

主観写真ライフログ探索のための時空人間の活用

中村 聡史

京都大学大学院情報学研究科

nakamura@dl.kuis.kyoto-u.ac.jp

概要 デジタルカメラの低価格化, 高性能化にともない, 出会った人や見たもの, 作ったものや食べたものなど, 様々な記憶をデジタルデータの形で日々記録する, 一人称視点での主観写真ライフログが可能となった. しかし, ライフログ写真にはテキスト情報が含まれておらず, ユーザの記憶も曖昧なため検索が困難であることや, 記録しただけで死蔵されてしまい活用されないなどの問題がある. 我々は, こうした問題を解決し, 写真ベースの膨大なライフログを効果的に活用するため, 時間・空間・人間という3つの間を利用した能動的探索の手法と受動的閲覧手法を提案および実装し, 日常的かつ長期的な利用からその有効性について議論を行う.

キーワード 主観写真ライフログ, ライフログ検索, 近傍検索, 能動的探索, 受動的閲覧, 時間, 空間, 人間

1 はじめに

デジタルカメラの低価格化と高性能化により, 旅行で見かけた素晴らしい風景や友人に話したくなる面白い物事, 一緒に旅した人々や現地で出会った印象的な人々, 道端で出会った印象的な看板や参考になる講演スライド, 配布資料のグラフや書き込んだメモ, 日々食している料理からお店で食べた印象的な料理, そしてお酒の数々, 訪れたお店の看板や内装, 友人と会うときに着ていた服や購入した各種物品, 新しい賃貸住宅に入居したときの家の状況や子どもの成長記録など, 見て興味をもった様々なものを記録することが容易な時代になっている.

ここで, 記憶を記録し, 記録から記憶を呼び覚ますことを目的として個人の一人称視点および興味でデジタル写真を撮影することを, 本稿では**主観写真ライフログ**と呼び, 記憶されたデジタル写真を**ライフログ写真**と呼ぶ. 著者は1998年頃より2005年までは何らかのイベント時にデジタル写真を撮影し, 2005年6月2日から現在に至るまでは毎日ライフログ写真を撮影および記録しており, 2012年11月19日時点で合計229,217枚となっている. また, 緯度経度が付与されたものが169,293枚, Google Picasaによって顔認識されている人の数が1,245人, 顔の数が63,229個となっている.

主観写真ライフログを続けることは手間であるが, 過去の忘れてしまった何かを検索して利活用したり, 過去のライフログ写真との思わぬ出会いから新たな着想を得るなど, それを続ける者にとっては欠かせないものである. 下記に著者の主観写真ライフログの利活用例の一部を示す.

- 友人たちと飲んでいるときに, 過去の出来事について昔の写真を表示して盛り上がる

- 京都観光予定の人から京都のおすすめの店を質問され, ライフログから検討し写真を示す
- 学会発表や講演などで記録したグラフから着想を得て講義や指導に役立てる
- ライフログから食べたい料理や行きたいお店, 買うお酒などを決定する
- 知人と一緒にいた人の名前や連絡先を, その知人の名前ともらって撮影した名刺から探す
- 著者の妻が, 著者の友人に前回会った時にどの服を着ていたかをライフログから調べる
- 仕事でささくれたった気持ちを, 過去のライフログを眺めて癒す

著者が主観写真ライフログを使わない日は無いに等しく, 生活や仕事において欠かせないものとなっている.

デジタル写真は手軽に撮影することができるため主観写真ライフログが容易になっているにも関わらず, 一般的になっていない. その一番の理由はそもそも記録や管理するのが面倒というものであるが, それ以外にも下記のような問題があると考えられる.

- **検索の難しさ:** 膨大なライフログ写真から目的とする写真を検索することは容易ではない. ライフログ写真には一般的にはテキスト情報が付与されていないため, キーワード検索は困難である. また, ユーザは過去の事になればなるほど記憶が定かではなくなっており, 目的とするライフログ写真の撮影場所や撮影時間, 一緒にいた人の名前などを忘れてだけでなく, 間違えて記憶していることも多い. さらに, 検索条件を明確にすることが難しいという問題もある.
- **能動的である必要性:** コンピュータ内のデジタル写真を閲覧するには, 基本的に何らかの目的があってその写真が格納されているフォルダを開き, 保

存在している写真を画像ビューアなどで表示するといったように、ユーザは能動的にライフログ写真と関わる必要がある。能動的な写真閲覧は明確な目的が必要となるため、閲覧機会も低くなり、過去のライフログ写真との出会いもなくなる。

ここで、基本的に人間は画像を膨大かつ長期的に記憶することが可能である [13] もの、画像タイプごとにどういった記憶容易性が異なり、人を含んだ画像を最も覚えやすく、次に人の大きさのオブジェクトを覚えやすく、風景のような画像は綺麗であっても覚えにくい事がわかっている [12]。一方、主観写真ライフログと対をなすのが、SenseCam[14] などのインターバルシャッターで定期的に自動記録される客観写真ライフログである。GurrinらはSenseCamによる1年間の記録(100万枚)と、デジタルカメラを利用して意図的に撮影された写真10,523枚との違いを比較 [2] しており、SenseCamで撮影された写真は仕事や運転中、会話中などの写真が多く29.9%の写真に人が写っており(人が一部だけしか写っていないものも多い)、意図的に撮影された写真の中には30.5%の写真に人が写っていることを報告している。今回、著者のライフログ写真の内、緯度経度情報をもつ写真について2010年(20,439枚)、2011年(39,906枚)、全期間(169,293枚)の中からそれぞれ1000枚を無作為に抽出し、人が写っている割合を計算した所、2010年は29.7%、2011年は43.7%、全期間では44.0%であった。以上のことから、ライフログ写真の検索および探索を行う場合は、「人」が1つの重要な鍵となることが分かる。

そこで我々は、先述した検索の難しさ、能動的である必要性という2つの問題を解決するため、時間、空間、人間関係という3つの空間を効果的に利用し、それぞれから絞り込み探索および近傍探索を行うことにより、目標とするライフログ写真に到達する探索手法を実現する。また、ライフログ写真との多面的な出会いを促進するため、受動的なライフログ閲覧手法を実現し、隙間時間でのライフログ写真との遭遇および、記録の長期記憶としての定着を可能とする仕組みを実現する。

2 関連研究

Yeeら [6] は、画像コレクションのそれぞれの画像に付与されたメタデータからファセットを抽出し、そのファセットに基づき写真を探索可能とする仕組みを実現している。ライフログ写真の場合、その写真にメタデータを付与することは困難であり、自動的に取得できる情報としてはEXIFに埋め込まれた日時や場所、カメラ情報や撮影状況などの情報しか存在しない。そのため、こうしたインタフェースを利用して目的とする写真を探索する

ことはそもそも難しい。

SmartWrite/SmartCalendar[9] は、写真・メモベースのライフログであり、我々の手法で実現しているベースとなるフォルダ構造や、カレンダービューなどはここで提案されている方式を利用している。我々の手法は時間のみならず、空間や人間関係を考慮した閲覧および検索を可能としており、対象の柔軟な探索が可能である。

五味ら [1] や、捧ら [10] は、時間、空間、人間関係の3者を利用したライフログ写真の閲覧手法を提案している。しかし、五味らの手法では、あらかじめ時間ベースで全ての写真のクラスタリングを行なってイベントを抽出し、イベントにおける共起度をもとに人物のクラスタリングを行なっているため、任意の時間や場所を指定した動的なクラスタリングは行えない。また、捧らの手法では、写真における共起性とその前後の写真から、人物同士の親密度を計算し、クラスタリングを行うというものであるが、任意の時空間を対象とはしていないうえ、計算コストが高く、リアルタイムの分析には適していない。写真ベースのライフログの場合、人の顔が写っていない事も多い。そうした場合には、人の認識を行うことができず、検索に利用することもできない。そこで、近くにいるユーザのBluetooth IDを同時記録することによって、被写体となっていないユーザを利用した検索可能とする研究も取り組まれている [16]。

