

## ユーザの連続参照に着目した業務イベントのグループ化方式

安部田 章<sup>†,††</sup> 碓崎 賢一<sup>†</sup>

本論文では、個人情報管理システム (PIM) を利用し、通常業務の中で自動的に業務知識を抽出する方式を提案する。提案方式では、ユーザの業務知識が PIM の操作手順に反映されると仮定し、予定や作業などのイベントの登録や参照といった操作履歴からイベント間の連続操作を取得分析することにより、関連する業務イベントを組織化し業務知識として自動的に抽出する方式を採用している。分析で重要となるイベントの参照は、PIM の画面を単に見る通常は操作を伴わない行為であるため、ユーザの参照部分を把握することが困難であるという問題がある。そこで提案方式では、イベントの詳細情報を提示するバルーンヘルプを導入する事により、ユーザの参照行動を記録可能な操作であるマウスポインタの動きに誘導する方式を導入した。業務イベントの組織化は、(1) バルーンヘルプの参照履歴から関連性のあるイベントの集合をおおざっぱに取得し、(2) それらを視覚化してユーザに提示しユーザとの対話から関連性の強化を図り、(3) その関連性に基づいて業務イベントをグループ化・組織化し、(4) 関連性を連結グラフの形で表現しユーザに提示するという過程で行う。試作システムによる利用実験の結果から、関連性を含めた業務知識としてグループ化できることを確認し、得られた業務知識の考察について述べる。

### Work Events Grouping Method Based on Sequential References in a User's Operation Record

AKIRA ABETA<sup>†,††</sup> and KEN'ICHI KAKIZAKI<sup>†</sup>

This paper proposes a method to automatically group related work events as a "knowledge of work" based on the relation between events extracted from a user's operation record on a personal information management system (PIM). We assume that users make sequential operations to related work events. Our method accumulates the target event and time of the user's operations such as registrations, changes, and references, and extracts relations between events by calculating frequency of sequential operations. However, reference to events is usually the user just looking at an event on a calendar view, not involving any operation, so recording which event and what time the user made a reference is difficult. To record user's reference exactly, we introduce a balloon-help-based function for event reference support. In addition, in order to encourage the user to make sequential references to related work events, we invented a function to offer the user the list of the events related to the target event. We have constructed a prototype PIM and tested it with 6 users. We confirmed that our method could make groups of related work events with acceptable accuracy, by analyzing many sequential references in the user's operation records obtained.

#### 1. はじめに

業務を効率良く行うためには、その実施に必要な作業項目、期間、資源、注意点などのさまざまな業務知識が必要となる。熟練者はこれらの豊富な知識により業務を効率良く行えるのに対し、初心者はその知識を持っていないため、業務効率が著しく低くなる事が

大きな問題となっている。

組織全体の生産性を考慮した場合、初心者に業務知識を移植しその生産性を向上させる事が重要である。また、組織では同じ業務の繰り返しが多いため、過去に行った類似業務の知識を再利用することができれば、熟練者も業務を効率良く行えるようになる。このような移植や再利用を体系的に行うためには、業務知識を何らかの形で有形化する必要がある。このような目的で、業務知識をコンピュータで蓄積・共有する方式が提案<sup>1),2)</sup>されている。しかしながら、文書化などを行う場合には、貴重な熟練者の時間を多量に要するため、その労力とコストの大きさが実施への大きな妨げ

<sup>†</sup> 九州工業大学 情報工学部

Faculty of Computer Science and Systems Engineering,  
Kyushu Institute of Technology

<sup>††</sup> 九州日立マクセル株式会社

Kyushu Hitachi Maxell Ltd.

になっている。

最近では、個人のスケジュール管理に個人情報管理システム (PIM)<sup>3),4)</sup> が一般的に利用されるようになってきている。PIM には業務を遂行する上で必要な業務イベントが記載され、その情報は業務の実施に伴い追加変更されていくため、現実に即した貴重な業務知識を表現したものと考えられる。このような観点から、我々は、日常的な PIM の利用の中から業務知識を自動的に抽出・蓄積し、再利用する事により、業務知識を活用するシステムの研究<sup>5),6)</sup>を進めている。

PIM 上では、ユーザが並行して進めている複数の業務に関するイベントや、個人的なイベントなどが混在して記載される。従来の PIM では、これらのイベントをカレンダー形式の表示領域に個別に記載しているだけであり、業務イベントが本来持っているイベント間の関連性やまとまりを無視して扱っており、1つの業務知識として扱う事ができなかった。したがって、PIM に記載された情報を業務知識として活用するためには、イベント間の関連性を何らかの方法で抽出し、同一業務のイベント群をグループ化し 1つの業務知識として抽出する必要がある。

イベントをグループ化する方法として、イベントの名称や詳細情報などに含まれる文字列の類似性を判定し、それに基づいてグループ化する方法が考えられる。用例ベース機械翻訳など、事例に基づく推論方式の自然言語処理システムでは、用例間の類似性を判定するために用例に含まれる文字列の類似性を計算し、類似用例の抽出に利用する方法が提案<sup>7),8)</sup>されている。しかしながら、イベント間の文字列の類似性は、イベントそのものの類似性を表しているため、同一業務のイベントが持つスケジュール上の関連性とは必ずしも一致しない。たとえば、同一の名称を持つイベントでも異なる業務のイベントである可能性があるため、イベント間の類似性に基づいて正確にグループ化することは困難である。

イベント間の関連性は、そのユーザが最もよく理解しているものと考えられる。我々は、イベントの関連性はユーザの PIM を利用する際の振舞いに現れると考えている。本論文では、まず、ユーザの日常的な PIM の操作履歴を記録し、イベント間の連続操作を分析する事により、イベント間の関連性を抽出する方式を示す。次に、この関連性に基づいて、関連あるイベント群を業務毎にグループ化し関連性を含めた業務知識として抽出する方式を提案する。

ユーザの操作履歴を分析するためには、その収集を行う必要がある。本論文では、ユーザにとっては違和

2/1999						
SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT
	1	2 論文作成	3	4 i-com 納期の打診	5 コードの作成	6
7	8	9 論文締切	10 OHP作成	11	12 発注書の	13
14 誕生日	15	16 発注書の提出	17	18 発注書の提出 ・マスクオプションの確認 ・データフォーマットの確認 ・発注媒体: フロッピーディスク	19	20
21	22 返却書類の確認	23 上司承認	24 マスク制作指示	25 返却書類の確認	26 発注予定日連絡	27
28			29 発注書の作成	30	31	

図 1 カレンダー形式の表示領域

Fig. 1 Calendar view.

