

# 個人行動記録の意味的構造を用いた効率的検索システム

小泉 敬寛<sup>†</sup> 亀田 能成<sup>††</sup> 中村 裕一<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 京都大学 大学院 工学研究科 電気工学専攻 〒 606-8501 京都市左京区吉田本町

<sup>†</sup> 筑波大学 大学院 システム情報工学研究科 知能機能システム専攻 〒 305-8573 つくば市天王台 1-1-1

E-mail: †{koizumi,yuichi}@ccm.media.kyoto-u.ac.jp, ††kameda@image.esys.tsukuba.ac.jp

あらまし 本研究では、頭部装着カメラにより人物の視点から撮影された映像に付加情報を加えた個人行動記録から、ユーザが必要とする記録断片を効率的に検索するための手法を提案する。頭部装着カメラで撮り流された映像は時間的に冗長かつ見辛い箇所を多く含んでおり、膨大な記録データから目的の情報を探すことは依然として難しい。本研究で提案する構造化類似検索 (Relevance Feedback with Structuring Filter) は、ユーザが選択したサンプルに類似する映像断片だけでなく、種々の意味で強く関連するデータを検索結果として提示することにより、単純に画像的にまたは数値的に類似していないデータをも検索することが可能にする。本論文では、本研究で扱う個人行動記録と記録データの意味的な構造について簡単な定義を行った後、構造化類似検索について説明し、実際に行動記録断片の検索が容易になることを実例をあげて示す。

キーワード 個人行動記録, ライフログ, 映像検索, 適合性フィードバック

## Retrieval of Personal Experience Records Using Relevance Feedback with Structuring Filters

Takahiro KOIZUMI<sup>†</sup>, Yoshinari KAMEDA<sup>††</sup>, and Yuichi NAKAMURA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Faculty of Engineering, Kyoto University Yoshidahonmachi, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8501 Japan

<sup>†</sup> Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba 1-1-1 Tennoudai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8573, Japan

E-mail: †{koizumi,yuichi}@ccm.media.kyoto-u.ac.jp, ††kameda@image.esys.tsukuba.ac.jp

**Abstract** In this paper, we propose an “Relevance Feedback with Structuring Filter” to efficiently retrieve personal experience records. Videos taken by a head-mount camera can be redundant and shaky, and they are not suitable for thoroughly looking through. We propose a novel approach “Relevance Feedback with Structuring Filter” for efficient retrieval for those data. Our method retrieves tightly related data as well as data that are similar to the samples. This process makes the retrieval process more flexible and efficient. In this paper, first we define semantic structures of personal experience record, then describe relevance feedback with structuring filter, and give some experimental results that show the efficacy of our framework

**Key words** Personal Experience Record, Lifelog, Video Retrieval, Relevance Feedback

### 1. はじめに

日常生活の中にコンピュータを取り入れ、情報支援をはじめとする様々な用途に用いる試みが多く行なわれている。その1つとして、頭部装着カメラをはじめとする各種のセンサを体に装着し、記録を残す試みが行なわれている。得られたデータを利用して記憶の補助、経験の共有に用いるためである [1] [4]。しかし行動記録として、撮り流した映像は、記録時間が膨大になり、そのままの形で利用することは困難である。そこで、何らかの方法で必要な記録のみを検索したり、加工する必要が

ある。

そのために、著者らはカメラ装着者が何かに注目しようとした場面 (注目シーン) を用いる手法を提案してきた [5]。この手法では、行動を想起、要約するために適したシーンを検出し、それを基に個人視点映像を要約する。これにより、閲覧や検索の際に冗長なシーンや見辛いシーンを閲覧する必要がなくなり、必要な部分を捜すことが容易になる。

しかし、そのような要約・構造化を行なったとしても、記録が膨大になるにつれ、必要な情報を探すことは難しくなる。さらに、このような記録を検索する目的には様々なものがあり、



図1 個人行動記録の提示例

各々によって、検索すべきデータや適した提示方法が異なるという問題がある。例えば、単に自分の行動を思い出すという目的もあれば、他人の記録から何か未知の情報を得るといったものまで様々なものに対応する必要がある。

このような検索を効率化するために、本研究では構造化類似検索 (Relevance Feedback with Structuring Filter) を提案する。構造化類似検索では、適合性フィードバック (Relevance Feedback) [7] [8] による類似検索の結果を意味的な構造を用いてフィルタリングすることで、強い関連を持ったデータ同士が検索結果の上位に表れるようにする枠組みである。

これにより、単純に画像的にまたは数値的に類似していないデータであっても、関連するものをまとめて検索することが可能になるため、個人行動記録の検索が容易になる。

以下の章で、構造化類似検索について説明し、いくつかの例を用いて本手法が有効に働くことを示す。

## 2. 個人行動記録の検索

### 2.1 個人行動記録データ

本研究で用いる個人行動記録は、頭部装着カメラから撮られた個人視点映像と天井などに設置されたカメラによってカメラ装着者周辺の様子が撮られた環境カメラ映像により構成される。これら2種類の記録は時刻と位置の情報で互いに関連付けられ、図1のようなGUIにより表示される [6]。

これらの個人行動記録データは映像 (動画 + 音声) であるが、本研究ではそこから注目シーンとして検出された映像断片や静止画像に、対応する位置座標や時刻をインデックスとして付加したものを、個人行動記録の単位 (以後、行動記録断片と呼ぶ) とし、これを検索対象とする [6]。この手法は、カメラ装着者が何かに注目している場面を頭部装着カメラの動きを基に検出し、代表画像とするものである。これにより、単に装着者が廊下を移動しているような動きが激しく見辛い場面や、変化のない冗長な場面を直接ユーザに見せたり検索の対象から省き、データ量を削減したり閲覧の手間を減らす。

### 2.2 類似検索

個人行動記録の検索を行なう際に、ユーザは、欲しい情報を持つ記録断片を明確に指定できるわけではなく、ある場所付近

での作業記録が欲しい、こんな本を捜したい、というように、曖昧な問い合わせを行なうことが多いと考えられる。そのため、適切な行動記録断片を常に一定の基準 (例えば時間や場所) で検索すれば良いわけではない。検索目的に合致した類似度を柔軟に調整しながら類似検索を行う必要がある。しかし、行動記録断片中の画像と完全に一致するような検索キーをあらかじめ与えることは難しい。例えばユーザがある本に関する記録を捜す場合、欲しいシーンの画像そのものを検索キーとして与えることができる場合は少ない。

このような問題に対する検索手法としては適合性フィードバックによる類似検索が有効である。適合性フィードバックはユーザが選択したサンプルを基に、類似度を求める関数のパラメータや特徴量の重みを変える。ユーザは必要とする情報を含んでいる、あるいはそれに似ていると考えたサンプルを選ぶだけでよい。システムはサンプル集合の特徴量の統計的性質から、類似度の計算方法を調整する。そのため、画像データベース検索のように、ユーザが正確に検索キーを指定できない場合に有効な手法となっている。

しかし、ユーザがサンプルを選択することすらできない場合がある。例えば、「これから行なう作業に必要な道具は何か」を知る目的で検索をする場合を考えてみよう。ユーザは必要となる道具の色や形状を知らないため、道具が写っている行動記録断片に類似する画像を選択することが難しい。また、その作業の記録映像中に、どのようなデータが含まれているか、どの部分に工具が写っているかを判断することも難しい。一つの行動記録断片を見ただけでは、その前後の行動がどのようなものであるかを判断すること等が難しいからである。そのため以下で述べるような構造化類似検索を用いる。

### 2.3 意味的構造による検索

人間の行動は全くランダムに起っているのではなく、その前後やまた離れた時刻に起った同目的の行動と密接な関連がある。例えば、ある装置を操作するための行動であれば、そのための準備、操作後の結果、違う日の同一の装置に対する行動、関連する装置に対する行動、操作教育を受けた際の体験等が関連する情報となる。また、異った日の同時刻の行動にはほぼ同一の行動を少し異った条件の下で行っている可能性が高いという関係がある。

このように、ある行動記録の各要素に対し、意味的に密接な関係を持つ他の行動記録断片を本研究で関連記録断片と呼ぶ。このような記録断片間の関係のうち、重要な意味を持つものには、例えば次のようなものがある。

- (a) 一まとまりの行動に含まれる行動記録断片間の関係
  - (b) 物体とその物体が普段置いてある場所など、行動記録断片に映っている道具や装置と、その一般的な状態を示す画像や位置座標を含む行動記録断片間の関係
  - (c) 共同作業をした複数人の個人行動記録の行動記録断片間の関係
  - (d) 行動記録断片中の対象の最近の記録、あるいは過去の記録のように、行動記録断片間の時間的推移に関する関係
- これら以外にも、発話内容を含めるとさらに多様な意味的關係

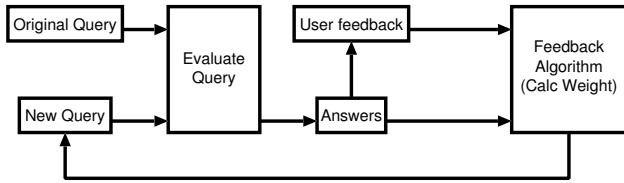


図2 適合性フィードバックによる検索手順

を考えることができる。

本研究では、上記のような関連性を持った行動記録断片を検索結果として返すように、構造化フィルタ (Structuring Filter) を用いる。すなわち、適合性フィードバックを用いて類似検索を行った結果に構造化フィルタを適用することにより、意味的関連性の強い行動記録断片も同時に検索結果として提示する。

### 3. 適合性フィードバックを用いた個人行動記録の検索

適合性フィードバックの枠組みよりユーザが行動記録断片を検索する手順は図2のようになる。まず、システムによりランダムに、あるいはあらかじめ指定された方法によって選択された行動記録断片が初期集合としてユーザに提示される。ユーザは、この初期集合の中から画像的、場所的、時間的に似ていると思った行動記録断片を選択する ( $Rel = \{x_i, \dots\}$ )。この  $Rel$  に含まれる行動記録断片の特徴量の統計的情報から、適合性フィードバックによって、類似度を調整する。次に、システムは、更新された類似度を用いて行動記録断片の類似検索を行なう。新たな類似度による類似検索から得られた行動記録断片を見て、ユーザはその中から再び、画像的、場所的、時間的に必要な行動記録断片に似ていると思ったものを選択する。以上の方法で、目的とする行動記録断片が見つかるまで、欲しい行動記録断片に近い行動記録断片を選ぶことを繰り返す。

各行動記録断片  $x_i$  の適合度  $r$  は、例えば以下のように計算する。

$$r(x_i) = \sum_{x_j \in Rel} D(x_i, x_j)^{-\alpha} \quad (1)$$

$$D(x_i, x_j) = \left( \frac{1}{N} \sum_{d=1}^N w_d |x_{id} - x_{jd}|^\beta \right)^{\frac{1}{\beta}} \quad (2)$$

ここで、 $\alpha$  および  $\beta$  は正の定数であり、一般的に2~5の間で適当な値が選ばれる。 $r(x_i)$  は行動記録断片  $x_i$  の適合度を示し、 $D(x_i, x_j)$  は  $x_i$  と  $x_j$  の間の距離を意味する。距離  $D(x_i, x_j)$  の値が小さいほど行動記録断片  $x_i$  と  $x_j$  は似ているということになる。逆に適合度  $r(x_i)$  では、計算された距離を  $-\alpha$  乗したものを足しているため、 $r$  が大きいもの程、ユーザが選択した行動記録断片と似ていることを示す。この適合度を個人行動記録中の全行動記録断片に対して求め、その上位  $k$  個を検索結果としてユーザに提示する。

式2の  $w_d$  は0~1の間で調整する。適合性フィードバックの典型的な手法では、この重み  $w_d$  を  $Rel$  に含まれる行動記録断片の各特徴量の分散を用いて、以下のように計算する。