先述のSenseCam[14]に関する研究や、それを利用した研究 [2, 15]、独自に開発したウェアラブルカメラなどを利用したライフログシステム [5, 18] など様々な研究者がライフログに関して取り組んでいる。こうした研究は主にビデオやインターバルシャッターにより、自動記録するものであり、動きを残すことができるうえ、記録の際に撮影ボタンを押す必要がなく偶然の記録というメリットがある。しかし、自動記録されるものには何故記録したのかという、ユーザが後に検索の手がかりとできるようなインデックスが存在しない。主観写真ライフログは、撮影された写真にユーザの興味の対象とタイミングが同時に記録されており、そうした情報を検索や探索に利活用可能である。なお、ライフログの記録時に脳波を測定して利活用する試み [3, 5] や、視線検出を行う [18] 手法も提案されており、こうした研究は自動記録におけるユーザの意図の欠如という問題を解決する可能性を秘めている。

Memorium[17] はすきま時間を利用し、受動的閲覧のスタイルを取りながら情報との出会いを支援するアプリケーションであり、情報がライフログ写真になったという違いはあるものの、提示スタイルなどは類似している。テキスト情報と、ライフログ写真との本質的な違いは、テキスト情報はウェブ検索により引き出されるもの

が多く、未見のものが主な対象となるが、ライフログ写真の場合は利用者が撮影したものであり未見のものは存在しない。Memoriumの派生のPhotorium[4]は、画像の受動的閲覧のためのシステムである。しかし、ただストックのものがただ提示されるだけであり、提示において工夫は特に存在しない。

3 ライフログ写真の能動的探索

3.1 時空人間を利用した探索

デジタル写真を撮影すると、撮影日時やカメラの機種名、各種撮影情報などがEXIF領域に自動記録されている。また、最近ではGPS搭載のデジタルカメラも増えており、撮影場所情報も自動的に記録されるようになってきている。また、Google PicasaやApple iPhotoなどのように、写真ライブラリ内の写真に対する顔画像認識を行うソフトウェアも近年広がりを見せている。我々は、こうした撮影日時、撮影場所、被写体情報を写真とともに取り込み、データベースに格納し、時間、空間、人間での検索を可能とする。

しかし、人の記憶は曖昧であり、数ヶ月、数年前のこととなると、目標とするライフログ写真をいつ撮影したのか、どこで撮影したのか、誰と撮影したのかといった事も正確に覚えていない。つまり、目標とするライフログ写真への到達も一筋縄ではいかない。ライフログ写真の検索および探索においては、それを思い出すきっかけとなる柔軟な絞り込みと周辺情報提示が必要となる。

ここで、ライフログ写真として蓄積されているものは、ユーザ（撮影者）が興味を持って切り取ったものであり、そこには明確な意図がある。また、それぞれの写真に写っている人物を認識すると、ユーザからみた人物関係（主観的視点におけるソーシャルネットワーク）が見えてくる。つまり、人を1つのノードとし、同一の写真に写っている人には関係があるとみなしてその人物間（ノード間）にエッジをはり、そのエッジがどのようにはられているかということ进行分析してクラスタリングを行うことで、コミュニティを検出することが可能となる。そこで、本稿ではユーザが指定した時空間での写真集合からすべての人間関係を抽出し、Newman法[8]によってハードクラスタリングした結果を提示することにより、人間関係を考慮した探索を可能とする。本手法により、カレンダー、地図、人物クラスタビューでライフログ写真の提示および絞り込みを行うことを可能とする。

3.2 近傍検索

増井らは、検索条件を明示的に示すことができないような状況において、時間やテキストの類似性を利用した漠然とした連想的検索が有効であることを示している[7]。ライフログにおいても同様の検索状況は考えられる

が、文書が中心となる状況とは異なり、時間的な類似性のみならず、空間的な類似性、人間関係の類似性が重要となる。

そこで本稿では、下記のような時空人間ベースでの近傍検索手法を提案する。ある写真 p_i と p_j の類似度は下記で計算され、その値が高い順に提示される。

$$\begin{aligned} sim_{all}(p_i, p_j) &= (w_t sim_t(p_i, p_j) + w_l sim_l(p_i, p_j) \\ &+ w_h sim_h(p_i, p_j)) \times sign(p_i, p_j) \end{aligned}$$

$sim_t(p_i, p_j)$ は0~1の値を取る時間的類似度で、 p_i と p_j の撮影時間が近いほど1に近づく。 $sim_l(p_i, p_j)$ は0~1の値を取る空間的類似度で、 p_i と p_j の撮影場所が近いほど1に近づく。 $sim_h(p_i, p_j)$ は0~1の値を取る人間関係の似度で、 p_i と p_j の被写体集合が同じであるほど1に近づく。 $sign(p_i, p_j)$ は、 p_i の撮影時間が p_j の撮影時間より古い場合は正、新しい場合は負となる。また、 w_t 、 w_l 、 w_h は重みである。なお、本稿では単純のため、 $sim_t(t_i, t_j) = (1 + |t_i - t_j|)^{-\alpha}$ 、 $sim_l(l_i, l_j) = (1 + |l_i - l_j|)^{-\alpha}$ とし、 t は1時間を1、 l は0.01度を1、 α は1.1としている。

4 ライフログ写真の受動的閲覧

4.1 受動的閲覧のための写真選択手法

受動的閲覧ではPhotorium[4]のように、単純に全てのライフログ写真から無作為に写真を抽出することがまず考えられる。実際に試してみたが、完全に無作為だとすぐに飽きてしまった。ライフログ写真を無作為に提示していて面白く感じたのは、そこに利用者が関係性を見出すことができたときであった。つまり、ライフログ写真同士の関係性を利用者が、発見できるようなある程度の関係性を持った写真の提示が重要となる。

そこで、全ライフログからファイルを無作為に選択するランダム手法、任意の日時を指定して無作為にライフログ写真を提示する日時ベース手法、任意の場所周辺または近さを考慮して無作為にライフログ写真を提示する場所ベース手法、任意の人物に関するライフログ写真を無作為に提示する人物ベース手法、任意の人数を含んだライフログ写真を無作為に提示する人数ベース手法をそれぞれ用意し、後述するLifelog StreamingやLifelogriumを利用して提示する。

4.2 Lifelog Streaming

近年、横長の液晶ディスプレイが広く普及している。横長のディスプレイは、動画を視聴する場合や、ゲームをする場合などには効果的であるが、作業を行なっている場合には、2つのウィンドウを表示するには少し狭すぎ、1つのウィンドウを表示するには広すぎる。ここで、1つのウィンドウのみを表示するのであれば、画面の両

端に余裕がある。

Lifelog Streaming は、こうした画面の両端のスペースを有効活用し、利用者とライフログ写真との遭遇を促進するものである。ここでは、前述の受動的ライフログ写真のための写真選択手法を適用して n 件のライフログ写真をデータベースから取り出し、1枚ずつ写真を上から下にスクロールさせながらアニメーション提示するものである。

4.3 Lifelogrium

Lifelogrium は、スクリーンセーバとして起動する機能であり、コンピュータの非活用時を有効活用し、利用者とライフログ写真との遭遇を促進するものである。ここでは、先述の受動的ライフログ写真のための写真選択手法を適用して n 件のライフログ写真をデータベースから取り出し、任意の場所、速度をもたせて随時提示する。

また、提示されたライフログ写真は、透明度を変化させながら画面上を移動し、透明度が 100% または画面の外に出たら消滅する。さらに、ライフログ写真同士がスクリーン上で近接すると、相互の写真の共通点を考慮し、前述の写真選択手法を適用して検索を行い、写真同士が近接した場所の周辺に関連ライフログ写真を生み出し提示する。

以上の手法により、ライフログ写真との出会いを支援する。なお、Lifelog Streaming と Lifelogrium 上のライフログ写真からの近傍検索やその日、その月モードでの閲覧や地図モード、人をベースとした検索などを可能とし、受動的閲覧から能動的探索へのスムーズなモード変更を可能とする。

5 実装

提案システムを Microsoft Visual C++ を利用して、データベースに SQLite を利用して実装した。また、サムネイル画像を必要に応じて自動生成することにより、20 万枚以上でも問題なく動作する仕組みを実現している。さらに、データベースやサムネイルはバックグラウンドで自動的に構築および生成されるため、初めて利用する際にも特に負荷なく利用可能である。システムは LifelogViewer という名前で Web 公開している¹。

LifelogViewer では、ワンクリックでライフログ写真をその写真が撮影された日時 (EXIF の撮影日時から取得) のフォルダに取り込めるようになっており、取り込んだ写真はカレンダーまたは地図ビューア上で即座に閲覧可能である。また、これまでに撮影し、管理している写真がある場合は、その管理フォルダを読み込みフォルダとして指定することにより、元のフォルダ構造を壊すことなく LifelogViewer を利用することが可能である。



図 1 時空間による写真の絞込み



図 2 クラスタリングを利用した画像探索

このデータの管理機能は、SmartCalendar[9] をベースにしている。

図 1 は、カレンダービューと、地図インタフェースを利用して時間および空間を指定しながら対象とするライフログ写真を探索している様子である。また、図 2 は被写体のクラスタリングによるコミュニティ抽出と、その情報に基づく探索を行っている様子である。図 2 上の画面右側に、クラスタウィンドウが提示されており、各クラスタに含まれる人の顔画像が列挙されている。各クラスタは線により分割されており、それぞれのクラスタをダブルクリックすることによって、そのクラスタに含まれるメンバーを考慮した検索が実行され、図 2 下のよう画面左側のカレンダービュー上で提示されているライフログ写真も制限される。さらに、その制限に合わせてクラスタリングが再実行され、ここではクラスタをさらに細かく 2 つに分割している。この動的クラスタリングは、3000 枚程度であれば 1~2 秒程度で結果が表示されるため、利用においてストレスを感じないレベルである。

¹<http://calendar2.org/>



図3 ある写真からの近傍検索

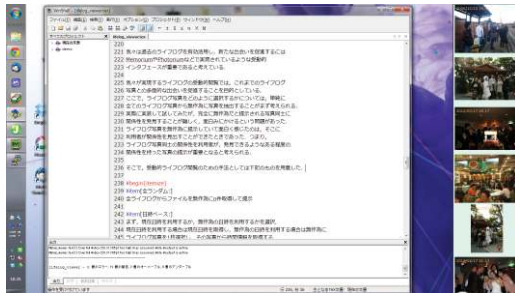


図4 Lifelog Streaming (画面右端)



図5 Lifelogriumの動作例

図3は近傍検索の結果を表示している様子である。近傍検索は、任意の写真を右ダブルクリックまたはコンテキストメニューから実行できるようになっている。中央に近傍検索元の写真が、その前後の近傍が上下に表示されており、ある写真から他の写真の探索を可能としている。なお、本稿では $w_t = 0.5$, $w_l = 0.3$, $w_s = 0.2$ と、時間的な近接性をやや重視するようにしている。

図4はLifelog Streamingが1枚ずつライフログ写真を提示している様子である。ここでは、10ミリ秒につき1ピクセルずつ上から下へとアニメーションしている。なお、アニメーション速度については、コンピュータのスペックに応じて変更される。

図5はLifelogriumの動作している様子である。提示されたライフログ写真は、透明度を変化させながら画面上を移動する。ライフログ写真同士がスクリーン上で近接すると、相互の写真の共通点を考慮し、前述の写真選択手法を適用して検索を行い、図5下のように周辺に関連ライフログ写真を生み出す。

6 考察

時間、空間、人間関係を考慮して20万枚の写真ライフログを扱える環境は限られており、iPhotoは1操作辺りに数十秒かかるため利用できなくなった。Picasaも動作がやや遅くなるものの操作が困難というレベルではなかったため、ライフログ探索・検索においてこれまでに生じた様々な検索について提案システムとPicasaの比較を行った。大きな違いは、Picasaではユーザは明確に場所や時間、被写体を選べる場合は効果的に目標とするライフログ写真を探しだすことができるものの、少しで

も記憶が曖昧な場合には探すことが困難であるという点である。一方、提案システムでは、ユーザの記憶が曖昧な場合であっても対象となる写真の発見が可能であり、検索達成率は高かった。特に時間と空間、時間と人間の組合せは効果的であり、また近傍検索機能も類似コンテキストの写真を発見してくれるという点で効果的であった。さらに、人のコミュニティを利用した探索は記憶が曖昧な場合などにとても有効であった。

受動的閲覧については、Lifelog Streamingは常時利用しており、ウェブブラウジング中や、仕事中、ちょっと手を休めている最中に、ライフログ写真との出会いを促進してくれるという点でかなり有効であった。実際、講義のスライドを作成中に、過去に撮影したBADUIが目に入ってそれ自体を講義資料に役立てたり、講演のスライド写真が目に入ってそういえばその前後で面白い講演があったなど近傍検索してスライドを探したり、人の顔が目に入りそういえば最近一緒に飲んでないかと連絡をとったり、食事の写真が目に入って近傍検索することで、久々にここに行きたいなお店を予約したりなど様々なことに役立った。また、そもそも疲れた時の癒しになることも多かった。さらに、記録を長期記憶として定着させることにも役立ち、それ以降の検索においてよりの確にたどり着くことができていた。一方、仕事中にライフログを流すと気が散ることもあり、作業効率の低下を招く可能性も考えられる。また、過去の忘れた記憶と出会ってしまうこともあり、嫌な気分になってしまうなどの問題もあった。今後は、忘れた記憶を出来るだけ提示しない方法も考えていく必要がある。なお、何度も何度も忘れた記憶と向き合うことで嫌な気分も軽減され

るといふことも主観的ではあるが確認できており、余程でない限りは提示しても問題ないのかもしれない。

Lifelogrium は、Lifelog Streaming とは異なりそもそも休憩時間に利用することが前提であるため、どうしても出会いの機会は少なくなってしまうが、Lifelog Streaming と似たような活用を行っていた。また、ライフログ写真同士が出会うことで新たなライフログ写真が生まれていくという点は実際に使っていて面白く、可能性を秘めていると考えられる。しかし、ここでのクエリの作り方にはまだ工夫が必要だと考えられる。

ライフログの応用研究として suGATALOG[11] などファッションに関するものが多数なされている。著者も、妻から「〇×さんと会った時/〇×のお店に御飯を食べに行った時に私どの服を着てた？」と質問されることが何度かあった。そうした際に提案システムを使い、その人の名前や場所でライフログ写真を検索し、見つけた写真から近傍検索を行うことにより、実際にどのような服を着ていたかということを探し出すことが出来ていた。本人が主観写真ライフログを続ける、または家族に主観写真ライフログを続ける人がいれば、ファッション専用のライフログシステムがなくとも十分に対応可能である。

7 まとめ

本稿では、時間、空間、人間の3つの「間」を利用した主観写真ライフログの能動的探索および近傍検索を可能とする仕組みを実現した。また、受動的閲覧手法を2つ提案および実装した。主観的な評価にすぎないが、長期にわたって継続利用しており、3つの「間」を利用した検索は、今まで到達できなかった検索を可能とし、受動的閲覧はライフログ写真との出会い、長期記憶への定着を可能とするなど十分な可能性を示すことができています。

システムはWeb公開してあり、実際に多数のダウンロードがある。また、本システムにより、著者の両親の写真撮影枚数が増えたことから、主観写真ライフログの楽しさを本システムが多少なりとも高めることに寄与していると考えられる。今後は、主観写真ライフログを長期にわたって継続しているユーザに依頼し、システムの継続的な評価を行う予定である。

謝辞

本研究は文部科学省科学研究費補助金若手研究 (A) 23680006 の助成を受けたものです。

参考文献

[1] Ai Gomi, Takayuki Itoh: A personal photograph browser for life log analysis based on location, time, and person Proc. of SAC '11, pp.1245-1251.

[2] Cathal Gurrin, Alan F. Smeaton, Daragh Byrne, Neil O'Hare, Gareth J. F. Jones, Noel O'Connor: An examination of a large visual lifelog, Proc. of AIRS'08, pp. 537-542 (2008).

[3] Hideaki Touyama, Kazuya Maeda: EEG Measurements towards Brain Life-Log System in Outdoor Environment, HCI International 2011, Proceedings, Part II. Volume 174 of Communications in Computer and Information Science, pp. 308-311 (2011).

[4] 神原啓介: Photorium, <http://memo.sappari.org/>

[5] Kiyoharu Aizawa, Tetsuro Hori, Shinya Kawasaki, Takayuki Ishikawa: Capture and Efficient Retrieval of Life Log, Pervasive 2004 Workshop on Memory and Sharing Experiences, pp.15-20, 2004.

[6] K. Yee, K. Swearingen, K. Li and M. Hearst: Faceted metadata for image search and browsing, Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, pp. 401-408 (2003).

[7] 増井俊之: 近傍関係を活用した情報検索, 情報処理学会研究報告, Vol. 2003-HI-104, pp. 53-58 (2003).

[8] M.E.J. Newman: Fast algorithm for detecting community structure in networks. In Physical Review. E 69 (2004).

[9] 美崎薫: SmartWrite/SmartCalendar 手軽に書けるメモとメモと写真を見続けるカレンダー環境の提案, 情報処理学会ヒューマンインタフェース研究会報告 2005(71), 71-76, 2005-07-21.

[10] 捧隆二, 佃洗撰, 中村聡史, 田中克己: 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, DEIM Forum 2012 D9-4.

[11] 佐藤彩夏, 渡邊恵太, 安村通晃: 姿を利用したファッションコーディネート支援システム suGATALOG の提案と評価, 情報処理学会論文誌, Vol. 53, No. 4, pp. 1277-1284.

[12] Isola, P., Xiao, J., Torralba, A., and Oliva, A: What makes an image memorable? Proc. of the 24rd IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 145-152 (2011).

[13] Lionel Standing: Learning 10,000 Pictures, Quarterly Journal of Experimental Psychology, vol.25, pp.207-222 (1973).

[14] Steve Hodges, Lyndsay Williams, Emma Berry, Shahram Izadi, James Srinivasan, Alex Butler, Gavin Smyth, Narinder Kapur and Ken Wood: SenseCam: a Retrospective Memory Aid, Proc. of Ubicomp 2006, LNCS 4206, pp.177-193 (2006).

[15] 高松 創介, 西村邦裕, 谷川智洋, 廣瀬通孝: 顔情報を用いたライフログ利用に関する研究, ヒューマンインタフェース学会研究報告集 巻: 11 号: 3 ページ: 73-78.

[16] Tomoya Onishi, Ryosuke Tokunami, Yasuyuki Kono, Satoshi Nakamura: Personal photo browser that can classify photos by participants and situations, Advanced Visual Interfaces (AVI 2012), pp.798-799.

[17] 渡邊恵太, 安村通晃: ユビキタス環境における眺めるインタフェースの提案と実現. 情報処理学会論文誌, 49(6):1984-1992, 2008.

[18] Yoshio Ishiguro, Adiyana Mujibiya, Takashi Miyaki and Jun Rekimoto: Aided Eyes: Eye Activity Sensing for Daily Life, The 1st Augmented Human International Conference (AH2010).