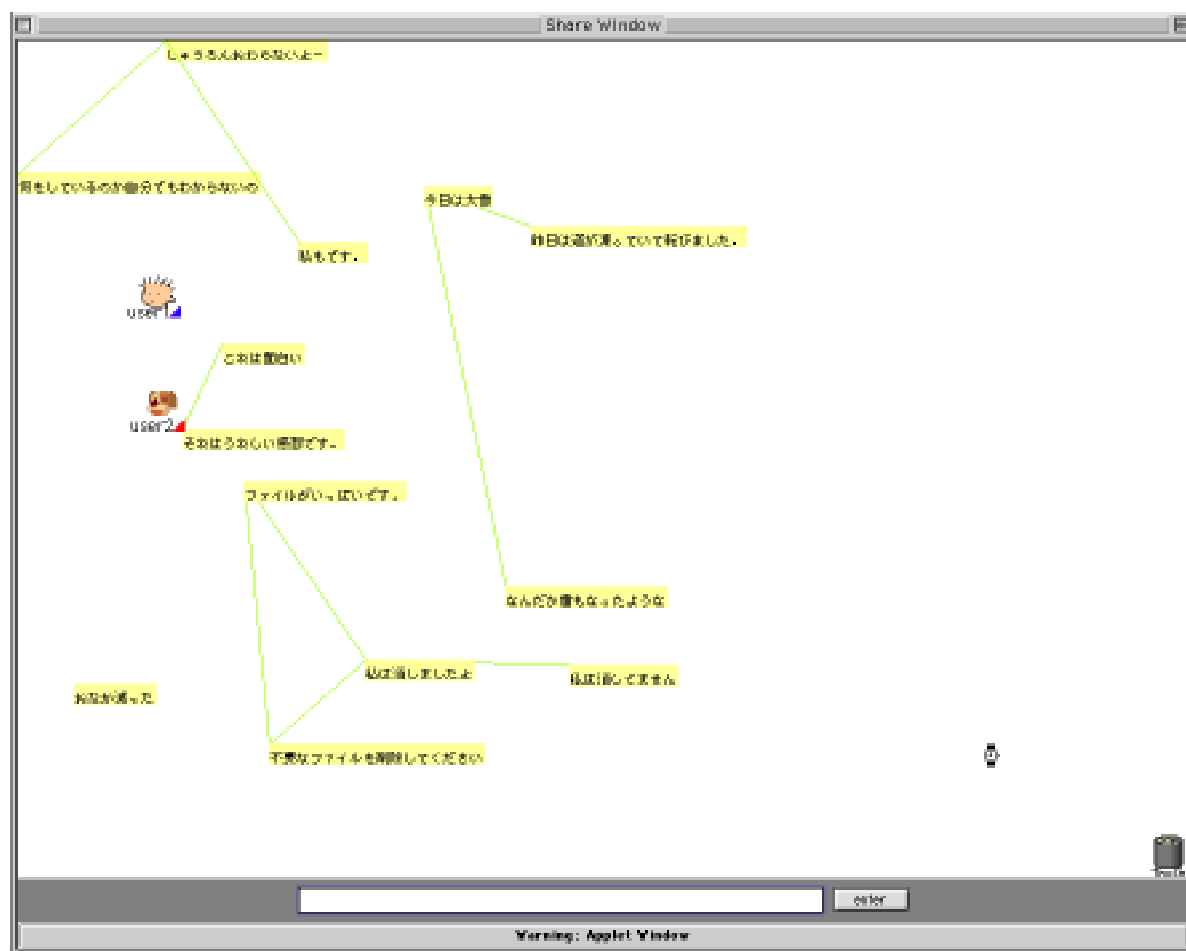


図 6.7 二人の人間で利用した例

6.4 試用テスト

6.4.1 試用テストについて

試用者は本学知識科学研究科の学生5名である。JavaAppletClientを使って作業を行ってもらった。メールを使ったカード作成については、電子メールを送ってカードが作成される様子を試用者に見てもらい、感想を述べてもらった。本学の学生のため全員が1年以上の計算機の使用歴を持っている。また、全員がOSにWindows98を搭載した計算機を日常的に利用している。試用者は、普段と同じWindows98が搭載された計算機で作業を行った。作業を行う前に、問題とするテーマはユーザーが独自に決定し作業を行った。一人の作業時間は約30～1時間程度であった。

6.4.2 アンケートの解答

システムの使用した感想を自由記述で求めた結果、

- (1)複数の人間で利用できるのがよい。
- (2)インタフェースが直感的である、グラフィカルである。
- (3)利用方法が強制される感じがする。

自由記述では、複数の人間でシステムを利用する事に注目した解答が多かった。ブレインストーミングやディベートといった作業に利用できるという感想は、IOSの使用法と一致している部分があるため良い点である。

IOSのインタフェースについてアンケートでは次のような問題点が指摘された。

- (4)リンクの追加の操作に違和感を感じる。リンクの追加操作が難しいと感じる。
- (5)カードが一括して動かせるようにしてほしい。
- (6)グラフの表現力が不足している

このような問題点は、指摘はされたが、一方で人間の思考を中断せずに直感的に操作できるという解答も得ている。

このほかのアンケート結果として、電子メールによってシステムを利用することについては、システムの機能がまだ十分でないため、試用者に対して、メールを送るとカードが画面に表示される様子を見て、アンケートに解答をしてもらった。Sessionの内容をメールで転送するという点に興味が集まった。アンケートの設問と解答については、付録とする。

6.5 課題

6.5.1 グラフ作成インタフェースの改良

インタフェースの改良点として、リンクの追加インタフェースの改良、カードを一括して扱える機能の付加、カード作成後の再編集等があげられる。

リンク追加のインタフェースの問題は、テストの様子を観察した結果、主に、リンク追加のために線を描く時に、カードの上から線を引こうとすることがある。現在のインタフェースでカードの上から線を描こうとすると、カードが移動する為、ユーザーは自分の思ったとおりにそうさが出来ないため、違和感を感じる。現在のアルゴリズムのまま解決する方法としては、カードの上にポインタがある事をユーザーに明示する(例えば、ポインタの下にあるカードに太枠を付ける)。下にカードがあることを明示することで、その位置からマウスボタンが押されると、カードが移動することを示すことが出来る。

カードを一括して編集することと、カードの再編集については、複数の人間で利用する事を考慮して実装を行う必要がある。

6.5.2 カードの自動生成機能の改良

カードの自動的作成機能については、試用テストの中で興味を示すコメントはされたが、実際に作成されるカードについては、カードの内容が単語の場合にしか機能が働かない、連想辞書の語彙に偏りがある、単語数が少ないことが、問題とされた。この点については、テキストからも連想される機能を付加することと、連想辞書を作り直すことが必要となる。

6.5.3 グラフの自動レイアウト機能の追加

e-Mailとシステムが自動作成するカードは、カードの作成する時点で、ユーザーによって位置情報が決められていないため、大量に作成されると、他のカードと重なって作業の効率を悪くする。これまでの発想支援システムでは、このように自動的に生成されるカードの配置には、自動レイアウトアルゴリズムが有効に作用している。今後のシステムの改良点として自動レイアウト機能の追加が必要である。

6.5.4 電子メールによって扱われる情報についての課題

IOSでは、Sessionで扱われている情報を電子メールによって取り出せる機能を持っている。Sessionで扱われる情報はループを持ったグラフ構造であり、文字情報だけで直感的な表現をすることは難しい。現在は、カードの内容を示す文字列を、カードの追加された順に並べ、電子メールの本文として送信している。この場合、カード間の関係を示す情報や、カードの位置情報などが失われており、利用者のシステムの利用手段によって得られる情報に大きな違いが生じる。今後の課題として、電子メールにおいて、カード間の関係やカードの位置情報などを取得できる方法を実装し、ユーザーが得られる情報が利用手段によって非対称にならないようにする必要がある。

第 7 章

結論

7.1 考察

7.1.1 インターネット技術の応用について

計算機環境に依存せずに、様々な場所で利用できる発想支援システムの構築を目的に、従来から研究されてきた発想支援システムの基本機能と、インターネットを構成する主要な技術であるe-MailとWebに関する技術を組み合わせた、発想支援システムIOSを試作した。

e-Mailによってデータの送受信を行う方法をシステムが持つことによって、携帯電話やPDA等の小型の計算機から、発想支援システムの利用が可能になった。携帯電話やPDA等の小型の計算機は、常時携帯する事が可能で様々な場所から利用できる。これらの計算機から利用できるシステムを構築する事によって、様々な場所から利用できる発想支援システムが構築された。今回試作したIOSでは、e-Mailを使ってシステムを利用する場合、送受信される情報はカードの内容を示す文字情報である。PDAや携帯電話を使うことで、様々な場所で収集した情報をカードとして記録できるようになり、サーバー上で自動生成されたカードや、他のユーザーの書いたカードの内容をe-Mailを使って取り出す機能を使うことによって、ユーザーに新たな情報を提供し、文字情報による発想支援に近い環境を実現することが出来た。

Webブラウザによるシステムの利用は、複数の汎用計算機を組み合わせたシステムの開発を容易にした。Webブラウザの上で動作するクライアントとして実装したJavaアプレットは、Webサーバーに保存されており、ユーザーは常に最新のクライ

アントソフトウェアを使ってシステムの利用が出来る。クライアント同士を接続するために、サーバーを使用することで、ユーザーは、URLの入力だけで複数のユーザーと会話を行えたり、カードやリンクを使った発想支援環境の利用が簡単に出来るようになった。

e-MailやWebに関するインターネット技術の応用は、多種多様な計算機を何台も組み合わせて利用するシステムの開発を容易にし、利用者はあらゆる場所から様々な状況でシステムの利用が可能となる。システムの実装とシステムの利用の両面においてインターネット技術の応用は、有効な方法であった。

7.1.2 ユーザーインターフェースについて

本研究では、様々な場所から利用可能な発想支援システムを構築するために、様々な計算機からシステムが利用できるようになっている。このように計算機の機種に依存しないシステムのユーザーインターフェースを設計するためには、計算機の機種による違いについて知る必要がある。計算機によって次のような点に大きな違いがある。

- (1)文字入力デバイス：キーボード，ペン入力等
- (2)ポインティングデバイス：ボタンの数，種類(マウス，トラックボール等)
- (3)ディスプレイ：表示面積，解像度等
- (4)OS：MacOS，UNIX，Windows等

IOSでは、このような計算機による違いを考慮して、システムのユーザーインターフェースを設計した。ユーザーインターフェースは、ユーザーが使用する際の印象や使い勝手を大きく左右し、システムの持つ機能を十分に発揮する上で重要な役割を持つ。IOSでは、人間が思考作業をしながら利用する為、思考を中断しないようにインターフェースを設計した。IOSのグラフ編集用インターフェースの場合、次のような特徴があった。

- (a)Webブラウザで動作するJavaアプレットとする。
- (b)ディスプレイのサイズに対しては特に条件を設定しない。
- (c)ポインティングデバイスは1ボタンで利用可能である。

(d)カード作成時以外，文字入力用のデバイスを必要としない．

今回は，IOSを利用する計算機に共通する性質に注目することによって，多くの汎用計算機で利用できるインタフェースを実現した．試用テストの結果では，いくつかの問題点は指摘されているが，利用者の使用した感想として，直感的に操作可能で，利用しやすいという解答が得られた．

ユーザーインタフェースに関しては，試用テストの結果，多くの感想や意見が得られた．この意見や感想は，インタフェースを改良をしていく上で，大変貴重な材料となる．しかし，利用者の違いや，同じ利用者であっても使用時間によって解答が異なることがあるため，ある程度継続したテストが必要となる．

継続したテストを行う場合，IOSのように，Javaアプレットを使ってユーザーインタフェースを実装したシステムは，比較的簡単にテスト環境を構築できる．Javaアプレットを用いたシステムであれば，Webブラウザがインストールされた計算機を持っているユーザーに対して，URLを通知するだけでテストを開始できる．アプレットはWebサーバーに保存されている為，最新のプログラムに更新をしながら，テストを続けることが可能となる．

