

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Učení hlubokých neuronových sítí v Mathematica</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Bc. Martin Kerhart</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra počítačů
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Jiří Kubalík, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	CIIRC, ČVUT

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Cílem práce bylo navrhnout systém pro tzv. obecné hraní her, který by kombinoval hluboké neuronové sítě s posilovaným učením. Hluboké neuronové sítě měly být použity pro předzpracování příznaků z 2D obrazové informace. Pro experimenty byl zvolen emulátor konzole Atari 2600. Jedním z cílů bylo vytvořit knihovnu jazyka Wolfram Mathematica pro vyhodnocování a učení hlubokých neuronových sítí.</p> <p>Hluboké neuronové sítě představují poměrně novou oblast strojového učení s netriviálními prvky. K úspěšnému řešení tohoto tématu je třeba proniknout poměrně do detailů této problematiky. Z tohoto pohledu hodnotím zadání jako náročnější.</p>	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Student splnil zadání ve všech bodech.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Student postupoval systematicky. Nejprve experimentoval s dvěma typy autoenkodérů v kombinaci s různými variantami ztrátové funkce a učícího algoritmu pro přípravu příznaků z 2D obrazové informace. Vítězný autoenkodér potom použil pro konstrukci nízko dimenzionálního vektoru vstupních příznaků rekurentní neuronové sítě, která reprezentuje učenou herní strategii. Váhy sítě byly učeny evoluční strategií xNES.</p> <p>Pro testování byly zvoleny dvě hry – Pong a Boxing. V obou případech se podařilo naučit herního agenta efektivně hrát hru pouze s využitím informací z 2D obrazu.</p> <p>K postupu řešení nemám výhrad.</p>	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>Odbornou úroveň práce hodnotím velice pozitivně.</p> <p>Z textu je zřejmé, že student proniknul do řešené problematiky, k čemuž musel uplatnit poměrně široké znalosti zejména z oblasti strojového učení. O tom svědčí i poměrně rozsáhlý seznam použité literatury.</p>	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>C - dobře</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
<p>Po formální a typografické stránce nemám výhrad. Text je dobře strukturován, formulace jsou jasné, celé se to krásně čte. Bohužel místy je text příliš stručný až nedostatečný. Jedná se zejména o kapitulu 4, ve které měla být detailně popsána naimplementovaná rozhraní pro práci s neuronovými sítěmi a skripty pro automatické trénování autoenkodérů a učení herních agentů. To je důležitý výstup této práce a mělo tomu být věnováno více prostoru.</p>	

V kapitole 5 bych také ocenil podrobnější popis topologie testovaných neuronových sítí a jejich obrázky. Chybí mi i formální popis evoluční strategie xNES s pseudokódem.

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**A - výborně**

*Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.*

Student uvádí 32 referencí, což považuji za zcela dostačující výběr zdrojů.

**Další komentáře a hodnocení**

*Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

Komentované postupné experimenty stejně jako celkové výsledky dosažené s naučenými herními agenty jsou velmi zajímavé.

**III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE**

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.*

I přes uvedené nedostatky patří práce mezi velmi dobré. Martin Kerhart ukázal, že dokáže systematicky řešit zadaný problém a analyzovat dosažené výsledky.

Do diskuze mám následující otázky:

- Jaká byla časová náročnost experimentů?
- Na straně 19 píšete, cituji „Je pozoruhodné, že přidáním druhé úrovně se vylepšila chyba samotné první, aniž by se její váhy upravily“. Jak je to možné? Můžete to okomentovat?
- Na stejné straně uvádíte, že při učení 9-stupňového autoenkodéru byly váhy od šesté úrovně doladovány. Jak?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Datum: 10.6.2016

Podpis: