

# 一眼レフカメラを用いた撮影時の仰俯角を利用した 写真検索・表示ブラウザ

小嶋 大亮<sup>1,a)</sup> 井上 亮文<sup>1</sup> 星 徹<sup>1</sup>

**概要:** 写真活用において多くの場合、写真を整理・検索するのは撮影者本人である。既存の検索手法では、Exif を利用した「いつ・どこで・誰が・何を」など被写体に関連するものを検索キーとしたものがほとんどであった。そのため、撮影者の主体的な体験などを検索キーとした撮影者にとって直感的な検索手法は実現されていない。本研究では、写真撮影と同時にそのときのカメラの仰俯角を写真とともに記録し、検索時にカメラの角度を変更することで、撮影時の姿勢に近かった写真を直感的に絞り込むことができるシステムを提案する。本システムでは、撮影時のカメラの仰俯角を利用し「どのように」撮影したかという主体的な体験を活用することで、似たような状況で撮影された写真だけを表示するなどの新たな検索手法を実現した。評価実験の結果、多少角度のずれがあったが、仰俯角での検索が正しく行われていることを確認した。

**キーワード:** 一眼レフカメラ, 仰俯角, 写真検索, Exif

## A Personal Photo Browser based of elevation/depression angle of digital single lens reflex camera

DAISUKE KOJIMA<sup>1,a)</sup> AKIFUMI INOUE<sup>1</sup> TOHRU HOSHI<sup>1</sup>

**Abstract:** The majority of the In most cases, photo search browsers are used by the photographers themselves, and the retrieval key is based on the five Ws (Who, What, When, Where, and Why). In this paper, we propose a personal photo retrieval browser based on photographer's subjective experiences. This system sends and records the following data when a photographer press the shutter button of the camera: (i) picture, (ii) elevating/depression angle of the camera. In search phase, we can retrieve those pictures by controlling the tilt angle of a physical camera. Experimental results with our prototype system indicated that the subjects could retrieve intended pictures despite some accuracy problems.

**Keywords:** Digital single lens reflex camera, Elevation/Depression angle, Photo search, Exif

### 1. はじめに

デジタルカメラの急速な発達に伴い、写真撮影のためのコストが大幅に下がり、多くのユーザが大量の写真を手軽に撮影し保存できるようになった。保存したデジタル写真は、複数ユーザによる検索やスライドショーに使用するため、Web 上で共有することが増えている。ユーザレベル

で写真を整理・活用するための技術として、Exchangeable image file format(以下、Exif) と呼ばれる画像ファイル規格がある [1]。この規格は、TIFF や JPEG 画像に日時や場所などの撮影情報を付加することができる。既存のシステムでは、写真検索という行為を Exif を利用したメタ情報や画像の構成・色などを基にした画像処理などで行っている。このような検索は「いつ・どこで・誰が・何を」など被写体に関連するものを検索キーとしている。

しかし、既存のシステムでは、被写体を「どのように」

<sup>1</sup> 東京工科大学 コンピュータサイエンス学部  
School of Computer Science, Tokyo University of Technology  
<sup>a)</sup> c01102018b@edu.teu.ac.jp

表 1 Exif に記録されるデータ

Table 1 Data to be recorded in the Exif

記録されるメタデータ
撮影日時
撮影機器のメーカー名
撮影機器のモデル名
画像全体の解像度
水平・垂直方向の単位あたり解像度
撮影方向
シャッタースピード
絞り (F 値)
ISO 感度
測光モード
フラッシュの有無
露光補正ステップ値
焦点距離
色空間
GPS 情報
サムネイル

撮影したかという撮影者だけが知りえる主体的な体験は考慮されていない。多くの場合、写真を整理・検索するのは撮影者本人である。そのため、撮影者の主体的な体験を活用することで、似たような状況で撮影された写真だけを表示するなどの新たな検索手法が期待できる。

本研究では、撮影時のカメラの仰俯角とカメラ操作を用いて、撮影者の記憶や体験を検索・表示に利用できるシステムを提案する。提案システムを利用することで、写真の撮影と同時にそのときのカメラの仰俯角等を写真とともに記録する。ユーザは検索時、カメラの姿勢を変更することで、撮影時の姿勢に近かった写真を直感的に絞り込むことができる。そのため、既存のシステムではできなかった「どのように」撮影したかでの検索が可能となる。