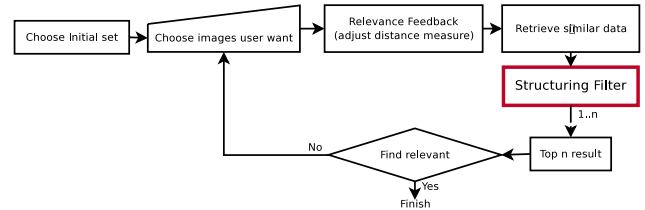


図3 個人行動記録検索の流れ

$$w_d^{new} = \frac{\sigma_d^{rel}}{\sigma_d^{all}} \quad (3)$$

$$w_d = \gamma \cdot w_d^{new} + (1 - \gamma) \cdot w_d^{old} \quad (4)$$

ここで、 $\gamma$  は一定値でフィードバックの強さを決める意味を持ち、通常0.6~0.9程度の値を用いる。 $\sigma_d^{all}$  は個人行動記録に含まれる全ての行動記録断片の  $d$  番目の特徴量の分散、 $\sigma_d^{rel}$  は  $Rel$  に含まれる行動記録断片に対する同様の分散である。

この方法はユーザが選択したデータに共通点があれば、特徴量  $x_{id}$  の値が似ているものがあるという予測に基づく。つまり、 $\sigma_d^{all}$  に対して  $\sigma_d^{rel}$  の比が小さい場合には、その特徴の値が  $Rel$  中のデータに対して重要な意味を持っており、また逆に比が大きい場合には、 $d$  次元目の特徴量は個人行動記録全体からランダムに選んでいるのと似ている。そのため、その次元の特徴量は重視する必要がないと考えられるからである。

式1の定数  $\alpha$  を大きくすると、距離が小さいものほど全体の適合度への影響が大きくなる。つまり、 $\alpha$  を大きくすれば、 $x_i$  が  $Rel$  中の1つの行動記録断片とさえ似ていれば、それだけで適合度  $r$  は大きくなるので、検索結果に現れやすくなる。式2の定数  $\beta$  を大きくすると、定数  $\alpha$  の場合とは逆に、 $x_{id} - x_{jd}$  の値が距離  $D$  に与える影響が大きくなる。つまり、 $\beta$  を大きくすることで、行動記録断片間の各特徴量で平均的に距離が近いものの方が、どれか1つだけ非常に距離が近いものよりも類似していると判断されやすくなる。

## 4. 構造化フィルタ

### 4.1 適合性フィードバックとの併用

2.2節で述べたように、ユーザが欲しい行動記録断片に類似したデータを目視で選び、有効なサンプル集合 (前節の  $Rel$ ) を作る事が難しい場合がある。そこで、本研究では構造化フィルタにより、適合性フィードバックによる類似検索で選ばれた行動記録断片に強く関連する行動記録断片を検索結果とする。具体的には、図3のように、構造化フィルタリングを適合性フィードバックによる類似検索に組み込む。

まず、行動記録断片間の意味的な関連性  $\gamma$  を表すために、次のような関連行列  $A^\gamma$  を用いる。

$$A^\gamma = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

$a_{ij}$  には0~1の値が入り、行動記録断片  $x_j$  に対して  $x_i$  の関

連性の強さを表す<sup>(注1)</sup>、 $a_{ij}$  の具体的な求め方は、それぞれの意味的な関連性毎に個別に定義される。関連行列は何種類かの意味的な関連性ごとに作成しておき、検索目的に合わせて各々のフィルタの重みを調整する。

ここで、式1で求まる個人行動記録  $X$  の各行動記録断片の適合度を  $r = \{r_1, r_2, \dots, r_N\}$  とする。これを用いて新しい適合度  $r' = \{r'_1, r'_2, \dots, r'_N\}$  を次のように計算する。

$$r' = \sum_{\gamma} (w_{\gamma} A_{\gamma} r) \quad (5)$$

ここで  $w_{\gamma}$  は関連性  $\gamma$  に与える重みである。関係記録断片を検索しないで、通常の類似検索結果のみを利用したい場合は、関連行列として単位行列  $A_I$  を与え、この重みを1に、他の関連行列の重みを0にすれば良い。

この計算では、関連の強い行動記録断片  $x_j$  の適合度  $r_j$  が大きいものが  $Rel$  に多く含まれるほど、行動記録断片の適合度は大きくなる。つまり、ある行動記録断片  $x_i$  の関連記録断片の数は0～ $N$ 個の間のいずれかであるが、各関連性ごとに  $Rel$  に含まれる関連記録断片の数は異なり、関連記録断片の数が多ければ多いほど、 $x_i$  の適合度が大きくなる。例えば、

$$A^{past} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 0 & 1 & \dots & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

行動記録断片  $x_j$  に対して  $x_i$  はそれよりも過去の記録であるという関連性を表す関連行列を考えると、値が全て1である上三角行列となる。実際にこの関連行列を用いて検索実験を行うと、どの行動記録断片を選択してフィードバックを行っても、 $x_1, x_2, x_3$  という順番で、適合度  $r$  が大きくなる可能性が高い。

そこで、関連記録断片の数による適合度計算への影響を減らすために、関連記録断片中から上位  $k$  個だけを用いてその適合度と関連性の強さの積を足し合わせることにする。このような補正を行った場合、上記の関連行列  $A^{past}$  を用いて検索実験を行っても、古い順に適合度が大きくなるようなことはなく、 $Rel$  中の行動記録断片に類似するものが上位に表れるようになる。

#### 4.2 構造化フィルタで用いる意味的構造

本研究では2.3節で述べたような意味的な関連を単独または複合的に用いて構造化フィルタを構成する。例えば、作業中に必要な物が普段どこに置いてあるのかを示す行動記録断片を検索したい場合は2.3節(a)一連の行動に含まれるという関係と、(b)一般的な状態に関する関係性を組み合わせることにより、目的の行動記録断片が検索されやすくなる。

以下に、2.3節で述べたそれぞれの関連性の意味とその関連行列の求め方を示す。

##### (a) 一連の行動に含まれる行動記録断片との関係

ユーザが個人行動記録の検索を行う時には、ある瞬間の状況やそれが撮影された位置ではなく、あるひとまとまりの行動内

(注1): 現在は、この  $a_{ij}$  には、関係性の有無だけを示す0か1のみが入力される。

容を知りたい場合が多い。そのため、部屋に入ってから出るまでに行なった一連の行動の間に、強い関係があると考えられる。

そこで、部屋に入ってから出るまでを一つの区切りとして、同じ区切り内にある行動記録断片を関係づける。ここで、対象となる行動記録断片  $x_i$  を含む区切りに含まれる行動記録断片の添字の集合を  $A_i$  とすると、

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if } j \in A_i \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

となる。

##### (b) 物体の一般的な状態を示す記録との関係

行動記録断片に映っている物が普段はどこに置いてあるのか、あるいはどんな状態で保管されているのかを知りたい場合がある。しかし、対象物の見え方が変わっている場合には、画般的な類似検索でそれを見つけることは難しい。例えば、普段は箱の中にしまわれてしまうようなものは見え方が全く異なり、画般的な類似検索では良い結果を得られない。そのため、行動記録断片に映っている物とそれが元々置かれていた場所での行動記録断片を関係付けておくことが望ましい。そこで、作業中の移動をヒントとして行動記録断片を関連づける。

例えば、良く起る行動パターンとして、基本的に1カ所にとどまって作業は行ない、ある作業のために必要な物が違う場所にあるために、それが場所移動するというものがある。そこで、まず最も停留時間の長い場所を主に作業を行っている場所とし、そこでの行動記録断片の集合を  $M$  とする。次に、そこから移動してどこか1カ所にとどまった際の行動記録断片の集合を  $S$  とする。主に作業を行っている時の行動記録断片  $M$  と移動先の場所に含まれる行動記録断片に写っている対象が類似していれば<sup>(注2)</sup>、その  $S$  が関連する行動記録断片となる。つまり、

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if } \text{sim}(\mathbf{x}_k, \mathbf{x}_j) < \text{thr}_d \text{ for } (\mathbf{x}_k \in S) \wedge (\mathbf{x}_j \in M) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{sim}(\mathbf{x}_i, \mathbf{x}_j) = \sum_{k=1}^{16} \sqrt{(h_{ik} - h_{jk})^2}$$

となる。現在は、画像が類似しているかどうかを注目対象領域の色ヒストグラムの近さで判断しており、 $h_{i1}, \dots, h_{i16}$  は  $x_i$  の色ヒストグラムを表す。

##### (c) 他人の行動記録断片との関係

何かを行なう時に、他の人に必要な物を持ってきてもらったり、何らかのアドバイスを貰ったりすることがある。そのため、同一時刻の他人との距離が閾値以下になるかを調べる。自分の個人行動記録を  $X^{my}$ 、他人の個人行動記録を  $X^{other}$  とすると

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if } \text{tdist}(\mathbf{x}_i^{other}, \mathbf{x}_j^{my}) < \text{thr}_t \wedge \text{dist}(\mathbf{x}_i^{other}, \mathbf{x}_j^{my}) < \text{thr} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{tdist}(\mathbf{x}_i, \mathbf{x}_j) = \sum_{t \in t} \sqrt{(t_i - t_j)^2}$$

となる。ここで、 $\text{tdist}$  は2つの行動記録断片が時間的にどの程度離れているかを計算する関数である。

(注2): 同じ物体を見ている場合には注目対象として検出された領域が似ている可能性が高い。

#### (d) 行動記録断片間の時間的推移に関する関係

ユーザは類似検索により得られた行動記録断片の中から、最も時間的に新しい記録断片を見たり、逆に最も古い記録断片を見たりする可能性がある。多くの場合、初期状態や最終結果が重要となるからである。そこで、このような時間的推移によって関連づける。

個人行動記録では、時間順に並んだ行動記録断片に、その順番でインデックス番号が振られている。そのため関連行列は、新しい関連記録断片を示すものは下三角行列、逆に過去の関連記録断片を示すものは値が1の上三角行列となる。

$$A^{feature} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 1 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & 1 & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad A^{past} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 0 & 1 & \dots & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

## 5. 実験

### 5.1 実験環境

実際の個人行動記録を検索することで、検索要求に応じた結果が得られるかどうかを確認した。

個人行動記録は数時間程度の個人視点映像と環境映像を用いて作成した。頭部に装着された小型カメラによって撮影された映像は、背中に背負ったリュックの中にあるノートPCに装着されたMPEG2エンコーダカードによって、MPEG2形式の映像ファイルとしてノートPCのHDD内に一旦保存される。環境カメラ映像はデジタルカメラ(IEEE1394形式、1280 x 960, 7.5fps)により撮影され、MPEG形式で保存される。

こうして得られた、個人視点映像と環境カメラ映像に対して、注目シーン検出処理と人物位置追跡処理を行い、個人視点映像から得られた注目シーンと環境カメラ映像から得られた位置情報を関係付け、注目シーン画像、位置、時刻、インデックス番号からなる個人行動記録を作成する。この時、注目シーンと位置情報は部屋に出入りする時点での時刻情報を用いて同期を取る。

### 5.2 検索実験

作成した個人行動記録を用いて次のような検索実験を行った。与えた検索目的の例を示す。

- 最後にビデオカメラ(DVカム)を使ったのはどこ？
- DVカムを持ちだす時に持ち出しリストにチェックを入れたか？
- PCにインストールしたソフトはどこにあるのか？
- DVカムは普段どこに保管してあるのか？

このような検索例では、類似検索だけで検索結果を得ることは難しい。そのため、我々の手法では、以下のような関連性を組み合わせて検索を行うことになる。

- (1) 時間的な関連により最新の記録を検索
- (2) 一連の作業間の関連により前後の作業状況を検索
- (3) 対象物とそれがあつた場所との関連により、対象物の置いてある場所を検索
- (4) 対象物とそれがあつた場所との関連により、対象物が普段から置いてある場所を検索

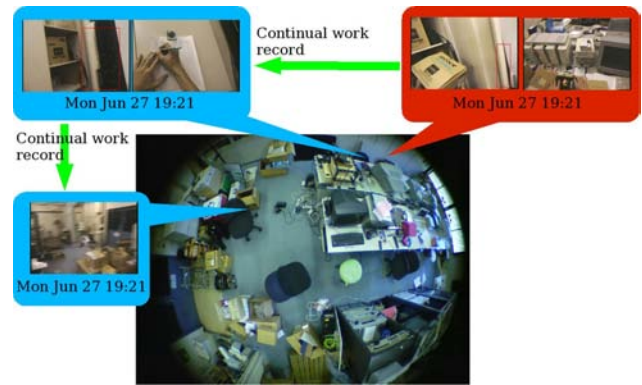


図4 一連の作業を検索

これらのうち(1)の利用方法は自明であるため、(2)、(3)、(4)が有効に働くことを説明する。ただし、関連行列は、4.2で述べた手法を用いて個人行動記録から自動的に作成されたものを用いた。

#### (2) 一連の作業間の関連により前後の作業状況を検索

例えば、チェック表が写っている記録断片を選択して検索しても、それがDVカムを取ってきた時にチェックをした記録であるかどうかを判断しにくく、また逆に、DVカムが写っている記録断片を選択して検索しても、チェック表の映っているシーンが類似検索の結果として現れ難い。

それに対し、一連の作業を検索するような関連行列を用いることで、前後の作業内容が関連する記録断片として現れるようになる。DVカムをロッカーから持ち出す前後の作業の様子が関連付けられているため、検索者はDVカムを使った作業内容を検索キーやヒントにして検索を進めることができる。

つまり、上記の関連性を用いれば、「DVカムを持ち出す」という行動の前後の行動記録を知ることができ、チェック表にチェックをしたかどうかを判断することが可能になる。

実際の実験でも、図4のようにロッカーからDVカムを持ち出した後、チェック表にチェックを入れるシーンが関連記録として提示された。

#### (3) 対象物とそれがあつた場所との関連により、対象物の置いてある場所を検索

ある場所での作業記録と、そこから移動した先の記録断片を関連付けることで、その時に用いた物を取ってくるシーンや逆に返しに行くシーンなどを関連する記録断片として検索することが可能になる。

例えば、PCの前で作業をしている時の記録断片と、そこから移動した先の記録断片を関連付けることにより、PCのソフトのパッケージを取り出す、あるいは元に戻すシーンを検索することができる。

実際の実験でも、図5のように、PCに対してソフトのインストール作業を行なう記録断片が類似検索の結果として現れ、さらに関連する場所の記録断片としてロッカーの場所での記録断片が検索された。ここで、さらにロッカーの映っている記録断片を検索することで、そのロッカーからソフトのパッケージを取り出すシーンを検索することができるため、ユーザはここからソフトのパッケージを持って来たことを知ることができた。

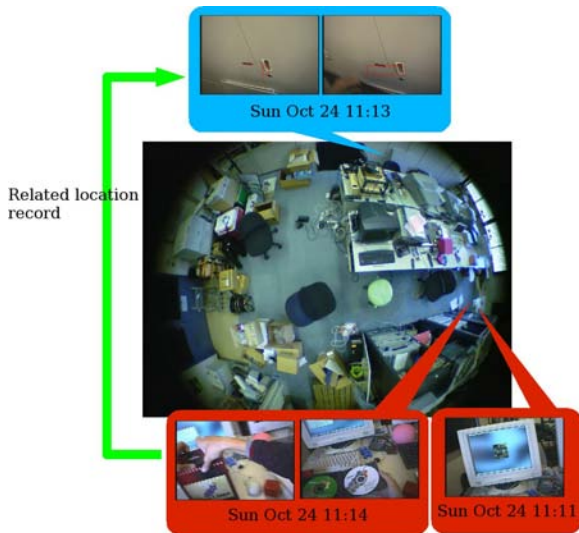


図5 関連する場所の記録断片

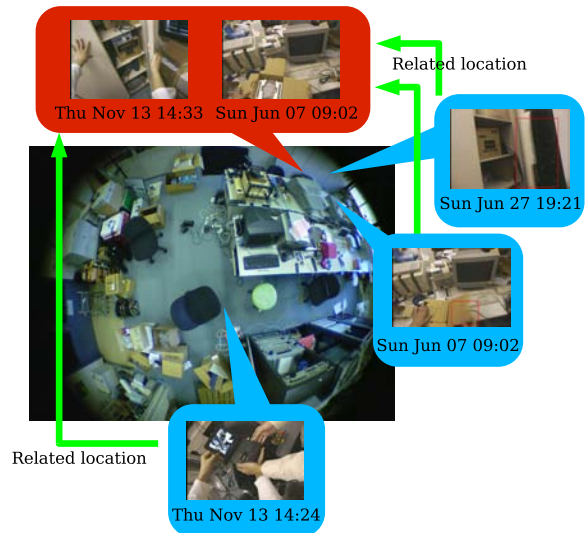


図7 対象物が普段置いてある場所



図6 関連する場所の検索結果

(図 6) .

(4) 対象物とそれがあつた場所との関連により、対象物が普段から置いてある場所を検索

対象物が普段置いてある場所を検索したい場合には、上記と同じある場所と移動先との関連による検索が可能である。

具体的な検索方法は次のようになる。一度目の検索で対象となる物体に関連する場所の記録断片が検索結果の上位に表れる。ここで上位に表れているのは、対象物が普段置いてある場所か、作業のための持ち出された場所と考えられるが、普段置いてある場所の記録断片の数がより多いと考えられる。そこで、適当数の記録断片を上位から選択して類似検索を行なうことにより普段対象物が置いてある場所を知ることができる。

実験では、始めに提示された記録断片の中から DV カムの映っている記録断片を位置、時刻によらず複数選択する。その検索結果では図 7 のように DV カムが普段から置かれている場所知ることができた。

## 6. Conclusion

本研究では、相互に関連があるデータ集合の検索を効率的に行なうための手法として、構造化類似検索を提案した。また、

本手法を用いることで、類似検索からは発見しにくい関連データの探索を容易に行なうことができることを示した。さらに、個人行動記録に対して本手法を適用することで、データの関連性から目的のデータを検索することができることを示した。いくつかの実験により、本手法により個人行動記録の検索を行なえることを示した。

今後の課題として、様々な検索内容に対してどのような関連性が必要になり、その関連行列をどのように得るのかを考える必要がある。また、検索内容に応じて適切な関連性を用いた構造化フィルタを選択するための枠組みを考える必要がある。

## 文 献

- [1] 河野恭之, 河村竜幸, 上岡隆宏, 村田賢, 浮田宗伯, 木戸出正継. ウェアラブル日記の実現に向けて - 日常記憶の検索・編集・整理・共有機構 -. In *PRMU2003*, 2003.
- [2] 酒田信親, 蔵田武志, 興梠正克, 葛岡英明, マーク・ピリングハースト. ウェアラブルシステムのための画像と複数センサのデータ統合による位置・方位取得手法. In *MIRU2002*, pp. 112-120, 2002.
- [3] T. Kawashima, K. Yoshikawa, K. Hayashi, Y. Aoki. Situation-based Selective Video-Recording System for Memory Aid. In *IEEE Proc. of Int. Conf. on Image Processing, III*, pp. 835-838, 1996.
- [4] 堀鉄郎, 河崎晋也, 石川尊之, 相澤清晴. ライフログ応用に向けたコンテキストに基づく映像・データ検索. In *MVE2003*, 2003.
- [5] Y. Nakamura, J. Ohde, and Y. Ohta. Structuring personal activity records based on attention - analyzing videos from head-mounted camera. In *15th Int'l Conference on Pattern Recognition Track4*, pp. 220-223, 2000.
- [6] S. Kubota, Y. Nakamura, and Y. Ohta. Detecting scenes of attention from personal view records - motion estimation improvements and cooperative use of a surveillance camera. In *IAPR Workshop on Machine Vision and Applications*, pp. 209-213, 2002.
- [7] Michael Ortega-Binderberger, and Sharad Mehrotra. Relevance Feedback in Multimedia Databases.
- [8] Leelay Wu and Christos Faloutsos and Katia P. Sycara and Terry R. Payne. FALCON: Feedback Adaptive Loop for Content-Based Retrieval. *The VLDB Journal*, pp. 297-306, 2000.