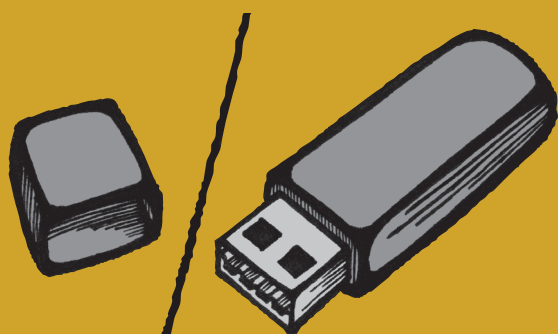


FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD
ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY
V PLZNI

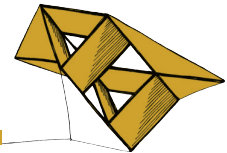
SBORNÍK

STUDENTSKÁ VĚDECKÁ KONFERENCE



BAKALÁŘSKÉ
STUDIJNÍ PROGRAMY

10.6.2021



Bakalářské studijní programy

Sborník rozšířených abstraktů

Název: SVK FAV 2021 – bakalářské studijní programy

Editor: Jan Rendl

Ilustrace na obálce: Jana Trávníčková

Vydavatel: Západočeská univerzita v Plzni, Univerzitní 8, 306 14 Plzeň

Datum vydání: červen 2021

ISBN 978-80-261-1021-7

Tato publikace neprošla redakční ani jazykovou úpravou.

Hlavní sponzoři konference



Další sponzoři konference



Obsah

Sekce – Fyzika, geomatika, matematika, mechanika

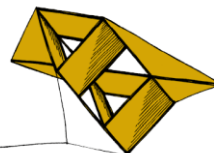
Investiční studie: koupě bytu za účelem pronájmu Hajšmanová Anna	7
Analýza vybraných indikátorů technické analýzy v době propadů na akciových trzích Krutina Tomáš	9
Příjmové nerovnosti ve vybraných evropských zemích Kůsová Martina	11
Geo-ontologie veřejné správy a samosprávy Sloupová Viktorie	13
Bistabilní soustavy a jejich dynamické projevy Steinbach Václav	15
Fotoelektrochemická produkce vodíku Vosejпка Jan	17

Sekce – Informatika, kybernetika

Návrh řízení RC modelu auta Duda Filip	20
Use of Spiking Neural Networks Honzík Václav	22
Bezpečné předávání zpráv s použitím blockchainu Procházka Martin	24
Voice-Enabled Smart Home Modules Šanda Josef	26
Detekce polarity textu s využitím mezijazyčné transformace Šmíd Jakub	28

Sekce

Fyzika, geomatika, matematika, mechanika



Investiční studie: koupě bytu za účelem pronájmu

Anna Hajšmanová¹

1 Úvod

V posledních letech se stává pronajímání nemovitostí stále populárnější formou investice i mezi běžnou populací. Rostoucí popularitě nahrává i vývoj situace na trhu s nemovitostmi. Aktuálně mohou být nemovitosti nadhodnocené v průměru o 17 %, ve vybraných oblastech s vysokým podílem investičních bytů dokonce až o 25 %, viz ČNB (2020). I z tohoto důvodu je pro potenciálního investora žádoucí podrobnější analýza investice, která bude zohledňovat možné scénáře na trhu s nemovitostmi a vhodně tak předvídat rizika. Na základě výsledků této analýzy je potom investor schopný posoudit, zda je pro něj tato forma investice dostatečně atraktivní. Hlavním cílem této práce bylo analyzovat investici do koupě bytu a jeho následného pronájmu z hlediska několika různých faktorů, jako je výnosnost, rizikovost a další.

Předpokládaná doba investice byla 10 let, byt byl zakoupen k 1. 1. 2021 a po dobu investičního období byl pronajímán. Na konci investičního období bylo provedeno ocenění nemovitosti v případě, kdy by byl byt opět prodán. Jako předmět zájmu investora byl zvolen byt o dispozici 2+1 v lokalitě Plzeň-město, jehož pořizovací cena byla 2 690 000 Kč. Pro financování projektu byly navrženy a porovnány tři možné varianty, které reprezentují nejběžnější způsoby financování koupě bytu. První variantou bylo financování čistě z vlastních zdrojů, zbývající dvě varianty byly financovány hypotékou s rozdílnou výší LTV (Loan to Value), což je poměr mezi výší úvěru a hodnotou nemovitosti.

2 Analýza investice

Pro každou variantu financování byla provedena analýza toků vyskytujících se v investičním projektu. Projekt byl zkoumán jak z hlediska příjmů a výdajů, tak z hlediska výnosů a nákladů. Následně byla provedena predikce vývoje důležitých parametrů v budoucnosti. Tato predikce byla provedena na základě vypočteného průměrného ročního tempa růstu cen v odpovídající kategorii, u problematických parametrů byl zkoumán vývoj v mezích daných reálným rozsahem. Vyhodnocení výnosnosti investice bylo provedeno na základě ukazatelů čisté současné hodnoty (NPV, Net Present Value) a vnitřní míry výnosnosti (IRR, Internal Rate of Return). Konkrétní hodnoty pro jednotlivé varianty financování jsou uvedeny v tab. 1. Při složeném investovaném kapitálu bylo rozlišováno mezi IRR financiera, IRR realizátora a IRR projektu, kde bylo rozlišováno především z pohledu prostředků poskytnutých k financování investice. Při analýze výnosů a nákladů nebyl uvažován ukazatel vnitřní míry výnosnosti. Důvodem byla výše záporného toku na počátku investičního období, která byla v poměru k ostatním tokům zanedbatelná. Při výpočtu by tak vyšla míra, která by neměla žádnou vypovídající hodnotu. V případě financování vlastními zdroji byly dokonce všechny toky během investičního období kladné a vnitřní míra výnosnosti tedy neexistuje. Jako průměrně dosahovaná výnosnost srovnatelných projektů byla použita hodnota 3.55 % p. a., která byla určena jako průměrná hodnota ukazatele ROE v posledních deseti

¹ studentka bakalářského studijního programu Matematika, obor Matematika a finanční studia, e-mail: amark1@students.zcu.cz

letech. Vliv některých klíčových parametrů byl zkoumán v citlivostní analýze. Na základě kritických hodnot parametrů, od kterých by již nebylo možné projekt doporučit k přijetí, byla posouzena rizikovost jednotlivých variant financování. Z uvedených variant financování byla poté vybrána k doporučení taková varianta, která měla optimální kombinaci ukazatelů NPV, IRR a rizikovosti.

	Financování vlastními zdroji	Financování hypotékou, LTV 80 %	Financování hypotékou, LTV 90 %
NPV – příjmy a výdaje	430 590.86 Kč	644 460.24 Kč	479 763.58 Kč
NPV – výnosy a náklady	996 210.40 Kč	892 667.30 Kč	681 316.46 Kč
IRR projekt	5.29 %	5.28 %	5.01 %
IRR realizátor	5.29 %	11.44 %	11.59 %
IRR financier	---	2.19 %	2.90 %

Tabulka 1: Přehled ukazatelů dle variant financování

3 Výsledky analýzy

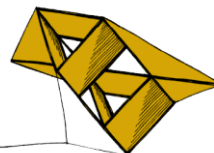
Nazákladě všech ukazatelů bychom projekt vždy doporučili k přijetí. V návaznosti na poznatky zjištěné v citlivostní analýze bychom doporučili přijmout variantu financování projektu hypotékou s LTV 80 %. Je to nejlepší varianta na základě NPV z pohledu příjmů a výdajů a druhá nejlepší varianta na základě NPV z pohledu výnosů a nákladů, IRR realizátora a IRR projektu. Kritické hodnoty této varianty, od kterých bychom museli projekt zamítnout, jsou poměrně málo pravděpodobné, tudíž zde není příliš velká rizikovost. Výnosnost projektu je při analýze z pohledu výnosů a nákladů 892 667.30 Kč. Tato částka představuje pro investora bonus oproti obdobnému projektu, který by byl úročen sazbou ve výši 3.55 % p. a. (referenční úroková míra již zmíněná výše). Tato varianta financování tedy představuje ideální způsob, jak realizovat projekt koupě bytu.

4 Závěr

Hlavním cílem této práce bylo analyzovat investici do koupě bytu a jeho následného pronájmu především na základě ukazatelů čisté současné hodnoty a vnitřní míry výnosnosti. Předmětem investice byl byt o dispozici 2+1 v lokalitě Plzeň-město, nicméně výsledky studie se dají aplikovat při investici do bytů se srovnatelnými parametry a obdobným vztahem mezi prodejní cenou a výší nájmu po celé České republice (s výjimkou Prahy, kde jsou nemovitosti tradičně nadhodnocené). Při výběru jiného vzorového bytu s obdobnými parametry bychom tedy u analýzy investice došli k podobným závěrům.

Literatura

ČNB (2020) *ČNB potvrzuje sazbu proticyklické rezervy bank i limity na hypotéky* Dostupné z: <https://www.cnb.cz/cs/cnb-news/tiskove-zpravy/CNB-potvrzuje-sazbu-proticyklicke-rezervy-bank-i-limity-na-hypoteky/> [Přistoupeno 31. 5. 2021].



Analýza vybraných indikátorů technické analýzy v době propadů na akciových trzích

Tomáš Krutina¹

1 Úvod

Cílem této práce je zjistit úspěšnost indikátorů technické analýzy v době propadů na akciových trzích. Práce je zaměřena na indikátory MACD, RSI a Bollingerova pásma, jejichž výsledky jsou srovnány s jednoduchou strategií Buy-and-Hold. Výzkum je prováděn v obdobích, u kterých byly identifikovány závažnější propady na akciových trzích.