7.1.3 システムの機能拡張について

現在，IOSの構造はSessionServerを中心に，複数のクライアントアプリケーションを組み合わせることで，システムの機能拡張を行っている．SessionServerは，起動時に必要な設定を行うと，後から変更されるような事が無いため，常時起動しておくことが出来る．しかしクライアントアプリケーションは，必要な機能を追加したい場合に，アプリケーションを起動し，必要のない場合はクライアントを終了させる必要がある．そのため，起動と終了が行いやすいように，テストを行う時には，機能拡張用の計算機を用意し，クライアントアプリケーションを使用した．

この機能拡張方法は，複数の人間が同時にシステムを利用する場合に，クライアントアプリケーションの制御が，そのアプリケーションを起動したユーザー以外に行えないことに問題がある．例えば，カード自動作成機能がシステムで働いている場合，KASClientを起動した以外のユーザーが，この機能を停止したい場合，起動し

ている計算機を直接操作するか、アプリケーションを起動したユーザーに機能を停止するように依頼する必要がある。複数の人間が、分散環境において利用する場合、機能拡張方法として問題がある。

解決方法として、クライアントアプリケーションに、ネットワークを介した制御手段を持たせることや、アプリケーションが起動していても、機能をON/OFFできる構造を持たせることが考えられる。この方法は、プログラムとして実装可能なことである。しかし、制御をするためには、ユーザーがWebブラウザで動作するJavaアプレットやe-Mailを使ってシステムを利用していることを考慮する必要があり、全てのユーザーに制御をさせないで、一部のユーザーにのみ制御権を与えるような場合には、制御を行う権限を、どのように決定し、認証するのかを考える必要がある。

7.2 本研究の総括

本研究では、発想支援システムの利用環境に注目し、計算機環境に依存しない発想支援システムの開発と評価を目的に研究を行った。システムを構築するために、e-Mailと、Webブラウザの上で動作するJavaアプレットを利用した。e-Mailは、小型の計算機においても利用可能な情報の送受信手段であり、携帯電話の中にもe-Mailの機能を付加した機種が登場している。Javaに対応したWebブラウザは、汎用計算機において標準的にインストールされており、計算機に依存せずに利用可能なシステムの構築が容易となった。

計算機に依存しない事で、利用者は、計算機を自由に選択できるようになり、その場にある計算機や利用者が日常的に使用している計算機を複数組み合わせでシステムを構築することも可能となった。その結果、利用者の数や利用する場所、その場の計算機環境など様々な状況に応じて利用方法を変更可能な、柔軟な発想支援システムが構築できた。

試用テストでは、文章作成のアウトラインを考える作業や小規模の会議のような作業を行った結果、インタフェースの操作性やシステムの持つ表現力に関していくつかの問題点は指摘されたが、利用者が行う作業に特に難しいと感じる点はないというアンケートの結果が得られた。複数の計算機を使って、数人のユーザーでシス

テムを使用する場合にも，各ユーザーは特別な設定を行うことなく，システムの使用を行った．

今後は，課題にあげたユーザーインターフェースの改良や，不足している機能の追加を行った上で，特別なテスト環境だけではなく，IOSの持つ特徴を活かした，誰もが日常的に使用している計算機から利用できる発想支援システムのテスト環境を構築する事を考える．このようなテスト環境を構築し，実際に発想支援システムを利用することが，日常的な作業環境の中でシステムを利用する為の問題点を明確にする．

謝辞

本研究を行うにあたり，日頃からご指導いただいた杉山公造教授に心から感謝致します．

さらに，試用実験に，被験者として協力いただいた本学の学生の皆様に感謝致します．

最後に日頃から技術的にも，精神的にも支援して下さいました杉山研究室の皆様に感謝いたします．

参考文献

[1]川喜田二郎:KJ法，中央公論社，(1986).

[2]三末和男，渡部 勇:テキストマイニングのための連想関係の可視化技術，情報処理学会 第55回情報学基礎研究会資料，pp.65-72 (1999).

