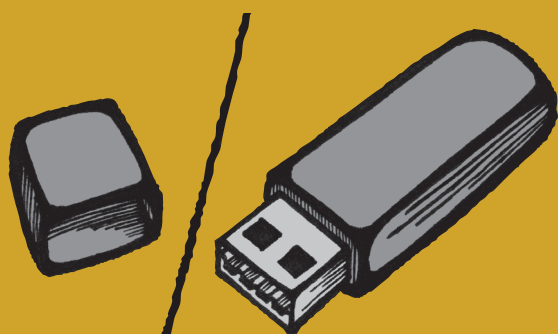


FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD
ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY
V PLZNI

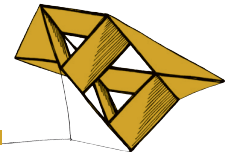
SBORNÍK

STUDENTSKÁ VĚDECKÁ KONFERENCE



BAKALÁŘSKÉ
STUDIJNÍ PROGRAMY

9.6.2022



Bakalářské studijní programy

Sborník rozšířených abstraktů

Název: SVK FAV 2022 – bakalářské studijní programy

Editor: Jan Rendl

Ilustrace na obálce: Jana Trávníčková

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

Datum vydání: červen 2022

ISBN 978-80-261-1094-1

Tato publikace neprošla redakční ani jazykovou úpravou.

Sponzoři konference



Další sponzoři konference

AIMTEC a. s.

Robert Bosch spol. s r.o.

Broker Consulting, a.s.

CCA Group a.s.

CertiCon a.s.

Emplifi Czech Republic a.s.

GEOREAL spol. s r.o.

Konplan s.r.o.

Retailys.com s.r.o.

REX Controls s.r.o.

ŠKODA JS a.s.

Obsah

Sekce – Fyzika, matematika, geomatika, mechanika

Kompaktní světelné zdroje na laserové bázi

Vosejпка Jan

7

Sekce – Informatika, kybernetika

Automatické ovládání žaluzií s využitím strojového učení

Breník Vojtěch

10

Digitální bezčočková holografická mikroskopie

Dědová Anna

12

Datová kostka pro analýzy výzkumu a vývoje inovací pro datový sklad ZČU

Jež Dominik

14

Analyzátor VPN komunikace

Koldovská Aneta

16

Návrh autonomního řízení RC modelu auta

Kuchař Petr

18

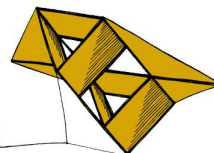
Sledování špičky jehly ve videu chirurgického šití

Žahour David

20

Sekce

Fyzika, geomatika, matematika, mechanika



Kompaktní světelné zdroje na laserové bázi

Jan Vosejпка¹

1 Motivace

Menší, lehčí a intenzivnější zdroje světla otevírají nové aplikační možnosti v osvětlovací technice. Možným uplatněním světelných zdrojů na bázi laseru jsou například reflektory v automotive, světlomety v průmyslových, sportovních a kulturních aplikacích, nebo další speciální aplikace.

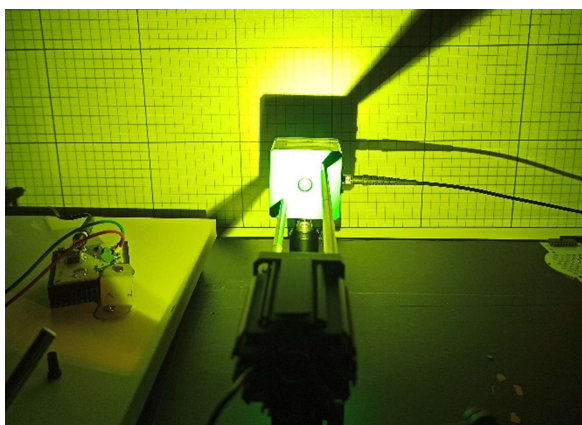
Běžné bílé diody jsou založené na modré LED diodě s vyzařováním na energii o vlnové délce okolo 450 nm a luminoforu v práškové nebo vrstevové podobě, který alespoň část modrého světla přemění na světlo o vyšších vlnových délkách. MonaLIGHT pracuje principiálně stejně, ale místo modré LED diody má laserovou diodu a luminoforem je monokrystal.