本論文の構成について述べる。第 1 章では背景と課題、本研究の目的について述べた。第 2 章では、本研究に関する研究や技術について述べる。第 3 章では、提案するシステムの概要や流れについて示し、第 4 章では、本システムの実装について述べる。第 5 章では、評価方法や本システムを実際に運用した結果とその評価について述べ、第 6 章では、本研究により実現したことや問題点、今後の展望について述べる。

## 2. 関連技術

### 2.1 Exif

Exchangeable image file format は、富士フィルムが開発し、日本電子工業振興協会 (JEIDA) で規格化された、写真用のメタデータを含む画像ファイルフォーマットである。表 1 に Exif に記録されるデータを示す。表 1 に示すように Exif は、カメラの機種や撮影時の条件情報を画像に埋め込んでいて、検索や整理などに応用することができる。

### 2.2 画像のメタ情報を利用した検索システム

五味らは画像一覧可視化システムとして、何時、何処で、誰と、というメタ情報に基づいて、大量の個人写真を直感的に閲覧・分析できる 3 次元写真ブラウザ MIAOW を提案している [2]。MIAOW は、撮影場所と時間を基に自動でクラスタリングした画像を 3 次元上に閲覧することができるウィンドウ「LTView」と、イベントの共有者によってクラスタリングされた被写体情報を表示するウィンドウ「PView」を、互いに連携操作し表示できる。この機能によって MIAOW は、大量の個人写真から写真所有者の生活ログを分析するためのツールとしても利用できる。

### 2.3 画像の構成・色など被写体の情報を利用した検索システム

堀部らは 3 次元空間に画像を表示するアルバム型インタフェース Phopper を提案している [3]。Phopper では一枚の画像を花火のように打ち上げ、関連する画像を、打ち上げた画像の周囲に花火が開花するように提示するシステムである。ユーザは自由に「打ち上げ画像」を選択し、インタラクティブに写真と花火を同時に眺め楽しむことができる。さらに、3 次元空間の移動には、フライトシミュレータに代表される既存の 3 次元 CG ソフトウェアと同様に、マウス操作によるズームイン、ズームアウト、平行移動の機能を設けている。それに加え、花火が打ちあがっている最中に、ある写真をマウス選択すると、選択された写真のメタデータを表示することができる。このシステムは、PC 上で眠ってしまっている写真を、花火を見るような感覚で眺めながら思い起こすツールとして利用できる。

### 2.4 既存システムの課題

MIAOW は、何時、何処で、誰と、というメタ情報を利用した検索システムであるため、大量の個人写真を直感的に検索・分析できるが、システム利用時に検索すること自体を楽しみながら写真を閲覧することはできない。写真の閲覧を楽しむことのできる Phopper では、3 次元空間に画像を表示し、楽しみながら写真を検索することができるが、検索に画像の構成・色など被写体の情報を利用しているため、自身で選んだ 1 枚の画像を基にランダムに表示される。そのため、任意の情報での写真検索ができない。また、両システムともに共通する課題として「いつ・どこで・誰が・何を」など被写体に関連するものをキーとしているため、被写体を「どのように」撮影したかという撮影者にとって主体的な記憶・体験を基にした直観的な検索ができない。

