

Nedávné pokroky v oboru výpočetních neurověd a strojového učení umožnily vývoj komplexních modelů neurálních systémů. Nicméně, hluboké neurální sítě (DNN) často prioritizují celkovou úspěšnost v řešení problému nad biologickou interpretací, což limituje schopnost modelu zachytit komplexní neurální dynamiku.

V rámci této práce navrhujeme nový způsob modelování kombinující biologické znalosti systému pro návrh modelů rekurentních neurálních sítí (RNN) primární zrakové kůry (V1). Za použití syntetických dat vygenerovaných z biologicky detailního impulzivního modelu neuronové sítě (SNN) kočičího V1 jsme vyvinuli RNN s anatomicky odpovídající architekturou rozlišující excitační a inhibiční neurony, používající biologicky motivované moduly neuronů a zapojující mechanismy synaptické deprese.

Naše výsledky ukazují, že RNN síť bez použití komplexních modulů neuronů může predikovat průměrné neurální odpovědi, ale zaostává v zachycení komplexní dynamiky systému. Zapojení DNN modulů neuronů mírně zlepšuje dynamiku, nicméně výrazné zlepšení v predikci dynamiky systému přináší až zapojení RNN modulů neuronů. Naproti tomu moduly synaptické deprese nezlepšují dynamiku sítě, pravděpodobně kvůli výpočetním omezením a neoptimální volbě hyperparametrů.

Tato práce vykazuje potenciál kombinace hlubokých neurálních sítí s biologickými znalostmi umožňující kombinaci přesnosti predikcí s interpretovatelností a vytváří základy pro budoucí aplikace na reálných experimentálních datech.