

計測に基づく3次元モデルの作成と活用に関する一考察

(株)計測リサーチコンサルタント 正会員○渡邊 弘行 味岡 収

1. はじめに

PC の高性能化等を背景とし建設分野でも 3 次元モデルを比較的身近なモデルとして利用できる環境が整ってきている。建築分野では 3 次元モデルをベースにした BIM(Building Information Modeling)の導入が各所で進められておりプロジェクトの効率化が期待されている。また、国土交通省を中心にして CIM(Construction Information Modeling)の導入が検討されており 3 次元モデルは建設分野全体で重要なキーワードになっている。建設分野の各場面で必要とされる 3 次元モデルは多様であり、場面に応じて最も効果的な 3 次元モデルを効率良く作成する事が利用効果を高めると考えられる。本報では既存構造物等を計測して 3 次元モデルを作成する手法に関して特徴を整理するとともに特徴に応じた活用について考察する。

2. 計測に基づく3次元モデル

既存構造物等の 3 次元モデルを利用するケースは改修設計・都市再開発・斜面防災設計等が考えられるが、新設構造物設計でも周辺環境の 3 次元モデルが有効になる場合も多い。このような場合のモデル作成には計測が利用されるがレーザスキャナまたは画像解析を用いる手法が代表的である。前者は直接的に 3 次元座標を取得するものであり後者は写真画像を解析して 3 次元座標を算出するものである。

2-1 レーザスキャナ

レーザスキャナは 1 秒間に数万のレーザ光を照射し計測対象物の 3 次元座標を高密度で取得するものである。機器を三脚に固定する機種が一般的であり座標データとともに RGB データを取得する機種もある。(図-1) 機器を自動車に搭載し移動しながら計測を行うシステムもある。また、ハンディタイプの高精度型機種があり精密な形状計測が可能である。近年、レーザスキャナは選択可能な機種が増えるとともに価格も安価になりハードの利用環境は向上してきている。



図-1 レーザ スキャナ

2-2 画像解析

写真画像を解析して 3 次元座標を算出するもので写真測量の考え方を基本としている。近年はデジタルカメラや解析ソフト等の利用環境が向上し、画像解析は身近で使い易い 3 次元モデル作成ツールとなっている。最近では SfM(Structure from Motion)という手法も使われるようになり、利用可能な写真画像の選択範囲が広がりより多様な対応が可能となっている。(図-2)



図-2 SfM 作成例

2-3 特徴

(1) 計測精度

レーザスキャナの計測精度は基本的に機器の誤差等がベースとなり比較的安定している。一般的な機種で 1 点の誤差は $\pm 2 \sim 3\text{mm}$ であり点群データを解析処理して得られる面要素モデルの精度はこれよりも向上すると考えられる。画像解析では計測精度に関わる要素が多岐に渡り誤差は個々のケースで異なる。写真撮影の条件等が良い場合には高精度が期待されるものの精度を求めるケースでは慎重な取り扱いが必要である。また、画像解析では測量等による基準値情報が必要でありこの精度も計測精度に影響する。

(2) 計測対象の適用範囲

レーザスキャナは複数の機種が準備されており機種選択が可能な状況下では計測対象の適用範囲は広い。

キーワード 計測, 3 次元モデル, レーザスキャナ, 写真画像, CIM, BIM

連絡先 〒120-0006 東京都足立区谷中 2-10-7 エムケイビル TEL : 03-5673-7050 E-mail : watanabe@krcnet.co.jp

ただし、レーザ光の反射特性に適しない対象物があることに注意が必要である。画像解析では撮影条件を満たす環境にある場合の適用範囲は広い。ただし、モデル精度を求める場合には撮影範囲を限定する等、適切な計測計画が求められる。また、画像上の複数の特徴点を用いて解析を行うため、特徴点の抽出が難しい色彩や形状の対象物への適用には注意が必要である。