2 Identifikace propadů

Propady na akciových trzích byly identifikovány pomocí indexu VIX, který má obvykle negativní korelaci s pohybem klíčových světových akciových indexů. Navíc se tato korelace stává ještě více negativní v době velkých cenových pohybů (Moran a Liu, 2020). Intervaly identifikované jako významné propady byly:

- 21.7.1998–1.7.1999,
- 3.6.2002–9.5.2003,
- 29.8.2008–22.12.2009,
- 24.2.2020–12.2.2021.

3 Simulace obchodů

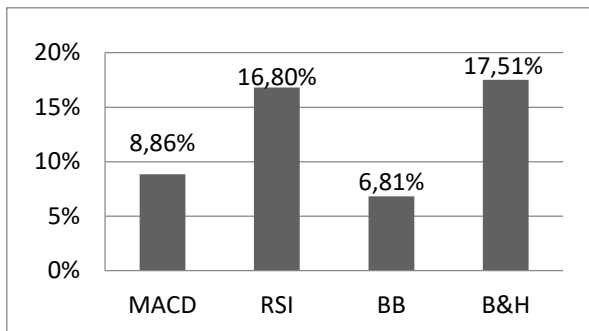
Pro každý z identifikovaných propadů bylo vybráno 10 největších společností indexu S&P 500, na kterých byly obchody simulovány. Začátek, resp. konec simulace byl náhodně zvolen 1–2 roky před, resp. po každém z propadů. Technické indikátory MACD, RSI a Bollingerova pásma dávaly signály k otevření, či uzavření pozice (Murphy, 1999).

Pro každou společnost bylo provedeno 1000 simulací. Bodově bychom mohli shrnout postup pro jednu simulaci následovně:

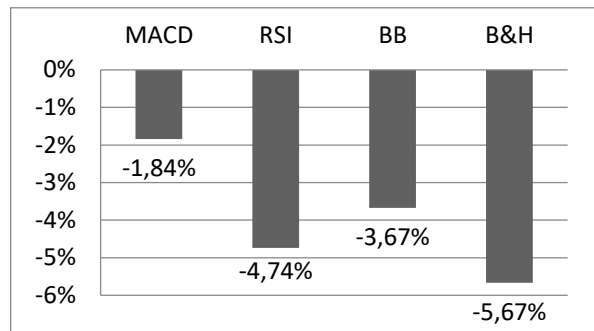
- Vygenerování začátku a konce investičního období ve stanoveném intervalu.
- Výpočet výsledku strategie Buy-and-Hold.
- Výpočet hodnot indikátorů MACD, RSI a Bollingerova pásma.
- Obchodování pomocí indikátorů MACD, RSI a Bollingerova pásma.
- Přepočtení výsledků na roční výnosnost.

Výstupem každé simulace je počet ziskových obchodů, počet ztrátových obchodů, celkový počet obchodů, roční výnosnost pro každý z indikátorů MACD, RSI a Bollingerova pásma a roční výnosnost strategie Buy-and-Hold. Po dokončení všech simulací máme 1000 výsledků pro každý indikátor a strategii B&H a následně je z nich vypočten aritmetický průměr. Dále jsou vypočteny výsledky pro každý propad, kdybychom investovali do každé společnosti 1/10 kapitálu. Výsledky jednotlivých propadů jsou zobrazeny na obr. 1–4.

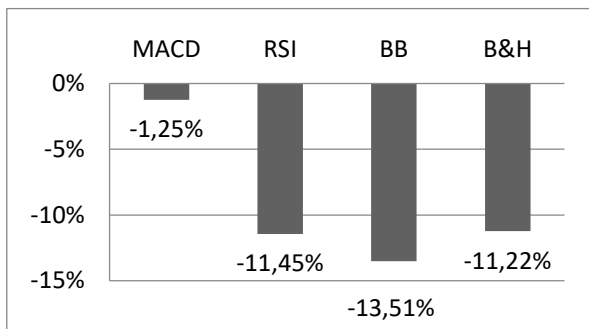
¹ student bakalářského studijního programu Matematika a finanční studia, e-mail: krutinat@students.zcu.cz



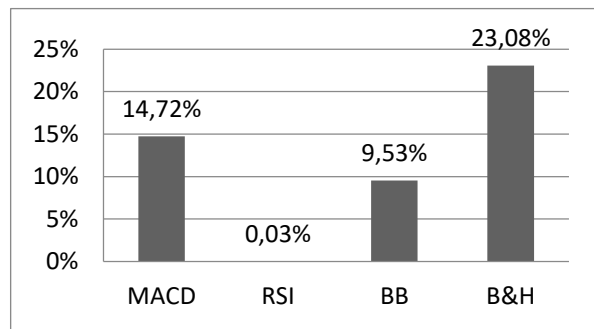
Obrázek 1: Výsledky propadu 1998–1999



Obrázek 2: Výsledky propadu 2002–2003



Obrázek 3: Výsledky propadu 2008–2009



Obrázek 4: Výsledky propadu 2020–2021

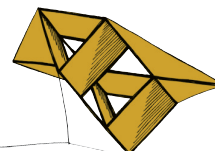
Navíc byla testována úspěšnost technických indikátorů s modifikovanou standardní strategií výstupu, viz Katz a McCormick (2000). Tato strategie využívala k výstupu z obchodu příkaz stop-loss, který měl omezit ztráty a zvýšit tím celkové výnosy. Využitím této strategie zlepšily indikátory MACD a RSI výsledky ve všech propadech a překonaly navíc strategii Buy-and-Hold. Bollingerova pásma se ve dvou propadech zlepšila a ve dvou dosáhly horších výsledků.

4 Závěr

Hlavním cílem práce bylo zjistit, zda je pro běžného obchodníka výhodnější obchodovat pomocí technických indikátorů nebo jednoduché strategie Buy-and-hold. Výzkum prokázal, že je indikátor MACD schopen se vyrovnat strategii Buy-and-Hold. Vezmeme-li však v úvahu, že do obchodování nebyly započteny transakční náklady, bylo by pro běžného obchodníka výhodnější použít strategii Buy-and-Hold. Výsledky testování technických indikátorů s upravenou strategií pro výstup nám ovšem daly námět na zlepšení roční výnosnosti kombinací více indikátorů a vytvořením obchodního systému.

Literatura

- Katz, J. O., McCormick, D. L. (2000). The encyclopedia of trading strategies. McGraw-Hill, c2000. ISBN 0070580995.
- Moran, M. T., Liu, B. (2020). The VIX index and volatility-based global indexes and trading instruments. CFA Institute Research Foundation. ISBN 978-1-944960-95-7.
- Murphy, J. J. (1999). Technical analysis of the financial markets: A comprehensive guide to trading methods and applications. New York Institute of Finance. ISBN 0-7352-0066-1.



Příjmové nerovnosti ve vybraných evropských zemích

Martina Kůsová¹

1 Úvod

Způsob rozdělení celkového bohatství ve společnosti je aktuálním a často diskutovaným tématem. Jednou z častých otázek je nerovnost mezi příjmy mužů a žen. Hovoří se o tzv. gender pay gap (příjmové mezeře mezi pohlavími), která udává, jak se platy mužů a žen liší. Nižší platy žen jsou často vysvětlovány tím, že ženy pracují na jiných pozicích, které jsou hůře placené. Příjmová mezera proto bývá „očišťena“. To znamená, že jsou porovnáváni muži a ženy na srovnatelných pozicích, se srovnatelným vzděláním, ve srovnatelném věku apod. Tím je možné získat bližší údaj o skutečném rozdílu mezi platy mužů a žen.

V práci bylo zpracováno přes 4 miliony dat z České republiky, Dánska, Finska, Německa, Norska, Slovenska a Švédska z let 2015 až 2019, která byla získána od firmy, která analyzuje příjmy soukromých firem z celého světa. Cílem bylo změřit příjmové nerovnosti v zemích a nerovnosti mezi muži a ženami. Získaná data obsahovala i informaci o pracovní pozici a oboru zaměstnání, a tak jsme se pokusili zjistit, zda muži a ženy na stejné pozici pobírají stejný plat a které faktory mají vliv na velikost platu.

2 Měření příjmových nerovností

Příjmové nerovnosti je možné měřit buď ve skupině nebo mezi skupinami. Skupiny mohou být vytvořeny například rozdělením záznamů podle země nebo pohlaví.

K měření nerovností uvnitř skupiny slouží například Giniho index, nabývá hodnot z intervalu $\langle 0, 1 \rangle$. Pokud je roven nule, je rozdělení příjmů rovné, a pokud se rovná jedné, vydělává jedna osoba celkový příjem celé populace a ostatní nemají žádný. Souvisí s Lorenzovou křivkou, která znázorňuje procento celkového příjmu populace (na ose y), které pobírá p % nejchudších obyvatel (na ose x).

K měření příjmových nerovností mezi skupinami slouží příjmová mezera. Obvykle se používá v souvislosti s pohlavím, ale je možné ji počítat i u jiných skupin. Je definována jako poměr mediánu platu žen (první skupiny) a mediánu platu mužů (druhé skupiny). Výsledkem je, kolika procentům platu mužů (druhé skupiny) je roven plat žen (první skupiny).

