

像の長さ、その映像から取得したフレーム画像枚数、締固め前後のスランプの加振変化量を示す。スランプは、コンクリートのワーカビリティの指標であり、加振変化量とは振動テーブル上での加振前後のスランプの差を表す。図4に、k-分割交差検証(k=6)のための学習、検証、テストデータの作成方法を示す。6回の各々の交差検証では、映像1本をテストデータ、別の1本を検証データ、それ以外の4本を学習データとして使用した。

評価にあたっては、撮影時間の長い映像のフレームを均等に間引いた残りのフレームを学習データとし、撮影時間の短い映像とのフレーム間の画像の変化量をほぼ均等に正規化する方法^[1]を用い、メッシュ領域ごとの分類精度を検証した。図5に、フレーム間の変化量を均一にする正規化に方法を示す。

3. 検証結果

表2に、交差検証結果を示す。太字は、各評価での最良の結果を表す。CV1, CV3, CV5では、高い精度で分類できていることがわかる。また、精度の低いCV2, CV4はともにテストデータのスランプの加振変化量が大きく、この性状の違いが分類精度の低下を招く要因と考えられる。この対策として、スランプに代表されるフレッシュ性状を表す指標を本システムに反映させることで、分類精度の向上が図れるものと考えている。

図6に、正解率が高くF値も高いCV3のメッシュ領域ごとの分類結果の詳細を示す。縦軸は、メッシュ領域番号である。本システムでは、境界付近の数秒の誤差はあるも

	映像1	映像2	映像3	映像4	映像5	映像6
CV1	テスト	検証	学習			
CV2	学習	テスト	検証	学習		
CV3	学習		テスト	検証	学習	
CV4	学習			テスト	検証	学習
CV5	学習				テスト	検証
CV6	検証	学習				テスト

図4 k-分割交差検証 (k=6)
Fig. 4 k-fold cross validation.

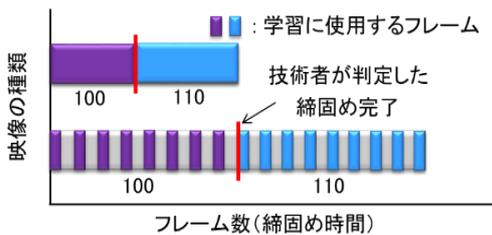


図5 学習データの正規化
Fig. 5 Training data creation.

表1 データセット

Table 1 Dataset.

	映像の長さ(秒)	フレーム画像枚数	スランプの加振変化量 (cm)
映像1	157	113040	1.8
映像2	205	147600	5.2
映像3	90	64800	1.5
映像4	62	44640	9.4
映像5	67	48240	2.4
映像6	67	48240	2.3
合計		466560	

表2 交差検証結果

Table 2 Cross-validation result.

	正解率(%)	再現率(%)	適合率(%)	F 値(%)
CV1	87.8	68.7	94.4	75.9
CV2	80.3	65.7	88.1	72.5
CV3	87.8	98.1	82.9	89.3
CV4	83.2	58.1	69.1	56.1
CV5	86.5	91.2	89.7	89.7
CV6	85.1	96.0	63.8	83.8
平均	85.1	79.6	81.3	77.9

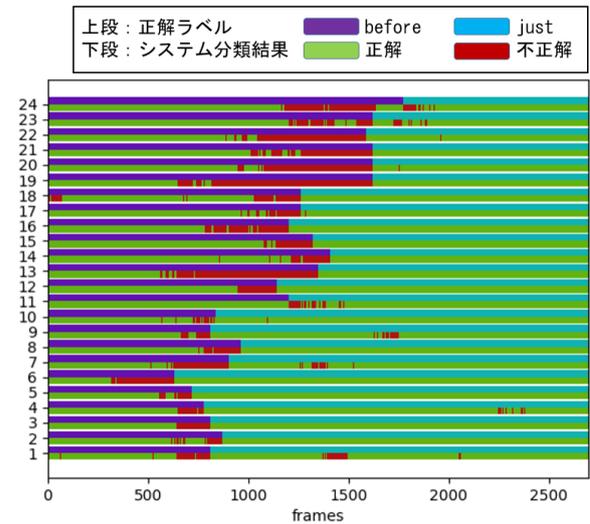


図6 交差検証結果 (CV3)

Fig. 6 Cross-validation result of CV3.

の、ほとんどのメッシュ領域において技術者による締固め判定と同等の判定を行えることが検証できた。

4. まとめ

本研究では、深層学習に基づいて、コンクリート表面の小領域ごとのきめ細かな判定を実現できる締固め判定システムを提案し、検証試験によりその有用性を確認した。今後は、スランプに代表されるフレッシュ性状を表す指標のシステムへの反映や、実時間判定などの検証を継続し、実用システムへと展開を図っていく予定である。

最後に、多大なるご支援をいただいている株式会社安藤・間の関係各位に感謝いたします。

参考文献

- [1] 林俊斉, 高木亮一, 長田茂美, 米澤康太, “深層学習に基づくコンクリートの締固め判定システムの提案と評価,” ViEW2019, IS2-C6, 2019.
- [2] Min Lin, Qiang Chen, Shuicheng Yan, “Network In Network,” arXiv:1312.4400, 2014.

本プロジェクトに関する業績

- 1) 河原水月, 米澤康太, 川崎邦将, 長田茂美, “深層学習に基づくコンクリートの締固め判定システムの提案,” 平成 30 年度電気関係学会北陸支部連合大会, F2-17, 2018.
- 2) 林俊斉, 高木亮一, 長田茂美, 米澤康太, “深層学習に基づくコンクリートの締固め判定システムの提案と評価,” ViEW2019, IS2-C6, 2019.
- 3) 塩浜健, 大森光一, 長田茂美, 林俊斉, “深層学習に基づくコンクリートの締固め判定システムの提案,” 情報処理学会第 82 回全国大会講演論文集, 2020 (投稿中).