### 3. 一眼レフカメラを用いた撮影時の仰俯角を利用した写真検索・表示ブラウザ

本研究では、写真検索時にカメラの仰俯角を利用することで、撮影者の記憶・体験から写真を検索・表示できるブ

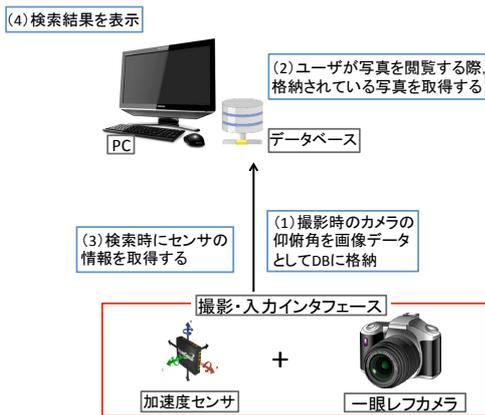


Fig. 1 System overview

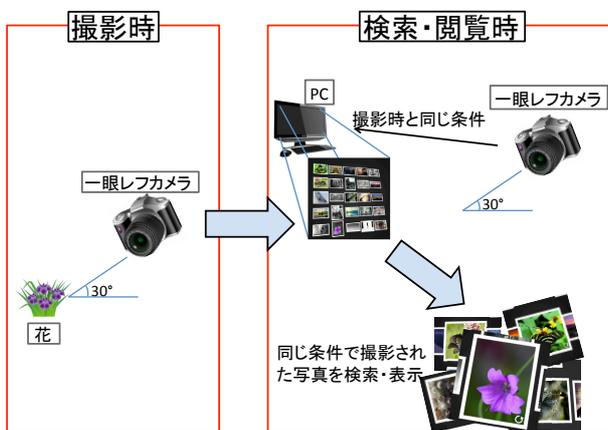


Fig. 2 The usage examples of system

ラウザを提案する。本提案を利用することで、既存のシステムではできなかった「どのように」撮影したかでの検索が実現できる。

### 3.1 システム概要

提案システムの概要を図 1 に示す。本システムは、加速度センサを取り付けた一眼レフカメラと仰俯角を格納するデータベース、写真を閲覧する PC で構成されている。

システムの処理の流れを以下に示す。(1) 撮影時、加速度センサで取得した仰俯角を写真と一緒にデータベースに格納する。(2) ユーザが写真を閲覧する際、データベースに格納した写真を一覧表示する。(3) 蓄積された写真を検索する際、ユーザはカメラの向きを操作し、その時のカメラ情報を取得する。(4) (3) で取得したセンサデータを基に、撮影時の条件と許容誤差範囲内で一致する写真を表示する。

システムの利用例を図 2 に示す。撮影時、一眼レフカメ



図 3 撮影・検索デバイス

Fig. 3 Shooting and search device

ラで俯角 30 度で「花」を撮影する。検索・閲覧時、センサが取り付けられた一眼レフカメラを撮影時と同じ俯角 30 度にする。カメラで操作が行われると、保存されている写真の中から、俯角 30 度で撮影された写真を検索し表示する。カメラ操作は撮影者本人にとって慣れ親しんだものであるため、「どのように」撮影したかでの検索が可能になることで撮影時の姿勢に近かった写真を直感的に絞り込むことができ、迅速な検索を期待できる。

### 3.2 検索に使用する情報

提案システムで利用する検索キーは仰俯角である。仰俯角とは、水平を基準とした上下方向の角度で、カメラを上向きにした時に水平面とのなす角を仰角、下向きにしたときのなす角を俯角という。仰俯角を用いた検索方法は、仰角で検索を行うと上空や木に咲く花、俯角で探すと植えてある植物や花などが表示されるように、撮影者本人にとって記憶・体験の一部である撮影時のカメラ操作を基に検索が行える。検索時に撮影時のカメラ操作を再現しながら検索することで、写真の閲覧を楽しみながら、検索が行えるシステムの実現ができる。

### 3.3 検索時の誤差

提案システムでは、写真の検索・閲覧時、写真撮影時と同じカメラ本体の仰俯角を再現することで写真を絞り込むことができる。しかし、撮影時の角度を忠実に再現することは困難である。検索時の角度の誤差を意図的に取り入れることで、撮影者の主体的な記憶・体験を基にした直感的な検索を行えるシステムの実現ができる。

## 4. 実装

### 4.1 実装環境

図 3 に撮影・検索に使用するデバイスを示す。本システムは、一眼レフカメラに iPhone をマジックテープで接着し、iPhone のジャイロセンサを用いることで仰俯角を撮影・検索に利用できるインタフェースを可能にしている。

表 2 撮影・検索デバイスに使用した機材

Table 2 Equipment used in the shooting and search device

機器名	型番
一眼レフカメラ	EOS Kiss X50
ジャイロセンサ	iPhone5 (iOS7.0.4)



図 4 写真検索・表示ブラウザ

Fig. 4 Photo display browser

表 3 ソフトウェア実装環境

Table 3 Software implementations

OS	Windows7 64bit
開発環境	Microsoft Visual C# 2010
開発言語	C# Ver 4.0
データベース	MySQL Ver 14.14 Distrib 5.5.32, for Win32

撮影時にユーザは任意の撮影姿勢で写真を撮影する。その時の仰俯角を iPhone で記録する。その後、記録した仰俯角を写真と一緒にデータベースに格納する。検索時にユーザがデバイスを、撮影時と同じ状態にすることで、同じ状態で撮影した写真を検索できる。

図 4 に実装した写真検索・表示ブラウザで写真を表示した状態を示す。検索・表示ブラウザは写真を拡大・縮小用のスライダー、ソケット通信準備ボタン、検索待機用ボタンを備えた機能用 UI と写真一覧表示用サムネイル、写真表示部分で構成されている。画像表示・検索は C# で実装した。表 3 にブラウザ構成に用いた実装環境を示し、システムに用いた iPhone の構成と実装環境を表 4 に示す。iPhone で取得した加速度をソケット通信で送信するプロ

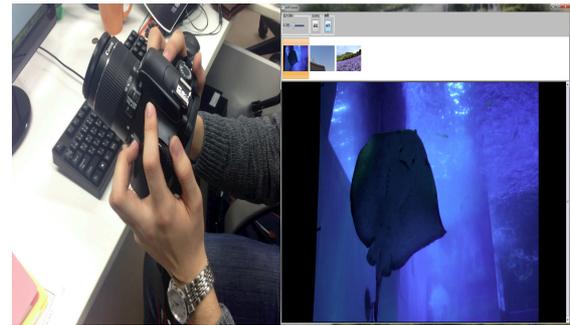
表 4 システムに用いた iPhone の実装環境

Table 4 Implementations of iPhone in the system

OS	iOS 7.0.4
開発環境	Xcode 5.0.1
開発言語	Objective-C Ver 2.0

グラムは Objective-C で記述した。

今回実装した検索・表示ブラウザは、サムネイルに表示されている画像を選択すると画像表示部分に拡大表示され



(a)カメラを上に向けたとき  
(a) Search of elevation  
(b)上向き時に表示されてる写真  
(b) Photos taken by the elevation

図 5 仰角で検索

Fig. 5 Search by elevation angle

る。そのため、操作性を向上させるためにサムネイルの選択をカメラを傾けることで行う。カメラを左に傾けるとサムネイルの左の画像が、右に傾けるとサムネイルの右の画像が拡大表示される。カメラの傾きは iPhone に内蔵されている加速度センサの値を用いて取得した。

## 4.2 カメラの仰俯角判定

カメラの仰俯角は iPhone に内蔵されている、加速度センサで X, Y, Z 軸の重力加速度を取得する。そして、iPhone で取得した値から、仰角  $\theta$ 、俯角  $-\theta$  を求める。通常、仰俯角は水平が  $0^\circ$  で上向きの上限が  $90^\circ$ 、下向きの下限を  $-90^\circ$  で表す。しかし今回は、検索に利用しやすいように水平を  $90^\circ$  とし、仰角の限界を  $0^\circ$ 、俯角の限界を  $180^\circ$  とした。

## 4.3 検索例

実際にシステムを利用している例として図 5-(a) に、カメラを上に向けた時の図を、図 5-(b) に、その時表示されている写真を示す。仰角  $60^\circ$  で検索を行ったので、水族館でカメラを上に向けてエイを撮影した写真が表示されている。図 6-(a) に、カメラを下に向けた時の図を、図 6-(b) に、その時表示されている写真を示す。俯角  $120^\circ$  で検索を行ったので、橋の上からカメラを下に向けて鷺を撮影した時の写真が表示されている。

## 5. 評価実験

プロトタイプシステムと検索デバイスを用いて、センサ状態と検索される写真が一致しているかおよび許容誤差を調べるための実験を行なった。

### 5.1 傾きの精度評価

センサの値から取得した傾きにより、意図した写真が検索・表示できているかを評価する。



図 6 俯角で検索

Fig. 6 Search by depression angle

### 5.1.1 方法

被験者 10 人に本システムを利用してもらい、撮影しているような姿勢を再現しながら検索を行う。その時の検索についてのアンケートを実施した。アンケート項目を以下に示す。

- 概ね想像通りの検索ができたか (5: 概ね想像通りだった~1: 想像通りではなかった)
- 検索された画像にセンサ状態と一致しない画像があったか (5: 一致しない画像が少なかった~1: 多かった)
- 本システムを利用したの感想 (自由回答)

このアンケートより、ユーザが本システムの検索をどのように感じた把握する。

### 5.1.2 結果及び考察

アンケートの結果を表 5 に示す。概ね想像通りの検索ができたかという設問に対し、10 人中 3 人が 5、5 人が 4、2 人が 3 となり、その平均値は 4.1 とユーザは検索したい写真を概ね自分の想像通りに検索できることがわかった。それに加え、検索された画像にセンサ状態と一致しない画像があったかとの設問に対しては、10 人中 5 人が 5、5 人が 4 と回答しており、平均値は 4.5 とほぼ全員がセンサ状態と一致しない画像が少なかったと答えている。そのため、本システムを利用することでユーザは満足のいく検索ができることがわかる。自由記述に「仰俯角に合わせての表示方法があれば面白かった」と 3 人が回答していることから、写真表示の部分にも工夫を増やしていくことでさらに撮影者にとって直観的な検索方法が期待できると考えられる。

表 5 アンケート結果

Table 5 System usability and its results

設問	5	4	3	2	1
概ね想像通りの検索ができたか	3	5	2	0	0
一致しない画像があったか	5	5	0	0	0

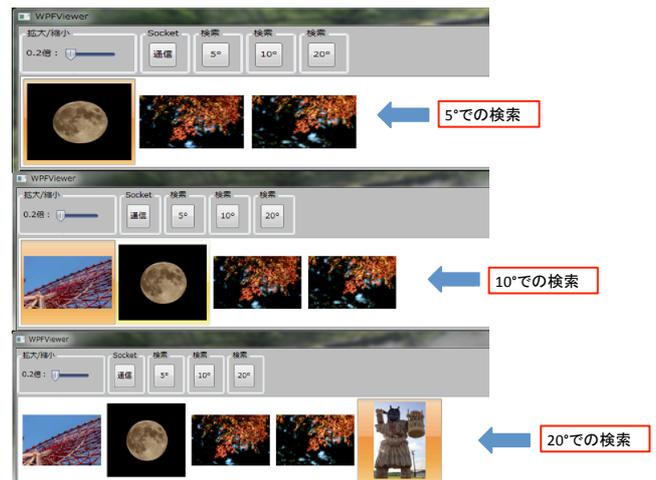


図 7 評価実験の結果の 1 例

Fig. 7 An example of the experiment

## 5.2 検索についての評価

検索時に表示される写真と、その時のカメラの仰俯角の誤差がどの程度まで許容できるかユーザにアンケートを実施した。

### 5.2.1 方法

被験者 10 人に本システムを利用してもらい、どの範囲までの許容誤差がセンサの値と一致していると感じるかを 3 択で、その許容誤差での検索時には自分で想像した通りの検索ができたかどうかを 5 段階で評価するアンケートを実施した。許容誤差については Viewer に 5°、10°、20° の検索ボタンを評価実験用に実装した。実際に検索された写真を図 7 に示す。

### 5.2.2 結果および考察

アンケートの結果から、許容誤差が大きくなるほど自分の想像と異なる写真が検索されるので、小さい方が絞り込みができて検索には向いていることがわかった。一方で、検索される写真はカメラの仰俯角に概ね関連付けられているので許容誤差が大きくても想像と一致する、許容誤差が小さいと想像よりも角度のずれが気になったので許容誤差は大きいほうが検索しやすいなどの意見もあった。これらは、写真を閲覧すること自体を楽しみたいユーザと、絞り込める過程を楽しみたいユーザによる違いだと考えられる。今後の課題として、写真の枚数が少ないと考えられる仰俯角状態の時は許容誤差を大きくするなどの条件による変更やユーザに任意で許容誤差を決定できるような実装を行う。

## 6. おわりに

本論文では、一眼レフカメラを検索時の入力インタフェースとして利用することで撮影者にとって直観的な写真検索・表示ブラウザの提案と実装を行った。提案システムの実装と評価の結果、想像よりも少し角度のずれがあったが、

カメラの仰俯角での検索が正しく行われることが確認できた。それに加え、カメラ操作での検索は撮影者本人にとって慣れ親しんだ記憶・体験であるため、直感的かつ迅速な検索が可能になった。

今後は、検索時の許容誤差に関する実装や、条件による検索範囲の変更を実装していくことが考えられる。それに加え、撮影時の記憶・体験をより正確に反映させるために、撮影時のシャッター速度、絞り値などの情報でも検索を可能にしていく方法を検討していきたい。

#### 参考文献

- [1] カメラ映像機器工業会企画 「デジタルスチルカメラ用画像ファイルフォーマット規格 Exif2.3」 [http://www.cipa.jp/hyoujunka/kikaku/pdf/DC-008-2010\\_J.pdf/](http://www.cipa.jp/hyoujunka/kikaku/pdf/DC-008-2010_J.pdf/), 2013年8月29日アクセス
- [2] 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. 芸術科学論文誌 Volume. 10, No. 01. pp. 36-47, 2011.
- [3] 堀辺宏美, 伊藤貴之: 花火風に写真を眺めるブラウザ Phopper の試作, インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS), 2009.