

時間・空間・人物情報に基づくインタラクションによる ライフログ画像の探索手法の提案

捧 隆二[†] 佃 洸[†] 中村 聡史[†] 田中 克己[†]

[†] 京都大学情報学研究科社会情報学専攻 〒 606-8501 京都府京都市左京区吉田本町

E-mail: †{sasage,tsukuda,nakamura,tanaka}@dl.kuis.kyoto-u.ac.jp

あらまし 本稿では個人の撮影したライフログ画像集合の中から目的とする画像を効率的に探索する手法を提案する。従来の写真ブラウザは撮影時間・撮影場所・画像に写った人物のいずれか一点を用いて検索を行うことしかできず、目的の画像に関する記憶が曖昧なとき、画像を見つけ出すことが困難であった。そこで、本稿では時間・位置・人物情報の3つの空間を横断的に用いて、ユーザの入力に応じて対話的に画像を探索可能とするシステムを提案する。このシステムにより、曖昧な記憶からでもユーザは目的の画像を効率的に探し出すことができるようになると思われる。

キーワード ライフログ, 写真, インタフェース, ライフログ画像

1. はじめに

デジタルカメラが普及する以前は写真を撮影するコストが高く、もっぱら旅行や冠婚葬祭などのイベントの際にしか写真は撮影されなかった。しかし現在では、デジタルカメラの普及によって、撮影コストが下がり、特定のイベントのときだけでなく、日常的に写真が撮影されるようになってきた。中には毎日、一日十枚以上画像を撮影し、何万枚もの画像を所持するライフログと呼ばれる人々も登場している。実際、著者の捧は2000枚（撮影期間は1年）、中村は20万枚近く（撮影期間は10年超）の写真をこれまでに撮影している。本稿ではこのように日常的に撮影された画像をライフログ画像と呼ぶ。

また、GPS機能付きデジタルカメラやスマートフォンの普及により、デジタル画像に位置情報が付加されることが一般的になりつつある。さらに顔認識技術により、人物の顔情報を登録しておくことで、その人物が登場する画像を自動的に認識することが可能となっている。近年の画像ブラウザは、このような位置情報や顔情報を利用して過去に撮影した写真を探索、閲覧することが可能となっている。

旅行などのイベントの時にしか写真を撮影しないユーザは、そのイベントを振り返るために画像ブラウザを用いるのが一般的である。例えば、時系列順に画像を閲覧して流れを思い出したり、画像を地図上にマッピングして訪れた場所を確認するために画像ブラウザを用いる。また、所持している画像はイベントの画像ばかりであるため、画像ブラウザを使わなくてもイベント毎に写真をフォルダなどで管理することは容易であり、そのフォルダ内の画像を閲覧するだけで事足りることが多い。これに対し、ライフログは日常的に撮影しており、イベントの時のみならず、日々の食事や出会った人、その人の写真や道端で見かけた看板、講演のスライドや書類など撮影対象は多岐に渡る。そのため、イベントベースで目的の写真を探すことは容易ではない。例えば、メモ代わりに撮影していた書類や気にな

なった講演スライドや街中で見かけた一風変わった風景などの画像を探索することは困難である。このとき、ユーザは目的の画像に関して記憶している時間・位置・人物情報のいずれかの情報を用いて、探索することになる。

しかし、ユーザの記憶が曖昧な時には、時間・位置・人物情報のうちの一つだけを用いても、目的の画像を見つけることができない。例えば、ある学会に参加したときに撮影したスライドの画像を見つけない時に、その学会は9月に開催され、Aさんと一緒に行ったことを覚えていたとする。このとき、9月に撮影した画像が大量にある場合、その中から目的の画像を探し出すことは容易ではない。また、目的の画像そのものにはAさんが写っていない場合、「Aさん」をクエリとして検索することもできない。そこで、学会の時に撮影したAさんが写っている画像と時間的または位置的に近接する画像を探索する必要がある。しかし、Aさんが写っている画像が大量にあると、その中から学会の時の画像を探索することも困難であり、その画像のメタデータを改めて使用して画像を探索することにも手間がかかる。

記憶が曖昧な状況であっても、ユーザの記憶している断片的な記憶を有効に利用して、目的の画像を探索することができるシステムが必要である。そのためここで、時間・位置・人物関係といったの3つの情報整理空間を横断的に用いて探索可能とすることで、対象の画像を探せるようになることを期待される。また、探索の過程で絞り込まれた画像集合に関するメタデータの情報提示することにより、ユーザの記憶の想起を促し、さらなる探索が容易になると考えられる。例えば、学会のスライドの画像を探索する例では、9月に撮影され、Aさんが写っている画像という条件で画像集合を絞り込むことができる。そして、その画像集合には長野県で撮影した画像と大阪府で撮影した画像が多いという情報がシステムから提示されれば、ユーザは学会が開かれたのが長野県であったということ思い出し、探索条件として長野県を追加し、Aさんが写っている画像という条

件を削除することで、目的の画像に近づいていくことができるであろう。

そこで、本稿では、目的の画像に対する記憶が曖昧なときでも、効率的に画像を探索できるシステムを提案する。ここで、記憶が曖昧なときには、正しい記憶を断片的に覚えているという場合と、断片的に記憶している内容も不正確であるという場合がある。本稿では、記憶が曖昧でも目的の画像に関連する時間・位置・人物情報を断片的には正しく記憶しているものを対象とする。

本稿では、まずライフログ画像の時間、空間、人間関係を考慮した動的なクラスタリング手法を提案する。クラスタはユーザによって指定された空間を考慮したものとなる。また、動的クラスタリングシステムを操作および提示するユーザインタフェースを提案し、プロトタイプシステムを実装する。そして、人間関係を考慮したクラスタリング手法の有効性を実データをベースとして検証するとともに、プロトタイプシステムの有効性を実利用から検証する。

2. 関連研究

一般的に普及している画像ブラウザとしては、Apple の iPhoto^(注1) や Google の Picasa^(注2) などの商用ブラウザが挙げられる。これらのブラウザは撮影日時・撮影場所・写っている人物の情報を用いて、画像を整理・閲覧することができる。また、画像にコメントやフラグを付けることもできる。さらに、画像をサーバ上にアップロードし、共有する機能も持っている。しかし、これらのブラウザは複数の観点から画像を検索するという機能がないため、特定の画像を探し出すために十分な機能を備えているとは言い難い。

学術研究としても、近年、さまざまな画像ブラウザが提案されている。Calendar for Everything [1] は画像に限らず、デジタル化された個人的コンテンツ（画像、日記、スケジュール、Email など）をカレンダー型のインタフェースで表示するシステムである。これは、ユーザが時間情報に関する記憶に基づいて、コンテンツを検索したり、閲覧するためには有効であると考えられる。しかし、必ずしも時間情報を正確に記憶しているとは限らないので、時間情報のみによる検索には限界があると考えられる。

PLUM [2] は、大量の画像を位置情報に基づいて地図上にマッピングする際に、画像同士が重なり合い、画像が読み取りづらくなってしまう問題を解決するため、画像群を時間情報と位置情報によりクラスタリングし、各クラスタの代表画像のみを地図上に配置することで位置情報に基づいた探索を支援する画像ブラウザである。しかし、このシステムも複数のメタデータを横断的に用いて画像を探索するという問題には取り組んでいない。

Lifelog Viewer^(注3) は大量の画像を時間情報に基づいて、カレ

ンダー型に表示する機能や、位置情報に基づいて画像を地図上に配置する機能を持った画像ブラウザである。そして、時間情報と位置情報を組み合わせて、画像を探索することも可能である。しかし、時間情報の指定の仕方は一年単位または一月単位の2種類しかなく、柔軟な探索ができないという問題点がある。

MIAOW [3] は大量の画像を、時間・位置・人物情報に基づいて、分析・閲覧することができる画像ブラウザである。MIAOW は時間・位置情報に基づき、画像をクラスタリングし、各クラスタを時空間に基づき3次元空間にマッピングし、別ウィンドウで対応する人物を表示することで、画像の分析・閲覧を支援する。しかし、このシステムはライフログの全体的な振り返りや分析を目的としているシステムであるため、特定の画像を探索することを目的とはしていない。

CAT [4] は大量の画像をキーワードと画像特徴量を用いて多段階にクラスタリングし、各クラスタの代表画像を選出し、ズームイン操作とズームアウト操作によって、詳細度を制御して、閲覧することができる。ズームアウト時には各クラスタの代表画像を表示し、ズームイン操作によって局所的に各々の画像を表示する。この操作により、人間の視覚能力とディスプレイの解像度に応じて表示枚数を調節し、大量画像中の注目部分をスムーズな操作による可視化を実現している。

PhotoLab [5] は個人の撮影した大量の画像を、キーワード、撮影日時、撮影場所、お気に入り度順、色合いの5つのメタデータを用いて、3次元空間に配置する画像ブラウザである。このブラウザでは、見かけや意味の近い画像は近くに配置され、同じメタデータを持つ画像は一直線上に配置される。このような配置法により、ユーザの見たい画像が閲覧しながら派生していき、より自由な写真閲覧が可能になると考えられる。しかし、このブラウザは閲覧の体験を向上させることを目的としているので、特定の画像を見つけ出すことを目的とする本研究とは目的が異なる。

Contextual Photo Browser [6] は写真撮影時にある人物と一緒にいても、必ずしも画像中にその人物が含まれているとは限らないことに注目し、ユーザの周辺の人物が持ち歩く Bluetooth 搭載機器を検出することで、その画像を撮影したときに一緒にいた人物を同定し、ライフログ画像検索に利用している。

画像ブラウザにより画像を探索するのではなく、日常的に大量のライフログ画像を閲覧することで記憶を鮮明にとどめることを目的とした「記憶する住宅」[7] というプロジェクトがある。これは、住宅のいたるところにディスプレイを設置し、各端末に画像をスライドショー形式で流し続ける、というプロジェクトである。このプロジェクトにより、日常的に過去を振り返ることで、過去の記憶を詳細に記憶しておくことが可能となる。このプロジェクトでは個々の画像は探索される対象ではなく、もっぱら記憶の想起を促すためのものである。

増井らは計算機内の情報を従来の階層構造により検索するのではなく、情報同士の近傍性に基づいて検索する近傍検索システム [8] を提案している。彼らは、人間の記憶は計算機のように階層構造ではなく、情報同士の関連性によって記憶されている場合が多いと考えられるので Web ブラウジングでリンクを

(注1): Apple iPhoto, <http://www.apple.com/ilife/iphoto/>.

(注2): Google Picasa3, <http://picasa.google.com/>.

(注3): Satoshi Nakamura, Lifelog Viewer <http://calendar2.org/>.

迎るように、連想的に記憶を辿ることによって、情報を探索することができる」と主張している。本稿でも、関連のある画像のメタデータを効率的に用いて、近傍の情報を探索できることを重視した。

3. ライフログとその探索

ライフログ画像は日常的に撮影されるものであるため、フォルダの分類により画像を整理することが困難である。そのため、目的の画像について覚えていることをできるだけ利用して検索するために、時間、位置、人物の3つの空間を横断的に用いて探索できる必要がある。本稿ではメタデータを効率的に指定するため、各空間をクラスタリングし、そのクラスタを選択することにより、探索空間を小さくしていくことで探索を行う手法を提案する。

また、探したい目的の画像についての正確な情報を思い出せるとは限らない。そのため、曖昧な記憶を手掛かりに画像を探索することになる。しかし、ユーザは探索の過程で目的の画像に関連する情報を見ることにより、目的の画像に関する記憶が想起されるということがある。例えば、9月に学会に行ったということを覚えていた時に、画像の絞り込みの条件を9月にすると、9月には大阪と長野で撮影された画像が多いということが示されたとする。するとユーザは学会が長野で行われたということを出すであろう。この点を考慮し、ユーザの入力に応じて、豊富なインタラクションをすることで、ユーザのさらなる想起を誘発させることが必要だと考えられる。

また、ユーザが記憶している情報は必ずしも目的の画像の情報とは限らず、目的の画像に関連する情報であることもある。例えば、学会で撮影したスライド写真を見つけないとき、その写真には人は写っていないが、その学会にAさんと一緒に行ったことを覚えているということがある。この場合、Aさんは目的には含まれていないが、目的の画像と密接に関連している要素ではある。そのため、ユーザはAさんという情報を用いて、目的の画像を検索したい、と思うはずである。つまり、ユーザが入力した制約条件には当てはまらない画像でも、その入力に関連している画像であればその画像をユーザに提示する必要がある。

これらの点を踏まえ、本手法では、時間・位置・人物情報の操作部でいずれかのメタデータまたはクラスタを指定し、その条件によって絞り込まれた画像群の情報を各操作部に反映させる。また、絞り込んだ画像群を表示し、制約条件に関連するイベントの画像群も表示する。

4. クラスタリング手法の提案

本節では、本システムで用いた時間・位置・人物の各クラスタリング手法を説明する。

4.1 時間によるクラスタリング

ライフログ画像集合を旅行やパーティーなどのイベントを基準にクラスタリングする。経験的に、イベント中は写真を多数撮影し、イベントが終われば撮影する枚数が少なくなると考えられる。そこで以下のようなアルゴリズムによりイベントを分

類した。

まず、任意の時刻 t における撮影頻度 f_t を以下のように定義する。

$$f_t = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \sum_{i \in I} \exp\left(-\frac{(t-t_i)^2}{2}\right) \quad (1)$$

ここで、 t_i は画像 i の撮影時刻を指し、 I は全画像集合を指す。そして、 $f_{t_s} = \alpha$ かつ $f_{t_s-\Delta} < \alpha$ かつ $f_{t_s+\Delta} > \alpha$ となる時刻 t_s をイベントの始点とし、 $f_{t_e} = \alpha$ かつ $f_{t_e-\Delta} > \alpha$ かつ $f_{t_e+\Delta} < \alpha$ となる時刻 t_e をイベントの終点とする。さらに、各画像をその撮影時刻に基づいて、属するイベントを決定する。

4.2 位置によるクラスタリング

位置情報によるクラスタリングは単純な方法を用いた。位置情報に基づき地図上に画像を配置したときに、互いに重なりあう画像をまとめることにより、クラスタリングを行った。この時、画像内に含まれている人数が多く、撮影頻度が高い画像を優先的に表示し、その画像と重なる画像は非表示とした。これは、画像内に含まれる人物が多く、撮影頻度が高い画像がよりユーザの記憶に残っている可能性が高いという仮定に基づいている。また、地図のズーム率に従い、動的にクラスタリングを行った。

4.3 人物情報のクラスタリング

本研究では人物が写っている画像から人物同士の親密性を測り、その親密性に基づいて人間関係のネットワークを構築し、そのネットワークをクラスタリングすることによって人物のクラスタリングを行う。

クラスタリングを行うにあたり、以下の3つの条件を仮定した。

- 同じ画像に写っている人物同士は親密である。
- 同じ画像に写っていて、かつその画像に写っている人物の人数が少なければ、両者は親密である。
- 異なる画像に写っていても、その画像同士が時間的にきわめて近接していれば、両者は親密である。

以上のことを踏まえて、人物Aと人物Bの親密性 f_{AB} を以下のように計算した。

$$f(A, B) = \sum_{i \in I_A} \frac{1}{|P_i| + |P_j|} \frac{1}{\min_{j \in I_B} \exp(|t_i - t_j|)} + \sum_{i \in I_B} \frac{1}{|P_i| + |P_j|} \frac{1}{\min_{j \in I_A} \exp(|t_i - t_j|)} \quad (2)$$

ここで I_X は人物 X が含まれる画像集合を指し、 P_i は画像 i に含まれる人物集合を指し、 t_i は画像 i の撮影時刻を指す。(2) はまず、人物Aの写っている画像それぞれについて、その画像に人物Bが写っていれば ($t_i = t_j$ のとき)、その画像に含まれる人物数の2倍の逆数を親密性に加算している。これは、同じ画像に写っている人物は親密であり、その画像に含まれている人物の人数がより少ないほうが親密性が高いという仮定に基づいている。さらに、その画像にBが写っていないときには、その画像の撮影時刻に最も近い撮影時刻のBが写っている画像を見つけ、その時刻差に指数関数を適用し逆数をとったものと、

両画像の人物数の逆数を取ったものを掛け合わせ、加算している。これは、異なる画像に写っていても、その画像同士が時間的にきわめて近接していれば、両者が親密である可能性が高いという仮定に基づいている。これを、人物 B についても行い、親密性を計算した。

そして、あらゆる人物の組み合わせの親密性を計算することで、人物をノードとし、親密性をエッジの重みとする人間関係のネットワークが形成される。そして、このネットワークを Newman 法 [9] により、クラスタリングを行った。これにより、各クラスタは家族、研究室の仲間など人間関係となることが期待される。

5. プロトタイプシステムの実現

手法の有効性を示すためにプロトタイプシステムを実装した。本システムでは、画像の時間情報、位置情報、人物情報を取得していることを前提とする。

また、撮影場所を表示するための地図画像情報も入手していることを前提とする。本システム (図 1) は時間・位置・人物の 3 つの空間を指定する操作部と画像を表示する表示部の二つの部分から構成される。操作部では検索の絞り込みを行う。また、絞り込まれた画像集合に関する情報を 3 つの操作部のそれぞれに反映させる。これにより、ユーザのさらなる絞り込みが支援され、また、ユーザの記憶の想起が支援されると期待される。表示部は、ユーザが指定した制約条件に合致した画像集合を表示する部分と、ユーザの指定した条件に関するイベントの画像集合を表示する部分の 2 つの部分からなる。後者のイベントはユーザの指定した条件に合致する画像が一つ以上含まれているイベントであり、そのイベントに含まれる指定した条件に合致しない画像も表示する。



図 1 提案システム

5.1 時間情報の操作部

時間条件を指定するときにも、ユーザの目的の画像に対する断片的な記憶を有効に用いる必要がある。例えば、8月に行った旅行の画像ということは覚えているが何年前の旅行であったかは覚えていなかったり、ある冬の夜に撮影した食事の画像ということは覚えているが、日にちなどは覚えていないことがある。このように、ユーザが覚えている時間単位はばらばらであり、覚えている時間単位の値も不明確であることがある。このような断片的な記憶も有効に利用して探索を行うには各時

間単位を別々に指定することができる必要があり、また、各時間単位で複数の値を指定できる必要がある。そこで、本システムでは、年、月、日、曜日、時刻の 5 つの単位を別々に指定でき、また複数の要素を指定可能にした (図 2)。



図 2 時間情報の操作部

また、条件を絞り込んでいく過程において、絞り込まれた画像集合に関するメタデータの情報を表示することによって、ユーザに目的の画像に関する情報を想起させ、さらなる探索を容易にすることができると思われる。そこで、本システムではそれぞれの値が含む画像の枚数を視覚化することによって、その値に含まれている画像を想起する支援を行う。各時間単位毎に、3つのメタデータによる絞りこみ条件に適合し、かつ、それぞれの要素に適合する画像の枚数に応じて、各要素に表示する色の濃さを変化させることによって、画像の枚数を表現する。

5.2 位置情報の操作部

位置情報の操作部 (図 3) には、Google Maps^(注4)を利用した。そして、画像を絞り込む制約条件を表示されている地図領域内の画像とした。そして、画像が写された位置を示すため、地図上に絞り込みの条件に合致する画像を配置した。全ての画像を配置すると、画像同士が重なり合ってしまうので、4.2 節のクラスタリング手法により、画像をクラスタリングし、画像内に含まれている人数が多く、撮影頻度が高い画像を優先的に表示し、その画像と重なる画像は非表示とした。また、画像上でマウスを移動させることによって、クラスタに含まれる他の画像をパラパラと閲覧することができるようにした。そして、そのクラスタの画像をクリックすることにより、そのクラスタの画像が全て地図領域上に収まり、かつ地図の縮尺が最小となるように表示領域を絞り込むことができる。

このようなインタフェースにすることによって、画像を撮影した場所を想起しつつ、画像を探索することが可能になると期待される。

5.3 人物情報の表示部

4.3 節のクラスタリング手法により生成された各クラスタに含まれる人物の顔画像を 1 クラスタにつき 1 つずつ表示し、さ

(注 4): Google Maps, <http://maps.google.com/>



図 3 位置情報の操作部

らに各クラスタの顔画像上でマウスを動かすと、そのクラスタに含まれている人物の顔画像がパラパラと変化させるようにする(図4)。そして、クラスタをクリックすると、絞り込み条件はそのクラスタに含まれている人が一人でも写っている画像となる。また、人物情報操作部はそのクラスタに含まれる人物をそれぞれ表示させる。また、単独の人物をクリックするとその人物が写っているということが絞り込み条件となるようにした。



図 4 人物クラスタの表示

5.4 画像表示部

画像表示部では指定されていない時間単位に基づいて制約条件に合致した画像集合をクラスタリングした画像を表示する部位(図5)と、制約条件に関連するイベントの画像をイベント毎に表示する部位(図6)を用意した。

制約条件に合致した画像集合を表示するにあたって、その画像集合が膨大となることがあるので、全ての画像を表示せずにクラスタリングしたものを表示する。クラスタリングは時間情報を基準に行う。そして、絞り込み条件を一段階深化させた単位によってクラスタリングを行う。例えば、“年”が指定されていれば、“月”によってクラスタリングし、“年月”が指定されていれば、“日にち”によってクラスタリングするといった具合である。“月”だけが指定されている場合は、クラスタリングする単位は条件に指定されていない単位を上位の単位から順に探し、“年”によってクラスタリングする。

そして、各クラスタにつき一枚の画像を表示し、そのクラスタに含まれる画像の枚数を画像の下のラベルに表示する。さらに、画像の上でマウス動かすとそのクラスタ内の画像がパラパ

ラと移り変わりながら見られるようにすることで、そのクラスタにどのような画像が存在するかを可視化する。クラスタの下部のラベルをクリックしたときには、そのラベルの値により条件を絞り込み、再度クラスタリングを行う。画像部分ををクリックしたときには、そのクラスタに含まれる画像をタイル状に一覧表示する(図7)。さらにその中で画像をクリックすると、その画像が全画面表示されるようにした。このようなシステムにすることによって、大量の画像集合の中から効率的に目的の画像を探ることができると期待される。

イベント表示部では4.1節のクラスタリング手法によってクラスタリングされたイベントを表示する。イベントを表示する基準は、あるイベントeの画像集合の中にユーザの指定した制約条件に適合する画像が存在すれば、イベントeの画像集合全体を表示する、というものである。これにより、Aさんと一緒に行った学会のライド写真や、京都に日帰り旅行をして帰ってきた時に食べた食事の写真など、より間接的な情報から探索が行えるようになると期待される。



図 5 適合画像表示部



図 6 イベント表示部

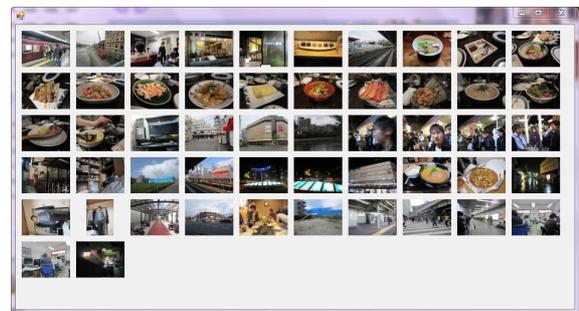


図 7 タイル表示部

6. 実験

本稿では人物のクラスタリング結果の精度を調べるために実験と、提案システムの有効性を調べるための実験を行った。

6.1 人物のクラスタリングの評価実験

本提案システムによるクラスタリング結果の精度を調べるために実験を行った。実験は以下の手順で行った。

- (1) 被験者が被験者自身の Picasa に登録されている人物がいくつのクラスタに分かれるかを判断。これを k 個とする。
- (2) 被験者が人物をグループ分け。

(3) 提案手法を用いて、被験者の Picasa に登録されている人物を k 個のクラスタに分割．

(4) 被験者自身によりクラスタリングされた結果と提案手法によりクラスタリングされた結果を比較．

被験者は 2 人である．実験結果は表 1，図 8，図 9 のようになった．純度とはシステムによるクラスタリング結果の各クラスタと最も重複している実際のクラスタとの重複率の重み付き平均である．結果より，画像数，人物数，クラスタ数が少ないときには純度が高くなるが，画像数，人物数，クラスタ数が多いときには純度は低くなってしまった，と考えられる．また，被験者 2 の結果 (図 9) を見ると，大きすぎるクラスタと小さすぎるクラスタが生じてしまっていることが分かる．大きくなりすぎてしまったクラスタは，複数のクラスタがマージされたものとなっている．中身を見てみると，複数のクラスタに関連がある人物がハブとなり，クラスタをマージさせてしまっていることが分かった．任意の人物は必ず 1 つのクラスタにしか属さないというハード・クラスタリングを行ってしまったため，このような結果になったと考えられるので，これからはソフト・クラスタリングを行いたいと考えている．

表 1 人物情報のクラスタリング評価実験

	被験者 1	被験者 2
画像数	2086	209184
人物数	91	901
クラスタ数	6	17
純度	0.85	0.51

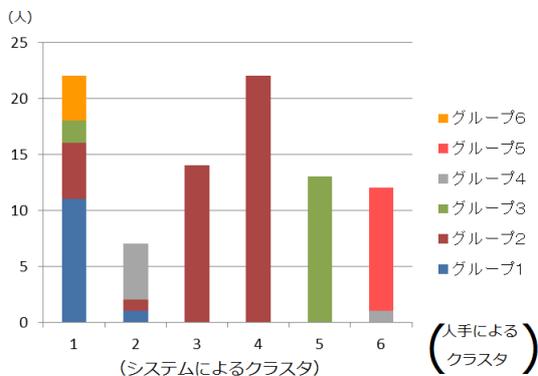


図 8 被験者 1

6.2 提案システムの評価実験

提案手法の有用性を示すため，被験者に本システムと比較システムを用いて，画像集合の中から目的の画像を探索するタスクを実行してもらった．また，画像集合には筆者のライフログ画像を用いた．

比較システムとしては，一般に普及している写真ブラウザである Picasa を採用した．Picasa では，フォルダを指定して，画像を閲覧する機能と，人物を指定して，その人物が写っている画像を閲覧する機能 (図 10) がある．また，指定した画像集合内の画像の位置情報を地図上にマッピングする機能がある．これは画像の撮影位置にピンを立て，ピンをクリックすると，そ

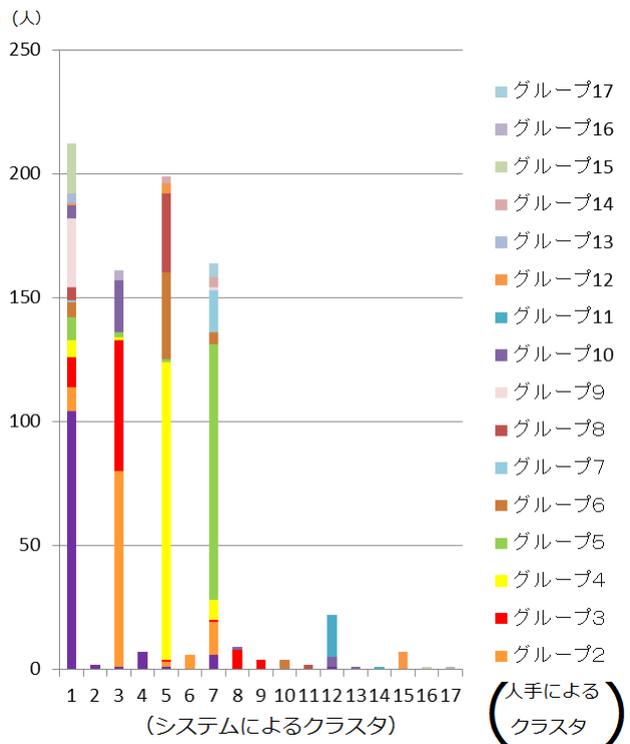


図 9 被験者 2

の画像が閲覧できる仕組みとなっている (図 11)．また，指定した画像集合内に含まれている人物を表示する機能もある (図 12)．筆者の画像フォルダは画像を PC に取り込んだ日付がフォルダ名となる．つまり，あるフォルダにはそのフォルダ名の日付とその前のフォルダ名の日付の間に撮影された画像が入っていることが分かる．時間を基準に画像を探索するときには，このような知識を用いて探索することができる．

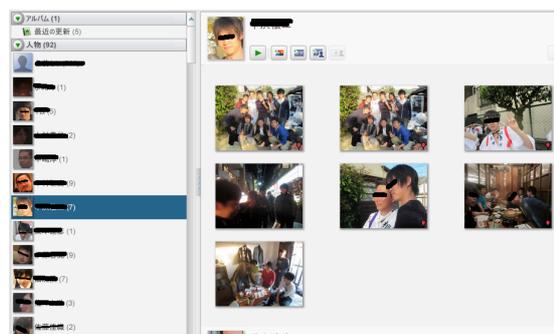


図 10 Picasa(人物情報)

タスクは筆者のライフログ画像集合を用い，目的の画像を探すユーザのシチュエーションとその画像に関する記憶を被験者に提示し，画像を発見するまでの時間を計測した．また，タスクを開始してから，2 分以内に画像が見つかったものをタスク達成とした．タスクの種類として，直接的記憶を用いて探索するタスクと間接的記憶を用いて探索するタスクの 2 種類を用意した．直接的記憶を用いて探索するタスクは，タスク中に含まれる情報を直接用いて，探索することのできるタスクである．間接的記憶を用いて探索するタスクは，目的の画像に関連する



図 11 Picasa(位置情報表示)

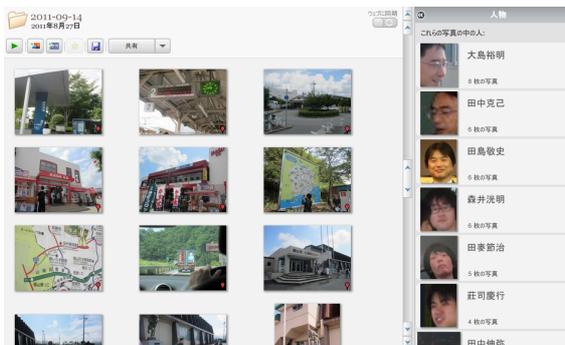


図 12 Picasa(人物情報表示)

知識を用いて解く必要のあるタスクであり、タスク中に含まれる情報から関連する画像を見つけ、その関連画像の情報を用いて改めて画像を探索する必要がある。

以下は直接的記憶を用いて探索するタスクの例である。

- 「研究室のメンバーで6月に御所内で野球をしました。研究室紹介の資料のためにその時の写真を利用しようと思います。その時の写真を探してください。」

- 「秋に兵庫県三田市の関西学院大学に行きました。とても景観が良かったので、大学進学を検討する弟に関西学院大学の画像を見せたいと思います。関西学院大学の画像を探してください。」

以下は間接的記憶を用いて探索するタスクの例である。

- 「ユーザは2011年、大阪で運転免許をとりました。友人も大阪で運転免許をとるつもりらしく、大阪の運転免許試験場はどこか、と尋ねてきました。しかし、ユーザは場所を忘れてしまいました。しかし、運転免許の試験に向かう途中、モノレールの上から太陽の塔を見たことを覚えています。運転免許試験場の画像を探し出してください。」

- 「2011年、家族で旅行に行きました。どこへ行ったかは忘れてしまいましたが、そのとき寄った錯視を利用した美術館が楽しかったことを覚えています。家族は図13のような人たちがいます。家族旅行で行った美術館の写真を探してください。」

このようなタスクを10個用意し、5個を本システムを用いて探索してもらい、他の5個を比較システムを用いて、探索してもらった。被験者の数は6人である。



図 13 実験資料

タスク達成率は表2のように、平均タスク達成時間は表3になった。

表 2 タスク達成率

	提案手法	比較手法
直接的タスク	88.9%	83.3%
間接的タスク	58.3%	25.0%
総合	76.7%	60.0%

表 3 平均タスク達成時間

	提案手法	比較手法
直接的タスク	65.0 秒	48.0 秒
間接的タスク	81.4 秒	69.3 秒
総合	70.0 秒	51.6 秒

7. 考 察

2分以内のタスク達成率は、提案手法が88.9%、比較手法は83.3%となり、提案手法が比較手法を上回った。特に間接的タスクにおいては比較手法のタスク達成率が25.0%であるのに対し、提案手法のタスク達成率は58.3%と2倍以上の達成率となった。このことから、提案手法はより曖昧な記憶のときに有効に働くと考えられる。これはPicasaでは関連画像を見つけてから、そのメタデータを確認し、再度探索を行わなければならない一方、提案手法では関連画像を見つけてから、その画像と同じイベントを探すという形でシームレスに探索が可能であったからであると考えられる。例えば、運転免許試験場の例ではまず太陽の塔の画像を位置情報を基準に探索し、その撮影日時を確認し、その撮影日時に基づいて再探索する必要がある。これに対して、提案手法では位置情報を基準に太陽の塔の画像を見つけた後、その太陽の塔を撮影したイベントと同じイベントの画像群という形で画像を探索することができるので、シームレスに画像を探索できる。

一方、平均タスク達成時間は、提案手法が70.0秒、比較手法が51.6秒となり、提案手法が比較手法よりも時間がかかってしまった。これはタスクが直接的タスクか間接的タスクに関わ

らない。この一因は今回のシステムの処理時間が長すぎたことにあると考えられる。本システムでは1操作ごとに何秒か待ち時間が発生してしまっていた。さらにシステムがどのように動いているのかが一見分かりにくかったことも問題であった。実装を工夫することによって、このような点はある程度改善できると考えている。また、人物の顔画像を表示して、その人物に関連する画像を探索してもらうタスクで、被験者がその人物と異なる人物を勘違いしてしまったため、タスクに失敗してしまったという事例もあった。このような事態はユーザが自分自身のデータを用いて提案手法を用いた場合には考えられないことである。そのため、被験者自身のデータを用いる実験もこれから行う必要があると考えられる。

8. ま と め

本稿では、膨大な数の個人が撮影したライフログ画像集合の中から、曖昧な記憶を頼りに画像を探索する手法を提案した。具体的には、時間・位置・人間関係の3つの空間を横断的に指定できるインタフェースと、人間関係とイベントのクラスタリング手法を提案した。

また、提案手法をプロトタイプシステムとして実装し、評価実験を行った。タスク達成率は比較手法に勝ったものの、タスク達成時間は比較手法に比べて遅くなってしまい、課題が残った。また、タスクの中でもより曖昧な情報しか与えられていないタスクで提案手法の優位性が認められた。

今後の課題としては、画像数、人物数、クラスタ数の多いユーザの人物関係のクラスタリングの精度が十分でなかったため、クラスタリング手法を改善する必要がある。イベントのクラスタリングについては、まだ実験を行っておらず、有用性を示せていないため、実験を行う必要がある。実装したプロトタイプシステムは処理時間がかかりすぎるなどの問題が見いだされたので、これを解決していく必要がある。評価実験で被験者には他人のデータを用いてもらったために、人物を勘違いするという、自分のデータを用いてシステムを用いるときには起こりえない事態が生じてしまった。今後は被験者自身のデータを用いた実験を行う予定である。

9. 謝 辞

本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金 若手研究(A)「インタラクティブな再ランキング・再サーチを可能とする次世代検索に関する研究」(研究代表者:中村聡史, #23680006), 挑戦的萌芽研究「モバイル協調検索に関する研究」(研究代表者:中村 聡史, #22650018), グローバル COE 拠点形成プログラム「知識循環社会のための情報学教育研究拠点」(拠点リーダー:田中克己)によるものです。ここに記して謝意を表すものとします。

- [1] Satoshi Nakamura. 2008. Calendar for Everything: Browsing and Finding Cross-Media Personal Contents by Using Calendar Interface. In Proceedings of the International Conference on Informatics Education and Research for Knowledge-Circulating Society, 2008.
- [2] 白鳥佳奈 伊藤貴之, 中村聡史, PLUM: 地図配置型の写真ブラウザの一手法, 情報処理学会 第 141 回ヒューマンコンピュータインタラクション研究会, 2011.
- [3] 五味愛, 伊藤貴之, 「何時, 何処で, 誰と」3つのメタ情報に基づく個人写真ブラウザ, 芸術科学会論文誌, Vol. 10, No. 1, pp. 36-47, 2011.
- [4] 五味, 宮崎, 伊藤, Li, CAT:大量画像の一覧可視化と詳細度制御のための GUI, 画像電子学会誌, Vol. 38, No. 4, 2008.
- [5] 堀辺, 伊藤, PhotoLab: ユーザの思考を支援する画像閲覧インタフェースの開発, 情報処理学会グラフィクスと CAD 研究会第 131 回研究会, 2008.
- [6] 奥浦圭一郎, 牛越達也, 河野恭之, Contextual Photo Browser: 写真参与者情報を利用した写真管理システム, 情報処理学会研究報告. HCI, ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告, 2011.
- [7] 美崎薫, 記憶する住宅-55 万枚のデジタルスキャン画像の常時スライドショー・ブラウジングによる過去記憶の甦りの実際, インタラクション 2004 論文集, 129-136, 2004.
- [8] 増井俊之, 塚田浩二, 高林哲, 近傍関係にもとづく情報検索システム, WISS2003, pp.79-86, 2003.
- [9] Clauset, A., Newman, M.E.J. and Moore, C., Finding Community Structure in Very Large Networks, Physical Review E, Vol.70, p.066111,2004.