

メタファーネットワークにおけるユーザの行動の表現

小笠原 直人*, 佐藤 究*, 布川 博士**, 白鳥則郎*

*東北大学大学院情報科学研究科

**宮城教育大学理科教育研究施設

近年、コンピュータの性能の向上、およびネットワーク技術の発達により高度で複雑かつ多種多様な情報システムが構築され、普及することにより、個人レベルでこのような分散システムにアクセスすることがより一般的、日常的になってきている。

我々は分散システムを特に意識することなくサービスを利用できる環境を提供する手法として、メタファーを用いたUIであるメタファーネットワークDeReMiを実装した。

本稿ではユーザのメンタルモデルの変化に対応し、同時により高度なユーザ間のコミュニケーションを提供することを目的として、DoReMi上のユーザの行動を定式化するタスクメタファーをいう概念を提案し、これに基づくアバターのシステムの構築について述べる。

Description of user's action on metaphor network

Naohito Ogasawara*, KiwamuSato*,

Hiroshi Nunokawa**, Norio Shiratori

*Graduate School of Information Science, Tohoku University

**Research Insutitute of Science Education, Miyagi University of Education

On the present condition that computers mutually connected each other, sharing infomation resources and forming a huge network, it is usual for user to access and use the distribute system.

We hava constructed metaphor network DoReMi which is a system enable user to use disperse system as a distribute system. In this paper we describe about the expression of user's action which based on task metaphor. Its purposes are to correspond to change of mental model and to provide flexible communication.

1.はじめに

近年、コンピュータの性能の向上、およびネットワーク技術の発達により高度で複雑かつ多種多様な情報システムが構築され、普及することにより、個人レベルでこのような分散システムにアクセスすることがより一般的、日常的になってきている。一般のユーザがこの分散システム上のサービスを利用するという場合、ユーザの目的はシステム上のサービスを利用して何らかの知的作業を行うことであり、コンピュータそのものの利用が目的ではない。しかしサービスの利用に際しては本来の作業以外の部分であるコンピュータやネットワークの知識が要求され、分散システム利用への大きな障害となっている。

こうした障害を取り除くため、分散システムを特に意識することなくサービスを利用できる環境をユーザに提供することが必要である。我々はこうした分散環境を提供する手法として、メタファーを用いたUIであるメタファーネットワークDoReMiを実装した。本稿ではユーザのメンタルモデルの変化に対応し、同時により高度なユーザ間のコミュニケーションを提供することを目的として、タスクメタファーという概念に基づいたDoReMi上におけるユーザの行動の表現について述べる。

2.DoReMi

2.1 DoReMi

メタファーネットワークDoReMiとは、ネットワーク上の各種サービスを統一的なメタファー（都市のメタファー）を用いて提供する分散システムを利用するためのGUIである。都市のメタファーを用いることにより、ユーザは、サービスとネットワークを都市の概念を用いて利用することができる[3]。DoReMiではユーザにメタファーを提供する手法としてシーンとシナリオという概念を用いている。シーンとはユーザにメタファーを想起させる絵であり、シナリオとはシーン間の認知的な繋がりである。

都市のメタファーはさまざまな概念を有しているためさまざまなサービスを有する分散システムに対するメタファーとして有効である。

現在までDoReMiでは郵便局（電子メール）、図書館（図書検索サービス）、市役所住所検索

（電子メールアドレス検索サービス）のサービスが実装されている。

2.2 DoReMiの実現モデル

DoReMiの実現モデルを図1に示す。DoReMiは大きく分けて、UI側、サービス提供側とアプリケーションにわかれる。DoReMiではアプリケーションとして既存のアプリケーションを想定している。

UI側はシーンの集合体であり、サービス提供側は階層構造をしたノードから形成されている。各ノードはシーンと1対1に対応している。ノードの階層構造によりユーザに対してシーンの連続によるシナリオを提供する。シーンはユーザが実際にインタラクションを行う部分であり、ボタンクリックやキー入力などのユーザからのイベントを処理するスクリプトレイヤーを持つ。ノードはシーンと通信しながらシーンの切り替え、アプリケーションへのコマンドの送信などの必要な処理を行う。

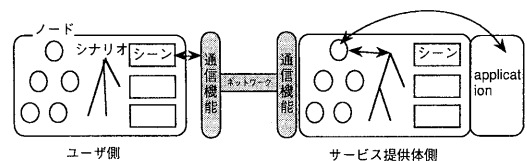


図1 DoReMiの実現モデル

3. メタファーネットワークにおけるユーザの行動の表現

我々の研究では様々な形態を持つ分散環境の中で以下の、

- 1)人-ネットワーク-コンピュータ
- 2)人-ネットワーク-人

の2つの系を対象とする。この分散環境をメタファーにより類推することで利用方法を獲得することが可能な認知的インタフェースの構築を目的としている。

既存のDoReMiは、「人-ネットワーク-コンピュータ」の系においてサービスの機能概念、利用概念を構造写像を用いることにより表現したシステムである。またこのメタファーUIを通してエキスパートになったユーザ、メタファーエキスパートユーザに対してユーザに適応する動的なメタファー、ユーザアダプティブメタファー(UAM)[4]の実現としてユーザによってメタファーの構

造等をカスタマイズできる環境，サービス記述環境を提供してきた。今回DoReMiにおいて問題となっていたメタファーエキスパートになると操作が煩雑に感じられるという問題を解決し，さらに定型的な作業を支援するという目的のために，タスクメタファーという概念を導入する。タスクメタファーではシステム上でのユーザの行動（タスク）を抽象化し，これを目標領域としてメタファーをマッピングすることが可能である。

また本稿では，タスクの実行を「ユーザの代理人であるアバター」に代行させるという実現手法をとる。アバターはタスクのインタプリタであると同時に，タスクを実行中のアバターをシステム上に表現し他のユーザにも表示することにより，「人-ネットワーク-人」の系におけるコミュニケーションの媒体としての機能も果たす。

近年3D表示による仮想都市の研究が盛んに行われているが，3Dによる仮想空間では操作の自由度は非常に大きい。ユーザの行動を抽象化するタスクメタファーの概念は，この3D世界での操作の煩雑さの解消にも役立つのではないかと考える。

4. タスクメタファー

4.1 タスクメタファー

タスクメタファーとはタスクを目標領域としてメタファーをマッピングする提供手法である。メタファーを用いて提供される分散環境上で，ユーザが行いたいタスクは，それを実行するためのメタファー世界での一連の操作の系列として表現される。タスクメタファーではこの操作の系列をシステム上でのコマンドの系列へ変換し（このコマンドの系列をプロジェクトと呼ぶ），プロジェクトにメタファーをマッピングしてユーザに提供する。

プロジェクトはユーザのタスクに対するメンタルイメージをシステム上での表現である。このプロジェクトにメタファーをマッピングしユーザに提供することにより，操作の煩雑さの解消と，定型的作業の対する支援を行う。

タスクメタファーは例えば「都市（分散環境全体を表現するメタファー）の中で，手紙をとってくる（タスクを表現するメタファー）ことを代理人（タスクの実行を表現するメタファー）に頼

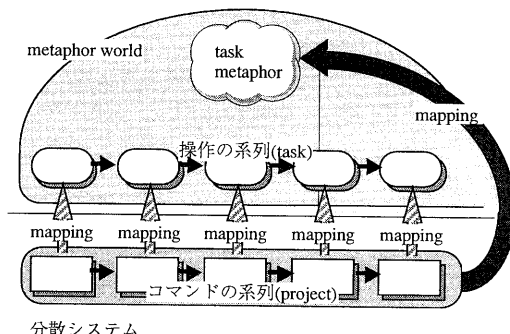


図2：タスクメタファー

む」といった形でメタファーの世界で表現される。

4.2 タスクメタファーでのタスク

上で述べたタスクメタファーを定式化するためにまずタスクについて分析する。タスクは次のような特徴を持つ。

- ・タスクは，初期状態から目標状態への状態遷移で表現される。ユーザは各状態において状況を認識し，システムに対し何らかの操作をし次の状態に遷移するという行動を繰り返し目標状態へと遷移する。
- ・一つのタスクはいくつかのサブタスクからなる場合がある。この場合タスクはいくつかのサブタスクを合成したものとして表される。
- ・一連の操作の系列であるタスクはそれを抽象化し，別のタスク中の一操作としてして用いられる場合がある。

タスクメタファーでは上のタスクの特徴を表現できる能力が必要である。次節においてタスクメタファーの定式化について述べる。

4.3 タスクメタファーの定式化

タスクメタファーでの一局面における操作は次のように表される。

$(p) \langle \text{stage}(a, c) \rangle$

$a \in \text{action}$: メタファー世界においてタスクを達成するために必要な行動

$c \in \text{condition}$: アクションの実行条件

$p \in \text{parameter}$: アクションの実行に必要な引数
この操作を実行すると，得られる結果はパラメータのリストに加えられる。

$(p) \langle \text{stage}(a, c) \rangle \rightarrow (p, r) \langle \phi \rangle$

$r \in \text{result}$: 実行結果

タスクは操作の系列として次の様に表される.

$\text{task} = (p1=x1, p2=x2, \dots, pi=x3) \langle \text{stage1}(a1, c1),$
 $\text{stage2}(a2, c2), \dots, \text{stagen}(an, cn) \rangle \quad (i \leq n)$

このタスクがプロジェクトに変換され、メタファァがマッピングされる.

・タスクの合成

タスクは次のようにして合成される.

$\text{task1} = (p1=x1) \langle \text{stage1}(a1, c1) \rangle$

$\text{task2} = (p'1=x'1) \langle \text{stage1}(a'1, c'1) \rangle$

$\text{task1} \cdot \text{task2} = \text{task3} = (p'1=x'1 \{ (p1=x1)$

$\langle \text{stage1}(a1, c1) \rangle \} \langle \text{stage1}(a'1, c'1) \rangle$

$\text{task1}, \text{task2}$ から合成された task3 は次のように実行される.

$\text{task3} = (p'1=x'1 \{ (p1=x1) \langle \text{stage1}(a1, c1) \rangle \})$

$\langle \text{stage1}(a'1, c'1) \rangle$

$\rightarrow (p'1=x'1 \{ (p1=x1, r1=y1) \langle \phi \rangle \}) \langle \text{stage1}(a'1, c'1) \rangle$

$\rightarrow (p'1=x'1, p1=x1, r1=y1) \langle \text{stage1}(a'1, c'1) \rangle$

$\rightarrow (p'1=x'1, p1=x1, r1=y1, r'1=y'1) \langle \phi \rangle$

task2 に必要なパラメータが task1 の実行結果に依存している場合、 task1 の実行結果がパラメータのリストに加えられるためパラメータの引き渡しが行われる.

・タスクの抽象化

また、タスクの中のアクションとしてタスクを指定することにより、より抽象的なタスクを記述することが可能である.

アクションとして用いるタスク

$\text{task1} = (p1=x1) \langle \text{stage1}(a1, c1) \rangle$

アクションとしてタスクを持つタスク

$\text{task4} = (p2=x2) \langle \text{stage2}(a2, c2), \{ (p1=x1)$
 $\langle \text{stage1}(a1, c1) \rangle \} \rangle$

このタスクは次のように実行される.

$\text{task4} = (p2=x2) \langle \text{stage2}(a2, c2), \{ (p1=x1)$
 $\langle \text{stage1}(a1, c1) \rangle \} \rangle$

$\rightarrow (p2=x2, r2=y2) \langle \{ (p1=x1) \langle \text{stage1}(a1, c1) \rangle \} \rangle$

$\rightarrow (p2=x2, r2=y2) \langle (p1=x1, r1=y1) \langle \phi \rangle \rangle$

$\rightarrow (p2=x2, r2=y2, p1=x1, r1=y1) \langle \phi \rangle$

「ユーザAのアドレスを市役所で調べ、郵便局でそのアドレスにBという内容のメールを出す」という実際のDoReMi上でタスクの記述の例を以下に示す. このタスクは task1 「ユーザAのアドレスを市役所で調べる」、 task2 「郵便局で

task1 で得たアドレスにBという内容のメールを出す」という2つのタスクを合成して得られる.

$\text{task} = \text{task1} \cdot \text{task2}$

$= (\text{アドレス} = B, \{ (\text{ユーザ} = A)$

$\langle \text{stage1}(\text{市役所にはいる, 市役所の前}),$

$\text{stage2}(\text{受付へ行く, nil}),$

$\text{stage3}(\text{キャビネットを開ける,}$

$\text{キャビネットの前}),$

$\text{stage4}(\text{ユーザ名を入力, 入力ダイアログ}) \rangle \rangle$

$\langle \text{stage1}(\text{郵便局にはいる, 郵便局の前}),$

$\text{stage2}(\text{葉書を買う, 受付の前}),$

$\text{stage3}(\text{手紙を書く, 葉書}),$

$\text{stage4}(\text{手紙の投函, nil}) \rangle$

5. タスクメタファァのモデルに基づくシステムの実現

5.1 タスクメタファァのモデルに基づくシステムの実現

DoReMi上でタスクメタファァを実現し、ユーザの行動を表現するシステムとしてアバターによるユーザプロジェクト支援環境を実現した. ユーザプロジェクト支援環境は既存のDoReMi上でタスクメタファァおよびその実行主体であるアバターの有効性を確認するための実験システムである. このユーザプロジェクト支援環境は以下の機能からなる.

(1) ユーザによるDoReMi上でのタスクメタファァの表現であるプロジェクトの記述および記述支援環境

(2) ユーザプロジェクト記述言語インタプリタであるアバター

(3) プロジェクト実行中のアバターをあたかもDoReMiを利用しているユーザとして表現する機能

現在このシステムではユーザのタスクのうち

(1) 定型的なタスク

(2) DoReMiのUIを利用している他ユーザとのコミュニケーション

がタスクメタファァを用いて表現可能になっている.

5.2 アバター

アバターはタスクメタファァの記述であるプロジェクトを実行する主体でありユーザによりプ

プロジェクトを与えられ、DoReMiのなかでこれを実行し実行結果を内部に獲得するインタプリタである。また、DoReMiの都市上においてアバターはユーザの代理人として表現されこれにより他のユーザとのコミュニケーション媒体としての役割も行う。

ユーザによりプロジェクトを与えられたアバターは、DoReMi上を動き、サービスを利用し結果を獲得や、アバター自身の持つコミュニケーション用のシーンとシナリオを用いた他ユーザとのコミュニケーションを行う。必要であれば、プロジェクトを実行し終えたアバターはユーザの元へ戻り結果を報告する。

アバターはプロジェクトデータ、プロジェクトエバリュエータ、データハンガー、で構成される。プロジェクトデータはタスクメタファーの記述であるユーザプロジェクト、プロジェクトエバリュエータはプロジェクトデータを解釈し実行する部分、データハンガーは実行結果を格納する部分である。与えられたプロジェクトデータはプロジェクトエバリュエータで逐次評価され、ユーザのようにサービス、ユーザ間を動き回り作業を実行する。それにより得られた結果はデータハンガーに格納されアバターがユーザの元に戻ったときこの内容をユーザに表示する。

アバターはシーン、ノード、シナリオオブジェクトなどと同じダイナミックオブジェクト[1]として存在し、DoReMiの実現モデルはシーンがアバターに置き換わった形で構成される。

5.3 ユーザプロジェクト記述言語

タスクメタファーを4.3節における定式化に基

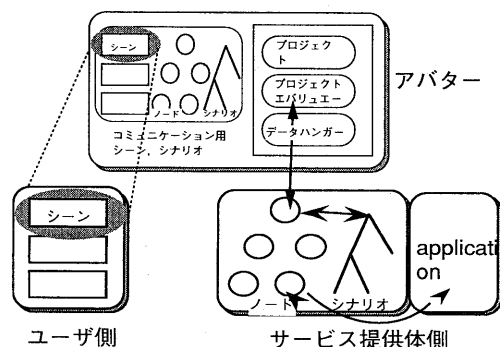


図1：ユーザプロジェクト支援環境実現モデル

づき記述するための言語としてユーザプロジェクト記述言語を用意した。ユーザプロジェクトはアクセスする対象のシーン、データ、メッセージとその繋がりであるシナリオをもとにUAM-DoReMi記述言語[1]を拡張したこの記述言語で記述される。この記述がアバター内部にプロジェクトデータとして格納される。

5.4 アバターによるサービスの利用

プロジェクトがサービスの利用であるとき、既存のDoReMiのノードはアバターと通信するようには設計されていないためアバターは自分がシーンであるかのように振舞い、ユーザが通常シーンとインタラクションをしながらユーザプロジェクトを実行する場合にシーンからノードに送られるものと同じメッセージをノードに対し送信する。このためのメッセージはプロジェクトのメッセージの部分に記述されている。これにより既存のDoReMiのサービスを変更することなくユーザプロジェクト実行環境を構築できる。

5.5 他のユーザとのコミュニケーション

アバターにユーザとのコミュニケーションを行わせる場合、ユーザに既知の操作体系以外の操作をさせることで認知的負荷をかけることを避けるため、アバターは内部に持つコミュニケーション用のシーンとシナリオを相手ユーザに対し表示し、通常ユーザがDoReMiのサービスを利用するときと同じ様なインタラクションを提供する様にした。また、ユーザプロジェクト記述言語はコミュニケーションのプロジェクトを実行する際のアバター間で授受されるメッセージおよびアバターの動作規則を記述することができる。現在動作規則としてユーザのスケジュールに基づく規則を実現している。

コミュニケーションの相手をより柔軟に指定するために、DoReMiユーザにグループ等の属性を設けた。グループ属性はユーザの集合により規定され、和集合、部分集合を取ることが可能である。複数のユーザとのコミュニケーションの場合この属性を指定する。

5.6 ユーザによるユーザプロジェクト記述支援環境

ユーザがアバターにプロジェクトを与える方

法として、プロジェクト記述言語で直接ユーザに書かせる方法はユーザはメタファーの中でシステムを使用しているため妥当ではない。よって、我々はユーザがDoReMi上不整合の生じないメタファーを用いてアバターにプロジェクトを与えることができる環境（アプリケーション）を提供する。

5.6.1 便利屋サービス

ユーザによるユーザプロジェクト記述環境をDoReMiの都市上に便利屋として実現した。便利屋というメタファーはDoReMiで提供される都市に含まれるメタファーである。このサービスにおいてアバターがユーザからサービスの利用の手順、他のユーザとのコミュニケーションの内容などのユーザプロジェクトを獲得する。

DoReMi上の便利屋のシーンの一部を図3に示す。ユーザが便利屋の中の都市の地図をクリックする方法でサービスの利用手順などを表現すると、これがプロジェクト記述に変換されアバターのプロジェクトデータに格納される。

ユーザプロジェクトが他のユーザとのコミュニケーションである場合は相手ユーザとテンプレートで用意された実行内容（相手を探す、メッセージを渡し返事を受け取るなど）を選択することによりユーザプロジェクト記述が生成される。

6. 他研究との比較

UIメタファーのモデルおよびそのための言語の研究はあまりみあたらない。

システム上のユーザとしてアバターを用いる研究はUniversalAvatar[10]、WorldChat[11]等多くなされているが、これらはシステムの仮想空間内でのユーザの外見や個性の表現にアバターを用いている。我々の研究においてはアバターはメタファー世界でのユーザのタスクの抽象的表現であるタスクメタファーの実行主体として用いておりこれらの研究とは着眼点が異なる。

7. まとめ

本論文では分散システムのためのメタファーの提供手法としてタスクの目標を指向した提供手法であるタスクメタファーを導入し、そのモデルとDoReMi上でのタスクメタファーおよびアバターの有効性を確認するための実験システムであるユーザプロジェクト支援環境について述べた。

今後の課題としては実験システムでのタスクメタファーの評価を行うことである。

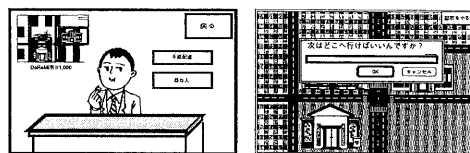


図3：便利屋サービスのシーン（一部）

参考文献

- [1]小笠原直人, 佐藤究, 布川博士, 白鳥則郎：メタファーネットワークにおけるサービス記述環境の構築, 情報処理学会マルチメディア通信と分散処理研究会報告(1995) 95-DPS-70-28, pp161~166
- [2]小笠原直人, 佐藤究, 布川博士, 白鳥則郎：メタファーネットワークDoReMiにおけるユーザプロジェクト記述モデル, 情報処理学会第52回講演論文集(1996), pp6-185~186
- [3]佐藤究, 布川博士, 楠見孝, 白鳥則郎, 野口正一：分散システムのためのユーザインタフェースメタファー, 電子情報通信学会論文誌 Vol. J79-A No.2 (1996)
- [4]佐藤究, 布川博士, 小笠原直人, 白鳥則郎：ユーザに適応するユーザインタフェースメタファー, 電子情報通信学会論文誌B-I Vol. J79-B-I No.5 pp.353-363(1996)
- [5]小笠原直人, 佐藤究, 布川博士, 白鳥則郎：メタファーネットワークDoReMiにおけるユーザプロジェクト記述言語, 情報処理大会第53回講演論文集[1996], pp4-187~188
- [6]布川博士, 三宅延久, 野口正一：メタファーネットワーク, 情報処理学会全国大会第42回講演論文集(1991), pp5-267~5-268
- [7]三石大, 布川博士, 野口正一：分散環境記述のための言語系, 情報処理学会全国大会第44回講演論文集(1992)
- [8]佐藤究, 布川博士, 楠見孝, 野口正一：ユーザインタフェース・メタファーの定性的評価とその考察, 情報処理学会グループウェア研究会報告93-GW-3-6, pp41~48
- [9]小笠原直人, 佐藤究, 布川博士, 白鳥則郎：メタファーネットワークDoReMiにおけるタスクメタファー, マルチメディア通信と分散処理ワークショップ発表論文集(1996), pp209~213
- [10]UniversalAvatars : <http://www.velocitygames.com/avatar/avatar.html>
- [11]WorldChat : <http://www.worlds.net/alphaworld/>