Pokud chceme zjistit, jak na nějakou veličinu působí jeden nebo více faktorů, používá se ANOVA (analýza rozptylu). Například když zjišťujeme, zda je plat funkcí země, pohlaví nebo pracovní pozice. Podle počtu zkoumaných faktorů se jedná o jednofaktorovou nebo vícefaktorovou anovu. Každý faktor může nabývat konečného počtu hodnot, kterým se říká úrovně.

U jednofaktorové anovy byl použit model

$$y_i = \mu + \alpha_i + e_i \quad (i = 1, 2, \dots, I), \quad (1)$$

kde μ je průměrný plat vypočtený ze všech záznamů, α_i je efekt daného faktoru, e_i

¹ student bakalářského studijního programu Matematika, obor Matematika a finanční studia, e-mail: kuso-vam@students.zcu.cz

jsou náhodné odchylky a I počet úrovní daného faktoru. Podobně byl vytvořen také model přirozeného logaritmu platu, který u našich dat lépe splňuje předpoklady anovy

$$\ln(y_i) = \mu + \hat{\alpha}_i + e_i \quad (i = 1, 2, \dots, I), \quad (2)$$

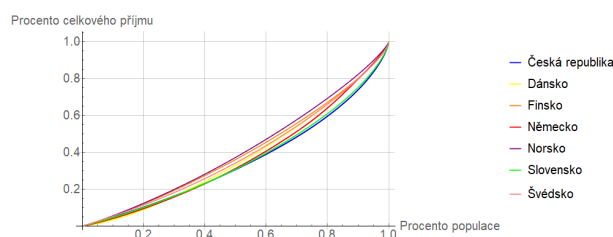
kde μ je průměr všech přirozených logaritmů platů, $\hat{\alpha}_i$ je efekt daného faktoru, e_i jsou náhodné odchylky a I počet úrovní daného faktoru. Z tohoto tvaru lze vyjádřit plat v multiplikatívním tvaru

$$y_i = e^\mu e^{\hat{\alpha}_i} e^{e_i}. \quad (3)$$

Podobně byly použity také modely trojfaktorové a čtyřfaktorové anovy.

3 Zpracování dat

Pomocí Giniho indexu byly největší nerovnosti zjištěny v České republice a na Slovensku, nejmenší v Norsku, Finsku a Švédsku. Lorenzova křivka odpovídající roku 2019 je na obrázku 1.



Obrázek 1: Lorenzovy křivky v roce 2019 pro jednotlivé země

Byla vypočtena příjmová mezera mezi muži a ženami v jednotlivých zemích, tj. na jaké procento platu mužů ženy dosahují. V tabulce 1 jsou výsledky pro rok 2019. Nejvyšší hodnoty byly ve Švédsku, Norsku a Finsku, v ostatních zemích jsou oproti nim nižší.

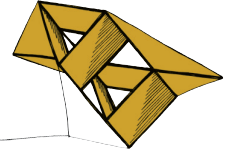
Česká republika	Dánsko	Finsko	Německo	Norsko	Slovensko	Švédsko
0,790	0,804	0,879	0,805	0,888	0,782	0,889

Tabulka 1: Příjmová mezera mezi pohlavími v roce 2019

Data byla rozdělena podle pracovních pozic na řadové zaměstnance, vedoucí pracovníky, manažery a řídicí pracovníky. Dále byla rozdělena i podle oborů zaměstnání (z důvodu jejich velkého množství byly vybrány pouze nejčastější: maloobchod, IT, inženýrství, logistika, prodej a výroba). U takto rozdělených dat byla vypočtena příjmová mezera mezi muži a ženami.

Ve většině případů byla příjmová mezera vyšší (tj. ženy dosahují na vyšší procento platu mužů) než u nerozdělených dat. Pokud porovnáváme muže a ženy na stejné pozici pracující ve stejném oboru, jsou mezi nimi menší rozdíly, než když porovnáváme všechny dohromady. V několika případech byla dokonce příjmová mezera větší než jedna. To znamená, že ženy si na některých pozicích vydělají více než muži.

Byly provedeny jednofaktorové anovy s faktory pohlaví, země, pracovní pozice a obor zaměstnání podle modelů (1) a (2). Zjistili jsme, že všechny tyto faktory velikost platu ovlivňují. Proto byla provedena také trojfaktorová a čtyřfaktorová analýza rozptylu, kde jsme zjistili, že pokud plat „očistíme“ o vliv ostatních faktorů, jsou rozdíly mezi platy mužů a žen menší.



Geo-ontologie veřejné správy a samosprávy

Viktorie Sloupová¹

1 Úvod

Veřejná správa v České republice je poměrně složitá soustava sestávající z velkého počtu vzájemně provázaných institucí s různou územní působností a je velmi obtížné se v tomto celku zorientovat. Cílem této práce proto bylo vytvořit co nejpřehlednější a zároveň co nejjobecnější, a přesto výstižný model této komplikované struktury. Navíc je vhodné, aby takový model byl strojově čitelný, přenositelný mezi uživateli a různými platformami a použitelný v dalších aplikacích.

Uspokojit všechny tyto požadavky umožňují ontologie, viz Svátek a Vacura (2007). Vzhledem k tomu, že výsledný model řeší kromě struktury veřejné správy i vazby mezi územní působností jednotlivých institucí a administrativním členěním státu, tedy zpracovává i prostorové vztahy mezi entitami, jedná se o geo-ontologii. K jednoznačné formulaci všech existujících vztahů mezi entitami se používá deskripční logika navíc obohacená o mereotopologické vztahy, o kterých více pojednává např. Baader et al. (2010).

K vytvoření Geo-ontologie veřejné správy a samosprávy byl použit editor Protégé (verze 5.5.0), který využívá standardizovaný ontologický jazyk OWL 2 založený na RDF(S). Silným nástrojem je také možnost *reasoningu* umožňující v ontologii odvozovat nové explicitně neuvedené vztahy z dříve definovaných axiomů a také provádějící kontrolu konzistence deklarovaných axiomů, viz Bock et al. (2007).

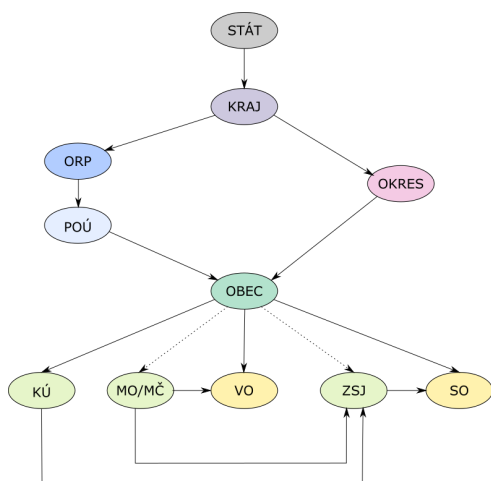
2 Specifikace Geo-ontologie veřejné správy a samosprávy

Geo-ontologie veřejné správy a samosprávy byla vytvořena za účelem utřídění působnosti orgánů státní správy a samosprávy a dalších institucí veřejné správy v kontextu územního členění. Tím jsou ihned vymezeny dva základní vzájemně disjunktní koncepty - třídy *Instituce* a *Územní jednotka*. Jejich vzájemný vztah lze popsat dvěma inverzními vlastnostmi *působí na* a *spadá do působnosti*, které vyjadřují závislost mezi působností instituce a daným územním prvkem. Koncept *Územní jednotka* je pak zároveň doménou i oborem hodnot pro další dvojici inverzních vlastností *je částí* a *skládá se* z popisující skladebnosti územního členění.

Ačkoli je skladebnost územního členění na vyšší územní prvky sestávající z celých území nižších územních prvků zaručena novým Zákonem č. 51/2020 Sb., o územně správním členění státu, stále se na území České republiky vyskytuje několik výjimek z takovéto skladebnosti. Proto jsem navrhla schéma vazeb mezi jednotlivými územními jednotkami tak, aby bylo univerzálně použitelné pro celé území státu. V rámci ontologie je územní členění řešené až na nejnižší úroveň správního členění a jejich vzájemné vazby (viz obrázek 1). Na obrázku 2 je ukázaná výsledná identifikace tříd podřazených konceptu *Instituce*. Vymezení podtříd konceptu *Instituce* znázorněným způsobem není jediným možným řešením a je otázkou další práce, zda

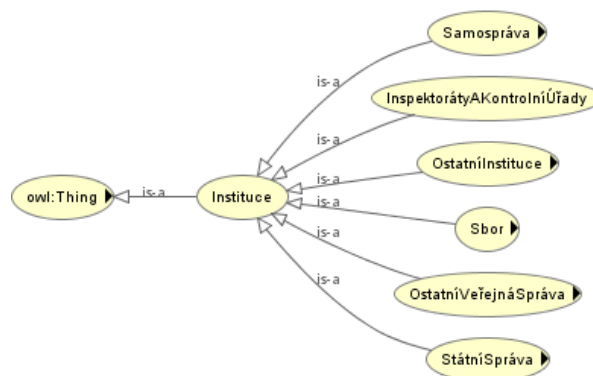
¹ studentka bakalářského studijního programu Stavební inženýrství, obor Územní plánování, e-mail: viktoris@students.zcu.cz

je takto navržená struktura uživatelsky srozumitelná a vhodná pro navazující aplikace.