(3) 3次元モデル作成の手間

レーザスキャナで取得するのは座標値の点群データである。複数の点群データを合成して全体モデルとしこれから TIN を生成して 3 次元モデルを作成する。処理が適切であれば精度の良いモデルが作成できるが比較的手間を要す。画像解析では一連の解析処理において 3 次元モデルが作成されるためレーザスキャナに比べて手間は少ない。ただし、写真枚数が多い場合や撮影条件に制約を受ける場合には部分的なモデルの不備が生じやすい。(図-3)

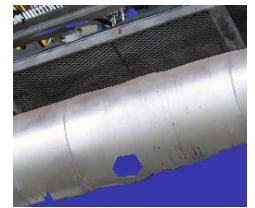


図-3 モデル不備

(4) 現実感に優れた 3 次元モデル

テクスチャに写真画像を利用することで現実感に優れた 3 次元モデルができる。レーザスキャナは別途写真画像を準備して用いる必要があり手間が増える。画像解析は解析用写真画像をそのまま利用して一連の作業で作成できるため容易である。(図-4) なお、写真画像をテクスチャに利用すると写真イメージが要因で本来の形状が分かり辛くなる場合がある。

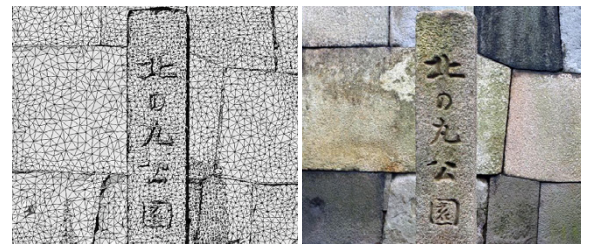


図-4 SfM モデルの TIN とテクスチャ

(5) 計測時の環境条件

レーザスキャナは昼夜を問わず計測が可能であるが雨天時には計測を行わないのが基本である。画像解析は画像が鮮明に得られる条件下での撮影が望ましく夜間の利用は困難である。

(6) 計測時の作業性

一般的なレーザスキャナは機器が比較的大きく測量用三脚を利用するケースが多い。小型機種があるものの全般的に取り扱いには注意を要す。また、計測範囲や計測密度に応じて相応のスキャニング時間が必要である。画像解析用のカメラは小型軽量であり三脚を利用する場合でも取り扱いは容易である。また、撮影時間は対象範囲や精度等に応じて変わるが比較的短い時間で済む場合が多い。

3. 3次元 モデルの活用と課題

3-1 レーザスキャナ

レーザスキャナは時間と費用を要するものの精度と信頼性の高い 3 次元モデルを作成できる。したがってモデル精度が求められる場合に有効な手法である。課題は計測にて取得した膨大な点群データ(図-5)の後処理作業である。この後処理作業を合理化する技術が進展すれば時間短縮及びコスト低減が期待され利用がより一層広がると考えられる。



図-5 点群データ

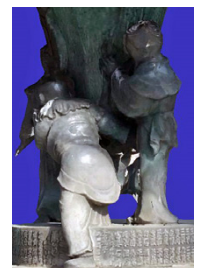


図-6 モデル

3-2 写真画像

写真画像は現実感に優れた 3 次元モデルを作成しやすいためイメージ把握を重視した場合に有効な手法である。(図-6) また、写真画像情報も多様に利用できるため従来の写真記録の発展的な代替手法としての利用も考えられる。課題はモデル精度であり現状では撮影条件を考慮し状況に応じて精度を許容する必要がある。写真画像はデータを写真撮影にて比較的手軽に得る事ができるため今後広く利用される可能性が高い。この分野の技術は今後広範に進展する可能性があり将来性の期待できる手法である。

4. まとめ

利用環境が整ってきてはいるものの建設分野での 3 次元モデルの利用は活発な状況ではない。その有効性は認められているものの効果的な利用に上手く結びついていない状況と考えられる。しかし、様々な場面で具体的な効果が認められようになれば次第に利用も活発になっていくであろう。