

# Posudek diplomové práce

Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy

**Autor práce** Bedřich Pišl

**Název práce** Natural language communication with Robots

**Rok odevzdání** 2017

**Studijní program** Informatika **Studijní obor** Umělá inteligence

**Autor posudku** Dušan Variš **Role** oponent

**Pracoviště** Ústav formální a aplikované lingvistiky

## Text posudku:

Diplomová práce se zabývá vývojem statistických modelů pro interpretaci příkazů v přirozeném jazyce v simulovaném prostředí. Toto prostředí se skládá z různorodě rozmístěných kostek, přičemž model má za úkol na základě příkazů kostky přesouvat. Hlavní důraz je kladen na vývoj modelů na bázi rekurentních neuronových sítí, pozornost je však věnována i přípravě jednoduchého pravidlového systému, se kterým jsou natrénované modely porovnávány. Kromě pokusů s různými druhy architektur neuronových sítí se autor věnuje také problematice předzpracování vstupních příkazů (oprava překlepů, lematizace apod.). Experimenty provádí na datasetu, jenž obsahuje informaci o prostředí před a po provedení příkazu, spolu s příkazy v anglickém jazyce.

**Obsah práce** Práce je rozdělena na úvod a sedm částí. V úvodu autor předkládá motivaci za výzkumem zpracování příkazů v přirozeném jazyce a uvádí cíle svojí práce. V první kapitole autor čtenáři představuje související výzkum, zejména pak existující data a práci, se kterou své výsledky porovnává. Druhá kapitola stručně popisuje principy neuronových sítí a metody jejich trénování. Ve třetí části podrobně popisuje použitá data, zvláštní pozornost věnuje analýze druhů příkazů. Na základě této analýzy pak navrhuje rozdělení problému na dvě podúlohy, identifikaci posouvané kostky a predikci její cílové polohy. V části čtvrté popisuje metody tokenizace vstupních vět. V páté kapitole se autor věnuje popisu navrhovaných modelů. Nejprve představuje systém využívající ručně psaná pravidla, jeho vylepšenou verzi a popisuje potenciální nedostatky tohoto systému. Ve zbytku kapitoly pak předkládá jednotlivé návrhy architektur neuronových modelů, které zároveň vyhodnocuje na vývojových datech. Porovnává architektury pracující pouze se zdrojovým příkazem s architekturama, které navíc využívají informaci o aktuálním stavu simulovaného prostředí. V rámci porovnání ukazuje přednosti a nedostatky daných architektur s ohledem na jednotlivé podúlohy. Vzhledem k horším výsledkům na úloze predikce cílové polohy se autor věnuje i důkladnější analýze chyb v rámci této úlohy. U architektury, která dosáhla nejlepších výsledků, dále popisuje postup ladění hyperparametrů, především volbu rekurentních

buněk, variant embeddingů, vhodného dropoutu a hloubky dané sítě. V šesté části se autor detailněji zabývá možnostmi předzpracování vstupních příkazů. Uvádí pokusy s opravou překlepů na základě editační vzdálenosti a s použitím externího spellcheckeru. Popisuje také pokusy s normalizací textu pomocí lematizace a nahrazováním vybraných výrazů pomocí synonym. Dále provádí pokusy s part-of-speech tagováním, bohužel bez výrazného zlepšení. Okrajově zmiňuje i využití syntaktické analýzy, v tomto případě opět bez zlepšení. Vzhledem k malému množství dat autor zkoumá i možnosti generování nových trénovacích instancí, především úpravou existujících příkazů, či prohazováním kostek v původních trénovacích datech. V sedmé kapitole autor porovnává výsledky evaluace zvolených modelů na testovacím datasetu, přičemž důraz klade i na porovnání s dosavadními state-of-the-art výsledky. V obou podúlohách autor zvládl dosavadní výsledky dostatečně vylepšit. Nechybí ani analýza chyb finálních modelů v rámci jednotlivých podúloh. Autor rozebírá, které typy příkazů byly pro dané modely nejvíc problematické a z jakých důvodů. V závěrečné kapitole autor shrnuje dosažené výsledky. Výsledky pro úlohu identifikace posouvané kostky hodnotí jako dostačující, pro úlohu predikce cílové polohy navrhuje směry budoucího vývoje. K práci je přiloženo DVD se zdrojovým kódem pro trénování a spouštění modelů, nástroj pro vizualizaci práce modelu se zadanými příkazy spolu s návodem na instalaci těchto nástrojů.

**Hodnocení** Práce je psaná srozumitelnou angličtinou s občasnými chybami v gramatice a typografii. Bez referencí čítá text práce 60 stránek. Související práce a použité nástroje jsou správně citovány. Odkazy na vložené tabulky a obrázky jsou chybné, místo na danou tabulky či obrázek odkazují na sekci, ve které byly vysázeny.

Autor provedl velkou řadu experimentů souvisejících jak s vývojem neuronových modelů a jejich laděním, tak i použitými daty. Byl schopen rozdělit instance v datech podle rozličných vlastností a obtížnosti. Tyto informace pak využil během analýzy chyb natrénovaných modelů. Autorova důkladná analýza dat by také v budoucnu mohla přispět k dalšímu vývoji daného datasetu.

V sekcích 6.4.1 a 6.4.2 autor uvádí experimenty s dodatečnými informacemi (tagování, parsování). Provedené experimenty jsou docela stručné a zasloužily by si větší pozornost. Chybí také analýza přínosu těchto dodatečných informací pro pravidlový benchmark.

Pro úlohu predikce cílové polohy kostky autor navrhuje alternativní metriku založenou na Chebyševově vzdálenosti, která dle uvedených výsledků rozumně koreluje s původně používanou metrikou. Bohužel autor neuvádí porovnání s přechozí prací (autor dané práce tuto metriku nepoužíval). Porovnání by bylo pro čtenáře jistě zajímavé.

V závěrečném vyhodnocení autor prezentuje zlepšení daných state-of-the-art výsledků u obou vytyčených podúloh. Uvádí i přehled nejčastějších chyb natrénovaných modelů spolu s návrhy, jak by bylo možné v budoucnu tyto modely zlepšit. Přiložené skripty pak dávají čtenáři možnost si

dané modely vyzkoušet v praxi.

**Dotazy a připomínky** V kapitole 1 uvádíte související práce pracující s příkazy v Robot Control Language (RCL). Zvažoval jste řešení, které by místo přímé predikce z příkazů v přirozeném jazyce převádělo tyto příkazy do RCL a dále pracovalo s těmito příkazy? Co vás případně od této varianty řešení odradilo?

**Závěr** Diplomová práce splnila většinu vytyčených cílů. Autor provedl velké množství dobře motivovaných experimentů, nechyběla ani důkladná analýza výsledků, na základě kterých byl autor schopen natrénovat modely porážející doposud nejlepší prezentované výsledky. I přes poněkud kratší délku a drobné chyby byl text práce dobře srozumitelný. Slabší stránkou pak byly zejména chyby v odkazech na uváděné tabulky a obrázky.

**Práci doporučuji k obhajobě.**

**Práci nenavrhuji na zvláštní ocenění.**

V Praze dne 25. 8. 2017

Podpis: