

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Aplikace prediktivního kódování pro vizuo-taktilní integraci
Jméno autora:	Adrián Pitoňák
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra kybernetiky
Vedoucí práce:	Ing. Zdeněk Straka
Pracoviště vedoucího práce:	Katedra kybernetiky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i> Zadání bylo náročnější, protože vyžadovalo od studenta znalosti i mimo studovaný obor. Student se musel seznámit s pojmy reprezentací peripersonálního prostoru a prediktivního kódování z neurovědy. Dále práce s Neurorobotickou platformou byla náročná. Zmíněný software je zatím spíše v testovací fázi a vzniklé problémy často nebylo jednoduché vyřešit.	

Splnění zadání	splněno
<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> Všechny části zadání byly splněny.	

Aktivita a samostatnost při zpracování práce	A - výborně
<i>Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatně tvůrčí práce.</i> Se studentem se velmi dobře spolupracovalo. Průběžně na práci pracoval a konzultoval ji. Přicházel také s vlastními návrhy řešení vzniklých problémů.	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i> Odbornou úroveň práce hodnotím jako velmi dobrou. Nicméně nehodnotím nejvyšším stupněm A - výborně, protože některé části práce (např. Diskuse) trochu postrádají hlubší uvedení kontextu nebo hlubší rozbor.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	B - velmi dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i> Formální zápisy, typografická a jazyková úroveň práce jsou v pořádku. V průběhu sepisování práce se projevila studentova minimální zkušenost s psaním odborných prací a vědeckým způsobem vyjadřování. V tomto ohledu student projevil velkou snahu a během sepisování práce se tato dovednost podstatně zlepšila.	

Výběr zdrojů, korektnost citací	B - velmi dobře
<i>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.</i> Student vhodně vybral relevantní zdroje a vhodným způsobem je citoval. Myšlenky studenta jsou řádně odlišeny od myšlenek	

autorů citovaných zdrojů. V práci však mohlo být uvedeno a rozebráno více modelů reprezentace peripersonálního prostoru a multisenzorní integrace. Nicméně ty nejrelevantnější modely jsou v práci uvedeny.

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.

Práce představila nový způsob učení peripersonálního prostoru. Dosažené výsledky vypadají slibně a jsou dobrým základem pro pokračování práce a zdokonalení modelu. Pokračování práce má dobrou šanci vyústit v kvalitní publikační výstup. Dále bych chtěl vyzdvihnout způsob, jakým student vytvářel potřebný software. Student během tvorby softwaru vytvářel kvalitní dokumentaci a vhodným způsobem používal verzovací systém gitlab. Dále si dokázal samostatně poradit i s komplikovanějšími problémy při používání Neurorobotické platformy. Student také vhodně navrhnul kvantitativní hodnocení naučených modelů a možné budoucí vylepšení způsobu učení navrhovaného modelu.

Avšak vytknul bych to, že porovnání vlastností modelu s vlastnostmi reprezentací peripersonálního prostoru a jejich modely bylo diskutováno poměrně povrchně. Také bych uvítal hlubší diskusi možného vlivu některých významných parametrů datasetu (např. poměr stimulů, které minou torzo) na učení.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení.

Celkově hodnotím práci jako zdařilou. V práci je představen nový způsob učení reprezentace peripersonálního prostoru. Vzhledem k nadějným výsledkům má pokračování modelu šanci stát se cenným příspěvkem do diskuse o možných mechanismech učení reprezentací peripersonálního prostoru. Na druhou stranu odevzdaná práce má určité, méně závažné nedostatky. Jako hlavní nedostatek vidím absenci hlubšího porovnání vlastností modelu s vlastnostmi reprezentací peripersonálního prostoru a jejich modelů. Vzhledem k tomu se přikláním k hodnocení B – velmi dobře.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm

Datum:

Podpis:



REVIEWER'S OPINION OF FINAL THESIS

I. IDENTIFICATION DATA

Thesis name:	Application of Predictive Coding for Visuo-Tactile Sensory Integration
Author's name:	Adrián Pitoňák
Type of thesis :	bachelor
Faculty/Institute:	Faculty of Electrical Engineering (FEE)
Department:	Department of Cybernetics
Thesis reviewer:	Jean-Paul Noel, Ph.D.
Reviewer's department:	Center for Neural Science, New York University

II. EVALUATION OF INDIVIDUAL CRITERIA

Assignment <i>Evaluation of thesis difficulty of assignment.</i>	ordinarily challenging
<p>The assignment asked to become familiar with the multisensory, peri-personal space, and predictive coding framework. Then, the student had to modify an existing neural network to include the tactile modality and generate a dataset that could be used to train and evaluate the modified network. Lastly, the assignment asked to compare properties of the trained model with properties known about peri-personal space and multisensory integration. I think the assignment was very well defined, represented a tractable yet complete problem to be solved. The assignment was far from trivial, yet also provided the student with all the support needed – a great Bachelor's thesis assignment.</p>	