2 Princip technologie

Polovodičové laserové diody mají oproti LED užší emisní spektrum, vyšší světelný výkon a lepší směrovost. Při aplikaci tak může dojít k redukci většího počtu diod. Koherenci záření, která v osvětlovacích aplikacích není žádoucí, naruší luminofor. Jako luminofor se označuje takový materiál, který dokáže absorbovat světlo o kratší vlnové délce a vyzářit ho na delší vlnové délce. Pro složení bílého světla je nejčastěji využit luminofor s vrcholem emisního spektra mezi zelenou a žlutou barvou (např. YAG: Ce). Krystal luminoforu pro MonaLIGHT se vyrábí výbrusem z kuličky monokrystalu a jeho dalšími funkcemi je odvod tepla a dle tvaru výbrusu i určování šířky výstupního světelného kužele. Aby ve výsledném světelném spektru zůstala část modrého světla a nedošlo k tzv. plné konverzi, nahrazuje se část krystalu luminoforu čirým krystalem, který přebírá všechny funkce luminoforu kromě absorpce a přeměny spektra. Rozhraní mezi luminoforem a čirým krystalem navíc pracuje jako difuzér a „smíchává“ pronikající modrý paprsek se zářením luminoforu a výsledkem tak je homogennější barva světla na průřezu výstupního světelného kužele.

Účinnost laserové diody je podobná účinnosti LED diody, takže s vyšším světelným výkonem je třeba pracovat i s množstvím generovaného tepla. Vyšší teploty mohou poškodit diodu a také mohou způsobit „zhášení luminoforu“, kdy klesá účinnost světelné přeměny a klesá intenzita světla. Pro co nejlepší odvod tepla je modulu zdroje vyrobeno z mědi a je třeba umožnit další posun tepla z modulu na další konstrukce. Zvyšování výkonu navíc způsobuje posuny emisních spekter diody i luminoforu a může se tak stát, že emisní spektrum diody se dostane mimo ideální hodnoty absorpčního spektra luminoforu, který tak bude přeměňovat méně světla a světlo bude více modré. Ukázka z měření emisních spekter je na obr. 1.

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



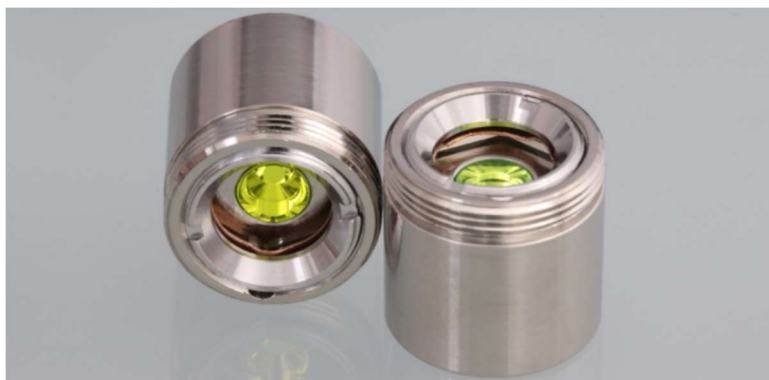
Obr. 1: Ukázka z měření emisního spektra luminoforu YAG: Ce.

3 Cíle výzkumu

Při vývoji zdroje bylo třeba změřit spektra diod a luminoforů a určit provozní teploty laserové diody v závislosti na přivedeném proudu a posuny emisních spekter diody i luminoforu v rozsahu těchto příkonů. Značné důsledky na světelný tok měla kvalita opracování krystalu s luminoforem (hrubost povrchu krystalu luminoforu, struktura spoje luminoforu s čirým krystalem, tvar krystalu). Zkoumány byly i vztahy mezi světelným tokem a použitým přitlačným sklíčkem, které drží krystal na místě a má možnost antireflexní úpravy. Dále bylo třeba rozhodnout o nejlepší lepidle na uchycení přitlačného sklíčka ke krystalu a způsobu uchycení samotného sklíčka. Při vývoji zdroje bílého světla hrálo velkou roli i měření barevného bodu v souřadnicích CIE a zkoumání vlivů na posun tohoto bodu.

