

AI を用いた画像解析による建設プロセスの行動分析 ～重力式コンクリートダムコンクリート打設進捗を一例に～

株式会社大林組 正会員 ○日暮 一正
株式会社大林組 正会員 近藤 岳史
株式会社大林組 正会員 小俣 光弘
株式会社ランドログ 非会員 関川 祐市
トライポッドワークス株式会社 非会員 渋谷 義博
独立行政法人水資源機構 正会員 前田 俊郎

1. はじめに

昨今、様々な産業界において、新たなデジタル技術を用いて、これまでにないビジネスモデルを展開するイノベーターが登場し、ゲームチェンジが劇的に起ころうとしている。このような状況下で、各企業は現場の生産性向上や安全性確保など、企業としての競争力維持・強化のために、デジタルトランスフォーメーション（DX: Digital Transformation）をスピーディーに実現し進めていくことが求められているが、現実には様々なセンサーデータを取得し表示するレベルに留まっている。今回は建設業界における DX 化事例の一つとして、重力式コンクリートダムコンクリート打設現場（川上ダム本体建設工事：水資源機構発注、三重県伊賀市）にて撮影された画像を用いて、AI ベースによる建設プロセスの行動分析を行い、センサーレスによる施工進捗管理システムを開発し、試行した。

2. AI を用いた画像解析手法

重力式コンクリートダムの右岸天端部に、ネットワーク型カメラを設置し、コンクリート打設状況をカメラで定点撮影した（図-1）。画像は15～30分毎に通信ネットワークを通じてタイムラプス映像でクラウドサーバーに配信した。カメラで取得した画像は、画像処理技術の一つであるグラフカット法によるセグメンテーションを応用し、コンクリートの打設作業の進捗を自動的に解析できるようにした。本画像解析手法は、大きく2つのフェーズからなる。

①前段階処理：打設対象領域の設定

事前に指定した領域（図-2 左側赤色の4隈）から透視射影変換を行い、次にカメラの画角を真上から撮影したように変形処理を行った（図-2 右側）。

解析対象のリフト領域（図-2 右側の横線に分割したエリア）を切り抜きし、打設対象領域の初期値指定を行った（図-3）。

②本処理：グラフカットによるセグメンテーション

グラフカット法により、打設領域（図-4 赤色部分）と未打設領域（図-4 青色部分）の2つの領域にセグ



図-1 カメラ設置状況

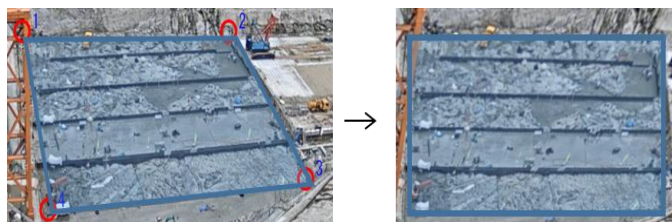


図-2 打設対象領域の設定



図-3 打設対象領域の初期値指定

キーワード DX, AI, 画像, グラフカット, 生産性向上, コンクリートダム

連絡先 東京都港区港南2-15-2 品川インターシティ B 棟 株式会社大林組 TEL: 03-5769-1253

メンテーション（分割）し、各領域の情報を元に進捗度をピクセル量から計算した。

次フレーム画像の解析の為、更新された打設領域をメモリに一時保存し次回の打設領域として使用する（図-5）。その際、打設領域の周辺に類似の画素が存在する場合や、内部のテクスチャ情報が著しく変化した際、その領域での過剰抽出（領域の氾濫）が発生し、セグメンテーションが安定しない問題が考えられた。

本解析手法ではそれらの問題に対し、グラフカット法によるセグメンテーションを実施する範囲を局所範囲に限定した。局所範囲は、「打設領域：未打設領域＝1：1」となるように設定した極小エリアとし、この局所範囲を現在打設中の箇所と定義づけた。この局所範囲を自動判定させることで、画像解析の安定化を図り、解析結果を打設進捗画像に反映した。（図-6）。

3. 検証結果

解析データと実際の打設データとの整合性について検証を行った結果を表-1、図-7に示す。1つのリフトにおける打設開始時刻から終了時刻までの時間帯別打設進捗率は概ね相関があり、日々の工事進捗状況における管理手法の一つとして有効であることを確認した。

表-1 実際の打設実績とグラフカット法との整合性

計測日 (天候：晴)	時間帯別進捗率との差(%)			相関係数
	最大差	最小差	標準偏差	
2019/10/ 5	9.3	0.1	4.7	0.988
2019/10/ 9	12.0	0.5	5.4	0.988
2019/10/10	6.0	0.8	3.5	0.993

4. まとめ

本稿では、画像処理技術であるグラフカット法によるセグメンテーションを応用し、コンクリートの打設作業進捗の自動解析化を行った結果、安定した解析結果を得ることができた。今後は打設箇所において画像から建設機械の行動分析による自動認識を行い、AIを用いたセンサーレスによる施工管理の全自動化実現に向け、更なる開発を行う予定である。

参考文献

永橋知行, 藤吉弘亘, 金出武雄：平滑化処理の繰返しによるグラフカットを用いた画像セグメンテーション, 情報処理学会論文誌 コンピュータビジョンとメディア Vol.1 No.2 P10-20, 2008.



図-4 グラフカット法による領域分割

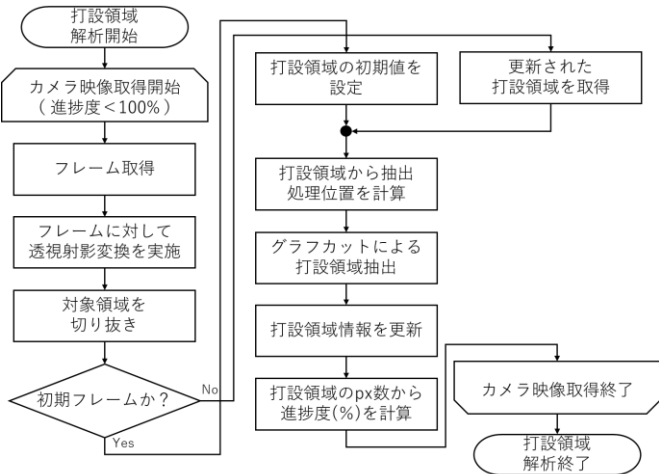


図-5 対象領域の設定と打設領域抽出におけるロジックフロー

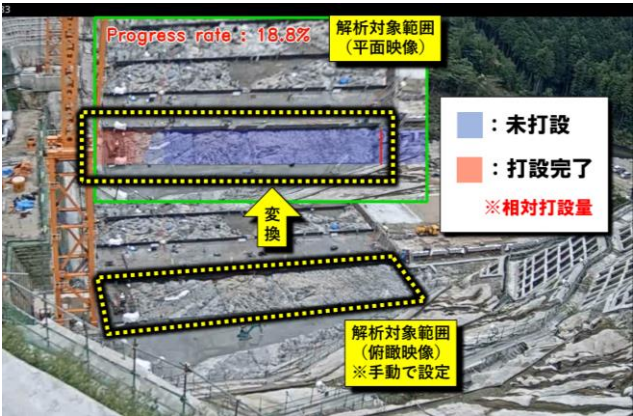


図-6 画像解析結果の打設進捗画像への反映

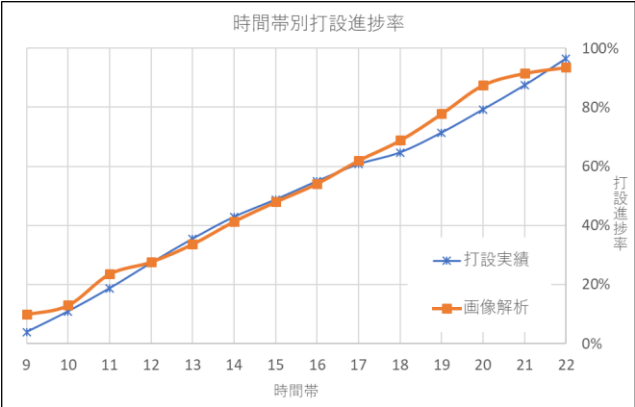


図-7 時間帯別打設実績グラフ (2019年10月10日の例)