知的エージェント環境 SAGE の企業間 EC への応用

- 仮想カタログの概念に基づく SAGE:Francis-

菅坂　玉美[†]　益岡　竜介[†]　佐藤　陽[†]　北島　弘伸[†]
丸山　文宏[†]

Tamami SUGASAKA[†], Ryusuke MASUOKA[†], Akira SATO[†], Hironobu KITAJIMA[†], and Fumihiro MARUYAMA[†]

あらまし　本稿では、仮想カタログの概念を企業間 EC(電子商取引) へ応用したシステム、 SAGE:Francis について述べる。 SAGE:Francis では、サーバ同士の連結や、各企業内で電子的に管理している商品情報への統合的なアクセスを実現するために、提供される情報源とその情報へアクセスするユーザのエージェント化、それらエージェント間を仲介するエージェント (ファシリテータ) を開発した。 Oracle と Access を利用した商品情報の統合実験では、 RDB の構成や使用する用語が異なるデータを統合することに成功し、 1 検索時間も約 5 秒と、実用範囲内の時間であることを確認した。また最後に、エージェント間の新しいインタフェースとして、条件を付けた回答が行える、条件付きメッセージについて述べる。

キーワード　マルチエージェント、インタネット、電子商取引 (EC)、仮想カタログ、ファシリテータ、エージェント間通信言語 ACL、 KIF、 KQML

1. はじめに

近年、ネットワークインフラの普及に伴い、情報化社会が急速な勢いで進んできている。そのため、多種多様で大量な情報から、必要な情報をまとめて見せる技術の必要性が高まってきている。我々はその中の、異種情報源の統合や既存資産 (主にデータベース) の再利用に重点を置き、実用的なシステムの研究開発を進めている。

ネットワーク上に分散した、提供者毎に形態が異なる情報源へ統合的にアクセスし、さらにこれらの情報を有機的に連携させるためには、 (1) 情報にアクセスする側と情報を提供する側との間で共通の通信プロトコルを持つこと、 (2) 要求に対する適切な情報源を選択すること、 (3) アクセス側と提供側との間の用語を変換すること、 (4) 提供側同士の不揃いな用語を変換することなどが必要となる。

我々はこれらの問題解決に、ソフトウェアエージェント技術の利用を試みており、そのエージェント環境として、エージェント間通信言語 ACL(Agent Communication Language) [1] で通信し合う対話型エージェント [2] のための知的エージェント環境、 SAGE(Smart AGent Environment) の研究を行なっている。 SAGE における主な研究課題は、ユーザインタフェース (UI) を通して情報にアクセスするユーザや、既存のデータベースアプリケーションとして提供されている情報源をエージェント化するための技術開発と、各エージェントからの要求を適切なエージェントへ適切な形でフォワードする仲介の役割を果たすエージェント (ファシリテータ) の構築にある。

また我々は、実用的なシステム構築を目指しており、具体的には企業間 EC への応用を試みている。

企業間 EC としては既に、富士通の WitWeb、日立の TWX-21 [7]、 TRADE'ex 社 [8] の提供するアプリケーションなどがあり、流通のトータルな BPR 実現を目指したシステムとして開発されている。これらのシステムは基本的に集中サーバであるため、そのサーバに情報を登録することが前提である。しかし最近では、イントラネットの普及に伴い、商品情報を電子的に管理する企業が増加しているため、これらのデータの有効利用が要求として高まってきている。

† (株) 富士通研究所、福岡市
Fujitsu Laboratories LTD., 2-2-1 Momochihama Sawara-ku, Fukuoka-shi, Fukuoka, 814, Japan

そこで我々は、各企業が管理する電子的な商品情報や既に構築されている集中サーバを、統合的にアクセスするシステムとして、 SAGE:Francis を提案する。

2. SAGE:Francis

2.1 仮想カタログ

SAGE:Francis は、スタンフォード大学などが提案している仮想カタログ [3] を基本的な概念とする。

仮想カタログは、オンラインカタログが持つ、以下のような問題点を解決するために提案された。

- 目的のある検索が難しい
- 目的までのナビゲート (メニューなど) が多い
- 各社カタログの構成や用語などに統一性がない
- 内容による検索が難しい
- 複数のカタログにまたがる検索が難しい

分散している企業カタログの中から、ユーザの要求に応じた適切な企業カタログを選択し、各企業が異なる形態で持つカタログを、仮想的な一つのカタログとしてユーザに提示するものである。そのために、ユーザや情報源を、共通のエージェント間通信言語 (ACL) により通信が行なえるようエージェント化し、ユーザの要求や情報源のデータは、そのエージェントを介して ACL によりやり取りされる。そして、それらエージェントの仲介役として、要求に対する適切なエージェントの選択や用語変換などを行なう、ファシリテータが存在する。ファシリテータも一つのエージェントであり、 ACL により通信を行なう。

スタンフォード大学では、仮想カタログの実験システムとして Infomaster [6] を構築している。 Infomaster は、複数の新聞などのレンタル情報を情報源として、ハウジングレンタルなどの情報を提供する。

しかし、この Infomaster は、ユーザエージェントとファシリテータとが一体型となっており、エージェントを拡張する際の柔軟さに欠ける。また、利用しているデータは、あらかじめ実データから加工してエージェントの中に組み込んだ形になっており、実データに対する更新などの反映がリアルタイムに行なわれない。これらの問題点は、システムを実用的なものから遠ざけてしまう。 SAGE:Francis では、仮想カタログの基本的な概念をなるべく損なわず、実用化を目指したシステム構築にターゲットを置いた。

2.2 全体の機能と構成

今回 SAGE:Francis に実装した機能は、企業間 EC の機能の中の検索機能である。

[複合条件指定による商品検索機能] カテゴリー、産地、生産者、価格、数量などの、商品や取引に関する条件を複合して指定できる機能

[検索結果の一覧表示と詳細表示機能] 商品比較のための一覧と、商品の詳細を表示する機能

例えば利用例としては、小売りがユーザの場合、キャンペーン企画など単発的な商品調達や、新企画のための商品 (面白そうな商品、低価格・大量商品) 調査などを想定している。

SAGE:Francis の構成を図 1に示す。

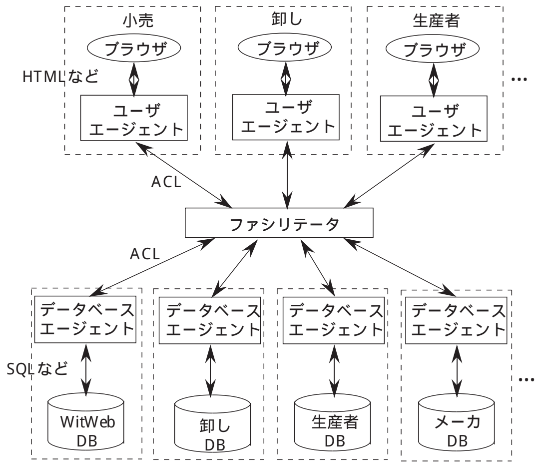

図 1 SAGE:Francis の構成

SAGE:Francis は、 ユーザエージェント (UA)、ファシリテータ (FA)、データベースエージェント (DBA) で構成され、各エージェント間は ACL により通信を行なう。 UA は主な機能として、 WWW ブラウザ言語 (HTML) と ACL を変換する機能を持つ。 DBA は、 Oracle、 Access などの DB アプリケーション言語 (SQL) と ACL を変換する機能や、実際の DB をエージェントの持つ仮想的な知識ベースへ変換する機能、自分の持つ能力を FA へ通知する (アドバタイズするという) 機能を持つ。 FA はエージェント間の仲介として、メッセージを適切にフォワードし、結果を統合する機能や、適切なエージェントが存在しない場合の回答機能、各エージェント間の用語変換機能を持つ。

このような SAGE:Francis の構築には、 (1) 情報源 (DB) の抽象化とエージェント間インタフェース、 (2) ユーザおよび DB のエージェント化、 (3) ファシリテータの構築と用語変換、の要素技術が必要である。

3. において要素技術の説明を行い、 4. において各エージェント間の ACL メッセージを提示しながら、検索処理の流れを説明する。

3. 要 素 技 術

3.1 VKB(仮想知識ベース)

エージェントが ACL により通信を行うためには、実際の情報をエージェントの持つ知識 (仮想知識ベース:VKB) として抽象化する必要がある。SAGE:Francis では、扱う情報が DB であるため、DB を抽象化したものが DBA の持つ VKB となる。

ここで、検索機能を実現するための SAGE:Francis の VKB を、『指定したフィールド値を取り出す操作が可能なレコードの集合』と定義する。図 2に、KIF [4] による VKB の定義を示す。

```
(defrelation database (?db) :=
 (and (set ?db)
      (exists (?set-of-fields)
       (and (set ?set-of-fields)
            (not (empty ?set-of-fields))
            (forall (?record ?field)
             (=> (member ?record ?db)
                 (member ?field ?set-of-fields)
                 (defined (field-value ?record ?field))))))))
```

図 2 KIF による VKB の定義

3.2 エージェント間インタフェース

VKB へのアクセスは、 VKB により記述されている知識の一部を条件によって切り出すこと、切り出した知識に対する操作 (取り出す、消去する、書き換えるなど) を指定することからなる。 ACL で VKB にアクセスする場合には、 KIF のリレーションにより対象となる VKB 上の知識を切り出し、それに対する操作を KQML [5] のパーフォーマティブで指定する。

以下に、 SAGE:Francis で実装した、検索操作に対するアクセス手段を示す。

3.2.1 KQML のパーフォーマティブ

SAGE:Francis では、 4 種類の KQML パーフォーマティブを用いる。

[ask-all/ask-one] 質問する。
[reply] 回答する。
[advertise] 広告 (アドバタイズ) する。
[sorry] 回答不可能を伝える。

3.2.2 KIF のリレーション

SAGE:Francis では、 4 種類の KIF リレーションを定義している。

(1) VKB のレコードの特定のフィールドとその値とを対応づけるリレーション (商品名、カテゴリーなど)
(2) 数値同士を比較する算術的なリレーション (=<,>= など)
(3) リレーション同士の論理的組合わせを定義するリレーション (and,or など)
(4) 条件に当てはまるものに適用して二次的な結果を得るリレーション (レコード数、合計、平均、最大、最小、先頭、最後など)

3.3 VKB のアドバタイズ

DBA が FA へ能力をアドバタイズすることにより、他のエージェントからのアクセスが可能になる。

SAGE:Francis では、以下の要素を VKB のアドバタイズ情報とする。

- VKB の名前
- VKB で扱うことのできるカテゴリー
- VKB に現れるフィールド
- VKB で用いるオントロジー
- VKB へのアクセスに利用できるリレーション

アドバタイズの例を図 3に示す。

```
((database 百道浜市場)
 (=> (member ?x 百道浜市場)
  (isa ?x 農産物)
  (field-definition 百道浜市場 商品名 'is-text)
  (field-definition 百道浜市場 カテゴリー名 'is-text)
  (field-definition 百道浜市場 カテゴリーコード 'is-number)
  (field-definition 百道浜市場 生産者名 'is-text)
  ...
  (default-ontology standard.davabase.kif)
  (allows-relational-db-query 百道浜市場)))
```

図 3 アドバタイズの例

この例では、 VKB の名前が百道浜市場であり、扱うカテゴリーは農産物、フィールドとしては商品名、カテゴリー名、カテゴリーコード、生産者などが存在し、標準のオントロジーを用いることをアドバタイズしている。また、アクセスに利用できるリレーションとして、 3.2.2 で定義した KIF リレーションの全てを扱うことが可能な場合には、特別に、
(allows-relational-db-query 百道浜市場)
という表現でアドバタイズする。

3.4 ユーザエージェント (UA)

UA の主な機能は、 WWW ブラウザを通して入力された検索要求を ACL メッセージに変換することである。図 4に UA の構成を示す。

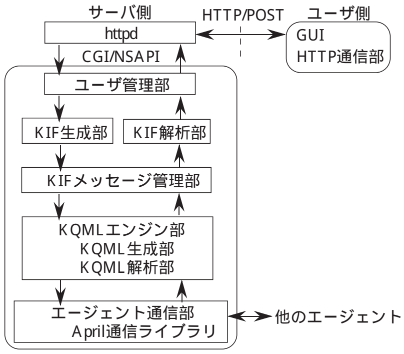

図 4　UA の構成

図 4に示すように UA は、表示系をユーザ側、その他の処理系をサーバ側のマシンで動かす。サーバ側の httpd とユーザ側は HTTP で通信し、ユーザ側からの通信があると、サーバ側の httpd は CGI や NSAPI により処理系へ通信を行なう。

[GUI]　検索条件指定および検索結果の画面をアプレットにより表示する。また、適用分野毎に異なる GUI のカスタマイズを効率よく行うために、入出力フォーマットファイルによりアプレットを自動生成する。
[HTTP 通信部]　サーバ側の httpd との通信には、HTML の Form で使われるエンコーディング方法 (URL-encoded keyword-value pairs) を利用する。
[ユーザ管理部]　GUI をアプレットによりユーザ側で動作させるときのユーザ認証や、メッセージを生成する時に必要なユーザ情報の管理を行う。
[KIF 生成部]　ユーザの検索要求から KIF メッセージを生成する。
[KIF メッセージ管理部]　KIF メッセージの内容を保持し、回答メッセージの解析に利用する。
[KIF 解析部]　回答された KIF メッセージの解析を、対応する元のメッセージを参考に行ない、適切な項目に回答値を対応させる。
[KQML エンジン部]　KQML 生成部で KQML メッセージの生成、KQML 解析部で KQML メッセージの解析と適切な処理関数の呼び出しを行なう。
[エージェント通信部]　April 通信ライブラリ [9] を利用して、他のエージェントと通信を行なう。受信したメッセージはすべてメッセージ管理部に保管しておき、他のモジュールからは、関数呼び出しにより読み出すことができる。

3.5　データベースエージェント (DBA)

DBA の主な機能は、Oracle や Access の DB アプリケーション言語である SQL と ACL を変換する機能、DBA の知識や能力を FA へアドバタイズする機能である。図 5に DBA の構成を示す。

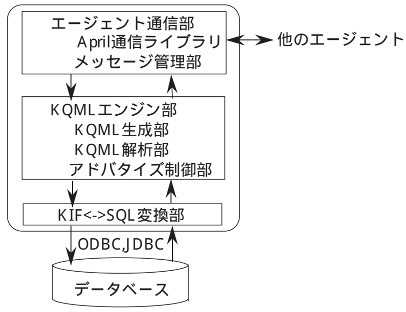

図 5　DBA の構成

[エージェント通信部]　UA のエージェント通信部 (3.4) と同様。
[KQML エンジン部]　アドバタイズ制御部でアドバタイズのタイミング制御を、KQML 解析部で KQML メッセージの解析を、KQML 生成部で KQML メッセージの生成を行なう。
[KIF↔SQL 変換部]　KIF メッセージを SQL コマンドに変換し、ODBC や JDBC などのライブラリを用いて DB へアクセスする。DB から返ってきたメッセージを KIF メッセージに変換する。
[データベース]　Oracle や Access など既存の DB アプリケーションによりデータを扱う。

3.6　ファシリテータ (FA)

FA の主な機能は、要求される情報の種類とフィールドにより適切な DBA を決定する機能、適切な DBA が存在しない場合の対応機能、エージェント間の用語を変換する機能を持つ。図 6に FA の構成を示す。

[エージェント通信部]　UA のエージェント通信部 (3.4) と同様。
[KQML エンジン部]　KQML 解析部で KQML メッセージの解析を行ない、各パーフォーマティブの処理部を呼び出す。各処理部は、ディレクトリー保持部に保存されている情報を利用して処理を行ない、結果をセッション管理部へ送る。
[ディレクトリ保持部]　カテゴリー・DBA 対応部、メッセージ・DBA 対応部、翻訳部からなり、DBA

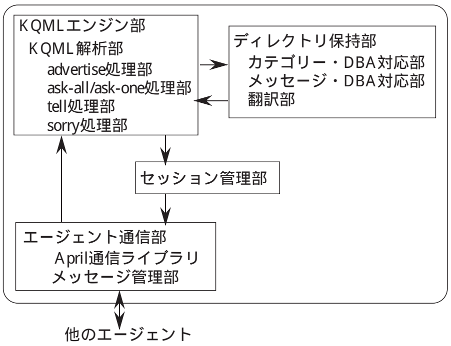

図 6　FA の構成

のアドバタイズ情報 (扱うことのできるカテゴリー、フィールドなど) を保存し、 KQML 解析部の各パーフォーマティブ処理部の要求に答える。カテゴリー・DBA 対応部では指定されたカテゴリーを扱うことのできる DBA を回答し、メッセージ・DBA 対応部では指定されたメッセージを扱うことのできる DBA を回答し、翻訳部では DBA が扱える用語に変換をする。

[セッション管理部]　メッセージのやり取りを管理する。今回の場合 1 セッションとは、 UA から質問を受けその質問を DBA に送る、 DBA からの返事を受けまとめて UA に送る、までを指す。この部では、一定時間毎に、タイムアウトや回答を返せる条件が成立したかどうかをチェックし、タイムアウトの場合はそれまでの回答をまとめたメッセージを、条件が成立した場合は全ての回答をまとめたメッセージを、エージェント通信部を通して送る。タイムアウトかつ回答が全くない場合は回答不可能のメッセージを送る。

3.7　用 語 変 換

複数の DBA への統合的アクセスが可能となるためには、 DBA 同士の異なる用語を変換する必要がある。用語変換は、 FA と DBA で行う場合が考えられるが、 DBA で行う場合は、一つの標準となる用語体系 (以後、標準オントロジーと呼ぶ) に対して、各 DBA の用語体系を結び付ける処理を DBA で行う。この場合、 DBA で送受信するメッセージは、標準オントロジーが基準となる。 FA で行う場合は、標準オントロジーを含む複数のオントロジー間を結び付ける処理を FA で行う。この場合、 DBA で送受信するメッセージは、任意のオントロジーが基準となる。

企業間 EC へ参画する企業の中には、独自の用語体系を確立しているところが少なくない。特に大企業などは独自のコード体系などを持つところが多い。また、ユーザの中には、情報提供側の用語体系を認識しているユーザも多く、ユーザの要求を正確に伝えるためには、ユーザの用語と提供側の用語とが同じ場合、ユーザのメッセージをそのまま DBA に伝達できることが必要となる。このことから用語変換は、原則的に、任意のオントロジーを基準としたメッセージが可能である、 FA において行う。

図 7を用いて、用語変換を説明する。

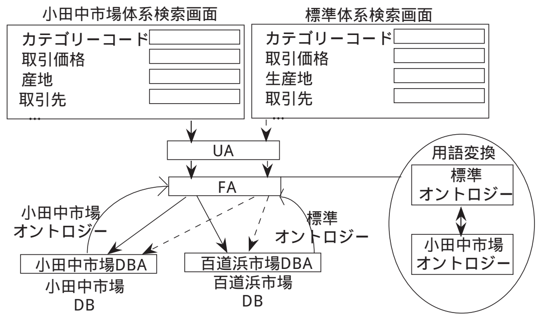

図 7　用 語 変 換

図 7の FA は、用語変換として、標準オントロジーと小田中市場オントロジーとの間の変換をする。 DBA 側では、独自のオントロジーを持つ小田中市場 DBA と、標準オントロジーを使用する百道浜市場 DBA 各々が、使用するオントロジーをあらかじめ FA にアドバタイズしておく。また、 UA 側で各オントロジー毎の GUI を用意することにより、ユーザは任意の用語体系による検索が行える。もしユーザが小田中市場の用語体系を認識しているならば、小田中市場体系検索画面を利用して検索を行うことができ、その場合出された要求は、 FA を通して、小田中市場 DBA にはそのままで、百道浜市場 DBA には標準オントロジーに基づいた用語体系に変換され、送られる。

4.　処理の流れとメッセージ

SAGE:Francis における処理の流れを、やり取りされるメッセージ (図 8) と合わせて説明する。

まずあらかじめ、 DBA は自分の能力を通知するために、アドバタイズメッセージ (図 3) を FA に送る。

ユーザがブラウザを通して検索要求 (図 8(1)) を出すと、 UA はその要求を ACL メッセージ (図 8(2)) に変換し FA に送る。 FA では、その ACL メッセージ

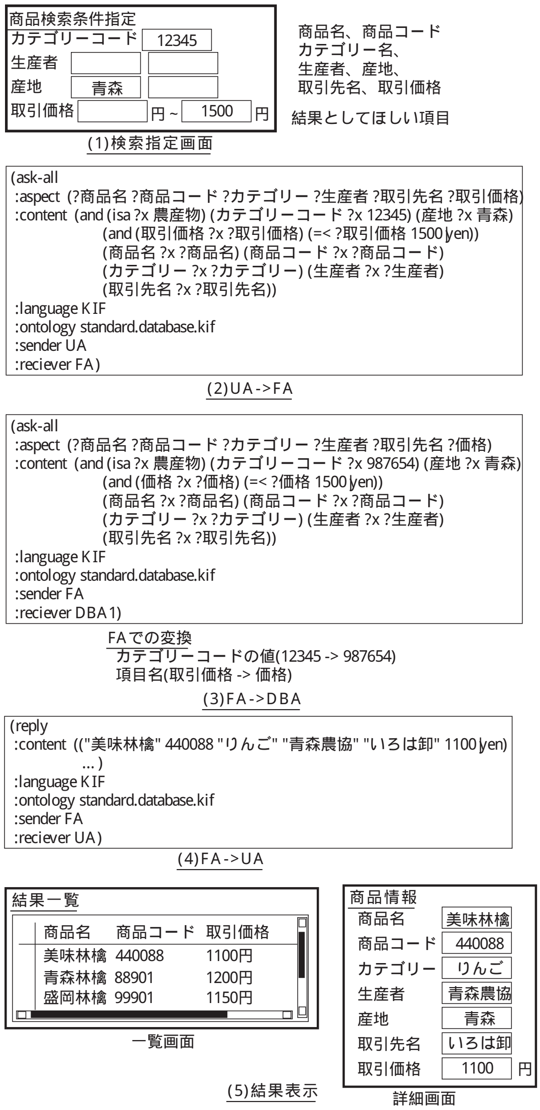

図 8　ACL メッセージ

を扱える DBA を、先にアドバタイズされた情報に基づいて選択する。さらに、選択した DBA が扱える用語に変換 (図 8(3)) し、送付する。DBA では、ACL メッセージから SQL コマンドを生成し、検索を行う。結果を ACL メッセージとして組み立て、FA に送る。FA では、複数の DBA からの回答を一つのメッセージ (図 8(4)) としてまとめ、UA に送る。UA では、一覧表示および個別の詳細表示 (図 8(5)) により、ユーザに結果を提示する。

5. 実験・評価

SAGE:Francis の性能評価として、Oracle と Access を利用した商品情報の統合実験を行なった。

各々のアプリケーションを利用して、RDB の構成や使用する用語が異なる DB を作成し、一つを百道浜市場 DB、もう一つを小田中市場 DB とした。本来ならば実際の DB を用いた実験が好ましいが、実データの入手が困難なため、企業間 EC や流通業界から得た情報を参考に、なるべく実際の形に近い DB を作成した。各々の DB は農産物を扱い、規模は 10 種類 50 個程度のデータ量である。

図 9に動作環境と実装言語を示す。

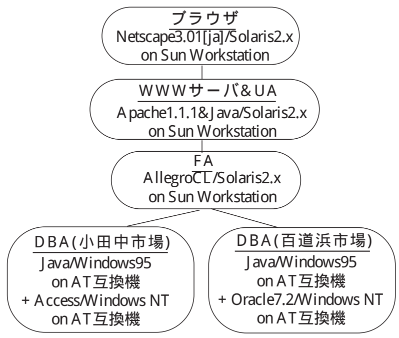

図 9　動 作 環 境

図 10に検索の入出力画面を示す。

図 9-10に示す通り、一つの検索入力画面で 2 種類の異なる DB(Oracle と Access) へアクセスでき、それらの回答を一つの出力画面に一覧として統合できた。

システムのレスポンス評価としては、(1) ユーザが検索要求を出してから結果表示が開始されるまでの時間の検証と、(2) 単位時間における最大アクセス可能数の推定を行なった。実験に利用した検索条件は、図 10に示したものである。

(1) のレスポンス結果は、10 回の試行を行い平均 4.9 秒であった。1 検索に対するこの時間は、実用範囲内の時間 (ユーザが回答までに待てる時間としては 10 秒を想定している) であると思われる。また、SAGE:Francis を利用せずに、各 DB へ個別にアクセスする場合には、DB の数だけ検索を繰り返さなければならないため、5 秒をはるかに上回る時間がかかると予想される。

各エージェントに要した処理時間を表 1に示す。

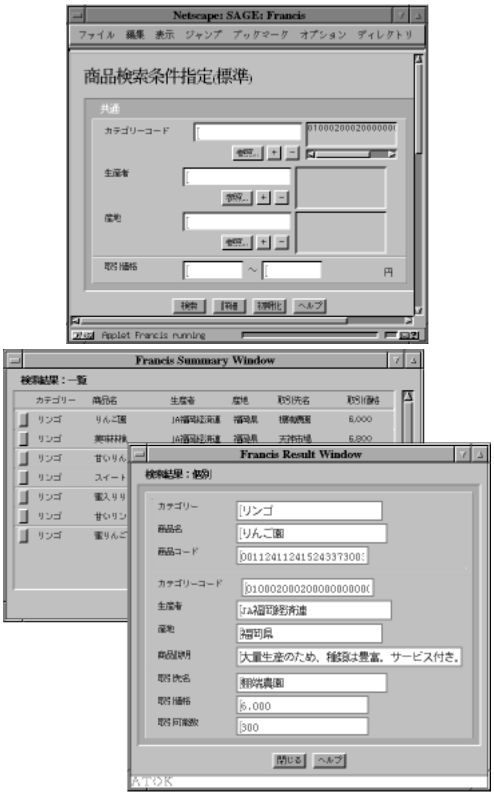

図 10　ユーザへの表示

	処理時間 (秒)
WWW ブラウザ	2.3
UA	1.5
FA	0.4
DBA	0.7

表 1　処 理 時 間

UA および FA に示した時間は、一つの要求に対する、依頼と回答のメッセージが往復する時間の合計である。UA は、WWW ブラウザから要求を受け取りメッセージを送り出すまでと、メッセージを受け取り WWW ブラウザに結果を通知するまでの合計、FA は、UA からメッセージを受け取り、適切な DBA すべてに送り出すまでと、DBA から最初の回答を受け取り、すべての DBA の回答をまとめて UA に送り出すまでの合計時間である。

(2) の単位時間における最大アクセス可能数は、各エージェントのうち、最大に処理時間がかかっているエージェントの時間に反比例すると想定される。上記の処理時間の内訳より、UA が全ユーザに共通の場合は UA が律速段階になり、UA を複数用意すれば DBA が律速段階になる。UA が律速段階の場合は、

3600 秒 / 1.5 秒 = 2400

最大アクセス可能数は 2400 アクセス /h 程度と予想される。DBA が律速段階の場合は、

3600 秒 / 0.7 秒 = 5143

最大アクセス可能数は 5100 アクセス /h 程度と予想される。企業間 EC では、要求される性能が 5000 アクセス /h 程度であると想定していることを考慮すると、UA を複数用意する必要がある。

6.　条件付きメッセージ

最後に、エージェント間の新しいインタフェースとして、条件付きメッセージを提案する。

今回試作した SAGE:Francis では、要求された項目に対して、一意の値を回答する枠組みであった。しかし、回答する項目値が他の項目値と関連している場合も少なくない。例えば、取引量や取引相手、取引日などに応じて、取引価格が異なる場合などである。

現在の SAGE:Francis では、DB で持つ項目値が条件により変わる場合でも、それらの条件が全て指定されていれば、条件に該当する項目値を正確に取り出すことができる。しかし、指定されていない時は、要求された項目の回答値も持っているにも関わらず、回答する手段がない。つまり、条件をつけた回答の手段が必要となる。このような場合、SQL などでは実現が不可能であるが、ACL により通信を行っているエージェント同士では、条件を付けて回答する仕組みを組み込むことが可能である。

図 11に、取引価格を要求されたメッセージに対する回答が、取引量により変わる例を示す。この例は、取引量が 50 箱以下の場合は取引価格が 2000 円、50 箱より多い場合は 1900 円である、という回答である。

```
(lambda (?取引量)
 (if
  (取引量 ?取引量)
  (cond ((=< ?取引量 50箱))
         (list "条件付きりんご" 2000円)))
        (true
         (list "条件付きりんご" 1900円))))))
```

図 11　条件付きメッセージ

このような条件付きメッセージにより、情報アクセス者は、回答を一意に決めるには他の条件が必要なことを認識でき、また情報提供者は、条件により回答

値が変わることを知らせることができる。すなわち、エージェント間で交渉を行うことが可能となる。

7. おわりに

本稿では、仮想カタログを企業間 EC に応用したシステム SAGE:Francis について、(1) 情報源 (DB) の抽象化とエージェント間インタフェース、(2) ユーザおよび DB のエージェント化、(3) ファシリテータの構築と用語変換、の要素技術を中心に報告した。Oracle、Access を利用した商品情報の統合実験では、RDB の構成や使用する用語が異なるデータを統合することに成功し、ユーザの検索依頼から結果表示開始までの時間が約 5 秒で、実用範囲内の時間であることが確認できた。また、条件により値が変わる回答に対して、条件付きメッセージを提案した。

我々の研究室では、SAGE の実用化研究として企業間 EC への応用以外に、SAGE:Francis と共通のファシリテータを利用した複合データベース [14] の開発も行っている。今後は、この複合データベースの要求も踏まえた、より汎用的なファシリテータの構築や、条件付きメッセージの実装、実用化に向けたレスポンス向上のための改良などを行なっていく。同時に、実用化のための技術整理や、エージェント構築に必要となるツールの開発も進めていく。

文　献

[1] M.R.Genesereth and S.P.Ketchpel, "Software Agents," Comm.ACM Vol.37 No.7, 1994.

[2] "Conversational Agent," IEEE Internet Computing Vol.1 No.2 pp.73-75.

[3] A.M.Keller and M.R.Genesereth, "Multivendor Catalogs: Smart Catalogs and Virtual Catalogs," 1996.

[4] M.R.Genesereth and R.E.Fikes, "Knowledge Interchange Format Version 3.0 Reference Manual," Technical Report Logic-92-1, Computer Science Department, Stanford Univ., 1992/6, URL: http://logic.stanford.edu/papers/kif.ps

[5] The DARPA Knowledge Sharing Initiative External Interfaces Working Group, "Specification of the KQML Agent Communication Language," 1994/2/9, URL: http://logic.stanford.edu/papers/kqml.ps

[6] URL: http://infomaster.stanford.edu/

[7] URL: http://www.hitachi.co.jp/Prod/comp/ec/twx21/index.html

[8] URL: http://www.tradeex.com/

[9] 寺本良明他," 異種プログラミング言語間でのエージェント通信機能の実現", 情報処理学会第 55 回全国大会,1997

[10] 丸山文宏他,"SAGE:(Smart AGent Environment)– 仮想カタログ –", 情報処理学会第 54 回全国大会 3-129,1997

[11] 益岡竜介他,"SAGE: 仮想カタログ – システムデザイン –", 情報処理学会第 54 回全国大会 3-131,1997

[12] 菅坂玉美他,"SAGE: 仮想カタログ – ユーザエージェント –", 情報処理学会第 54 回全国大会 3-133,1997

[13] 佐藤陽他,"SAGE: 仮想カタログ – データベースのエージェント化 –", 情報処理学会第 54 回全国大会 3-135,1997

[14] 吉野利明他," ファシリテータを利用した商用データベースの統合," ソサイエティ大会併設特集シンポジウム,1997 (投稿中)

菅坂　玉美

昭 63 年早大・理工・電子通信学科卒、同年株式会社富士通研究所入社。ネットワークに関連したソフトウェアエージェントの研究に従事。

益岡　竜介　（正員）

昭 60 年東大・理・数学科卒、昭 62 年東大・理・数学・修士卒、昭 63 年株式会社富士通研究所入社。平 3 年カーネギーメロン大学客員研究員、平 5 年富士通研究所に戻り、ニューラル・ネットワーク、ソフトウェアエージェントなどの研究に従事。

佐藤　陽

平 6 年 北陸先端大・情報科学研究科卒、同年株式会社富士通研究所入社。ネットワークに関連したソフトウェアエージェントの研究に従事。

北島　弘伸

昭 61 年東大・教養・基礎科学科卒、同年富士通株式会社入社。平 4 年より株式会社富士通研究所に所属。現在はソフトウェアエージェントの研究に従事。

丸山　文宏　（正員）

昭 53 年東大・工・計数工学科卒、同年株式会社富士通研究所入社。工学博士。昭 56 年スタンフォード大学客員研究員。昭 58 年富士通研究所に戻り、CAD、AI などの研究に従事。情報処理学会創立 20 周年記念論文賞、元岡賞など受賞。