

全方位カメラを用いた三次元市街モデルの獲得

林 裕樹 [釧路工業高等専門学校情報工学科/助教授]

背景・目的

近年、さまざまな分野において三次元コンピュータグラフィックス(3DCG)が取り入れられ、仮想的な空間をリアルに提示することが可能になっている。しかし、市街全体の仮想空間を作り出すためには、非常に多くの物体について仮想空間内のデータとして再構築する作業が必要となるので、このような作業を可能な限り自動化することによって、大幅なコスト削減が期待できる。

本研究では、車載カメラを一台に限定した上で、カメラの画角の問題に対処するために全方位カメラを導入し、より多くのデータを効率よく低コストで取得することを目的とする。

内容・方法

全方位カメラを車載して走行することで得られる画像から、画像内に写った建物の三次元的な位置や形状の情報を抽出し、三次元モデルを構築する。撮影に用いるのが全方位カメラのため、画像は特殊な写り方をしており、一般的なビデオカメラを用いる同様な三次元モデル構築手法をそのまま用いることができない。そこで、全方位カメラのパラメータを計測することで撮影された画像の情報を数式的に把握し、三次元モデルを獲得できる情報へ正確に変換する。これによって、一般的なカメラが持つ画角の狭さの問題を解決するとともに、既存の手法の三次元モデル構築手法のノウハウも利用できるようになる。

また、確立した三次元モデル構築手法の性能を確認するために、実際に全方位カメラを車載して撮影を行い、構築した三次元モデルと実際の建物の情報とを比較することで、評価を行う。

結果・成果

まず、全方位カメラで撮影される画像の性質を完全に把握するために、全方位カメラを構成する回転双曲面の形状とカメラの焦点距離などのパラメータを数学的に正確に決定した。これによって、全方位カメラで撮影した画像から、従来からある都市の三次元モデル構築手法が用いているものと同じ性質の情報を抽出し、モデルの諸元を計算する手法を確立した。また、全方位カメラを用いたことで、従来の一般的なビデオカメラを用いた場合には得られなかった、完全に正面から見た状態のテクスチャ画像を獲得することも可能になった。これにより、三次元モデルにテクスチャ画像を貼り込むことで再現した景観の印象が良くなった。

実際に撮影した画像を基に、確立した手法によって三次元モデルを計算したところ、真値との誤差が平均10%程度であり、従来の手法と比べてよい精度を達成できていることがわかった。さらに、従来の一般的なビデオカメラで撮影した場合には得られない情報を取得することが可能となり、実際に都市をモデル化する場合に必要となると思われる手間を減らすことが可能になった。

また、実際に三次元モデルを計算した結果、カメラの移動速度の誤差と計算結果への影響や、車載して走行する際にカメラが振動することで発生してしまう画像の歪み、撮影した画像への写り方によって増大する推定誤差の問題などが明らかになった。考察の結果、これらの誤差要因の内、カメラの移動速度と振動については、三次元モデルを計算するソフトウェアや車載カメラのハードウェア的な工夫によって誤差の低減が図れるものの、撮影した画像での見込み角の小ささに起因する誤差については、カメラの撮像素子そのものの解像度が問題であることから、解決が難しいことがわかった。

獲得した三次元モデルとテクスチャの情報から、三次元コンピュータグラフィックスで景観の再現実験を行ったところ、実際の景観から受ける印象と非常に近い画像を得られることがわかった。このことから、本研究で開発した全方位カメラで撮影した画像からの三次元モデル構築手法が有効に機能しており、良好な状態で景観を再現できることがわかった。

しかし、今回の手法ではカメラの移動経路に面した壁面のモデル化、およびテクスチャ情報の獲得しか行っておらず、再現した景観において最も目に付くカメラと正対している壁面の情報が欠落してしまっている。このような壁面のカメラの移動経路からの奥行き方向の長さの情報は、最も奥まった部分が必ずしも観測できるとは限らないという本質的な問題のために、車載カメラの情報だけで正しく推定することはできないものの、テクスチャについては、撮影した画像内にある程度の情報があることから、これらの情報の適切な抽出手法を開発することで対応できると思われる。

今後の展望

今回の研究では、カメラが振動することによって発生する画像の歪みを補正することができておらず、また、このような歪みの影響が一般的なカメラの場合よりも顕著に現れることから、ソフトウェア的な補正やハードウェア的な振動制御などの手法を検討する必要があることがわかった。

今後の課題として、カメラの振動による画像の歪みの補正と、カメラの移動速度の推定方法を開発し、モデルの再現精度を向上させることが挙げられる。また、これらの改良をなるべくソフトウェアで達成することを目指し、必要なハードウェアが増加しないで済む方向で手法を検討したい。