

時間軸と空間軸を利用した情報提示インタフェースの構築

山口 真弘^{*1} 青木 貴司^{*2} 谷川 智洋^{*3} 廣瀬 通孝^{*4}

東京大学大学院 情報理工学系研究科^{*1*2*3*4}

1. はじめに

近年、デジタルカメラの普及に伴い、大量の写真データが蓄積されている。これらの写真データは、個人の計算機上だけでなく、ネットワーク上のストレージにも蓄えられ、それらを合わせると個人レベルでは考えられないくらい大量に蓄積されていることになる。また、ライフログ技術の発達によって、個人の体験を常時記録できるようになると、記録データは爆発的に増加していく。

このようにして蓄積された画像データの中には、GPS 機器や地図サービスの普及によって、位置情報を持つものが増えている。また、電子的に記録されたデータであればほとんどのデータが時刻情報を保持している。これらのメタデータを利用する方法としては、位置情報をもとに地図上にマッピングを行ったり^[1]、体験した時間軸に沿って再生するといった方法が取られている。

経験・記憶を探索・閲覧する手がかりとして時刻情報と位置情報は有用であるが、これらを同時に扱うには、従来の地図型インタフェースや、時系列型インタフェースでは困難である。

そこで本研究では、時間軸と空間軸を 3 次元空間中に取りこむことで、時刻情報と位置情報を利用してデータの探索・閲覧を可能にするインタフェースの構築を目的とする。

2. 時刻情報と位置情報の利用

2.1. 時間軸・空間軸の可視化

時刻情報と位置情報を利用するために、図 1 のように 3 次元仮想空間中の水平方向に空間軸、垂直方向に時間軸を取る。

また、図 2 のように、位置の基準として空間軸の張る平面と平行に地図を表示し、時刻の基準として地図を時間軸方向に層状に表示し、時間軸の目盛りを表すようにする。

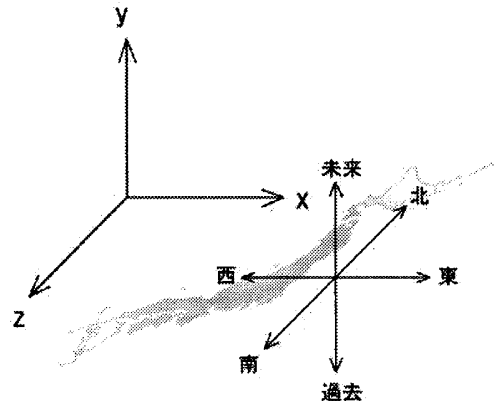


図 1 座標系の設定

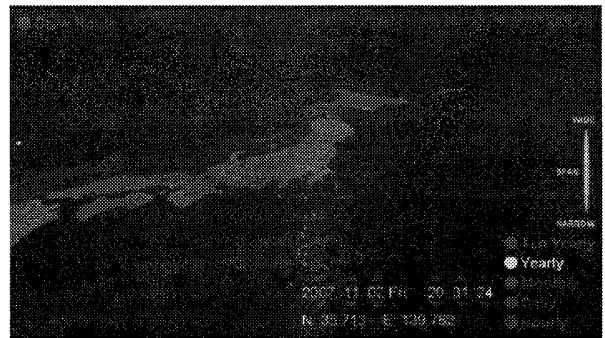


図 2 提示空間

時間や空間にはさまざまなスケールがあるため、各軸のスケールは可変とする。

以上のように時間軸と空間軸からなる空間を構築し、画像データをマッピングすることで、特定の時刻・場所のデータを見つけ出すことが可能になるとともに、データごとの相互のつながりを知ることや全体を俯瞰的に見ることが可能となる。

2.2. 行動履歴の追跡

個人のデータを時系列順にたどることで、個人の行動履歴をたどることができる。特に、ライフログデータのように時間軸に関して密なデータでは、データの並びから個人の行動の軌跡を知ることが可能である (図 3)。

Browsing Interface Using Time and Space Axes

*1 Masahiro Yamaguchi

*2 Takashi Aoki

*3 Tomohiro Tanikawa

*4 Michitaka Hirose

*1*2*3*4 Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo

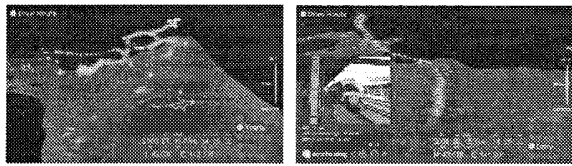


図 3 旅行時の軌跡

3. 表示数の動的変更

3.1. 問題点

大量の画像データを一度に全て表示することは、計算機の性能の面から、大量のメモリが必要になることと描画速度の問題が挙げられ、それ以外の面から、画像が大量にあることで、画像同士が重なってしまい、個々の認識が困難になることが挙げられるため、困難である。

こうした問題を解決するために、表示するデータを減らす必要がある。

3.2. 提案手法

データを減らすために、まず画面内に収まるデータのみを表示対象とする。さらに、時間的・空間的に近いもの同士をまとめることで間引きを行う。こうすることで、表示データ数を現実的な範囲まで減らすことができる。

ただし、本インタフェースでは時間スケールと空間スケールを変更することができるので、以上の手法を動的に行う必要がある。

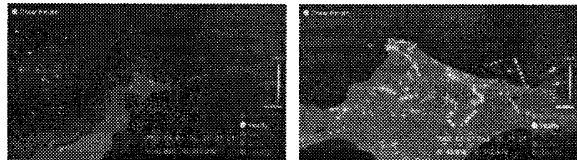


図 4 表示数の動的変更

3.3. アルゴリズム

近いデータ同士をまとめるために時刻・位置情報でクラスタリングを行う。これは動的に行う必要があるため、できるだけ速く実行できる方法が望ましい。また、間引きのために行うだけなので、クラスタリング結果についてはそれほど厳密性は必要ではない。そこで、単純クラスタリングに似たアルゴリズムを採用する。その際の閾値は、現在の時間スケールと空間スケールをもとに計算する。具体的な方法は以下のとおり。

1. 現在の時間・空間スケールに応じて、時間閾値 Tt 、空間閾値 Ts を決める。
2. 画像データ集合 $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ の中から任意のデータ、例えば x_1 をとり、これをクラスタ C_1 の中心 z_1 とする。
3. $x_i (i=2, 3, \dots, n)$ について、 z_1 との時間距離 Dt_{1i} 、空間距離 Ds_{1i} を計算し、 $Dt_{1i} \leq Tt$ かつ $Ds_{1i} \leq Ts$ であれば、 x_i を C_1 に分類し、 $Dt_{1i} > Tt$ または $Ds_{1i} > Ts$ であれば、 x_i を新たなクラスタ C_2 の中心 z_2 とする。

4. 残りのサンプル $x_i (i=3, 4, \dots, n)$ について、 z_1, z_2 との距離 $Dt_{1i}, Ds_{1i}, Dt_{2i}, Ds_{2i}$ を計算し、 $Dt_{1i} \leq Tt$ かつ $Ds_{1i} \leq Ts$ であれば、 x_i を C_1 に分類し、 $[Dt_{1i} > Tt$ または $Ds_{1i} > Ts]$ かつ $[Dt_{2i} \leq Tt$ かつ $Ds_{2i} \leq Ts]$ であれば、 x_i を C_2 に分類する。そして、 $[Dt_{1i} > Tt$ または $Ds_{1i} > Ts]$ かつ $[Dt_{2i} > Tt$ または $Ds_{2i} > Ts]$ であれば、 x_i を新たなクラスタ C_3 の中心 z_3 とする。
5. 同様の処理を繰り返す。

4 において複数のクラスタ中心からの距離が閾値以下になる場合の扱いが単純クラスタリングとは異なる。

4. データの共有

ネットワーク上には多量の時刻・位置情報付きの体験情報がある。ネットワークを利用して、複数人で情報を共有することで、他者の体験の追体験や自身の体験記録の補完が可能となる。これらの情報を利用するためには、ネットワーク上でのデータの共有手法や写真共有サイトなどの Web サービスの情報を利用できる仕組みが必要である。そこで、提案する可視化インタフェースにネットワーク対応の仕組みを追加した。

あらかじめ画像データの URL とメタデータを CSV などの形式でリストに記述しておくことで、本インタフェースはそのリストを読み込んでデータオブジェクトを生成し、2.1 で述べた空間中にマッピングを行う。このリストを公開することで、複数人とのデータ共有が可能となる。

また、既存の写真共有サイトの Web サービスの利用例として、flickr を利用することで共有も可能とした。

5. 評価と今後の展望

本インタフェースを用いて、約 7 万枚の画像データを時刻情報・位置情報を利用してマッピングした。その結果、一般的な計算機上においても、問題なく表示することができた。

今後の展望としては、画像データ数を増やした場合の評価、より良いクラスタリングアルゴリズムの検討、検索機能の検討、入力デバイス・UI の検討、マルチメディアへの対応が挙げられる。

参考文献

- [1] Snavely, N., Seitz, S., and Szeliski, R.: "Photo Tourism: Exploring Photo Collections in 3D"; In ACM Transactions on Graphics (SIGGRAPH Proceedings), Vol. 25, pp. 835-846, (2006).