

# 撮影密度の変化に基づく写真の時間軸方向グループ化方式

## Temporal photo grouping based on temporal density variation of photo shooting

大網 亮磨† 山田 昭雄† 平田 恭二十  
Ryoma Oami Akio Yamada Kyoji Hirata

### 1. まえがき

デジタルカメラの普及と相俟って、莫大な写真が PC 等に蓄えられるようになってきている。しかし、手動での整理にかかる労力の大きさから、有効活用されないケースが増えている。写真の活用を促進するには、自動的に写真を整理し、閲覧しやすくする技術が重要になる。

本稿では、時間方向の撮影密度変化に基づく写真のグループ化方式を提案する。提案方式では、Parzen Window 法で算出した撮影密度の極小点を求め、写真をグループ化する。これにより、局所的な撮影傾向の変化に追従可能、かつ粒度の調整が容易なグループ化を実現する。

### 2. 時間方向写真グループ化の従来手法

従来、時間方向に写真をグループ化する方式として、隣接した写真間の撮影時刻間隔を閾値処理する方法が提案されている。すなわち、 $j$  番目の写真の撮影時刻を  $T_j$ 、撮影時刻間隔を  $T_j = T_{j+1} - T_j$  とすると、 $T_j$  が閾値以上になった箇所を境界としてグループ化する。閾値算出法として、複数の方式が提案されている。

Graham らは対象となる全写真から撮影時刻間隔  $T_j$  の分布を求め、閾値を決定している[2] (従来法 A と呼ぶ)。具体的には、分布の下位 25%、上位 25% に対応する撮影時刻間隔を  $Q_1, Q_3$  とし、以下を満たす箇所を区切る。

$$\Delta T_j \geq Q_3 + C(Q_3 - Q_1) \quad (1)$$

ここで  $C$  は定数であり、経験的に 2.5 を選択している。この方式は、固定閾値によって閾値処理するため、局所的な撮影傾向の変化に追従できない、新規写真の追加による閾値の逐次更新が困難であるという問題がある。

一方、Platt らは、撮影時刻間隔  $T_j$  の対数値を算出し、前後  $d$  個の撮影時刻間隔データを用いて閾値を適応的に算出している[3] (従来法 B と呼ぶ)。具体的には、以下の式によって、グループ境界を決定している。

$$\log(\Delta T_j) \geq K + \frac{1}{2d+1} \sum_{i=-d}^d \log(\Delta T_{i+j}) \quad (2)$$

定数  $K$  の値は経験的に  $\log(17)$  とし、ウィンドウ幅  $d$  は 10 に設定している。この方式は、前後一定数の撮影時刻を用いるため、撮影間隔が空くと時間的に離れた写真が閾値決定に悪影響を及ぼしやすい、多くの対数演算により処理時間がかかるという問題がある。

### 3. 撮影密度に基づくグループ化

#### 3.1. 概要

提案する時間方向グループ化方式では、写真がイベント単位でまとまって撮影される傾向が大きいことを考慮し、

† 日本電気株式会社 NEC Corporation

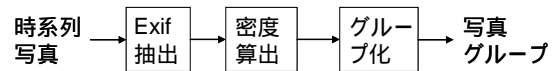


図1 提案方式の流れ

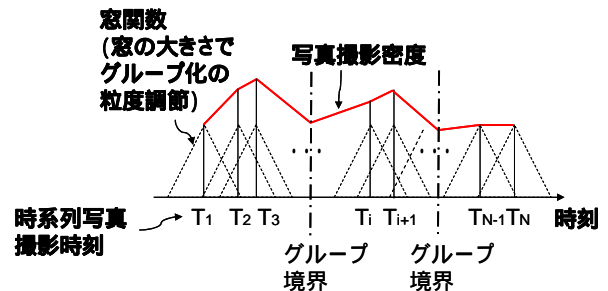


図2 Parzen Window 法による撮影密度算出とその変化に基づく写真グループ化

撮影時刻の密度の変化に基づいてグループ化する。即ち、密度の谷によって区切り、写真をグループ化する。

図1に提案方式の流れを示す。以下では、撮影密度算出処理、および、グループ化処理について述べる。

#### 3.2. Parzen Window 法による撮影密度算出

写真の撮影密度は、時系列の写真の撮影時刻情報から、Parzen Window 法によって求める。Parzen Window 法は、実際に生じた値を中心とする窓関数を重ね合わせることで、密度を算出する方式である[1]。具体的には、時系列に撮影した  $N$  枚の写真の撮影時刻を  $T_i (i=1, \dots, N)$  とすると、撮影密度を式(3)によって算出する。

$$p(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1}{W} \varphi\left(\frac{t-T_i}{W}\right) \quad (3)$$

ここで、 $\varphi(t)$  は窓関数、 $W$  は窓関数の幅を表す定数である。窓関数の幅  $W$  を調節することで、各値が影響を及ぼす範囲を調節できる。これにより、グループ化の粒度を容易に調節できる。

三角形の窓関数を用いて撮影密度を算出した例を図2に示す。点線で示した三角形の関数が窓関数であり、各撮影時刻位置に配置される。そして、これらを重畳することにより、実線で示す撮影密度関数を得る。

#### 3.3. 密度極小点探索による写真グループ化

Parzen Window 法によって求めた写真撮影密度の極小点を探索し、グループの境界とする。具体的には、撮影時刻、および、隣接撮影時刻間の midpoint において密度を算出する。そして、隣接時刻間で密度の大小を比較し、密度変化が減少から増加に転じた時点を極小点とする。

#### 3.4. 本方式の特長

本方式の特長は以下の通りである。

- 局所的な撮影傾向をグループ化に反映可能。
- 撮影間隔が離れた写真の影響を受けない。

表 1 従来法との比較

| 比較項目      | 従来法 A | 従来法 B | 提案法 |
|-----------|-------|-------|-----|
| 局所撮影傾向追従  | ×     |       |     |
| 処理時間      |       | ×     |     |
| 写真の逐次追加更新 | ×     |       |     |
| グループ化粒度変化 |       |       |     |

- $\log()$ 等の高負荷演算が不要なため、高速実行可能。
- 写真の逐次追加による更新が容易。
- 窓関数幅の調節により撮影傾向に応じたグループ化粒度の調節が可能。

提案方式と従来法 A, B との比較を表 1 にまとめる。

#### 4. 方式評価とプロトタイプ構築

##### 4.1. 分割精度評価実験

1600 枚の実際のプライベート写真を用いてグループ化の精度を評価した。写真には、グループ分けの正解データが撮影者によって予め付与されている。これと提案方式、従来法 A, 従来法 B によって得られたグループ化の結果を比較し、各方式の適合率、再現率を求めた。この際、提案方式では式(3)の定数  $W$ 、従来法 A では式(1)の定数  $C$ 、従来法 B では式(2)の定数  $K$  をそれぞれ変化させ、適合率、再現率の変化を調べた。

適合率、再現率の算出結果を図 3 に示す。適合率と再現率の均衡点での精度は、提案法は 0.80、従来法 A は 0.77、従来法 B は 0.81 であった。これより、提案法の精度は従来法 A よりやや高く、従来法 B とほぼ同等といえる。従来法 A で精度が落ちたのは、局所的な撮影傾向の変化に適応できなかったためと推察される。今回の実験では、従来法 B と提案法との差は殆ど見られなかったが、撮影間隔が大きく変化する点が今回のテストデータでは少なかったためと推測される。

##### 4.2. プロトタイプシステム構築

本方式の効果確認のため、本方式によってグループ化し、結果を提示する写真閲覧プロトタイプシステムを構築した(図 4)。図において、左側ペインは日付指定用カレンダーを表示し、中央ペインには写真のグループ化の結果を代表サムネイルとともに表示する。この写真グループのサムネイルをクリックすることで、右側ペインにグループ内の全写真が時系列順に表示される。また、窓関数の幅をユーザが調節可能になっており、ユーザの指定に応じて即座に分割結果を更新し、表示できる。

実際のグループ化例を図 5 に示す。図 5(a)は、窓関数幅を 60 分にした場合、図 5(b)は、窓関数幅を 10 分に設定した場合の結果を示している。図 5(a)では、訪れた場所(この場合は寺院など)ごとにほぼ分割できている。一方、図 5(b)では、その寺院訪問時のより詳細な出来事(この場合は本殿、散策中に見つかりリス、庭の散策、綺麗な紅葉発見)単位でグループ化分割できている。このように、窓関数の幅を変化させることにより、グループ化の粒度を調節でき、ユーザの嗜好に応じた粒度変更や階層的なグループ化が可能であることが確認された。

#### 5. まとめ

本稿では、撮影密度の変化に応じて写真を時間方向にグループ化する方式について述べた。1600 枚の写真を用いた

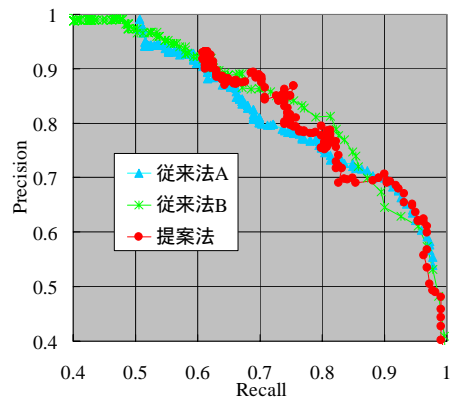


図 3 グループ化の精度評価

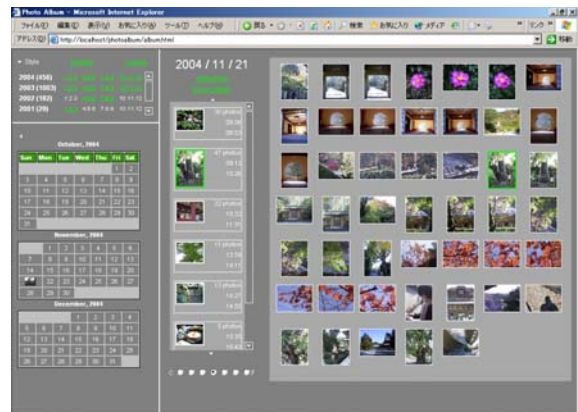
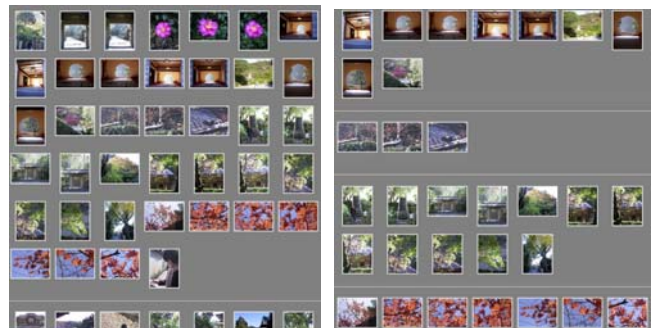


図 4 プロトタイプシステムの画面



(a) ウィンドウ幅=60 分

(b) ウィンドウ幅=10 分

図 5 ウィンドウ幅を変えた際のグループ化粒度の変化

実験では、適合率、再現率ともに 80%を実現し、実用上問題ないレベルであることを確認した。また、プロトタイプシステムを構築し、閲覧効果を確認した。

#### 参考文献

- [1] R.O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork, "Pattern Classification", Second Edition, Wiley-Interscience, 2001.
- [2] A. Graham, H. Garcia-Molina, A. Paepcke, and T. Winograd, "Time as essence for photo browsing through personal digital libraries", in Proc. of Joint ACM/IEEE Conf. on Digital Libraries (JCDL'02), 2002.
- [3] J. Platt, M. Czerwinski, and B. Field, "PhotoTOC: Automatic Clustering for Browsing Personal Photographs", Microsoft Research Technical Report, MSR-TR-2002-17, 2002.