

タイムラプス映像から読み取れる施工属性情報に関する検討

トライポッドワークス㈱ 正 ○渋谷義博 ㈱環境風土テクノ 正 須田清隆
可児建設㈱ 正 可児憲生 立命館大学 正 建山和由

1. はじめに

本研究は、平成 26 年度国土交通省中部地方整備局庄内川河川大治堤防工事で実施した CIM 検証のうちタイムラプス映像に関して報告している。本事業では、CIM モデルを統合ベースとして建設生産の流れを統合的に捉え、取り扱いやすいタイムラプス映像情報から算定できる施工属性情報について検討し、映像 CIM の可能性をまとめている。

2. 施工属性情報

映像がこれまで積極的に用いられぬ理由として、データ量が大きいことや、映像を確認するのに録画した時間相当の労力を使う必要があった取り扱いが難しかったからと判断される。ここでは、これらの課題に対処したタイムラプス映像による施工属性情報の収集方法を検証している。

① 短時間の再生時間

タイムラプス映像は、インターバル撮影、微速度撮影とも言われ、長時間撮影された映像を短い時間に縮めて再生することが出来る。例えば 8 時間の映像を 5 秒のタイムラプス映像に生成すると、864,000 フレームが 5,760 フレームとなり、3.2 分で再生でき現場の状況の変化を捉えている。(図 1 参照)

② 施工情報の数値化

固定カメラで撮影するタイムラプス映像は、連続する時間のストリーム映像(1 秒 30 コマ)から設定時間刻み(Δt)にスライス画像を切り出したのを、タイムラプス化しており、CIM 情報としては、時間情報を持つスライス映像と映像を短時間化している。

スライス映像は、映像に映されている特定の被写体に着目すれば、被写体が映されている映像の枚数 N に、設定時間刻み(Δt)を掛け合わせると、機械稼働時間や労務歩掛りの算定を可能にしている。

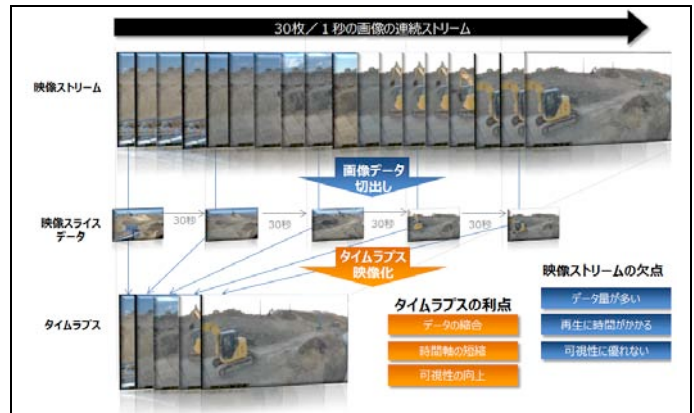


図 1. タイムラプス映像解説

③ 動体検出・動線軌跡

タイムラプス映像からは、物体検出に映像分析技法を用い、重機や作業員などの移動体だけを抽出することが出来る。背景差分法¹⁾では、フレーム間の差分情報から人や重機を分別認識している(写真 1 参照)



写真 1. 背景差分法による物体検出(人には緑色の投影方形、重機には赤色の矩形表示をして分別表示)

オプティカルフローを用いたモーション検知²⁾では、フレーム情報から物体の速度ベクトル情報を求め、軌跡情報や移動量の算定を行っている(写真 2 参照)。

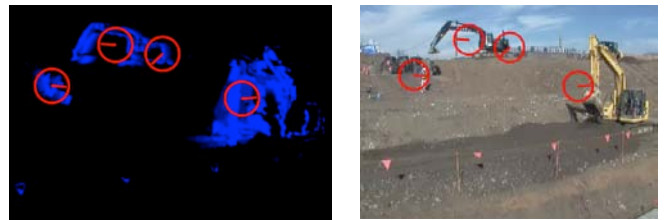


写真 2. モーション検知による速度ベクトル検知(物体のベクトル情報(移動方向)を円内の線で表現)

④ 水位検知

また、動体検知の応用例として河川の水位変動を、映像検知し変動が確認できた段階でアラートメールを発

キーワード CIM、タイムラプス映像、統合ベース、映像施工属性情報、映像分析技術、トレーサビリティ

連絡先 〒980-0811 宮城県仙台市青葉区一番町 1-1-41 カメイ仙台中央ビル 7F トライポッドワークス株式会社 TEL 022-227-5680

信するなどリスク管理への適用も確認している。

水位検知は、あらかじめ指定された映像内の自由指定エリアと危険水域ラインから画像処理にて検知を行う。エッジやヒストグラム情報を併用することで施工現場により異なる昼夜や影などの外乱に強いロバストな検出を可能にしている（写真3参照）。

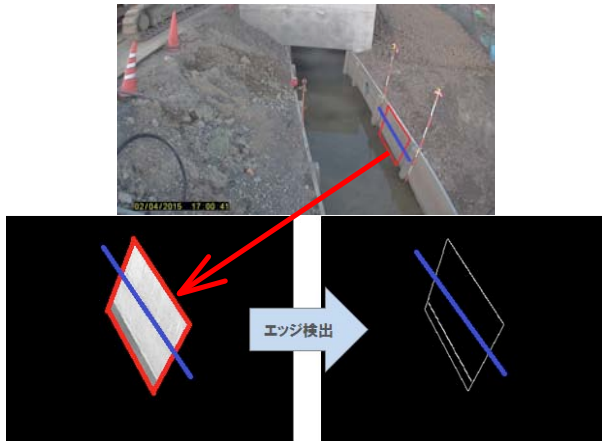


写真3. 画像処理による水位検知

⑤ 画像分析

これまで挙げた映像情報に、現場技術者の日常的なメモやセンサー情報、天候や作業員の健康状態などを情報統合することが、CIMの統合ベースとしても有効になると思える。また、収集されたタイムラプス映像から切り出されるスライス画像（写真4参照）は、解像度も高く、カメラのズーム機能を活用すればコンクリートの仕上がりや地質の材料判別も可能なことから、供用後に問題が発生した場合（インフラメンテナンス）に、施工手順とともに、書面化されている品質数値とは別に視覚的判断の有効な資料になると判断される。



写真4. スライス画像の鮮明度

また、画像の濃淡分布からフラクタル次元を算定（式（1））し、フラクタル性から材質の均質性や含水状況などの推定も可能性³⁾も確認できている。

$$D_q = \lim_{q \rightarrow 1} \frac{1}{q-1} \frac{\log \sum_{i=1}^N p_i^q}{\log r} \quad \dots\dots \text{式(1)}$$

D_q は一般次元、 r は被覆領域サイズ、 q は確率次数モーメント、 p は確率、 N は被覆領域の数である。

3. 統合ベース

工事現場での危険な場所や行為などのリスクの捉え方は、工事現場の時間経過で変化する空間的な特徴とともに、降雨などの環境的要因や現場の技術者や作業員の未熟度など人間的要因に、輻輳する作業や露出している地盤状況や湧水状況などの背景情報などの統合的な情報で判断されている。統合的な情報を集約して観察できるタイムラプス映像の活用性は大きい。また、現場空間のリスクイメージは、個人差があり、必ずしも万人に一致することはないと考えられる。タイムラプス映像は、工事リスクについて映像からイメージの共通化を図り、具体的なリスクポイントの指摘によって現場の安全教育での共通理解を容易にしている。

4. まとめ

タイムラプス映像を用いた統合情報の利点を以下にまとめる。

- ① 高性能な公開技術を用いて、使い易く廉価な映像を用いた統合型情報システムを構築できる。
- ② 取り扱い易く可視性が高いタイムラプス映像を用いてコミュニケーションと認知向上が図れる。
- ③ 映像分析技法を活用して映像から空間背景情報を自律的に抽出し定量化・統計化が出来る。
- ④ 映像情報を用いて、安全教育や技術者教育、しいては中小企業の知財情報集積が出来る。
- ⑤ GPS等の装置を付けていない資機材や人の動きなど施工性要因などの背景情報の分析が可能となり、低コスト、汎用化、効率化に寄与する。

- 参考文献**
- 1) Z.Zivkovic, Improved adaptive Gaussian mixture model for background subtraction, International Conference Pattern Recognition, UK, August, 2004.
 - 2) Z.Zivkovic, F. van der Heijden, Efficient Adaptive Density Estimation per Image Pixel for the Task of Background Subtraction, Pattern Recognition Letters, vol. 27, no. 7, pages 773-780, 2006.
 - 3) 須田清隆他：フラクタル次元による景観性質の指標化に関する研究, 土木学会第57回年次学術講演会講演概要集, IV-69, 2002

キーワード CIM、タイムラプス映像、統合ベース、映像施工属性情報、映像分析技術、トレーサビリティ

連絡先 〒980-0811 宮城県仙台市青葉区一番町1-1-41 カメイ仙台中央ビル7F トライボッドワークス株式会社 TEL 022-227-5680