感がなくシステムにとっては強力な収集法となる、バルーンヘルプを利用したユーザの参照履歴の収集法を提案する。さらに、多くの連続参照を記録・分析するために、関連するイベント間の連続参照を支援する関連イベントリスト機能を導入する。また、提案方式の有効性を確認するために、試作システムを作成し、運用した結果の分析と評価について述べる。

## 2. PIM 上での業務知識の表現

### 2.1 個人情報管理システム (PIM)

個人情報管理システム (PIM) は、人々が日常使っている手帳の機能をコンピュータ上に実装したものである。代表的なものとして、電子手帳やパーソナルコンピュータ上での個人情報管理ツールが挙げられる。現在では、ほとんどのノートパソコンや携帯端末などに常備されている普及度の高い一般的ツールである。

PIM では、(1) 個人のスケジュール管理、(2) 個人データ (住所録や電話帳など) の管理、(3) ToDo リストやメモの整理など、さまざまな個人情報を統合的に管理することができる。

ほとんどの PIM は、カレンダー形式の表示機能を備えており、カレンダーに個人のスケジュールや仕事の計画などを書き込むことができる。

### 2.2 PIM に記載される情報

PIM のユーザは、図 1 に示すように、カレンダー形式の表示領域に予定や用件、作業などのイベントを貼り付けて参照している。

説明のため、カレンダー形式の表示領域の内容を時系列で横一列に並べた例を図 2(a) に示す。図のように従来の PIM ではイベントを単に列挙しただけでイ

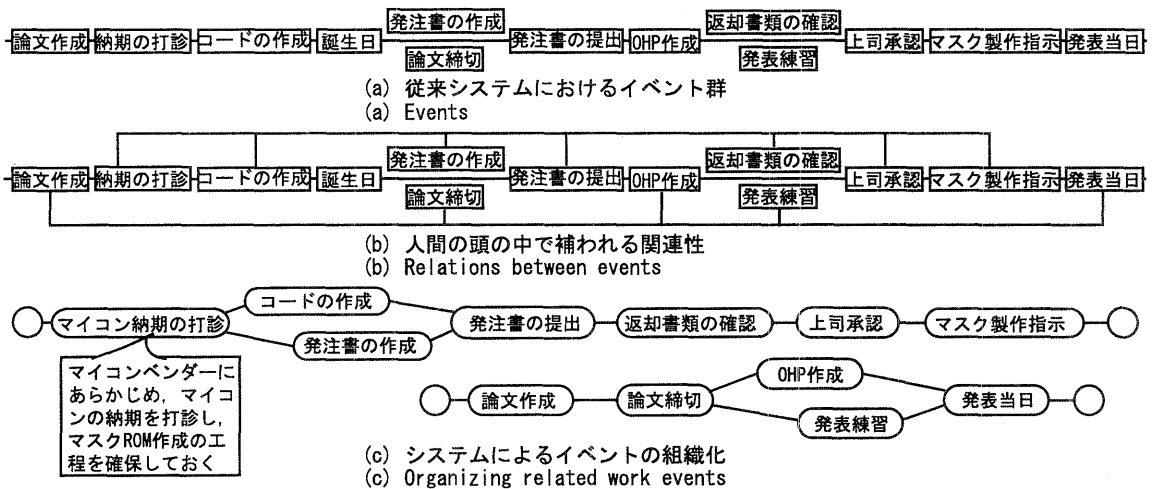


図2 業務知識としてのイベント間の関連性

Fig. 2 Relations between events as knowledge of work.

ント間の関連性が管理されていないため、スケジュールを作成した本人以外、特に初心者では作業間の関連性を把握できない。このため、情報が電子化されているにもかかわらず作業間の関連性を含めた業務知識として再利用できないという問題がある。

### 2.3 業務イベントの組織化

本人や熟練者はPIMの情報に対して、頭の中で図2(b)のようにイベント間の関連性を補い、実施順序の依存関係を把握することで業務知識として利用している。したがってユーザが頭の中で補っているイベント間の関連性を抽出し、図2(c)のようにイベント間の関連性を把握するのに適した業務別のワークフロー<sup>9)</sup>に変換し、ユーザにフィードバックすることができれば、他のユーザにおいてもスケジュールを業務知識として利用できるようになる。

例えば、図2(c)の上図に示したマイクロコンピュータ（以下マイコン）のマスクROM発注業務では、マイコンベンダーに対し、あらかじめマイコンの納期を打診しておくことが重要である。マスクROMを作成する工程のスケジュールの繁閑によっては、発注書の指示通りの日程でマスクROM作成が行われず、納期に影響がでる恐れがあるためである。このような場合でも、図2(c)のように業務スケジュールをイベント間の関連性も含めた情報として再利用することができれば、初心者でもマイコンの「コード作成」および「発注書の作成」に先行して「マイコン納期の打診」を抜き取りに行い納期を厳守することができるようになる。

さらに、図中の「マイコン納期の打診」に記載されているように、業務の納期に関わる重要な注意点やノウハウなどがイベントの付加情報として記載されてい

れば、初心者でもそれらの実施順序の依存関係の意味するところを容易に理解でき、業務を効率よく実施するための業務知識として利用できるようになる。

### 2.4 ユーザの振舞に現れる業務知識

一般に人間の頭の中にある知識を自動的に取得することは非常に難しいことである。しかしながら我々がPIMを利用する場合を観察すると、予定や作業を確認する行為、例えば目線の移動やマウスによる指示などの行為は頭の中にある業務知識に基づいて行われている。したがって、ユーザのPIM上での振舞を観察し分析することによって、ユーザの頭の中にある業務知識を取り出せると考えている。このような観点から我々は、ユーザのPIM上での振舞に以下のような仮説を立てた。

仮説1 ユーザは関連するイベント群を連続して操作することが多い。

仮説2 イベントの連続参照はイベントの実施順序の依存関係を表している。

これらの仮説に基づき、ユーザのPIM上での操作履歴を記録分析する事によって、ユーザの頭の中にある業務知識を抽出する。

## 3. 操作履歴の取得

### 3.1 履歴の取得対象と問題点

PIMの操作は、イベントの登録と参照の2つの操作に大別される。イベントの登録は、マウスで該当する日をクリックしキーボードで文字を入力するといった、直接的なコンピュータの操作として行われる。このため、マウスの移動やキーボードの打鍵等の履歴を記録<sup>10)</sup>して分析を行うことは容易である。

一方、イベントの参照は、PIMの画面を単に見るといった通常は操作を伴わない行為であるため、ユーザの操作を単に記録するだけでは、ユーザがPIMのどの部分を参照しているかを把握することは困難である。さらに、登録は各イベントにつき1回の操作であるのに対して、イベントの参照は業務が続く限り何度も繰り返し行われる。この多量の参照活動を正確に記録することは、ユーザの振舞を分析する上で非常に重要な事となる。

ユーザの参照活動を記録する場合には、視線のトラッキングなどを行う<sup>11),12)</sup>ことも考えられるが、システムを広く利用する事を考えると、装置やコストなどの面で非現実的である。ごく一般的なオフィスなどで利用することを考慮し、単純で効果的な方式が必要とされる。

### 3.2 バルーンヘルプを利用した記録方式

ユーザの参照履歴を記録する方式には、次のようなことがらが要求される。

- (1) ユーザがどのイベントをいつ参照したかを正確に記録できる
- (2) 単純でコストがかからない
- (3) ユーザが違和感なく利用できる
- (4) ユーザがどこを参照しようとしているかをユーザ自身に積極的に示させる

これらの要求を満たす参照履歴の記録方式として、我々は図1に丸枠で示されているバルーンヘルプ機能を利用した方式を提案する。バルーンヘルプ<sup>13),14)</sup>は、マウスポインタを興味のあるイベント上に移動させた場合に、そのイベントの詳細情報の一時的な表示領域を表示し、内容を簡単に確認できるようにしたものである。

詳細情報としては、イベントを実施するのに必要な資源や注意点などの情報を記載できるようにしており、ユーザは参照したいイベントに自然とマウスポインタを移動させることになる。これにより、ユーザの参照活動をマウスの操作として具体化し、振舞を記録する事ができるようになる。システムは、マウスポインタが指すイベントと、その移動時刻を記録することにより、イベントの参照履歴を正確に記録することが可能になる。

マウスの動きを単純に記録しただけでは、マウスポインタがウィンドウ上を横切る際に、その軌跡上のイベントなども含めて記録されてしまい、ノイズの多いデータになってしまう。我々の方式では、バルーンヘルプが表示されるまでにイベント上にマウスポインタを保持する最小時間を設定する事により、参照のため

に動かされたマウスの動きだけを選択的に記録できるようにしている。さらに、バルーンヘルプの表示期間を記録・検査し、一定時間未満の参照を除くことにより、参照行為として意味のあるものだけを抽出できるようにしている。

## 4. イベント間の関連性の抽出

### 4.1 連続操作に現れるイベント間の関連性

ユーザの操作履歴を分析すると、1つのイベントへの単独操作と複数のイベントへの連続操作に分類できる。我々は、ユーザは業務のスケジュールを管理するために、業務に必要な一連のイベントを連続して操作することが多い(仮説1)と考えている。単発での連続操作ならば、偶然ということも考えられるが、業務が実施されている期間にわたって頻繁に連続操作されれば、それらのイベント間に関連性があると考えられる。

したがって提案方式では、蓄積した操作履歴を分析しイベント間の連続操作を検出することにより、イベント間の関連性を抽出する。

### 4.2 イベント間の関連性の算出

2つのイベント間の関連性をそれらのイベント間の連続操作の頻度と定義する。ユーザの操作履歴から一定期間に行われた連続操作を検出し、それぞれのイベント間の連続操作の回数を集計することにより、イベント間の連続操作の頻度を算出する。

連続操作の検出方法は、図3に示すように操作間の間隔が一定値より小さいとき、連続操作とみなした。ただし、操作間の間隔に操作時間は含まない。

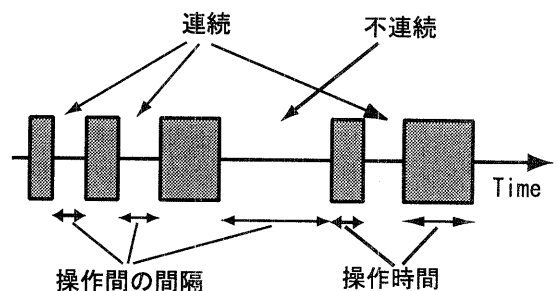


図3 連続操作の検出

Fig. 3 Detecting sequential operations.

## 5. 関連性に基づく業務イベントの組織化

提案方式では、抽出したイベント間の関連性に基づいて、業務イベントをグループ化し、イベント間の実施順序の依存関係を設定することにより業務知識として組織化する。

### 5.1 関連性に基づく業務イベントのグループ化

業務イベントのグループ化は、関連性が高いイベント間を接続し、連結されたイベント群を抽出することによって行う。

グループ化の概念をグラフ理論<sup>15)</sup>で使われるグラフ図を用いて説明する。図4において、白丸とその数字はイベントとその番号を示しており、無向グラフの頂点を表している。白丸間の線はイベント間の関連性を示しており、無向グラフの辺を表している。

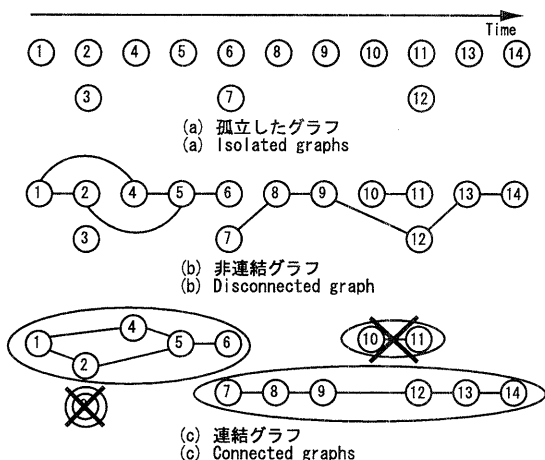


図4 関連イベントのグループ化  
Fig. 4 Grouping related work events.

図4(a)は、イベントを実施日時の順に、単純に並べたものである。このうち関連性の値が一定値よりも高いイベント間を接続することにより、図4(b)に示すような非連結グラフを得る。得られた非連結グラフは、連結された関連のあるイベント群から構成されるいくつかの連結グラフに分割できる。したがって、図4(c)楕円枠に示すように、各々の連結グラフを構成するイベント群をグループ化することにより、お互いに関連のあるイベント群をグループ化することができる。さらに、単独のグラフ(イベント番号3)や一定個数以下のグラフ(イベント番号10と11)を取り除いて、業務を表すものとして有効なグループのみを抽出する。

### 5.2 実施順序の依存関係の設定

プロジェクト管理システム<sup>16),17)</sup>で作業間の実施順序を把握するのによく使われるPERT<sup>18)</sup>では、ある作業からみて前もって行っておかななくてはならない作業を先行作業、その作業が終了していないと開始できない次の作業を後続作業という<sup>17)</sup>。連続参照の履歴はユーザのマウスの動きの順序を反映しているため、イベント間を接続した線は、先行イベントと後続イベ

ント間の実施順序の依存関係を表している(仮説2)と考えられる。したがって提案方式では、イベント間の接続線に対して、「先行するイベントが終了しなければ後続するイベントを開始できない」という実施順序の依存関係を設定する。

以上のようにして、孤立したイベント群から関連するイベント群を抽出し、イベント間の関連性を含めた業務知識として組織化する。

## 6. 連続参照の支援と組織化の強化

### 6.1 組織化の強化とその問題点

バルーンヘルプを利用するとマウスの移動だけの容易な操作で参照活動を行うことができるため、ユーザはイベントを連続して参照することが多くなると予想される。仮説1からユーザの連続参照は関連するイベント間で行われることが多いため、バルーンヘルプによって得られた多くの連続参照の履歴から、ある程度の精度で関連性のあるイベントの集合を取得することは可能である。

しかしながら、カレンダー上にはさまざまなイベントが入り交じって表示されるため、バルーンヘルプによる参照履歴にも関連性のない連続参照が含まれる。このため、取得したイベントの集合には関連性のあるものだけでなく関連性のないものも含まれることとなる。したがって業務イベントを高い精度で組織化するためには、イベントの集合の中から、関連性のあるものとならないものを明らかに有意差があるものとして分別するメカニズムが必要となる。

そこで我々はユーザとの対話の中からイベントの集合を分別する方式として、ユーザの連続参照のうち関連性のあるイベントへの参照を選択的に支援する、関連イベントリスト機能を導入し、業務イベントの組織化の強化をはかる。

### 6.2 関連イベントリスト機能

ユーザが参照中のイベントを右クリックすると、図1の破線枠に示すように、参照中のイベントに関連するイベントの一覧を提示するためのリストボックスを表示する。リストボックスの中からユーザが目的のイベントを選択すると、自動的にカレンダーをめくり該当するイベント上へマウスポインタを移動させる。

この機能により、ユーザはカレンダー上にちらばった関連のあるイベントを一個所で集中して確認することができるようになり、カレンダー上にあるさまざまなイベント群にわずらわされることなく、自然に関連のあるイベントへ連続参照するようになる。これにより、システムは関連のある連続参照をより多く取得で

き、イベントの集合から関連のあるイベント群を高い精度で分別できるようになる。

またその際、移動後のマウスポインタが指し示しているイベントのバルーンヘルプが表示されるので、バルーンヘルプを用いた一連の履歴として連続参照を記録できるようになる。

### 6.2.1 関連イベントリストの生成

関連イベントリストには、ユーザが次に参照するイベントをリストアップする必要がある。また、ユーザがリストの中から該当するイベントを容易に見つけだせることが望ましい。図5に参照中のイベントに対して、連続参照された頻度の高い順にイベントを並べた図を示す。イベント間の関連性の値は、それらのイベントが連続して参照された頻度を表しているの、関連性が高いイベントほど頻繁に連続参照されたことを意味している。我々は、頻繁に連続参照されたものほど将来も連続参照される可能性が高いと考え、図の実線矢印に示すように参照頻度の高いイベントから順に関連イベントリストに表示する。

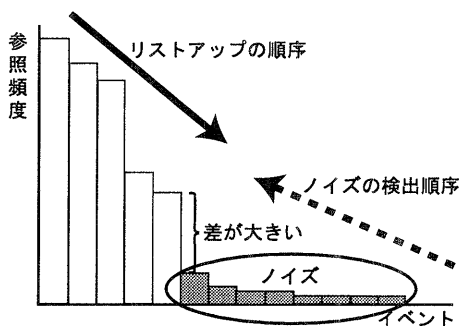


図5 連続参照の頻度分布

Fig. 5 Distribution map for frequency of sequential operations.

