

VISUALIZATION OF LEARNING PROCESS OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK RCE

Aleš Maceček

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xmacec01@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Václav Jirsík

E-mail: jirsik@feec.vutbr.cz

Abstract: This paper is focused on an artificial neural network RCE. Particular attention is devoted to programs used to visualize this artificial neural network, which help us to understand all the laws of a learning process of this neural network. Finally there is presented my own program RCEin3D used to visualize the RCE network.

Keywords: artificial neural network, RCE, restricted coulomb energy, visualization

1. ÚVOD

Umělé neuronové sítě se v praxi využívají v mnoha různých oborech. Pro správné použití umělých neuronových sítí je nutné pochopení procesu jejich učení a způsobu dělení vstupního prostoru do klasifikovaných tříd. I přes pochopení učícího algoritmu neuronové sítě je v některých případech pro člověka velmi obtížné představit si určité kroky v průběhu učení sítě. Tyto problémy by měly řešit právě grafické programy znázorňující učení umělých neuronových sítí.

2. UMĚLÁ NEURONOVÁ SÍŤ RCE

Umělá neuronová síť RCE (Restricted Coulomb Energy) je specifická tím, že při učení dochází k rozdělování vstupního prostoru na menší oblasti (hyperkoule), jejichž skládáním mohou být reprezentovány komplexní oblasti ve vstupním prostoru. Tato vlastnost umožňuje síti rozpoznávat lineárně i nelineárně oddělitelné oblasti, ale i neodělitelné oblasti.

RCE síť patří do kategorie neuronových sítí využívající učení s učitelem: pro jednotlivé tréninkové vstupy známe požadované výstupy neuronové sítě, s těmito informacemi pracuje učící algoritmus sítě. Učení RCE sítě je procesem iterativním, aktivace sítě je jednorázový proces.

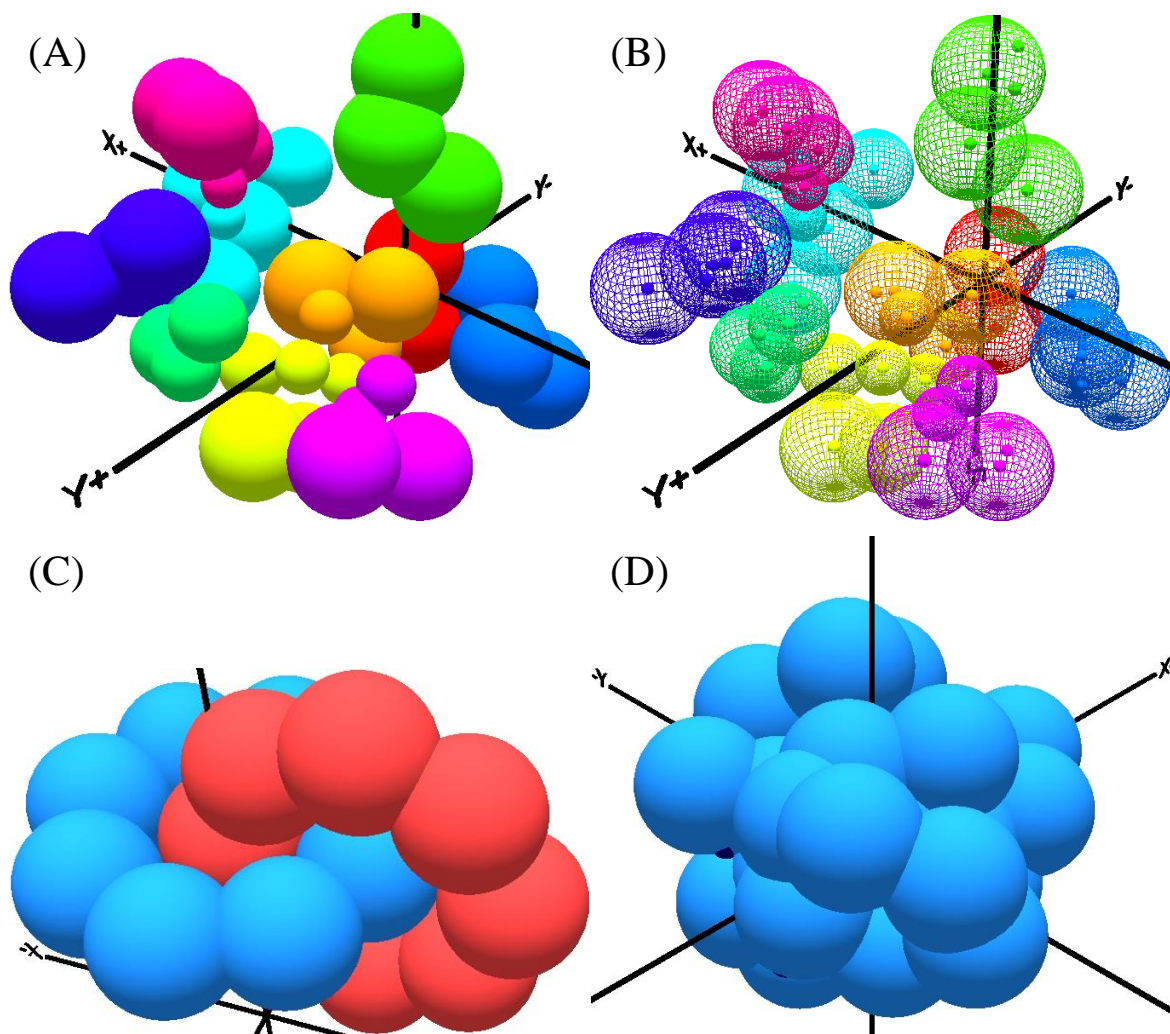
Neuronová síť typu RCE se skládá ze tří vrstev (vstupní, skrytá a výstupní), topologie RCE sítě patří do skupiny acyklických topologií. Každá vrstva má specifické vlastnosti:

- Počet vstupních neuronů odpovídá počtu vstupních signálů. Vstupní vrstva slouží k distribuci vstupních signálů z okolí na všechny neurony ve skryté vrstvě. Použita je lineární přenosová funkce. Propojení mezi vstupní a skrytou vrstvou je úplné.
- Počet skrytých neuronů se dynamicky navyšuje v průběhu učení sítě. Skrytá vrstva obsahuje neurony s radiální bázovou funkcí, u kterých je použita nespojitá přenosová funkce. Neuron ve skryté vrstvě může být připojen pouze k jednomu výstupnímu neuronu, který reprezentuje požadovanou klasifikovanou třídu.
- Počet výstupních neuronů odpovídá počtu klasifikovaných tříd. Přenosová funkce výstupních neuronů je logický součet (OR). Propojení mezi skrytou a výstupní vrstvou je částečné a hodnoty váhových spojení nabývají pouze hodnot 0 a 1.

3. POPIS PROGRAMU RCEIN3D

Program RCEin3D je vytvořen v programovacím prostředí Microsoft Visual Studio. Pro vizualizaci RCE sítě v 3D prostoru je využíván open-source software Delta3D a knihovna OpenSceneGraph.

Na obrázku 1 jsou ukázky vizualizace RCE sítě programem. Program RCEin3D zobrazuje vytvořené koule skrytých neuronů i tréninkové body. Program umožňuje změnu zobrazení koulí skrytých neuronů: model se stínovanými plochami (obrázek 1A) a drátový model (obrázek 1B). Na obrázku 1B jsou vidět i tréninkové body (malé koule vykreslené stínovanými plochami).



Obrázek 1: Ukázky vizualizace RCE sítě programem. (A) Klasifikace do 10 tříd s modelem se stínovanými plochami. (B) Klasifikace do 10 tříd s drátovým modelem. (C) RCE síť pro rozpoznávání neoddělitelných tříd. (D) RCE síť naučená na shluk o 300 tréninkových vzorech.

Program nezobrazuje pouze konečnou podobu naučené RCE sítě, ale umožňuje i zobrazovat jednotlivé kroky v průběhu učení RCE sítě. Důvod k vytvoření nového učícího kroku jsou tyto tři případy:

- Přidání nového tréninkového bodu (při prvním učícím cyklu se tréninkové body přidávají do scény).
- Vytvoření nového skrytého neuronu.
- Změna poloměru koule u již vytvořeného neuronu.

V programu je přidáno několik pomocných funkcí, které uživateli usnadní pochopení učícího algoritmu. Mimo již zmíněného krokování učení je zde i funkce pro zvýraznění koule skrytého neuronu či tréninkového bodu s výpisem důležitých informací (souřadnice, klasifikovaná třída, poloměr) na obrazovku. Program také disponuje druhým textovým oknem, jehož hlavní úlohou je uživateli shrnout veškerá důležitá data týkající se dané RCE sítě. Okno vypisuje informace o zadaných tréninkových vzorech, vytvořených skrytých neuronech a odezvy sítě na testovací vzory a celkovou úspěšnost rozpoznání.

Vstupní data pro učení RCE sítě jsou programu předávána pomocí XML souboru. Tento způsob zadávání vstupních dat je výhodný zejména, pokud máme větší množství dat získané např. měřením, tak soubor XML můžeme velmi jednoduše vytvořit pomocí specializovaných programů a nemusíme vstupní data pracně přepisovat do uživatelského rozhraní programu.

Program je ovládán pomocí klávesových zkratk použitých pro volání jednotlivých funkcí programu, například: dopředné/zpětné prohlížení kroků učení RCE sítě, změny zobrazení koulí neuronů (viz obrázek 1A a 1B). K prohlížení 3D scény se používá myš: ve scéně je možno se pohybovat v rámci souřadného systému XYZ, otáčet scénu a přibližovat/oddalovat scénu.

Program může pracovat s daty, které jsou klasifikovány do maximálně 120 tříd. Program pracuje se třemi příznaky použitých při učení RCE sítě (v programu označené jako souřadnice 3D prostoru: X, Y, Z). Maximální hodnoty u klasifikovaných tříd a příznaků vznikly pouze v důsledku vizualizace a jádro programu starající se o obsluhu RCE sítě lze použít k učení sítě na vstupní data pro libovolné n z n -rozměrného prostoru, které jsou rozděleny do libovolného počtu klasifikovaných tříd.

4. ZÁVĚR

Byl vytvořen program RCEin3D, kterým lze v grafickém prostředí krokovat průběh učení RCE sítě využívající maximálně tři příznaky. Program RCEin3D je využíván při výuce umělé neuronové sítě RCE v počítačových laboratořích předmětu Umělá inteligence (MUIN).

V práci s RCE sítí pokračuji i nadále: v plánu je naučit RCE síť na rozpoznávání písmen a dosažené výsledky srovnat s vícevrstvou neuronovou sítí a algoritmem učení backpropagation.

REFERENCE

- [1] REILY D. L., COOPER L. N., ELBAUM C. A neural model for category learning. In *Biological Cybernetics*. 1982, roč. 45, s. 35-41.
- [2] HASSOUN M. H. *Fundamentals of artificial neural networks*. 1. vyd. Cambridge: MIT Press, 1995. 544 s. ISBN 0-262-08239-X.
- [3] XIE M. *Fundamentals of robotics: linking perception to action*. 1. vyd. World Scientific Publishing, 2003. 718 s. ISBN 981-238-313-1.