

思い出の想起を目的とする 写真画像を用いた仮想時空間の自動生成システム — Virtual Time Machine —

1. 背景

デジタルカメラ技術の進歩と記録媒体の低価格化によって、撮影されるデジタル画像の枚数は増加の一途をたどっている。これに従いデジタル画像による記録は世界中への広がりを見せている。デジタル写真画像は世界中のあらゆる景観とイベントを記録していると言える。Flickr などの写真共有管理ウェブサイトでは著名な建造物や場所を入力すれば、すぐに何千枚もの画像を入手できるという現状から見ても、これは明らかである。

そこで本プロジェクトでは、写真画像をもとに人に自分の思い出を想起させるシステム「バーチャルタイムマシン」の開発を行う。思い出の想起には様々な手段があるが、本プロジェクトでは、記録画像による想起に焦点を当てる。本プロジェクトは、3次元再構成技術を応用し、記録画像をもとに自由に時空間内を移動可能とするシステムを開発し、記録画像中の「空間的広がり」と「時間的繋がり」を表現し、ユーザに提示する。

2. 目的

従来の記録画像を整理する手法としてのアルバムなどには、空間的広がり表現に乏しく、また、時間的繋がり不明確という問題点がある。

そこで、本プロジェクトは、3次元再構成技術を応用し、自由に時空間内を移動可能とするシステムを開発することによって、これらの問題点の解決を目指す。

「空間的広がり」を再現するために、自由な視点で撮影された大量の画像から3次元空間を再構築する手法を開発する。「時間的繋がり」を表現するために、撮影時刻の大きく異なる画像間の3次元的な相対位置関係を自動的に計算し、時間軸上の移動を表現する手法を開発する。さらにこれらを統合することによって、時空間内を自由に移動可能なバーチャルタイムマシンの開発を目標とする。

3. 開発の内容

本プロジェクトでは、人に自分の思い出を想起させるシステム「バーチャルタイムマシン」を開発する。

「空間的広がり」を再現するために、自由な視点で撮影された大量の画像から3次元空間を再構築する手法を開発する。「時間的繋がり」を表現するために、撮影時刻の大きく異なる画像間の3次元的な相対位置関係を自動的に計算し、時間軸上の移動を表現する手法を開発する。

具体的には、入力情報としては、デジタルカメラなどによって自由に記録された大量の画像群を用いる。その画像群を用いて、特徴点对応や最適化計算などによって 3 次元ジオメトリを再現し、高臨場な自由視点画像を提示する。さらに、撮影時刻の大きく異なる画像群間の対応付けを行うために、撮影条件が異なる画像間に適用可能なロバストな特徴点对应手法を用いて、それらの 3 次元的な相対位置関係を計算し、3 次元空間内で時間軸上を移動可能とする。これらを統合することによって、時空間内の自由な移動を可能とする。

図 1 に本システムを用いて生成した時間軸も移動可能なバーチャル 3 次元空間の例を示す。



図 1. 本システムによって生成した時間遷移可能なバーチャル 3 次元空間

4. 従来の技術(または機能)との相違

本プロジェクトに関連する既存システムとして、Flickr などに代表される画像共有サイト、Picasa や iPhoto の画像整理ソフトウェア、ブログ・SNS などが挙げられる。これらの既存システムには、以下の 3 つの問題点があると考えられる。

1. 時間的繋がりの情報が不明瞭なので、他の記憶との時間的な結びつけが困難
2. 情報が 2 次元のかつ狭視野なので、空間的広がりが提示できていない
3. 煩雑な操作が必要

1 は、既存システムは画像を時系列にサムネイル画像で一覧したり、GPS 情報を用いて地図上に画像をマッピングしたりするなどの整理手法のみしか提供されていないので、画像間の時間的繋がりが不明瞭であるという問題である。本システムでは、3 次元再構成による自由視点画像中で時間軸上の遷移を実現しているため、視覚的に非常に直感的に時間的繋がりを提示することが可能である。

2 は、人間の記憶の中では景観の情報は 3 次元的な空間として構成されているため、2 次元のかつ狭視野な一般的な写真画像は思い出の想起に不十分であるという問題である。空間的広がりがユーザに提示出来ていないため、ユーザは画像をもとに自ら 3 次元景観を再構成する必要があり直観的ではない。本システムでは、画像をもとに 3 次元再構成によって自由視点画像を生成し、それをユーザに提示することで、記憶の中の景観に近い情報を提示することが可能である。

3 は、ブログや SNS などの仕組みを用いて、過去の記憶を整理し文章と画像により過去

の体験を体系化することが可能であるが、それには非常に煩雑な作業を必要とするという問題である。本プロジェクトで開発したシステムでは、過程のほとんどを自動化することによって、煩雑な操作をユーザに要求せず、簡単に利用できるシステムとした。

また技術的に類似した既存システムとして Microsoft Photosynth と Google StreetView が挙げられる。まず Microsoft Photosynth と本システムを比較すると、Photosynth は画像の 3 次元的位置関係に基づき画像をブラウジングするのみであるのに対して、本システムではその画像をもとに自由視点画像を生成する点で、大きく本システムが優っている。次に Google StreetView と本システムを比較すると、Google StreetView は 360 度パノラマ画像を道路に沿って並べたものに過ぎず、平行移動については離散的な移動しかできない事に対し、本システムでは 3 次元再構成手法を用いて、並進移動に対しても連続的な移動を実現している点で優っている。また両者とも時間軸方向の移動を考慮しておらず、その点でも本システムは優っている。以上を図にまとめると表 1 のようになる。

表 1. 類似した既存システムとの比較

	Microsoft Photosynth	Google StreetView	Our Project
空間構築の手法	写真画像を3次元的に並べる	パノラマ画像を並べる	写真を元に、自由視点画像の生成を自動的に行う
時間軸移動の自由度	×	×	○
空間軸移動の自由度	△	△	○

5. 期待される効果

本プロジェクトの成果による期待される効果としては、画像に基づいた記憶想起システムとして利用することによって、一般の人が個人の主観にあわせて画像を一覧し、思い出を想起することが可能と考えられる。高齢化社会の中で、過去のデータベースともいえる高齢者の記憶を引き出し、若い世代へとそれを伝達することが重要である。本プロジェクトの成果による思い出の想起はこの点で、今後の社会で必要になると考えている。

また、技術的観点からは、Structure from Motion(SfM)と呼ばれる、写真画像を元に 3 次元空間を再構成する技術研究の活性化に繋がると考えられる。ここ 1 年ほどで SfM に関するいくつかのプロジェクト(Photo Tourism、PTAM など)がソースコードを公開し活気づいてきている。本プロジェクトもその一端を担うものとして、この技術研究に大きく寄与出来るもの考えられる。

6. 普及(または活用)の見通し

本プロジェクトの成果はオープンソースソフトウェアとして世界に向けて公開している。また国際的な利用を考え、英語ドキュメントの整備なども行った。この為、国内のみならず、海外の技術者や研究者などからも、いくつかのフィードバックを得ている。潜在的な利用者を考えると、その数は多数に上ると考えられる。以上より、本プロジェクトの成果は国際的に大きく評価されていると見なせる。

7. 開発者名(所属)

青木 貴司(東京大学大学院 情報理工学系研究科)

仲野 潤一(東京大学大学院 情報理工学系研究科)

(参考)

Virtual Time Machine 公式サイト <http://www.virtual-time-machine.net/>