Satisfaction of assignment <i>Assess that handed thesis meets assignment. Present points of assignment that fell short or were extended. Try to assess importance, impact or cause of each shortcoming.</i>	fulfilled with minor objections
<p>I find the thesis to adequately summarize existing literature and the problem at hand. I also find it very well structured and easy to follow, even for a non-expert in neural networks. For this, I commend the author. The implementation of the dataset and the modification to the model seem adequate. The author provides some very sound first experiments. These are needed, and thus through the process we have all learned. However, the thesis falls short in providing insight as to whether a predictive coding based neural network behaves similarly to how the brain encodes peri-personal space. That is, for example, it would have been incredibly interesting to know if tactile predictions occur earlier when the velocity of the ball increases. Of course, this is where the thesis was headed, just seems to have ran out of time while still debugging the implementation of this last experiment, or how to modify either the model, their inputs, or the dataset to allow for this experiment. The thesis has provided the foundational work and I look forward to see future developments.</p> <p>I really liked the visualization showing predictions vs. actual positions of the ball and tactile stimulation. However the visualization of the error was less appropriate. It is hard to read tables and these could have easily been replaced with histograms for example. Another nice visualization would have been to show ball positions, directions, and velocities when the first prediction of touch was made – like this the author could have depicted the peri-personal space surrounding the robot.</p>	

Method of conception <i>Assess that student has chosen correct approach or solution methods.</i>	correct
<p>I believe the student chose the correct methods and suggested good error measures. He also suggested thoughtful future directions.</p>	

Technical level <i>Assess level of thesis specialty, use of knowledge gained by study and by expert literature, use of sources and data gained by experience.</i>	B - very good.
<p>The thesis reads as a first phase – pilot or debugging phase – for an eventual contribution to the published literature on neural networks of peri-personal space. Most psychologists/neuroscientists within the field would agree that foundationally peri-personal space is a computation of impact prediction, but there has been little formal work in this domain. I believe this thesis can be the foundation for future published work that, 1) introduces the extended model to include the tactile</p>	



REVIEWER'S OPINION OF FINAL THESIS

modality and thus represents peri-personal space, and 2) conducts an array of experiments to study how peri-personal space changes due to different factors according to the model (e.g., velocity of incoming ball, size of ball, size of body, direction of movement, reliability of the visual stimuli, what if there are multiple objects?, etc.). Lastly, if the model is made biological-plausible (maybe less applicable here) one could examine the inner workings of the 'neurons' within the model, to make biological predictions. In summary, I believe most of the knowledge gained in the current thesis is in 'know-how' and this will allow for exciting future work.

Formal and language level, scope of thesis

A - excellent.

Assess correctness of usage of formal notation. Assess typographical and language arrangement of thesis.

The thesis is well written and as I commented above, very well structured.

Selection of sources, citation correctness

A - excellent.

Present your opinion to student's activity when obtaining and using study materials for thesis creation. Characterize selection of sources. Assess that student used all relevant sources. Verify that all used elements are correctly distinguished from own results and thoughts. Assess that citation ethics has not been breached and that all bibliographic citations are complete and in accordance with citation convention and standards.

The references are appropriate and the student is very clear in indicating what was given to him and where his modifications came into play. Further, the student links to online repositories where the code is made available. That is very nice to see and a great example of being a good member of the scientific community.

Additional commentary and evaluation

Present your opinion to achieved primary goals of thesis, e.g. level of theoretical results, level and functionality of technical or software conception, publication performance, experimental dexterity etc.

N/A

III. OVERALL EVALUATION, QUESTIONS FOR DEFENSE, CLASSIFICATION SUGGESTION

Summarize thesis aspects that swayed your final evaluation. Please present apt questions which student should answer during defense.

Overall I find the thesis to have successfully implemented a version of the neural network model where vision is used to predict touch. I find that the student did a good job at designing and developing an experiment within the neurorobotics platform. The thesis does not yet make a contribution to the field of peri-personal space, as there has to be more extensive analyses of the behavior of the model given different environmental conditions, but definitely sets the stage for this contribution.

Questions for the student;

- What do you think was the main issue with the velocity experiments? Are there modifications to the model that could be made, or is the solution is how input was given and/or the number of frames? How would you go about solving this issue to be able to compare the timing of touch predictions given different velocities of the ball?
- Can you discuss the biological plausibility of the model implemented? One of the main advantages of doing neural network modeling vs. e.g. experiments in humans is that you can now "open up" any "box" (i.e., neural area) you want. Within the model, which components would you examine to gain insight as to the implementation of peri-personal space and multisensory integration in the brain?

I evaluate handed thesis with classification grade **B - very good.**

Date: **22.5.2020**

Signature: