

複数のタンクモデルを並列化したハイブリッド深層学習モデルによるダム流入量予測

山梨大学 学生会員 ○三浦 奈都

山梨大学 正 会 員 宮本 崇

八千代エンジニアリング株式会社 正会員 天方 匡純, 石井 明, 緒方 陸

1. はじめに

近年研究開発が急速に進んでいる人工知能によるダム流入量予測は、物理手法が有する課題やデメリットの解決につながる事が期待されている。個々の対象流域に対する同手法の適応性を上げるべく研究が進められているが、まだ予測性能が不十分な点や、システムのリスクが評価されていない点から、実用への壁が高いという現状がある。

このような背景の下、著者らは先行研究としてベイズ深層学習を用いた予測雨量の不確実性を考慮したダム流入量の確率的予測¹⁾において、不確実性の表現手法としてベイジアンニューラルネットワークを導入し、リスクの評価を行う手法を提案した。ここでの課題として、予測結果の幅が広く、実際の防災操作の判断基準になるとは言いえない結果となっており、説明変数の追加や検討を行う必要が示されていた。

そこで先行手法の課題解決に際し、本研究では一定の信頼性を有する流出モデルの情報を学習することでダム流入量予測のリスク軽減に本手法が有効であるかを検証した。

2. 手法

流入量予測を行うモデルとして、5層の全結合層から成るNNモデルを使用した。著者らがこれまでに構築したベイズ深層学習を用いたダム流入量予測モデルは、入力値に全国一律パラメータで構築したタンクモデル²⁾からの流出量を使用していた。本稿では、全国一律パラメータのものに加え、計4パターンのタンクモデルを並列に使用した追加検討を行い、流域に適した流出パターンを学習する効果を期待した。一律パラメータ以外の初期パラメータは、後述のように複数の文献をもとに決定している。また、入力値の増加に伴い学習の発散が増加したため、L1正則化とL2正則化を導入することにより学習の収束を図った。

2.1. タンクモデルパラメータの決定

本稿で使用するタンクモデルのパラメータは、全国の流域に合わせてチューニングを行ったタンクモデルに関する合計10の文献を整理し決定した。文献整理の結果から、全国各地の流域においてタンクの流出孔高さ L は1 mmから150 mm程度の幅が設定されており、流出係数 α は0.001程度から0.70程度の幅が設定されており、浸透係数 β は0から0.5程度の幅が設定されていた。以上の結果から、表1のパラメータを設定した。

3. 解析結果

3.1. 5パターンのデータを使用した検討結果

1-6時間先予測の全てで、全国一律パラメータのみの予測よりも検討手法の精度の方が低下する結果となった。1-3時間先の予測では過小評価となり、ピーク値をとらえることができなかった。4時間先以上の予測ではピーク値をとらえるとともに、自然な波形で予測された。しかし、標準偏差が大きくなり、予測幅が広がった。

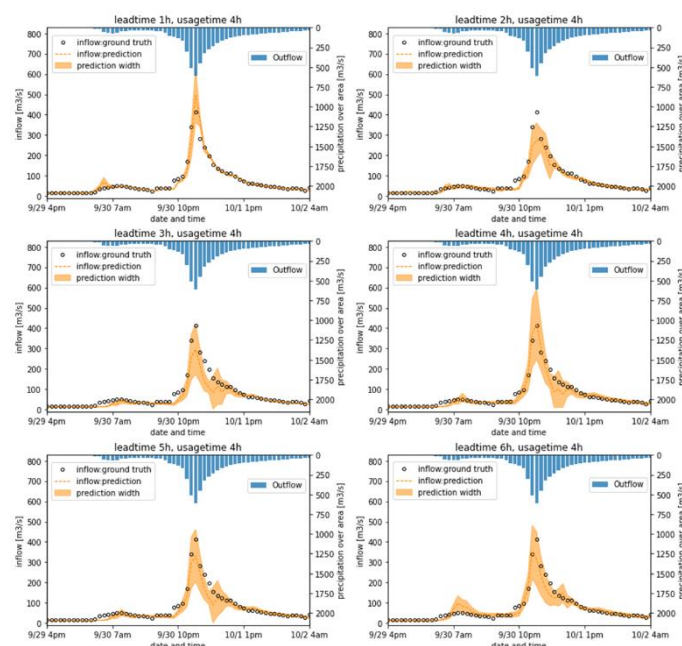


図1. 全国一律パラメータを使用したモデル

キーワード：ダム流入量予測, 人工知能, ベイジアンニューラルネットワーク, タンクモデル

連絡先：山梨県甲府市武田 4-3-11 山梨大学 三浦奈都 tmiyamoto@yamanashi.ac.jp

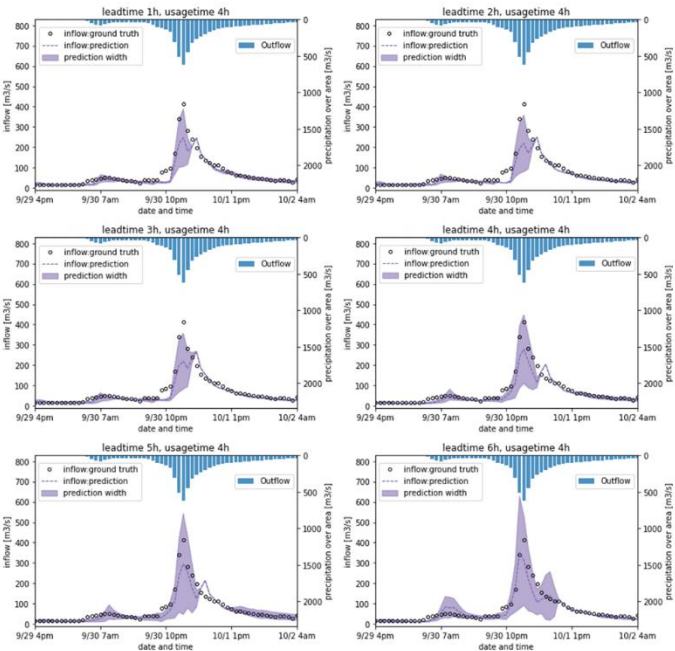


図 2. 本稿のパラメータを使用したモデル
予測平均値も顕著な精度の向上は見られず、流入
量約 250 m³/s を境に予測精度が低下した。また、
予測時間が長くなるほど標準偏差の値は増加した
ため、予測のばらつき・不確実性は。長時間になる
ほど大きくなり予測が困難になることが分かった。

3. 2. 予測精度低下の要因

本手法の追加検討として行った 5 パターンのパ
ラメータを有するタンクモデルを使用したモデル
では、学習する情報を増やすことによる予測性能
の向上が当初は期待されたが、そのような結果に
なった原因の一つにデータ同士に強い類似性があ
る可能性が考えられる。入力データ内に類似性が

表 1. 設定したタンクモデルパラメータ

	H_F	H_1	H_2	H_3	α_F	α_1	α_2	α_3	β_1	β_2	β_3
全国一律	60	15	15	15	0.15	0.1	0.05	0.01	0.12	0.05	0.01
パラメータ1	100	45	40	30	0.5	0.15	0.1	0.05	0.2	0.3	0
パラメータ2	80	50	35	20	0.15	0.1	0.1	0.01	0.15	0.15	0.01
パラメータ3	40	15	10	10	0.15	0.05	0.05	0.01	0.1	0.05	0
パラメータ4	20	5	20	2	0.2	0.15	0.1	0.05	0.1	0.01	0.01

表 2. 評価指標を用いた際の精度

	1時間先		2時間先		3時間先		4時間先		5時間先		6時間先	
	一律値	設定値	一律値	設定値	一律値	設定値	一律値	設定値	一律値	設定値	一律値	設定値
相関係数	0.972	0.931	0.970	0.908	0.974	0.897	0.977	0.947	0.980	0.944	0.965	0.957
決定係数	0.930	0.800	0.893	0.748	0.828	0.756	0.945	0.832	0.909	0.856	0.917	0.895
MSE	431	1239	662	1556	1066	1508	338	1040	562	891	514	649
標準偏差	67	71	43	70	62	69	87	84	64	124	67	111

強く、情報の重複が大きい場合、一般的に機械学
習による学習はうまく進まないことがある。また、
設定したパラメータでは波形以外にも流入の緩急
やタイミングなどの流域特性の大幅な違いを表す
ことができなかった点も理由の一つとして挙げら
れる。

4. 総括

本稿では文献調査のもと 4 パターンのタンクモ
デルパラメータを決定した。全国一律パラメータ
で作成したタンクモデルに加え、本稿で決定した
タンクモデルを使用して入力値を作成し、深層学
習モデルで学習、予測を行った結果、全国一律パ
ラメータのみで入力値を作成したモデルの性能を
上回ることではできなかった。

今後は精度低下の考察結果をもとにパラメータ
を再設定し、精度向上に向けた検討を行う。

参考文献

1) 奈都三浦, 崇宮本, 匡純天方, 貴人安野, 明石
井. ベイズ深層学習を用いた予報雨量の不確実
性を考慮したダム流入量の確率的予測. AI・デ
ータサイエンス論文集. 2021 年;2(J2):933-43.

2) 菅原正巳. 流出解析法. 水文学講座. 1975 年;
<https://ci.nii.ac.jp/naid/10007501821/>

[2022 年 7 月 27 日閲覧]