

ODDĚLENÍ MEDICÍNSKÉ INFORMATIKY

**KATEDRA INFORMATIKY
A VÝPOČETNÍ TECHNIKY
FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD
ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**

<http://mi.kiv.zcu.cz>



Jindřiška Reismüllerová
reismull@students.zcu.cz

Diplomová práce

Inženýrská informatika
Medicinská informatika
2021/2022

Vedoucí práce:
Ing. Kamil Ekštejn, Ph.D.

Alternativní techniky trénování vrstevnatých neuronových sítí

Tato práce se zabývá návrhem a implementací nové techniky učení neuronových sítí alternativní k metodě zpětného šíření. Smyslem je zkusit navrhnout takovou metodu, která by lépe reflektovala skutečné biologické procesy centrální nervové soustavy živých organismů než technika zpětného šíření, čímž by se dosáhlo větší rychlosti učení i za cenu mírného snížení úspěšnosti učení neuronové sítě. Celé práci předchází důkladná analýza existujících řešení. Výsledkem by měla být implementace navrženého řešení a její porovnání s technikou zpětného šíření a dalšími existujícími technikami.

Úvod

V dnešní je na neuronových sítích postavena nezanedbatelná část aplikací používaných širokou veřejností. Avšak své zastoupení mají neuronové sítě i ve strojním průmyslu, medicíně, meteorologii a v celé řadě dalších odvětví. Ačkoli se struktura neuronových sítí liší podle druhu úlohy, kterou řeší, v naprosté většině případů probíhá jejich učení na principu dopředného (forward propagation) a zpětného šíření (backpropagation).

Algoritmus zpětného šíření s sebou však přináší řadu problémů, jež budou dále v této práci popsány. A právě vytvořením nového algoritmu, který by vyřešil problémy zpětného šíření, se tato práce bude zabývat.

Metoda zpětného šíření

Metoda zpětného šíření je založena na propagaci chyby neuronové sítě a to od výstupní vrstvy směrem ke vstupní. Tato metoda, nebo její modifikace se dnes často používají k učení neuronových sítí.

Tato metoda s sebou však přináší několik problémů, jako výpočetní náročnost, nestabilita nebo hledání suboptimálních řešení.

Navržené metody

Celkem byly navrženy čtyři nové metody pro trénování neuronových sítí.

- **Metoda ReiStein Blitz** - Jedná se o inicializační metodu sloužící k počátečnímu nastavení vah sítě. Metoda vybere nejdříve z trénovací sady reprezentanta z každé třídy a nastaví váhy neuronové sítě, aby byly tyto reprezentanti přiřazeni správné třídě.
- **Metoda Freely Growing** - Jedná se rovněž o inicializační metodu. Tato metoda funguje na podobném principu jako metoda ReiStein Blitz, avšak na rozdíl od ní bere v potaz rozdíly mezi prvky příslušejícími ke stejné třídě.
- **Diferenciální evoluce** - Kromě normálního křížení přidává navíc diferenciální křížení, při kterém je zajištěna lepší schopnost konvergence na problémech, které vykazují velké množství lokálních minim funkce vhodnosti. Algoritmus byl navíc rozšířen o adaptivitu hyperparametrů dle algoritmu SADE. Hlavní výhodou proti algoritmu zpětného šíření je velmi malá výpočetní náročnost.
- **Diferenciální evoluce se zpětným šířením** - Tato varianta přidává ke zbylým krokům diferenciální evoluce krok další, kterým je právě zpětné šíření o omezeném počtu epoch. Kombinace algoritmu pro lokální optimalizaci (zpětné šíření) a globální optimalizaci (diferenciální evoluce) vzniká algoritmus, který lépe pro-

zkoumává celý prostor řešení a zároveň je schopen se v každém kroku přiblížit globálnímu minimu funkce vhodnosti.

Výsledky

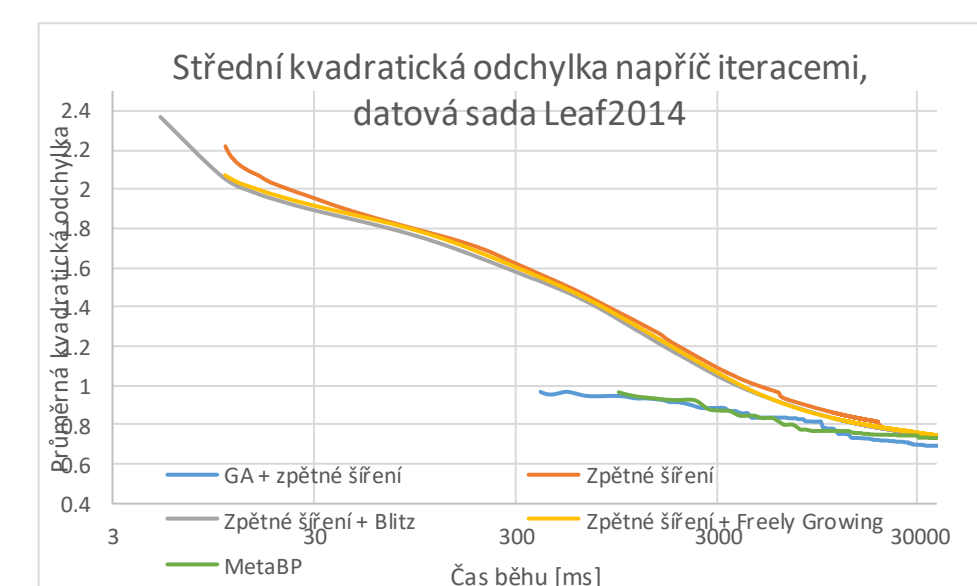
Na čtyřech datových sadách byla měřena rychlost konvergence jak navržených metod, tak metody zpětného šíření. Následně bylo provedeno jejich porovnání.

Z naměřených výsledků je patrné, že algoritmus diferenciální evoluce se zpětným šířením má nemalý potenciál pro učení neuronových sítí. Pochopitelně ověření proběhlo pouze na relativně malé sadě testovacích množin, a tak je nutné provést další, výpočetně mnohem náročnější testy, aby se tato hypotéza potvrdila nebo vyvrátila.

Názorným příkladem je následující tabulka naměřených hodnot na datové sadě *Leaf2014*.

Algoritmus	Úspěšnost klasifikace	Stř. kvadr. odchylka
DE+BP	95,29 %	0,69257
BP	92,64 %	0,74276
MetaBP	94,12 %	0,70316
BP + BL	92,65 %	0,73608
BP + FG	91,76 %	0,74248

Následující graf konvergence jednotlivých metod rovněž přísluší k datové sadě *Leaf2014*.



Závěr

Podařily se navrhnout čtyři nové metody učení neuronových sítí alternativní k metodě zpětného šíření. Tyto metody byly následně otestovány na čtyřech datových sadách. Na testovacích datech vykazovaly nejlepší výsledky metody založené na genetických algoritmech. Metody *ReiStein Blitz* a *Freely Growing* prokázaly slibný potenciál k počáteční inicializaci vah neuronové sítě. Jako další možné pokračováním této práce se nabízí zobecnění navržených metod na neuronové sítě s více skrytými vrstvami, přičemž dosavadní návrh se týkal pouze třívrstvého perceptronu.