

機械学習を利用したウェブカメラによる 水位測定システムの開発

新潟大学理学部物理学プログラム高エネルギー物理学研究室 吉岡駿一

概要

- 高エネルギー物理学では、物理データ解析においてニューラルネットワークを始めとした機械学習の技術は日常的に使われるようになっており、新潟大学高エネルギー研究室ではこのような技術を他分野にも応用しブレイクスルーを生み出す挑戦的な研究も推進している。
- カメラの映像から河川の水位測定が可能となれば現在のシステムと比較して大幅に低コストでの水位測定が可能となり、より抜け目ない河川の監視を実現できると期待される。
- 国土交通省北陸地方整備局信濃川河川事務所によって設置されている水位計の推移データとウェブカメラの映像をCNN（畳み込みニューラルネットワーク）に学習させることで、その実現可能性を調査した。

新潟大学 河川工学研究室、新潟大学 多次元信号・画像処理研究室との共同研究

研究背景

- 河川災害の防災、予測には水位計が不可欠だが、現状数十 km おきにしか水位計が設置されていない。
- 現行の水位測定システムは非常にコストが掛かる。
- ウェブカメラであれば低コストで導入が可能。
- 新潟県小千谷市の小千谷水位観測所に国土交通省北陸地方整備局信濃川河川事務所によって設置された水位計とウェブカメラが存在する。



研究の目的、使用したソフトウェア

研究の目的

- 河川の水位測定は災害を未然に防ぐために、より抜け目ない河川の監視を実現する。
- 低コストでの水位測定を実現する。
- 河川の画像から水位を機械学習によって実用的な精度で測定することができることを示す。

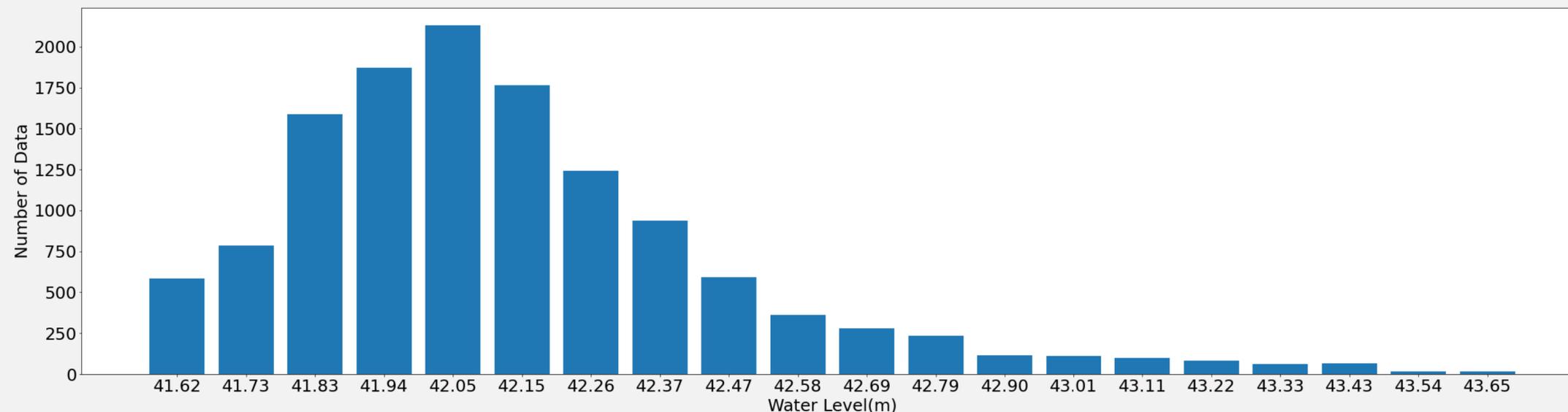
現在設置されている水位計の精度が 1cm であるため、数 cm の精度が目標

使用環境

python 3.8.5, jupyter notebook 6.1.4, TensorFlow-gpu 2.3.1, Keras 2.4.0, numpy 1.18.5, matplotlib 3.3.2, openCV 4.3.0, tesseract 5.0.0

データセット

- 8/12~10/31 の期間撮影された 10845 枚のデータを教師用、テスト用データとして使用。
- 水位によってデータ数のばらつきが大きいため、データ数の少ない場所では同じ画像を、繰り返し学習させてすべての水位で同じ数の教師データを学習するように調整した。
 - 教師データのデータ数に偏りがあるとうまく学習できないため。
- 学習にあたって、実際の数値より 42.5m 低い値が出力となるように調整した。
(水位は海拔 0m が基準)
 - 出力値が 0 周りの値になる方が学習が早く終わるため、平均的な値が 0 となるようにした。
- 水位ごとに最大値から最小値までを 20 分割し、各範囲から 5 枚ずつテストデータとして隔離し、残りを教師データ、11/1~11/30 までのデータを検証用データとして利用した。



水位ごとのデータ数を示したグラフ
横軸が水位、縦軸がデータの数に対応

データセット

- 学習に利用した画像は右のように水位の情報が豊富そうな200px × 200px に切り抜いた画像を利用した。
- 画像に埋め込まれた日時を文字認識によって取得し、その日時に対応する水位計の測定結果を利用した。

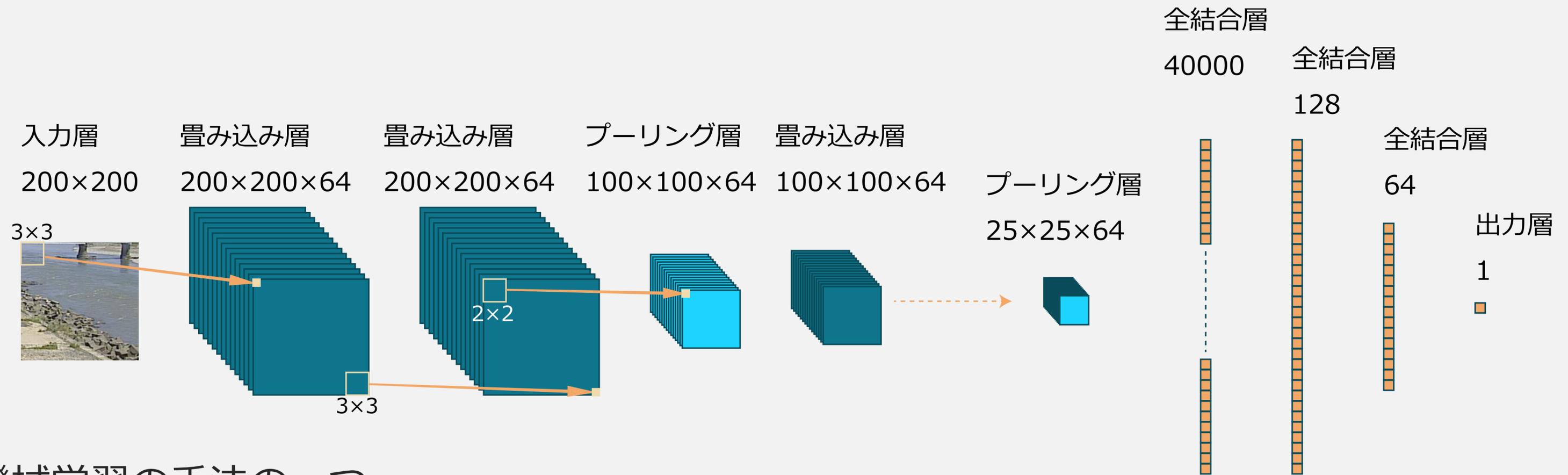


二値化を行い、その画像に対して文字認識を行うことで画像に埋め込まれた時間の情報を取得



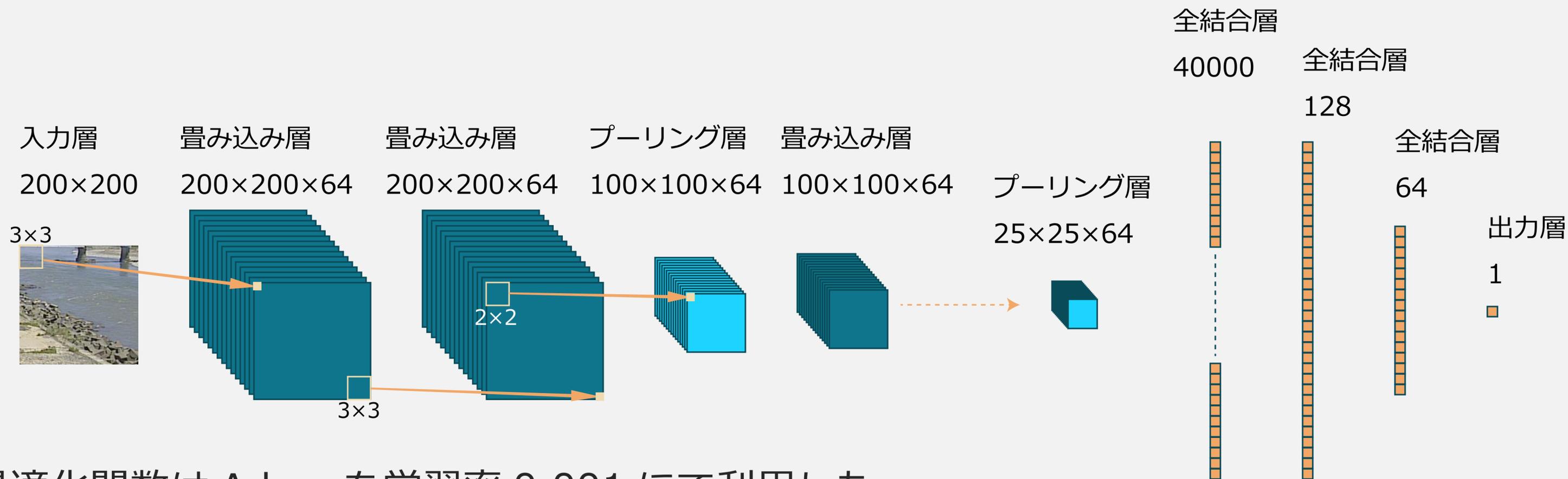
0
20
0 25 50 75 100 125 150 175 200

CNN(畳み込みニューラルネットワーク)



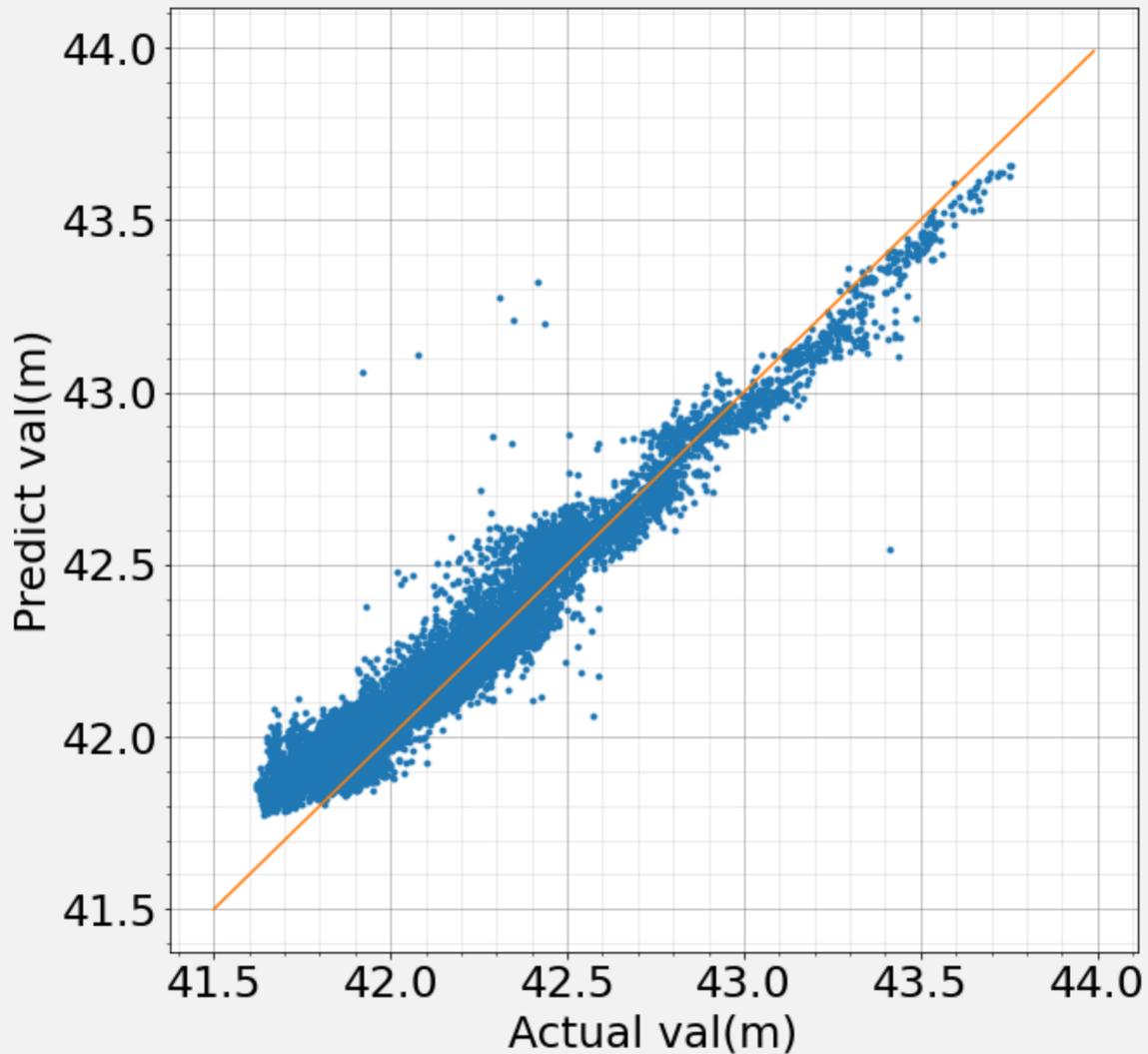
- 機械学習の手法の一つ。
- 主に画像認識など入力データ量が多く、データの位置関係が重要な分野で利用される。
- 入力層、畳み込み層、全結合層からなる。
- すでに答えがわかっているデータを学習する場合は出力値と答えが一致するように、重みを少しずつ変化させ、最適な数値を探索する。

モデル

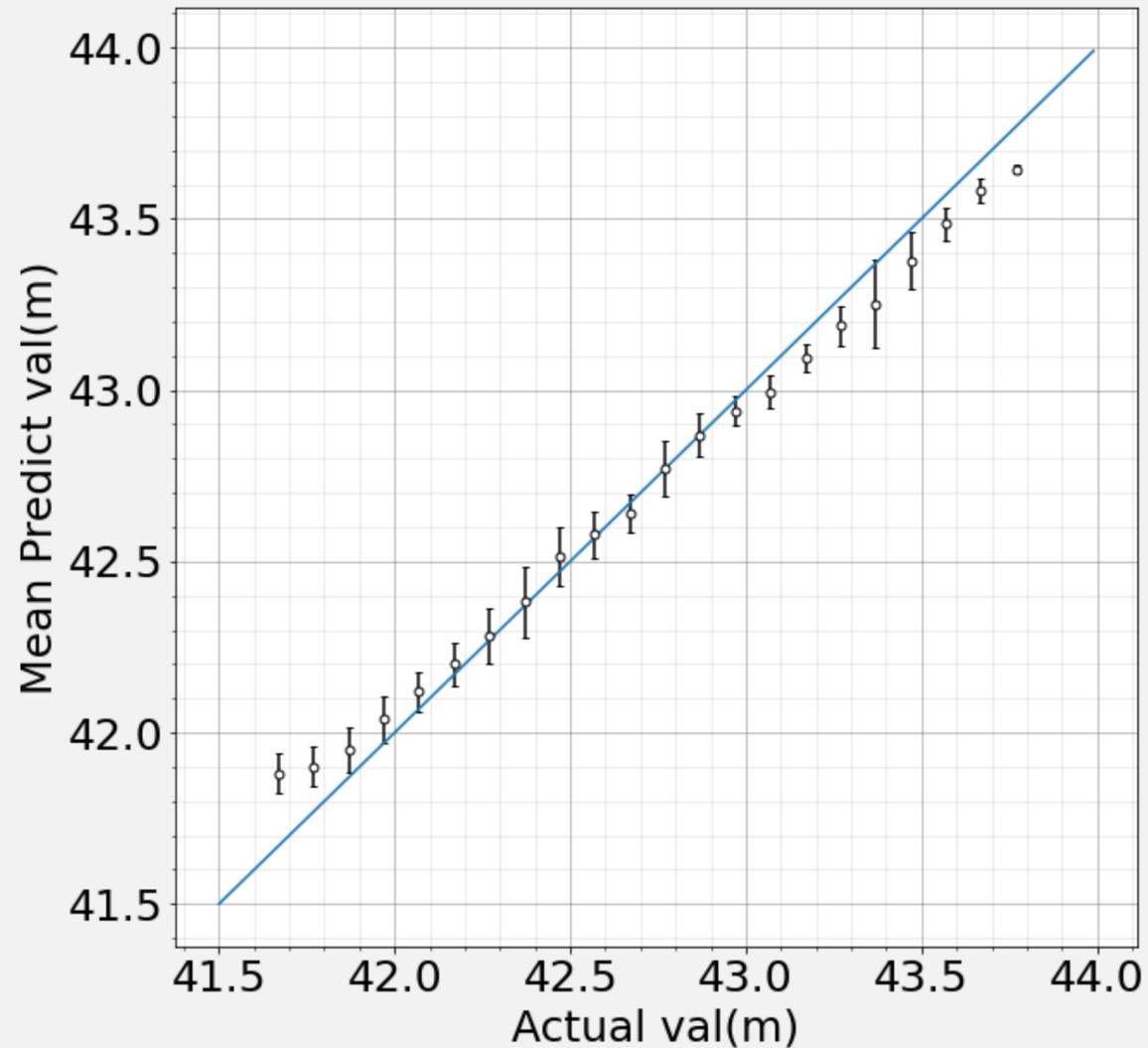


- 最適化関数は Adam を学習率 0.001 にて利用した。
- 活性化関数はすべての層で ReLU 関数を利用した。
- すべての畳み込み層でストライドは (1,1) とした。
- すべての全結合層で 30% のノードをドロップアウトさせて学習させた。
- 評価関数には MSE(平均二乗誤差) を利用した。

現在までの結果



各データの実測値と予測値の分布
横軸が実測値、縦軸が予測値



左図を水平方向に 10cm ごとに分割しそれぞれの領域で
平均値を中央値、標準偏差を誤差としてプロットした。

平均予測精度
0.072m

水位 (m)	平均誤差 (m)	標準偏差
41.50	0.182	0.061
41.75	0.086	0.059
42.00	0.052	0.047
42.25	0.066	0.064
42.50	0.048	0.047
42.75	0.053	0.038
43.00	0.074	0.037
43.25	0.098	0.090
43.50	0.073	0.032
43.75	0.095	0.001

まとめ、今後の展望

CNN を利用し画像から水位の予測が可能であるかを検証した

- 10 週間約 10000 件のデータを使用
- 実測値と予測値には強い相関関係が見られた。
 - 平均予測精度 7.2cm

今後の展望

- 精度向上のためデータの増やし方法の模索を行う。
- 画像の位置ずれの補正を行う。
- 写真のどこを抜き出すと精度が良いか検討する。
- 実用化を想定して学習に必要な教師データ数を、評価する。

水増し方法の例

元の画像

ガウシアンノイズ

ソルトアンドペッパーノイズ

明度の変更