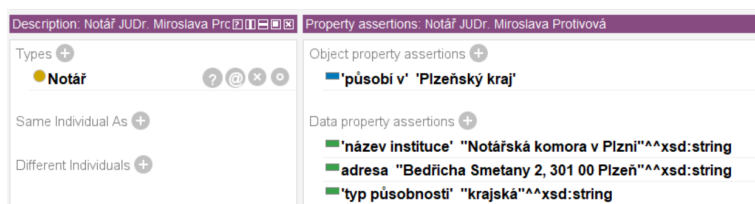


Obrázek 1: Územní členění

Pro otestování korektnosti a konzistence vytvořené jádrové struktury ontologie byly do modelu pomocí sady transformačních pravidel hromadně nahrány řádově tisíce konkrétních instancí jednotlivých tříd z tabulek ve formátu .xlsx. Tyto tzv. individuály reprezentují kompletní územní členění Plzeňského kraje a všechny instituce působící na jeho území. Díky tomu bylo otestováno, že navržený model věrně vystihuje skutečnost a uživateli umožňuje i pro ty nejnižší územní jednotky vyhledat instituce, které je spravují.



Obrázek 2: Podtřídy konceptu *Instituce*



Obrázek 3: Ukázka individuálu

3 Závěr

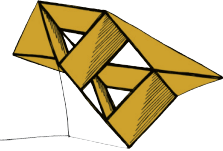
Navržený model je plně v souladu s platnou legislativou v České republice a na základě provedeného testování pomocí dat pro Plzeňský kraj je možné říci, že je použitelný v dalších aplikacích. Geo-ontologie by mohla být základem pro mapovou aplikaci, pomocí které by uživatel vyhledával příslušné instituce veřejné správy podle zadání např. svého trvalého bydliště. Další nástavbou by mohlo být rozšíření modelu i o agendu či správní činnosti jednotlivých úřadů a další rozšiřující informace.

Literatura

Baader, F., McGuinness, D. L., Nardi, D., Patel-Schneider, P. F. (2010) *The Description Logic Handbook: Theory, Implementation and Applications*. Cambridge University Press, 2nd Ed.

Bock, J., Haase, P., Ji, Q., Volz, R. (2007) *Benchmarking OWL Reasoners*. VLBD '07, Very Large Data Base Endowment, Vienna September 2007. pp. 23-28

Svátek, V., Vacura, M. (2007). *Ontologické inženýrství*. DATAKON 2007, Brno říjen 2007.



Bistabilní soustavy a jejich dynamické projevy

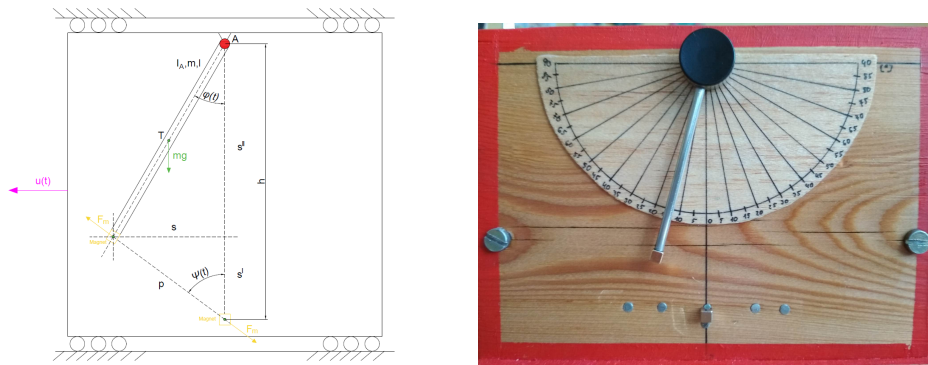
Václav Steinbach¹, Miroslav Byrtus²

1 Úvod

Bistabilita je vlastnost mechanických soustav, která je přítomna v řadě aplikací, např. mechanické přepínače nebo postkritický stav vzpěru nosníku, kdy soustava zaujímá staticky jednu ze stabilních rovnovážných poloh. Zajištění bistability je dáno přítomností geometrické nebo materiálové nelinearity v soustavě. Při vhodném naladění parametrů se ukazuje, že nelineární odezva takové soustavy na vnější buzení může obsahovat sub- ultraharmonické rezonance (Mann a Owens (2010)). Tyto vlastnosti lze s výhodou využít např. v oblasti energy harvesting (Vocca et al. (2018)).

2 Modelování a dynamická analýza

Zde je pozornost zaměřena na modelování a dynamickou analýzu bistabilní soustavy, která je tvořena kyvadlem, na jehož konci je připevněn permanentní magnet. Druhý magnet je připevněn k základně (bázi). Póly magnetů jsou orientovány tak, aby se magnety odpuzovaly (viz Obr. 1). Báze je buzena kinematicky harmonickým pohybem. Matematický model uvedené



Obrázek 1: Kinematické schéma soustavy (vlevo), fotografie demonstrátoru (vpravo)

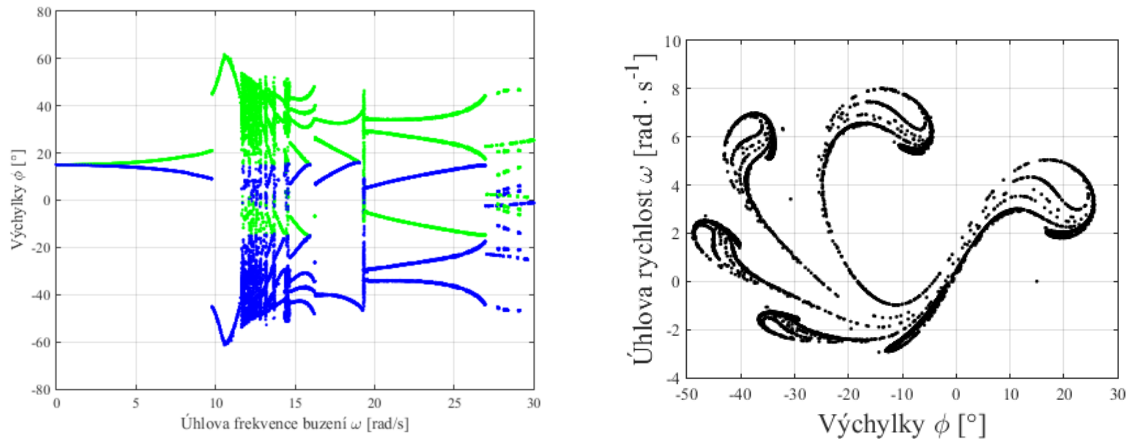
soustavy lze zapsat pomocí nelineární diferenciální rovnice druhého řádu ve tvaru

$$\ddot{\varphi} + 2D\Omega\dot{\varphi} + \Omega^2 \sin \varphi = f_m(\varphi)l \cos \psi \sin \varphi + U \frac{\Omega^2}{g} \omega^2 \cos \omega t \sin \varphi, \quad (1)$$

kde D je poměrný útlum, Ω je vlastní frekvence přidružené lineární soustavy, $f_m(\varphi)$ značí velikost nelineární magnetické síly mezi póly permanentních magnetů, U a ω jsou amplituda a kruhová frekvence buzení. Úhel ψ je patrný z Obr. 1.

¹ student bakalářského studijního programu Počítačové modelování v technice, obor Počítačové modelování, e-mail: vstein@students.zcu.cz

² ZČU v Plzni, FAV, Katedra mechaniky, e-mail: mbyrtus@kme.zcu.cz



Obrázek 2: Bifurkační diagram odezvy kyvadla se dvěma magnety (vlevo), vybraný chaotický atraktor (vpravo)

Dynamická analýza byla zaměřena na sledování kvalitativních změn v odezvě soustavy za předpokladu kinematického buzení pohybem báze. Tyto změny jsou zachyceny pomocí bifurkačního diagramu, v němž jsou vykresleny extrémní úhlové výchylky (maxima zeleně, minima modře) v závislosti na frekvenci buzení. Ze sestaveného diagramu (Obr. 2 vlevo) lze identifikovat: periodickou odezvu pro $\omega \in \langle 0; 9,8 \rangle$, která skokem přechází v rezonanční periodický pohyb a ten zaniká přechodem do chaotické oblasti pro $\omega \approx 11,5$. Dále následuje série bifurkací zdvojením periody s přechody přes chaotické oblasti a opět návrat k periodické odezvě. V oblastech s chaotickou odezvou lze pomocí tzv. Poincarého zobrazení identifikovat existenci a strukturu tzv. chaotických atraktorů. Na Obr. 2 vpravo je ukázána struktura chaotického atraktoru pro $\omega = 14,5$ rad/s.

3 Závěr

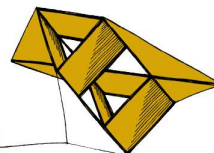
Byl vytvořen matematický model bistabilní kinematicky buzené soustavy, kde bistabilitu zajišťuje přítomnost permanentních magnetů. Výpočtovou analýzou byla provedena kvalitativní analýza odezvy soustavy na harmonické kinematické buzení. Parametry výpočtového modelu byly voleny tak, aby odpovídaly parametrům zkonstruovaného demonstrátoru (viz Obr. 1 vpravo). Tento demonstrátor umožňuje experimentálně zjišťovat různé kvalitativní změny v odezvě soustavy pro různé frekvence buzení. V dalším budou provedena měření s cílem ověřit platnost výsledků získaných na výpočtových modelech.

Poděkování

Příspěvek vznikl za podpory projektu SGS-2019-009.

Literatura

- Vocca, H., Neri, I., Travasso, F., Gammaitoni, L., (2018) Kinetic energy harvesting with bistable oscillators, *Applied Energy*, Volume 97, pp. 771-776.
- Mann, B.P., Owens, B.A., (2010) Investigations of a nonlinear energy harvester with a bistable potential well, *Journal of Sound and Vibration*, Volume 329, Issue 9, pp. 1215-1226.



Fotoelektrochemická produkce vodíku

Jan Vosejпка¹

1 Motivace

Vodík se může stát jedním z pilířů světové energetiky. S přechodem na alternativní zdroje je potřeba ukládat energii, neboť nejvyužívanější obnovitelné zdroje se vyznačují svojí nekonzistencí. V době nadvýroby elektrické energie může být přebytek konvertován do zásoby vodíku, který může být následně převeden zpět na elektrickou energii prostřednictvím palivového článku. Vodík se ovšem v přírodě volně nevyskytuje, je třeba ho získat z jeho sloučenin jako je například voda či lehké uhlovodíky. Madeira et al. (2021) uvádí, že přibližně 50% světové produkce vodíku pochází ze zemního plynu, tedy převážně z metanu. To ovšem zcela nevyhovuje bezuhlíkovým představám nejmodernější energetiky. V elektrochemii existuje možnost produkce „zeleného“ vodíku poměrně jednoduchým způsobem pomocí polovodičové elektrody ve vodném roztoku. Cílem tohoto projektu je nalezení vhodného polovodiče, který umožní zvýšení efektivity fotoelektrolýzy vody η_{STH} nad 10% (STH: Solar to Hydrogen, převod Slunečního záření na energii uloženou ve vodíku). Tato účinnost je dle Dias a Mendes (2018) hranicí pro úspěch a prosazení této technologie.

2 Princip technologie

Fotoelektrochemická produkce vodíku, nebo též fotoelektrochemický rozklad vody, je v základě jako obyčejná elektrolýza vody. Zásadním rozdílem, a dalo by se říci i podstatou této technologie, je využití energie dopadajícího Slunečního záření přímo ke štěpení vody. Celý děj se odehrává ve fotoelektrochemickém článku, který je ve verzi s n-polovodičem znázorněn na obrázku 1. Spontánní napětí, které je důsledkem interakce elektrolytu s polovodičem, tzv. „ohýbá“ energetické hladiny valenčního a vodivostního pásu polovodičové elektrody. Propojením polovodiče a metalové elektrody dojde k vyrovnání potenciálů a vzniku společné Fermiho hladiny.

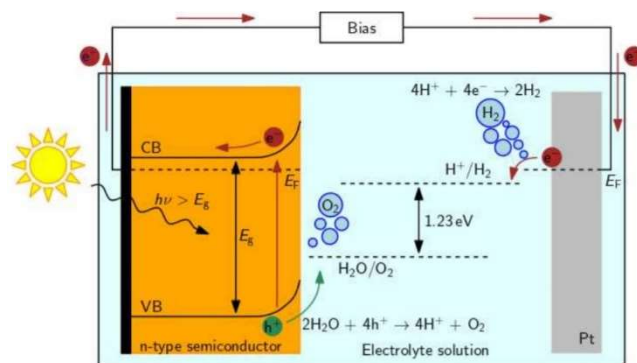
Sluneční záření (či jiné s energií větší, než je šířka zakázaného pásu mezi valenčním a vodivostním pásem) dopadající na polovodič spouští genezi volných elektronů a děr. Tyto nabitě částice se pak pohybují díky spontánnímu napětí po energetickém spádu: elektrony se přesouvají směrem k platinové elektrodě skrze vnější vodič, zatímco díry jdou rovnou k elektrolytu. Pokud je Fermiho hladina v polovodiči nižší, než je redukční potenciál $2H^+ \rightarrow H_2$, dojde k produkci vodíku na platinové elektrodě. Pokud bude mít vrchol valenčního pásu polovodiče dostatečně pozitivní potenciál, dojde k vylučování plynného kyslíku z vody na polovodiči. Pokud probíhají obě reakce najednou, jedná se o tzv. celkový rozklad vody. (Konkrétní chemické rovnice nejsou uvedeny z důvodu proměnlivosti pro různé podmínky.)

¹ student bakalářského studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Aplikovaná a inženýrská fyzika, specializace Fyzika technologických procesů, e-mail: vosejпка@students.zcu.cz

Rozdíl potenciálů těchto dvou subreakcí je 1,23 eV. Van de Krol (2012) ovšem doporučuje šířku zakázaného pásu kolem 2 eV, důvodem jsou termodynamické ztráty a potřeba zhruba 0,5 eV na zajištění dostatečné pohyblivosti částic. Externím napětím se dá ovlivnit hodnota Fermiho hladiny a velikost zakřivení energetických hladin polovodiče.

Pro polovodič typu p je situace obdobná, ovšem hladiny jsou zakřiveny na druhou stranu a vnějším vodičem procházení díry. Zkoumaný potenciálový rozdíl (alespoň 1,23 eV) se tentokrát nachází mezi nejnižším bodem vodivostního pásu a Fermiho energií, která je u valenčního pásu. Plyny se vylučují na opačných stranách.

Hledaný polovodič musí tedy splňovat následující kritéria: vhodná šířka zakázaného pásu; valenční a vodivostní pás musí respektovat hladiny redoxních dějů vody; nabitě částice musejí mít dostatečnou kinetiku, aby nedocházelo k rekombinaci; musí dostatečně absorbovat dopadající světlo; a v neposlední řadě musí být polovodič dlouhodobě chemicky stabilní v daných podmínkách. Některé tyto podmínky jsou ovšem protichůdné. Příkladem může být volba tloušťky vrstvy polovodiče: silnější vrstva dokáže zachytit více světla, ale je zhoršena kinetika částic a dochází častěji k rekombinaci a tedy ztrátám. Možným řešením je přední, respektive zadní osvit vzorku, to je dáno větší pohyblivostí elektronů, respektive děr, skrze polovodič.



Obrázek 1: Fotoelektrochemický rozklad vody s využitím polovodiče typu n.

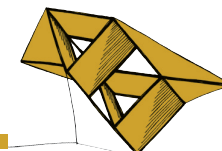
3 Seznam literatury a citace

Literatura

- Madeira, J. G. F., Oliveira, E. M., Val Springer, M., Cabral, H. L., Barbeito, D. F. C., Souza, A. P. G., Moura, D. A. S., Delgado, A. R. S. (2021) Hydrogen production from swine manure biogas via steam reforming of methane (SRM) and water gas shift (WGS): A ecological, technical, and economic analysis. *International Journal of Hydrogen Energy*. Volume 46, pp 8961-8971.
- Dias, P., Mendes, A. (2018) Hydrogen Production from Photoelectrochemical Water Splitting. *Encyclopedia of Sustainability Science and Technology*. Springer, New York, NY.
- van de Krol, R., Grätzel, M. (2012) Photoelectrochemical Hydrogen Production. *Electronic Materials: Science & Technology*. Springer Science+Business Media, LLC.

Sekce

Informatika, kybernetika



Návrh řízení RC modelu auta

Filip Duda¹

1 Úvod

Tato práce se zabývá návrhem řízení RC modelu auta. V této práci je shrnuta problematika modelování pohybu kolového vozidla a různé metody jeho lokalizace. Dále je součástí práce návrh algoritmu umožňujících řízení mobilního kolového robota za účelem sledování určité trasy a rychlosti, algoritmu umožňujících automatické plánování této trasy tak, aby zohledňovaly různá kritéria, algoritmu navrhujiících vhodnou rychlost průjezdu těchto tras. Tato práce dále obsahuje návrh softwarového rozhraní, které umožňuje efektivní použití zmíněných algoritmu a ověření funkčnosti a kvality těchto algoritmu.

2 RC model

Řízeným modelem je RC model auta Micro-Rally Car od společnosti Losi v měřítku 1:24. Model auta je ovládán dálkovým ovladačem Losi 27 MHz AM, který byl modifikován, aby místo původních mechanických vstupů přijímal signál z mikrokontroleru Arduino Uno. Původní ovládání bylo zajištěné dvěma mechanickými potenciometry pro ovládání rychlosti a natočení kol. Ty byly nahrazeny digitálními potenciometry MCP42010, které pomocí sériového rozhraní komunikují s mikrokontrolerem Arduino Uno, které získává informace o požadovaném natočení ze systému ROS. Dále byly na model připevněny markery pro sledování systémem Vicon.



Obrázek 1: RC model



Obrázek 2: Kamera systému Vicon

3 Automatické řízení

U RC modelu je možné řídit natočení předních kol a moment otáčení motoru. Nejprve bylo třeba navrhnout způsob, kterým ukládat informace o trase, kterou má RC model při průjezdu sledovat. Tato trasa je určena seznamem trojic celých čísel, které značí souřadnice x

¹ student bakalářského studijního programu Kybernetika a řídicí technika, e-mail: dudaf@students.zcu.cz

a y a požadovanou rychlost, kterou se má model pohybovat od předchozího bodu k aktuálnímu.

O sledování trasy se stará dvojice PI regulátorů pracujících nezávisle na sobě. Úkolem prvního regulátoru je udržovat rychlost RC modelu na referenční hodnotě. Druhý regulátor umožňuje sledování jednotlivých bodů trasy pomocí natáčení předních kol.

4 Plánování trasy

Aby bylo možné trasu efektivně projet, je nutné aby byla plánována automaticky. K tomu byl využit modifikovaný A* algoritmus, který byl upraven tak, aby respektoval Ackermannův kinematický model. Cílem tohoto algoritmu je nalézt nejkratší trasu tak, aby nedošlo ke kolizi s překážkou ani k nebezpečnému přiblížení se k překážce.

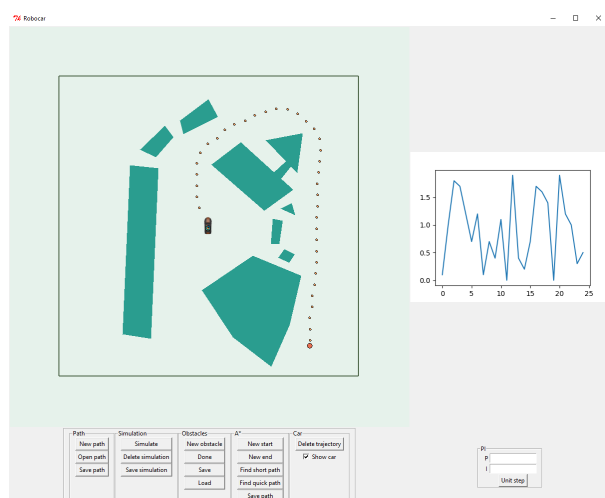
Během experimentálního testování se ukázalo, že nejkratší trasa nemusí být časově optimální, protože ji není možné projet dostatečnou rychlostí. Byl proto vytvořen druhý plánovací algoritmus, který zohledňuje prokluz pneumatik a jeho cílem je časová optimalizace průjezdu.

5 Grafické rozhraní

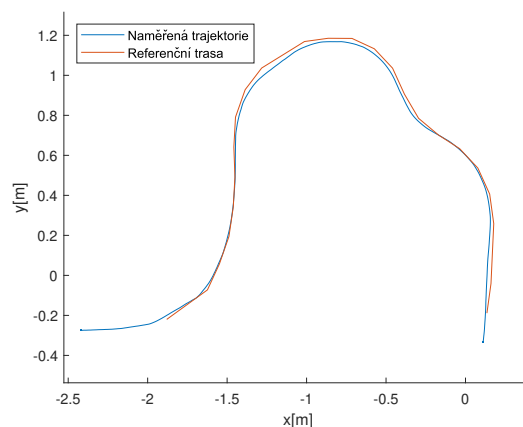
Pro jednodušší ladění PI regulátoru, zaznamenávání překážek, návrh tras a jejich vizualizaci bylo vytvořeno s pomocí knihovny Tkinter grafické rozhraní. Zde je možné nadefinovat překážky jako konvexní mnohoúhelníky, nastavit počátek a cíl automaticky generované trasy, nebo navrhnout trasu manuálně. Navržené trasy je možné simulačně ověřit. Rozhraní dále umožňuje živě sledovat polohu RC modelu a jeho aktuální rychlost.

6 Experiment

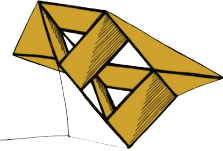
Všechny navržené algoritmy byly experimentálně otestovány s využitím systému Vicon. Poloha ze systému Vicon byla zaznamenávána ve formátu rosbag a díky tomu bylo možné vypočítat časový průběh rychlosti a zrychlení, vykreslit je i samotnou polohu a porovnat je s referenční trasou i navzájem. Bylo zjištěno, že při nízkých rychlostech je sledování navržené trajektorie poměrně přesné a velmi dobře opakovatelné, ale při vyšších vlivem prokluzu kol dochází ke znatelné odchylce, eventuálně i neřízenému smyku. Pro zjednodušení a zvýšení bezpečnosti experimentů byl do řídicího algoritmu implementován detektor kolize a vybití baterie.



Obrázek 3: Grafické rozhraní



Obrázek 4: Sledování navržené trasy



Use of Spiking Neural Networks

Václav Honzík¹

1 Introduction

Spiking neural networks (SNNs) can be thought of as the next generation of artificial neural networks. Unlike widely applied analog neural networks (ANNs), SNNs do not use continuous activation functions and instead share information via trains of discrete action potentials - spikes. This property makes them great candidates for biologically plausible simulations as well as energy-efficient replacements of ANNs. However, in their current state, SNNs are still in early development and require more research to be applicable.

This work aims to contribute to the research of spiking neural networks by applying them to selected brain-computer interface (BCI) experiments and image datasets for classification tasks.

2 Datasets and Experiments

The presence of spikes fundamentally changes the way a spiking neural network can be trained. Conventional backpropagation cannot be used directly, and thus many alternative methods have appeared. Here, the two used training approaches were a conversion from a fully trained analog network to a spiking one and Surrogate Gradient (SG) learning proposed by Netfci et. al (2019). SG replaces the "real" gradient of the loss function, which is not usable for training due to the discrete nature of spikes, with a surrogate one that has favourable properties for efficient backpropagation. In total, three classification experiments were performed using four datasets:

1. Classification of Large Multi-Subject P300 Dataset created by Mouček et. al (2017)
2. Classification of BNCI Horizon dataset created by Reichert et. al (2020)
3. Classification of the MNIST and Fashion MNIST datasets

The conversion approach often yields better results than other methods and thus was used in the first two experiments containing BCI data, which are typically harder to classify than image datasets. The first experiment used a slightly modified convolutional neural network (CNN) from the paper by Vařeka (2020), who also used it on the same P300 dataset (though without conversion to an SNN). Thirty iterations of Monte Carlo cross-validation (CV) were performed, each comprising 30 epoch training of the analog CNN and its subsequent conversion to an SNN. The converted SNN was tested with several spiking parameters such as firing rate scaling and synaptic smoothing (turning them "on" typically improves performance). The second experiment adopted a similar approach as the first one. Two different CNN models were used - one from the previous P300 experiment, while the other used 5×5 and 3×3 convolutional layers

¹ Bachelor student of Computer Science and Engineering programme, Department of Informatics and Computer Science, specialization in Informatics, email: honzikkv@students.zcu.cz

with average pooling layers in between. The entire BNCI dataset was applied in 10-fold CV and both analog CNNs were converted to their spiking variants.

Finally, the third experiment used SG learning instead of an ANN conversion as both MNIST and Fashion MNIST are relatively easy to perform well on and it was interesting to see the effect of direct training. Unfortunately, it was not possible to easily implement any type of special layers such as convolutional. Therefore, only fully connected deep spiking networks were considered. Overall, four different models were trained for 30 epochs, where the best performing one for both datasets comprised two hidden layers with 256 and 128 units.

3 Results

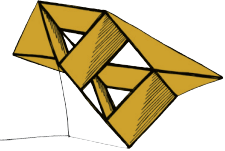
Three different experiments with spiking neural networks were performed. The result of each experiment is shown in Table 1. Unsurprisingly, the highest accuracy was attained by the SNN model in the third experiment on MNIST and Fashion MNIST. This shows that surrogate gradient can be a viable method for training since the models were simple, fully connected networks, and more complex models would likely perform better. The results from the first experiment are also promising. The SNN even achieved marginally better accuracy than the original model from Vařeka (2020). The second experiment was however unsuccessful and neither of the CNN models was able to classify the data. Both analog CNN models did not score any better than a random choice, and thus, the converted SNNs performed poorly as well.

Experiment	Dataset	Training	Epochs	Model	Accuracy [%]
1	P300	Conversion	30	CNN	64.96
2	BNCI Horizon	Conversion	30	CNN (2 conv. layers)	52.31
2	BNCI Horizon	Conversion	30	CNN (from exp.1)	52.04
3	MNIST	SG	30	Dense - 2 hidden layers	97.09
3	Fashion MNIST	SG	30	Dense - 2 hidden layers	85.52

Table 1: Results from each performed experiment

References

- Mouček, R., Vařeka, L., Prokop, T., Štěbeták, J., et al. (2017) Event-related potential data from a guess the number brain-computer interface experiment on school children. *Scientific Data*. Available from: <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.121>.
- Neftci, E.O., Mostafa, H., Zenke, F. (2019) Surrogate Gradient Learning in Spiking Neural Networks: Bringing the Power of Gradient-Based Optimization to Spiking Neural Networks. *IEEE Signal Processing Magazine*. Available from: <https://doi.org/10.1109/MSP.2019.2931595>.
- Reichert, C., Tellez Ceja, I.F., Sweeney-Reed, C.M., Heinze, H.J., et al. (2020) Impact of Stimulus Features on the Performance of a Gaze-Independent Brain-Computer Interface Based on Covert Spatial Attention Shifts. *Frontiers in Neuroscience*. Available from: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fnins.2020.591777>.
- Vařeka, L. (2020) Evaluation of convolutional neural networks using a large multi-subject P300 dataset. *Biomedical Signal Processing and Control*. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2019.101837>.



Bezpečné předávání zpráv s použitím blockchainu

Martin Procházka¹

1 Motivace

Na zabezpečení komunikace v prostředí internetu i mimo něj je v dnešní době kladen obrovský důraz. Následky prozrazení obsahu komunikace mohou být v mnohých případech těžko napravitelné až fatální. Tato problematika byla historicky více či méně úspěšně řešena, cílem této práce bylo se s těmi úspěšnějšími řešeními seznámit a navrhnout řešení, které bude v některých aspektech lepší, než ta stávající. Jako prostředek pro překonání nedostatků v současných systémech bude sloužit decentralizovaný blockchain s podporou chytrých kontraktů, tedy programů spouštěných decentralizovaně bez nutnosti vkládat důvěru v konkrétní uzel sítě. Mezi zkoumané protokoly patří PGP, Signal a v rámci přenosu důvěry také TLS.

2 Komunikační protokol

Způsob jakým komunikace probíhá je definován komunikačním protokolem. Aby bylo možné protokol považovat za bezpečný, musí mít následující vlastnosti: důvěrnost – odeslanou zprávou dokáže číst výhradně adresát; integrita – jakékoliv modifikace odeslané zprávy lze opravit nebo detekovat; autentikace – identita odesílatele je ověřena a odeslaná zpráva je s identitou odesílatele přímo, či nepřímo, svázána; odmítnutelnost – třetí strana nedokáže prokázat, kdo je ve odesílatelem zprávy. Tyto vlastnosti garantují bezpečný přenos do chvíle, než jednomu z účastníků komunikace uniknou stavové proměnné protokolu. Pokud ke kompromitaci dojde, je snaha omezit její dopad, proto jsou navíc žádoucí další dvě vlastnosti: dopředné zabezpečení – uniklé stavové informace nedostačují k prolomení historické komunikace; a zpětné zabezpečení – protokol se z úniku dokáže zotavit a obnovit důvěrnost komunikace. Všechny tyto vlastnosti nabízí protokol Signal, který byl zvolen jako stavební kámen blockchainové implementace.

3 Autentikace

Uživatelé vystupují pod různými identitami (emailové adresy, telefonní čísla, ...), které je nutné ověřovat. Pro tento účel v systému figurují verifikační autority. Ověření funguje na bázi předání tokenu přes ověřovaný kanál a blockchainovém *commit & reveal* schématu. Navrženy byly dva protokoly, v první variantě chytrý kontrakt přiřazuje verifikační autoritu nedeterministicky, v druhé variantě si uživatel sám vybírá, u které verifikační autority se ověří. Tyto protokoly jsou dále analyzovány z pohledu bezpečnosti a implementovatelnosti na blockchainu. Diskutován je také způsob, jakým jsou autority přidávány do systému.

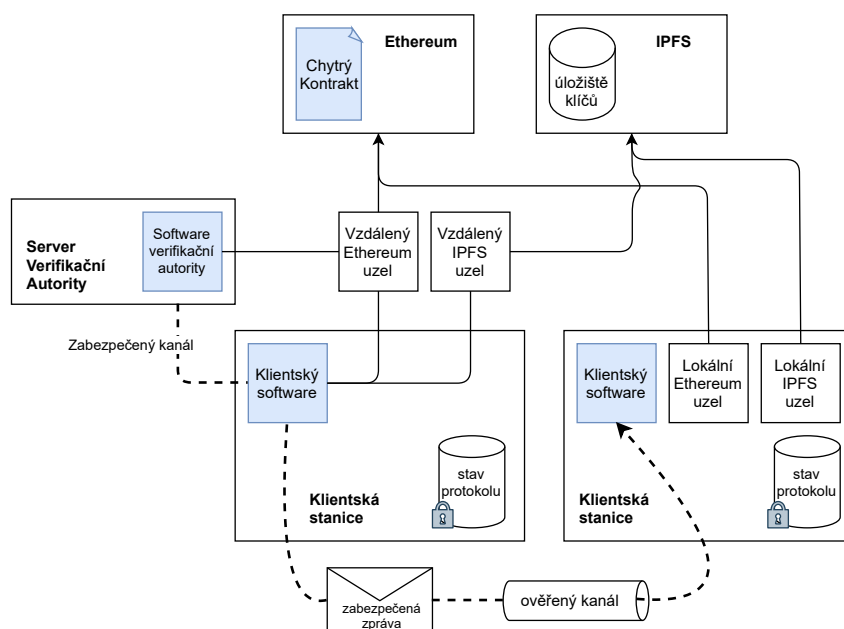
¹ student bakalářského studijního programu Inženýrská informatika, obor Informatika, e-mail: prochazm@students.zcu.cz

4 Distribuce klíčů

Konverzace v Signalu začíná výměnou klíčů, která je realizována protokolem X3DH (Marlinspike (2017)). Ten vyžaduje, aby měl každý uživatel jeden klíč identitní, střednědobý a jednorázový – ten je zahájením relace spotřebován. Jednorázových klíčů je pochopitelně nutné uchovávat větší množství, jinak by mohlo dojít k jejich vyčerpání. Ukládání klíčů přímo na blockchain je kvůli cenovým implikacím prakticky nerealizovatelné, řešením je ukládat tyto klíče na IPFS (Benet (2014)). Na blockchainu je pak uložena pouze adresa souboru s klíči uloženého na IPFS. Tím je dosaženo konstantní ceny za uložení sady veřejných klíčů nezávisle na velikosti n-tice jednorázových klíčů.

5 Realizace

Výsledný produkt se skládá ze tří programových celků – sada chytrých kontraktů, klientská aplikace a server verifikační autority. Chytré kontrakty jsou psány v jazyce Solidity pro blockchain síť Ethereum (Wood (2020)), ostatní programové vybavení je řešeno na platformě Node.js. Pohled na architekturu navrženého systému je vidět na obrázku 1.



Obrázek 1: Architektura systému, realizovaný software je zvýrazněn modře.

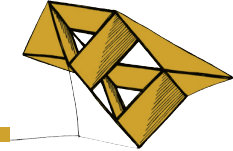
Literatura

Marlinspike, M. The X3DH Key Agreement Protocol. Technical report, November 2016.

Dostupné z: <https://www.signal.org/docs/specifications/x3dh/x3dh.pdf>.

Wood, G. Ethereum: A secure decentralised generalised transaction ledger. Ethereum project yellow paper. 2020, 3e2c089. Dostupné z: <https://github.com/ethereum/yellowpaper>.

Benet, J. IPFS - Content Addressed, Versioned, P2P File System. Dostupné z: <https://github.com/ipfs/papers/raw/master/ipfs-cap2pfs/ipfs-p2p-file-system.pdf>.



Voice-Enabled Smart Home Modules

Josef Šanda¹, Martin Bulín²

1 Introduction

The use of modern technologies in the home opens up new possibilities for manage the user's time and efficient energy. The smart home responds to the user's needs and uses automatic control to increase the comfort of living. The smart home centre is a complex system with various separate modules which collects locally measured data. Based on this data and active interventions from the user, they automate operations in the home. The main features of a smart home include the ability for the user to interact with the system easily. This feature is often mediated through a website or voice interaction. This project focuses on one aspect of the smart home - enabling the user to build modules and control them by voice.

The voice-enabled modules help the user control the smart home more efficiently, quickly and increase the entire solution's comfort. The user simply says his command or question and gets voice responses with the system's action, so the user does not have to go anywhere or even interrupt his work.

The project aims to build a modular functional system with voice-enabled modules for the smart home, fulfilling specific real applications. This example application consists of three development boards connected to four lights and three sensors measuring different physical quantities. These control and analytical components are connected to a central modular functional system. Voice interaction is done by a custom solution - by connecting VoiceKit³ Google (2017) and SpeechCloud⁴. The entire project is accessible to the user via a web interface, which clearly provides all available information.

2 Methods and Results

As part of the bachelor's thesis Šanda (2021), an *engine* was designed for this project used as a central modular functional system. As shown in the diagram of project architecture in Fig. 1, this system includes tools such as MQTT, WebSocket, MongoDB and Tornado web server, which allow communication, data visualization and data storage throughout the smart home. A critical block of this system is *logic*. This block captures a command from the VoiceKit or keyboard interface, then browse a pre-defined list of each module's commands and determines the best match for the user voice command or command written on the keyboard.

¹bachelor-degree student of Applied Sciences and Computer Engineering, field of study Cybernetics and Control Engineering. E-mail: jsanda@students.zcu.cz

²PhD student of Applied Sciences and Computer Engineering, field of study Cybernetics and Control Engineering, focused on Neural Networks. E-mail: bulinm@kky.zcu.cz

³VoiceKit - is a building kit made by Google that lets users create their natural language processor and connect it to the Cloud TTS and ASR service.

⁴SpeechCloud - is a platform developed at the Department of Cybernetics of the University of West Bohemia. It connects ASR and TTS systems operating together via one interface.

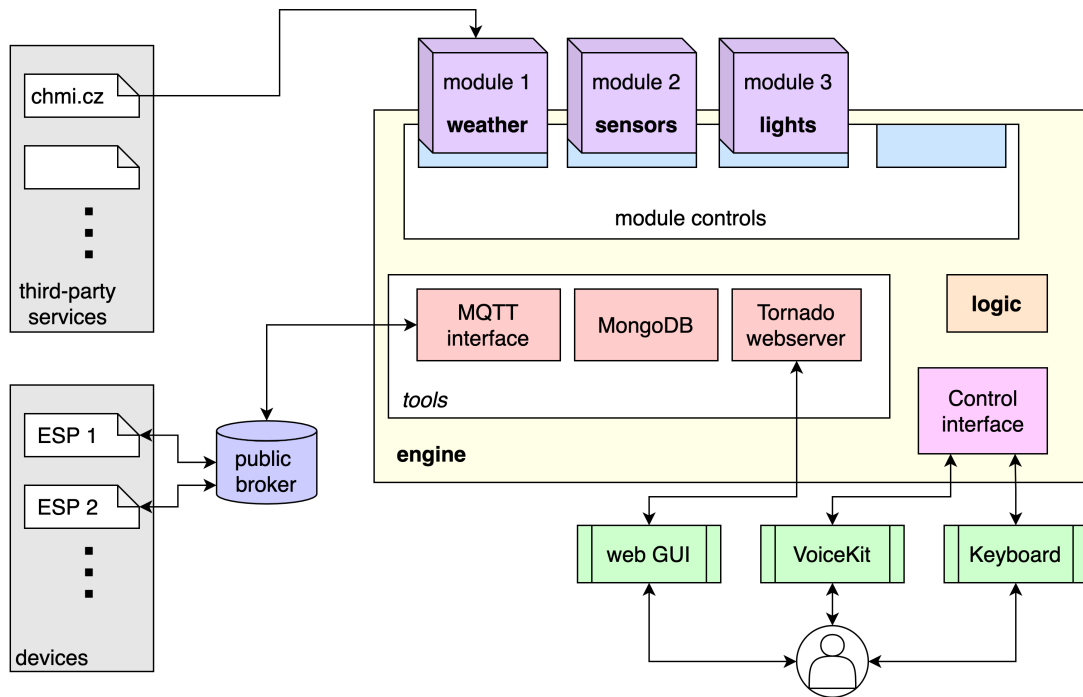


Figure 1: Diagram of project architecture

All the functions and automation of the whole smart house are programmed in Python as modules that are very easy to build and insert into the project. These modules need to be saved to the correct folder and create the file according to the prescribed template. Then when the user says the command to reload the modules, these modules will automatically connect to the entire system. Each module can communicate with development boards connected to the *engine* and thus draw data from sensors or control actuators. Alternatively, these modules can communicate with the Internet and third-party services.

A unique communication interface called a keyboard is created for developers. Using this keyboard, it is possible to quickly enter and debug voice commands in various form with high accuracy via the command line.

The user can communicate with the system using VoiceKit and a website. The main communication interface for the user in this project is VoiceKit, where after pressing the upper button, the user can say a question or give an order for any module. The module can also respond via VoiceKit. The website is created to present data, states, and voice commands. In addition, the user can control the lights via a web application.

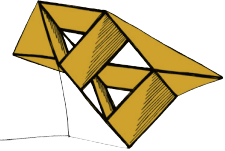
Example of using a function to measure illuminance from the *Sensors* module.

- (User) How much is the light intensity?
- (System) The light is off. The specific light intensity value is 22 lx.

References

Google LLC, 2017. *VoiceKit - Do-it-yourself intelligent speaker*. Available at: <https://aiyprojects.withgoogle.com/voice/> [Accessed May 22, 2021].

Šanda, J., 2021. *Voice-Enabled Smart Home Modules*. Bachelor thesis. University of West Bohemia, Univerzitiní 2732/8, 30100 Pilsen 3, Czech Republic



Detekce polarity textu s využitím mezijazyčné transformace

Jakub Šmíd¹

1 Úvod

Detekce polarity textu je úloha zpracování přirozeného jazyka, jejímž cílem je klasifikace vstupního textu dle jeho polarity. Pro tuto úlohu jsou potřeba anotovaná data, kterých může být v některých jazycích nedostatek. Proto se hledají metody, které umožňují použití anotovaných dat z jednoho jazyka v jazyce druhém. Jednou z možností jsou mezijazyčné transformace.

Cílem této práce bylo vytvořit program pro detekci polarity českého textu a pomocí experimentů ověřit možnosti využití dat z jiného jazyka (konkrétně angličtiny) s použitím mezijazyčných transformací a zhodnotit jejich vliv na úspěšnost detekce polarity.

2 Lineární mezijazyčné transformace

Lineární mezijazyčné transformace transformují předtrénované jednojazyčné slovní vektory do společného prostoru pomocí lineárního zobrazení a dvojjazyčných slovníků, jak shrnul např. Ruder et al. (2019). Lineární zobrazení umožňuje transformaci mezi dvěma vektorovými prostory prostřednictvím afinních transformací (např. rotace, posun a zrcadlení). Tyto přístupy vychází z pozorování, která ukazují, že rozmístění vektorů slov zdrojového jazyka je po provedení vhodné lineární transformace geometricky velmi podobné rozmístění vektorů slov jejich překladů. Cílem je nalézt transformační matici \mathbf{W} , která umožní transformovat vektorový prostor zdrojového jazyka s do vektorového prostoru cílového jazyka t . Vynásobením vektoru \mathbf{x}^s slova v původním prostoru transformační maticí \mathbf{W} je získán příslušný vektor \mathbf{x}^t v prostoru cílovém (viz rovnice 1). V této práci byla pro získání matice \mathbf{W} použita metoda nejmenších čtverců (MSE), kterou navrhl Mikolov et al. (2013), a ortogonální metoda, kterou popsal Xing et al. (2015). Obě metody ponechávají vždy jeden prostor nezměněný a druhý na něj mapují.

$$\mathbf{x}^t = \mathbf{W}\mathbf{x}^s \quad (1)$$

3 Experimenty a výsledky

Experimenty byly provedeny s použitím tří datových sad obsahujících filmové recenze – jedné české (ČSFD) a dvou anglických (SST a IMDb). Pro detekci polarity textu byly navrženy a implementovány dva modely neuronových sítí – konvoluční neuronová síť (CNN) a rekurentní neuronová síť (konkrétně obousměrná LSTM) – v kombinaci s natrénovanými slovními vektory *fastText*. Modely byly nejprve natrénovány a vyhodnoceny pouze na českých datech. Dále byly s využitím lineárních mezijazyčných transformací natrénovány na anglických datech a vyhodnoceny na češtině. Transformace proběhla z angličtiny do češtiny i naopak. Pro tvorbu transformační matice bylo vybráno 5 000 nebo 20 000 slov. Tabulka 1 ukazuje dosažené výsledky porovnané s jednojazyčnými experimenty.

¹ student bakalářského studijního programu Inženýrská informatika, obor Informatika, e-mail: biba10@students.zcu.cz

BiLSTM							
Počet tříd	CS	Dataset	Metoda	5 000		20 000	
				EN→CS	CS→EN	EN→CS	CS→EN
3	84,92±0,30	SST	MSE	46,06±0,75	48,91 ±2,59	45,86±0,92	47,53 ±3,72
			ortog.	47,25 ±3,10	48,14 ±1,63	49,15 ±2,10	49,71 ±3,03
		SST (fráze)	MSE	46,83±0,60	46,52 ±2,89	46,42±0,98	47,59 ±4,29
			ortog.	49,53 ±2,91	48,09 ±1,39	50,09 ±2,35	49,10 ±2,27
2	94,29±0,29	SST	MSE	82,82±0,71	84,91±0,71	83,37±2,49	82,54±2,49
			ortog.	79,61±2,69	82,41±2,09	81,05±1,88	82,47±2,49
		SST (fráze)	MSE	82,60±2,69	82,57±2,71	83,33±0,93	84,32±0,93
			ortog.	82,42±1,94	83,57±1,25	82,41±2,46	83,14±2,64
		IMDb	MSE	86,20 ±1,84	87,48 ±1,84	85,17±0,89	87,98 ±0,89
			ortog.	86,89 ±0,64	88,25 ±1,14	87,59 ±0,48	88,57 ±0,36

CNN							
Počet tříd	CS	Dataset	Metoda	5 000		20 000	
				EN→CS	CS→EN	EN→CS	CS→EN
3	83,18±0,14	SST	MSE	46,83±0,09	58,87 ±1,10	47,12±0,10	57,60 ±1,61
			ortog.	50,32 ±1,79	50,58±1,10	51,53 ±1,42	50,38±1,08
		SST (fráze)	MSE	46,81±0,10	57,71 ±1,21	47,18±0,09	57,63 ±0,92
			ortog.	50,07 ±1,27	51,50±0,86	51,46 ±0,63	50,42±0,75
2	93,86±0,12	SST	MSE	86,46±0,19	86,66±0,46	86,99±0,12	86,19±0,65
			ortog.	84,25±1,44	85,46±0,80	86,18±0,30	86,82±0,31
		SST (fráze)	MSE	86,31±0,37	86,47±0,22	86,86±0,17	86,83±0,40
			ortog.	84,80±1,17	86,36±0,40	85,93±0,44	86,41±0,40
		IMDb	MSE	88,05±0,20	86,64±1,35	88,36 ±0,10	88,11 ±1,72
			ortog.	87,18±0,34	87,81±0,37	88,16 ±0,17	88,99 ±0,34

Tabulka 1: Makro F-míra v procentech pro modely BiLSTM a CNN se slovními vektory *fast-Text* (natrénované na datech z IMDb a SST datasetů pro angličtinu, z ČSFD datasetu pro češtinu) při použití mezijazyčných transformací s transformační maticí získanou z 5 000 či 20 000 slov metodou nejmenších čtverců nebo ortogonálně a transformací z angličtiny do češtiny (EN→CS) i naopak (CS→EN). Trénováno jen na datech anglických (sloupec **Dataset**) a vyhodnoceno na českých testovacích. Sloupec **CS** slouží k porovnání s jednojazyčnými výsledky. Pro každý model, počet tříd a směr transformace je nejlepší výsledek zvýrazněn **tučně**, při překrývání intervalu spolehlivosti je navíc **podtržený**.

4 Závěr

Porovnání jednojazyčných experimentů s experimenty s využitím mezijazyčné transformace ukázalo, že s dostatečným množstvím výhradně anglických dat lze dosáhnout velmi dobrých výsledků, které jsou jen o 5 až 6 % horší v porovnání s modely trénovanými jen na českých datech.

Literatura

- Mikolov, T., Le, Q. V., a Sutskever, I. (2013) Exploiting Similarities among Languages for Machine Translation. *CoRR*. Dostupné z: <http://arxiv.org/abs/1309.4168>.
- Ruder, S., Vulić, I., a Søgaard, A. (2019) A survey of cross-lingual word embedding models. *Journal of Artificial Intelligence Research*, s. 569–631.
- Xing, C. et al. (2015) Normalized word embedding and orthogonal transform for bilingual word translation. In *Proceedings of the 2015 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies*, s. 1006-1011.