連続参照の履歴には、たまたま連続参照されたものも含まれる。それらのすべてを表示していたのではノイズが多くなりユーザが目的のイベントを見つけにくくなってしまいます。関連のあるイベントへの連続参照は、たまたま連続参照されたイベントと異なり、繰り返し何度も連続参照される。このため図5に示すように、関連のないイベント群と関連あるイベント群との間にはその頻度に大きな差が生じると考えられる。提案方式では、点線矢印に示すように、参照頻度の低いイベントから順に参照頻度の差を調べていき、その差が大きい部分を検出し、図の楕円枠で示すような部分を関連イベントリストに表示しないようにし、ユーザが目的のイベントを見つけ易くしている。

関連イベントリスト機能は、抽出した関連性を視覚化してユーザに提示しユーザとの対話の中からユーザの参照イベントを学習する単純なシステムとなっており、ユーザの参照履歴が蓄積されるにつれて動的に修正されていく。したがって図5に示すように利用が進むにつれて、関連のあるものとないものとの参照頻度の格差が拡大し、関連するイベントの分別が強化され、表示リストの精度が向上する。

### 6.3 連続参照の促進と組織化精度の強化

参照中のイベントと関連するイベントがカレンダーの同じ月に登録されている場合には、ユーザはマウスの移動のみで容易に目的のイベントを連続参照することができる。一方、関連するイベントが異なる月に登録されている場合には、カレンダーをめくる操作が必要となるため、マウスの移動だけでは参照活動を継続することができなくなる。さらに、目的のイベントがどの月のどの部分に登録されているか把握していない場合には、ユーザはカレンダーをめくって目的のイベントを探し回ることになる。このことがユーザの参照意欲を失わせてしまうため、貴重な参照活動を記録することができないという問題がある。

関連イベントリストでは、月のまたがった関連のあるイベント群も含めて一個所で集中して確認できるため、従来ユーザが躊躇していた連続参照を促進し、月をまたがった業務のイベントの関連性も正確に取得できるようになる。

また、関連イベントリストを提供することにより、ユーザは自分の頭の中にある関連性を具体的なイベントリストの一覧として確認できるので、ユーザはイベント間の関連性を強く意識するようになり、関連するイベントへの参照活動を促進する効果も期待できる。結果として、システムは多くの貴重な連続参照を記録できるようになる。

以上のように、関連イベントリスト機能を導入することにより、ユーザの参照意欲を増進し、貴重な参照活動を記録可能にすることで、バルーンヘルプの利用によって得られたイベントの集合を関連性のあるイベントへと分別し、業務イベントの組織化を高い精度で行うことができるようになる。

## 7. 実験と考察

### 7.1 利用実験

提案方式の有効性を確認するために、ユーザの操作履歴を記録できるPIM(図6)を試作し、学生6名を対象に利用実験を行った。バルーンヘルプの効果と関連イベントリストの効果とを別々に評価するため、まず、



図 6 試作システムの画面写真

Fig. 6 Sample screen of the prototype PIM.

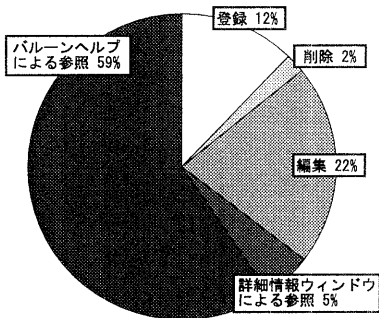


図 7 イベント操作の種類別の回数の割合

Fig. 7 Incidence of operations by the users.

バルーンヘルプのみを実装した PIM による利用実験を行った。利用期間は 2 カ月である。

ユーザはカレンダー形式の表示ウィンドウで、イベントの登録・変更・参照を行う。また、イベントの詳細情報ウィンドウにより、資源やコストなどの関連情報やメモなどを記録し、参照することで備忘録として利用できる。この詳細情報は図 6 の実線枠に示すように、バルーンヘルプ機能により参照することもできる。操作履歴は、イベントの登録、削除、変更、詳細情報ウィンドウによる参照、バルーンヘルプによる参照の 5 種類の操作と操作時刻を記録する。

### 7.2 バルーンヘルプの効果

イベント操作の種類別の回数の割合を図 7 に示す。バルーンヘルプを利用した参照操作が詳細情報ウィンドウによる参照操作と比較して 12 倍程度の非常に高い割合で記録されており、バルーンヘルプにより参

照操作が効果的に記録される事が確認できた。

## 7.3 関連性の抽出結果の評価

### 7.3.1 連続操作の検出

以下の実験結果の分析では、すべてのユーザに対して、操作間の時間間隔が 20 秒未満のとき連続操作とみなした。この値は、被験者が認識している関連あるイベント群を提案方式が最も正しくグループ化したときの値である。

なお、グループ化結果を最良にする値は、各々の被験者によって違ってくものと考えられる。したがって、それぞれの被験者によって適切な値を選択することにより、さらにグループ化結果を向上させることができると考えられる。

### 7.3.2 連続参照の評価—仮説 1 の検証

仮説 1 の有効性を検証するため、被験者の操作履歴から抽出した連続操作が、関連するイベント間で行われているかどうかを被験者本人にチェックしてもらった。表 1 にその被験者別の集計結果を示す。

表 1 連続参照の回数 (1)

Table 1 Results (1) for frequency of sequential operations.

被験者	A	B	C	D	E	F
関連のある連続参照	293 88%	288 90%	53 76%	110 38%	45 49%	10 42%
関連のない連続参照	39 12%	32 10%	17 24%	175 62%	47 51%	14 58%
合計	332	320	70	285	92	24

表 1 に示すように、A, B, C の 3 名の被験者の場合、非常に高い割合で関連するイベント間を連続参照していたのに対し、D, E, F の 3 名の被験者の場合その割合は非常に低かった。この結果に関して、各々の被験者にインタビューしたところ、前者 3 名は、試作システムを業務のスケジュール管理のために積極的に活用しており、この場合、仮説 1 が有効であることが確認できた。これに対して後者 3 名は、利用実験のための義務として一定時間の操作を行っていたに過ぎず、このため仮説 1 が有効でないことがわかった。

また、前者 3 名のうち A, B の 2 名は以前から PIM をスケジュール管理に利用していたのに対し、後者 3 名はいずれも PIM を利用した経験がなかったことも明らかになった。

## 7.4 業務イベントのグループ化方式の評価

### 7.4.1 グループ化結果の分析

提案方式によるグループ化結果の評価方法を、ある被験者のグループ化結果を見ながら説明する。まず、登録したイベントを被験者本人に手作業で業務毎にグ

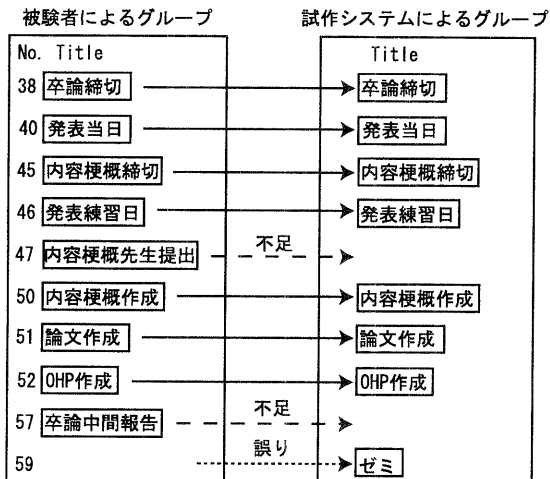


図8 グループ化の一例  
Fig. 8 A sample grouping for a user.

グループ分けしてもらおう。次に彼らの作成したグループと試作システムが抽出したグループを比較・照合してもらおう。その結果の例を図8に示す。

被験者が照合したグループに含まれているイベントが、試作システムが抽出したグループに含まれている場合には、提案方式がそのイベントを正しくグループ化したとする(図8実線の矢印)。また、被験者が照合したグループに含まれているイベントが、試作システムが抽出したグループに含まれていない場合には、提案方式がそのイベントを不足してグループ化したとする(図8破線の矢印)。逆に、試作システムが抽出したグループに含まれているイベントが、被験者が照合したグループに含まれていない場合には、提案方式がそのイベントを誤ってグループ化したとする(図8点線の矢印)。

試作システムが関連性に基づいてイベントを接続した様子を図9に示す。図9は、図8に示した試作システムによるグループを含んでいる(図9の破線で囲んだ部分)。今回の実験結果の評価では、イベント間の関連性の値が3よりも大きいとき、それらのイベント間を接続した。また、グループ化されたイベントの数が4つ以上のとき、業務を表す有効なグループとして抽出した。

7.4.2 実施順序の依存関係の評価-仮説2の検証

仮説2をある被験者の例を挙げて検証する。図9において、No.50:内容梗概作成→No.45:内容梗概締切およびNo.51:卒論作成→No.38:卒論締切、No.46:発表練習→No.40:発表当日など、多くの接続線が明らかに実施順序の依存関係を示していた。

しかしながら、No.51:卒論作成→No.50:内容梗概

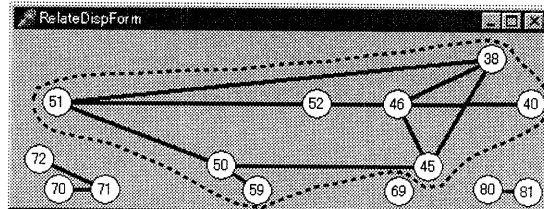


図9 非連結グラフの抽出例  
Fig. 9 Sample view of disconnected graph.

作成など、単純に実施順序の依存関係を表しているとはいえないものもあり、すべての接続線を実施順序の依存関係に置き換えることはできないことも明らかになった。接続線が表すものとして、実施順序の依存関係の他に、両方あるいは片方のイベントの詳細情報が他方のイベントの立案・実施の参考になる場合などが考えられる。この話題に関しては、さらに操作履歴を詳細に分析し、明らかにしていこうと考えている。

7.4.3 グループ化結果の評価

以上の分析方法を被験者 A, B, C に対して適用し、試作システムのグループ化結果を評価した。表2にその集計結果を示す。仮説1が有効でない後者3名に関しては、試作システムが抽出したグループと、被験者が手作業でグループ分けしたグループを、被験者本人がほとんど照合できなかったため評価できなかった。

仮説1が有効である前者3名の場合、被験者本人が手作業でグループ化したものが合計12グループあり、そのうち10グループを被験者が正しく照合できた。さらに、それらの10グループに含まれているイベントのうち、70%以上のイベントを試作システムが正しくグループ化することができた。この結果から、PIMを業務のスケジュールを管理するために実用しているユーザに対しては、提案方式は業務に関連するイベント群を正しくグループ化できることが確認できた。

表2 グループ化結果(1)  
Table 2 Results (1) for grouping against each user.

被験者	A	B	C	合計
被験者によるグループ	5	4	3	12
被験者が照合できたグループ	5	3	2	10
すべてのイベント	39	35	24	98
正しかったイベント	35	26	11	72(73%)
不足したイベント	4	5	18	27(27%)
誤ったイベント	3	4	3	9(9%)

表2において正しくグループ化されなかったものを分析すると、同じ日あるいはその前後日に登録されている関連性のないイベント間を誤って接続した場合が多く見られた。これは、関連のないイベントへの連続



表 3 連続参照の回数 (2)

Table 3 Results (2) for frequency of sequential operations.

被験者	A	B	C	D	E	F
関連のある連続参照	619 90%	649 91%	191 80%	425 61%	193 61%	230 69%
関連のない連続参照	67 10%	69 9%	49 20%	269 39%	124 39%	102 31%
合計	686	718	240	694	317	332

参照の多くは、同じ日あるいはその前後日に登録されているイベント間の連続参照 (これを我々は近接参照と呼んでいる) であり、この近接参照によって関連のないイベント同士が誤って接続されてしまったためであると考えられる。

PIM ではその日になすべき予定を忘れないようにチェックするために、その日やその前後に登録されているイベント同士は、その実施日時やその前後で頻繁に連続参照される。この連続参照は、業務の関連性とは無関係に行われるため、この影響が大きいと関連性のないイベント同士がグループ化されてしまうと考えられる。この近接参照の影響を少なくするため、実施日での近接参照は関連のないイベント間の参照である可能性があるため、連続参照の頻度に加算する重み付けを低くするなどの対策を行うことにより、グループ化の確度をさらに上げることも可能であると考えられる。これは今後の課題である。

### 7.5 関連イベントリスト機能の効果

関連イベントリスト機能の効果を評価するため、上記 6 名の被験者に、関連イベントリスト機能を追加実装した試作システムを 1ヶ月間継続して利用してもらった。その際、被験者には関連イベントリスト機能が利用可能であることを周知したが、利用を強要することはしなかった。また、被験者がすでに登録済みのイベント情報をそのまま利用できるようにした。

表 1 と同様な評価を被験者に依頼し集計した結果を表 3 に示す。その結果、先行した 2ヶ月の利用実験と比較して今回の 1ヶ月の利用実験では、すべての被験者において連続参照の頻度が 2 倍程度増加していたことがわかった。また、表 3 からわかるように、これらの連続参照が関連するイベント間で行われる割合も増加していたことが明らかになった。したがって、関連イベントリスト機能を導入することにより、業務に関連するイベントへの連続参照が促進され、被験者 6 名全員に対する仮説 1 の有効性が向上したことが確認できた。

これら連続参照の履歴に基づいた、前者 3 名のグループ化結果を表 4 に示す。3 名ともにイベントを正

表 4 グループ化結果 (2)(A,B,C)

Table 4 Results (2) for grouping against A, B and C.

被験者	A	B	C	合計
被験者によるグループ	10	5	5	20
被験者が照合できたグループ	9	4	3	16
すべてのイベント	77	46	65	188
正しかったイベント	68	37	47	152(81%)
不足したイベント	9	9	18	36(19%)
誤ったイベント	9	5	8	22(12%)

表 5 グループ化結果 (2)(D,E,F)

Table 5 Results (2) for grouping against D, E and F.

被験者	D	E	F	合計
被験者によるグループ	9	8	5	22
被験者が照合できたグループ	3	3	1	10
すべてのイベント	21	27	6	54
正しかったイベント	13	17	5	35(65%)
不足したイベント	8	10	1	19(35%)
誤ったイベント	1	5	0	6(11%)

しくグループ化した割合が向上しており、3名の集計結果では、試作システムが 80%以上のイベントを正しくグループ化できたことが確認できた。

次に、後者 3名の被験者に関するグループ化結果を表 5 に示す。先行した 2ヶ月の利用実験では、試作システムによるグループを被験者がほとんど認識できなかったのに対し、関連イベントリスト機能を実装した追加実験では、仮説 1 の有効性が向上し、試作システムによるいくつかのグループを被験者が照合できるようになった。

以上の結果から、我々は関連イベントリスト機能を導入することにより、ユーザの関連するイベントへの連続参照を促進し、グループ化の確度を向上させることができると考える。

### 7.6 抽出した業務知識の共有と伝授

試作システムが抽出した典型的な業務知識の例を図 10 に示す。図 10 はある被験者が「国際会議発表」を行うために登録した No.3:国際会議, No.4:発表当日, No.11:発表練習, No.12:OHP 資料作成, No.13:OHP 資料の評価, No.17:ビデオ撮影, No.19:OHP 作成締切の 7つのイベントをシステムが関連性のあるものとしてグループ化した。これらの「国際会議発表」を行うために必要なイベント群とその実施手順を一括して再利用することにより、初心者でも熟練者の貴重な知識や経験を反映した綿密なスケジュールを容易に立案することができるようになる。

「国際会議発表」に必要なイベントをリストアップすること自体は、注意深く行えば十分可能であると思われる。しかしながら、抽出された連結グラフには、図 10 に示すように、それらのイベントを行うのに必

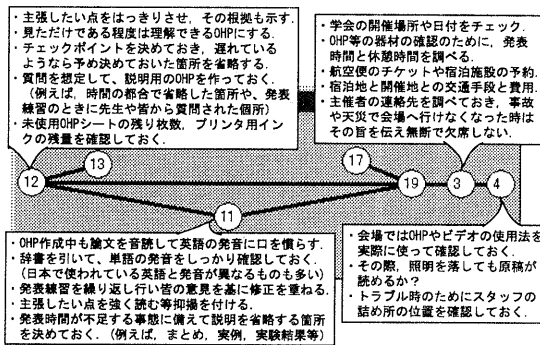


図 10 業務知識の抽出例

Fig. 10 Sample of knowledge of work.

要な期間や実施順序、さらに注意点やノウハウなどの付加情報も同時に記載されており、これらの情報を含めた業務イベントの総和が業務知識を構成していることがわかる。これらの業務知識は、実際に業務を実施した上で得られる実践的な知識であり、これらを利用することが初心者の業務遂行の助けとなることは容易に想像できる。

通常、この種の業務知識は熟練者(上級生)が初心者(新4年生)を指導することによって、その都度伝授されるものである。提案方式では、これらの業務知識を日常的なユーザのPIMの利用の中から自動的に抽出・蓄積しておくことにより、ユーザは必要ときに業務スケジュールのひな型として再利用することができるので、熟練者から初心者への業務知識の伝承が自然に行われるとともに、熟練者が初心者の指導に費やす貴重な労力も削減できる。

また、従来の知識蓄積・共有システムやグループウェアツールでは情報蓄積・共有の枠組みを提供したが、個人のノウハウをいちいち手作業で登録する必要があった。これに対して我々のシステムでは、スケジュール管理という側面に依存しているものの、日常のPIMの利用の中で自然に業務知識を蓄積できると考えている。

### 7.7 構造化した業務知識の提示

提案方式では、関連性のあるイベント群を単純にグループ化するのではなく、イベント間の関連性を含めた連結グラフの形で抽出・蓄積し、ユーザに関連性も含めた業務知識として提示することが重要であると考えている。

利用実験のグループ化結果では、複数の業務が1つの業務としてグループ化されてしまう場合があった。図11にその一例の連結グラフを示す。図11の場合、実線枠1(論文作成)と実線枠2(引越し)の2つの業務

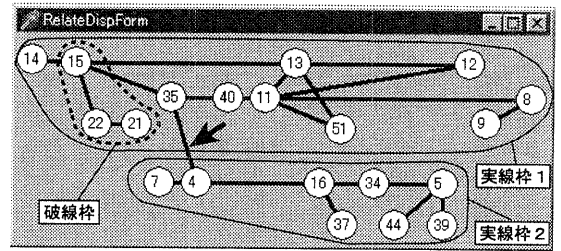


図 11 連結グラフの抽出例

Fig. 11 Sample view of connected graph.

のイベントが1つの業務としてグループ化された。このような場合でも、イベント間の連結の様子をみることにより、図中矢印で示すように、実線枠1と実線枠2は、ただ1つの接続線で結ばれていることがわかり、2つの異なる業務のイベント群を容易に特定することができる。

また、図中の破線枠は、実線枠1(論文作成)で作成する論文のアイデアをまとめそれをゼミで発表するという業務であり、実線枠1のサブプロジェクトとなっている。これに関しても、イベント間の接続の様子から、破線枠は、アイデアまとめ(No.15)というイベントから分岐していることがわかり、アイデア説明用の資料作り(No.22)を行いゼミ(No.21)で報告するといった一連のサブプロジェクトとなっていることが容易に理解できる。

さらに、関連性を含めた連結グラフでは、イベント間の関連性を目に見える構造として理解できるので、自分の業務構造を理解したり、熟練者の業務スケジュールと比較して自分の業務の進め方の善し悪しを分析したりする、個人の業務構造の分析ツールとして利用することも可能である。

## 8. おわりに

本論文では、ユーザの操作履歴を記録し、連続操作の頻度を集計することにより、イベント間の関連性を抽出する方式を提案した。さらに、イベント間の関連性に基づいて、業務に関連あるイベント群をグループ化する方式を示した。評価実験の結果では、PIMを業務のスケジュールを管理するために実用しているユーザに対しては、十分な確度で業務イベントをグループ化可能であることを確認した。

今回の利用実験は大学の研究室の学生を対象にしたものであり、同時に実施される業務の数は2~3程度であった。しかしながら、企業におけるユーザの場合にはより多くの業務プロジェクトを抱えている場合も考えられる。また、部長や所長のようにさまざまなプロ

ジェクトに対する判断が頻繁に生じるような立場(役職)の場合, 複数の異なる業務のイベントへの連続参照が頻繁に行われる. このような場合, 提案方式が有効に機能しないことも予想される. 企業におけるいろいろな役職のユーザによる検証も必要である.

今後は得られた結果からイベント間の関連性の構造を分析し, グループ化した業務イベントを業務知識として体系化する方式を明らかにしていく. さらに, 抽出した業務知識をグループで共有・再利用を行い有効活用するシステムを構築しようと考えている.

### 参考文献

- 1) 関良明, 山上俊彦, 清水明宏: ノウハウ蓄積支援システム FISH の実現とその評価, 電子情報通信学会 論文誌, Vol. J76-D-2, No. 6, pp. 1223-1232 (1993).
- 2) 中山康子, 真鍋俊彦, 竹林洋一: 知識情報共有システム (Advice/Help on Demand) の開発と実践: 知識ベースとノウハウベースの構築, 情報処理学会 論文誌, Vol. 39, No. 7, pp. 1186-1194 (1998).
- 3) Lotus Development Corporation: *Organizer Users Guide* (1995).
- 4) Now Software, Inc.: ナウ アップ・トゥ・データリファレンスマニュアルバージョン 2. 1 (1991). 株式会社 誠和システムズ.
- 5) 安部田章, 他: スケジュール情報の共有・再利用に着目した協調作業支援システム, グループウェア研究会資料 95-GW-13-2, 情報処理学会 (1995).
- 6) Abeta, A. and Kakizaki, K.: Operation Record based Work Events Grouping Method for Personal Information Management System, *Proc. COMPSAC'98, IEEE*, pp. 548-555 (1998).
- 7) 雀進, 小松英二, 安原宏: EDR 電子化辞書を用いた単語類似度計算法, 自然言語処理研究会 NL93-1, 情報処理学会 (1993).
- 8) 湯浅夏樹, 上田徹, 外川文雄: 大量文書データ中の単語間共起を利用した文書分類, 情報処理学会 論文誌, Vol. 36, No. 8, pp. 1819-1828 (1995).
- 9) 小林陽子: ワークフローで仕事を変える, 日経 BP 社, pp. 128-142 (1996/3/4).
- 10) 森孝弘, 他: 大量の GUI 操作履歴を分析するための走査・再生ツール, ヒューマンインタフェース研究会 96-HI-69-1, 情報処理学会 (1996).
- 11) 伊藤和幸, 数藤康雄: 任意文字連続注視時の視線移動の計測, ヒューマンインタフェース研究会 96-HI-68-5, 情報処理学会 (1996).
- 12) 飯田宗夫, 伴野明: 頭部の動きを許容した注視点検出装置と指示入力への応用, 電子情報通信学会 論文誌, Vol. J74-D-2, No. 4, pp. 520-527 (1991).
- 13) Apple Computer, Inc.: *Inside Macintosh, Volume 6 Part 2* (1988).
- 14) Cooper, A.: ユーザーインターフェースデザイン, 翔泳社, pp. 341-344 (1996).
- 15) Ore, O. and Wilson, R.: やさしく詳しいグラフ理論入門, 日本評論社 (1990).
- 16) Microsoft Corporation: *Microsoft Project for Windows95 Users Guide* (1995).
- 17) 三菱電機東部コンピュータシステム株式会社 プロジェクト研究会: 成功するプロジェクト管理の極意, ソフトバンク株式会社, pp. 46-56 (1994).
- 18) 関根智明: PERT・CPM, 日科技連 (1965).

(平成 11 年 3 月 20 日受付)

(平成 11 年 5 月 6 日採録)

(担当編集委員 中川 優)



安部田 章 (正会員)

1963 年生. 1987 年九州芸術工科大学音響設計学科卒業. 同年 (株) 日立製作所入社. 1990 年九州日立マクセル (株) に転属. 1997 年九州工業大学大学院情報工学研究科情報システム専攻博士前期課程修了. 現在, 同後期課程在学中. グループウェア, 知識蓄積・共有システム, 情報の視覚化に関する研究に興味を持つ.



碓崎 賢一 (正会員)

1960 年生. 1985 年大阪大学工学部造船工学科卒業. 1987 年同大学院基礎工学研究科情報分野博士前期課程修了. 1988 年同大学院博士後期課程退学. 同年九州工業大学情報工学部電子情報工学教室助手. 1993 年同大学助教授. 1997 年~1998 年アルバータ大学 (カナダ) 客員教授. 工学博士. 仮想現実, グループウェア, 分散処理, 記号処理言語, オブジェクト指向言語などの研究に従事. 日本バーチャルリアリティ学会, 人工知能学会各会員.