[3]渡部 勇，三末和男:単語の連想関係によるテキストマイニング，情報処理学会第55回 情報学基礎研究会資料，pp.57-64 (1999).

[4]藤田 邦彦:創造的な討論を行う会議を支援するシステムに関する研究，北陸先端科学技術大学院大学学位論文(1998).

[5]西本 一志:対話型協調作業における創造性を支援するシステムに関する研究，大阪大学大学院工学研究科学学位論文(1998).

[6]由井 隆也，宗森 純，長澤 庸二:カード型データベースを持つKJ法一環支援グループウェアの開発と適用，情報処理学会論文誌，Vol.39，No.10，pp.2914-2926 (1999).

[7]新田 清, タオ リン, 三末和男:発想支援のための柔軟で動的拡張のあるアーキテクチャ, 人工知能学会誌, Vol.14, No.1, pp.71-81 (1999).

[8]XML Parser for Java ,

<http://www.alphaworks.ibm.com/tech/xml4j/>

付録

アンケート結果

試用テストの際、得られたアンケート結果を下記に示す。解答の内容を回答者が良いと感じている場合、悪いと感じている場合、どちらでもない場合 に分類する。

設問1. 感想を自由記述でお願いします。

いろいろなテーマを放り込んでそれを視覚化できるのがよい。
リアルタイムで他人と意見交換できるのがよい。
ブレインストーミングなどに良いと思う。
直感的に扱えて良い。
グラフィカルでかわいい
他の人の意見を操作できるので、ゲーム性みたい物があると思う。
言葉以外にもカードの動きなどで相手の考えがわかる。
一人で使うよりは多人数で使う物だと思う。
見た目に新しい。
多人数で物事を決めるのに役立ちそう
長時間使わないと本質的なところはわからない。
利用者に対して、「考えるときに、こうやって使うんだと」というのは、強制される感じがする。
軽い雰囲気でのディベートや議論の時に使ったら面白い発見とかが出てきそう。

設問2．特に違和感を感じた点はあったか

なし 3名

リンクの作成が難しい 1名

カードの中の一単語を修正する為だけに、そのカードを丸ごと作りなおさなければいけないのは煩わしい。

レイアウトするのに、カードを一枚ずつ動かさなければ行けないのは違和感を感じる。

設問3．電子メールを使ってシステムを利用できる事についての感想

ビジネス利用を考えたときにすぐに結果を送れる。

システム上に直接参加しない友人などに後から会話の内容を転送したり、逆に携帯などの端末から気軽に参加できたりといろいろな利用法が考えられる。

どんな場面に利用できるかがピンとこない

設問4．グラフを編集するインタフェースについてどう思うか?

直感的な操作が出来る．思考を中断しなくてもよい
使いやすい．

アイデアは良いが細かい部分は改良の余地がある．

カードが増えたときに見づらい 2名

自動的にレイアウトしてくれる機能が必要

リンクを張るときに、カードが間違っって移動してしまうのが面倒 2名

設問5．日常的に利用している計算機と同じタイプの計算機で利用できる点についてどう思うか？

さらに他のソフトの互換性があると良い．

違和感無く使えて良い．

普段使っている環境をそのまま使えるので，発想することに集中できる．

手軽で便利

設問6．利用を始めるまでに難しかった点はあったか？

特になし 3名

リンクを張る操作

システム全体の操作が重い

設問7．改良すべき点，ご意見

一人で使っていると，エージェント(画面上のキャラクタ)選ぶ理由と画面上にエージェントがいる必要性がよくわからなかった．

線を引く作業をシステムに導入した辞書を参照して自動で出来たらいい．

複数の人間が利用している場合に，行き詰まった場面で，そっと自動的に線を引いたりカードを並べ替えたりすると良い．

キャラクタを増やして欲しい

強調出来るカードがほしい．

カードの形状を増やして欲しい．

たくさんの言葉(カード)が出てくるとかさばる．

カードの自動生成機能を利用した場合に解答してください。

設問8．システムが自動生成するカードについてどうおもうか？

今回は使い物にならないと感じた。

レポート作成時などに、限られた語句しか思いつかないことがあるのでそういうときに文章に広がりを持たせることができそう。