4 Výsledky

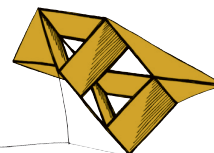
Modul na obr. 2 ve tvaru válečku o průměru 12 mm a výšce 11,6 mm dokáže vyprodukovat světelný tok až 1500 lm při příkonu 13 W. Směrovost světelného kužele může být až taková, že pod úhlem 16° od středu kužele je svítivost 50%. Modul lze snadno integrovat, či osazovat doplňkovou optikou. Pro určitou geometrii krystalu lze paprsek s velkou účinností zavést do optického vlákna.



Obr. 2: Laserový modul s monokrystalem luminoforu.

Sekce

Informatika, kybernetika



Automatické ovládání žaluzií s využitím strojového učení

Vojtěch Breník¹

1 Úvod

Stínění oken v pozemních stavbách určených k bydlení se využívá k regulaci teploty a zajištění soukromí obyvatel. Jednou z možností stínění jsou venkovní žaluzie osazené pohonem na dálkové ovládání, díky kterému je možné žaluzie řídit automaticky, viz Lubinová (2013). Tato práce se zabývá návrhem systému pro automatické řízení takových žaluzií včetně návrhu a realizace měřicích zařízení použitelných pro měření veličin užitečných při rozhodování systému a možnostmi využití strojového učení k ovládání žaluzií v reálném čase. Zkoumá také časový vývoj použitých algoritmů při opakovaném učení na postupně sbíraných datech s ohledem na měnící se požadavky uživatele a měnící se podmínky v průběhu roku. Veškerá měření probíhala v domě autora, na kterém jsou instalovány použité venkovní žaluzie.

2 Definice úlohy a sběr dat

Podle faktorů, které mohou mít vliv na rozhodování člověka o nastavení žaluzie, bylo určeno 15 vstupních veličin (příznaků) – den v roce, den v týdnu, denní čas, přítomnost uživatele v domácnosti, teplota v místnosti a venku, intenzita osvětlení uvnitř a venku, hodinová předpověď teploty na 3 h dopředu a předpověď nejvyšší denní teploty, odhad stavu počasí, rychlosti a směru větru. Teplota a intenzita osvětlení uvnitř i venku byla měřena zařízeními vlastní konstrukce, přítomnost uživatele se vyhodnocovala na základě zeměpisné polohy jeho telefonu a ostatní nečasové veličiny se získávaly pomocí rozhraní pro programování aplikací (API) OpenWeather.

Stav žaluzií (výstup navrhovaného systému) vyjádřený pomocí míry vytažení a úhlu naklopení lamel se získával z API výrobce pohonu žaluzie. Stav se společně s hodnotami příznaků periodicky ukládal do databáze. V případě ruční změny stavu uživatelem se uložil vzorek dat i mimo periodu.

Úlohou je na základě hodnot příznaků odhadnout vhodný stav žaluzie (regrese). K tomu byly využity 3 různé metody (sekce 4), 2 z nich využívaly neuronové sítě (NS).

3 Zařízení pro měření teploty a osvětlení

Navržená zařízení pro měření teploty vzduchu a intenzity osvětlení využívají modulu s ESP8266, který integruje jednočipový počítač (MCU) a kompletní řešení WiFi. K MCU je připojen pomocí standardního rozhraní 1-Wire digitální teploměr DS18B20 a pomocí I²C senzor intenzity osvětlení TSL2591. Zapojení je realizováno na desce plošných spojů vlastní výroby. Naměřené hodnoty jsou přenášeny po WiFi pomocí protokolu MQTT.

Jedno z měřicích zařízení je umístěno uvnitř místnosti, kterou zatemňuje vybraná žaluzie, druhé pak na střeše domu. Před povětrnostními vlivy je venkovní zařízení chráněno plastovou

¹ student bakalářského studijního programu Kybernetika a řídicí technika, specializace Umělá inteligence a automatizace, e-mail: vbrenik@students.zcu.cz

krabičkou vytištěnou na 3D tiskárně s průhledným okénkem pro senzor intenzity osvětlení.

4 Automatické ovládání žaluzií

Pro automatické ovládání žaluzií byly navrženy tři regresory – první z nich je založen na ručně vytvořených pravidlech („Ifelse“), další dva využívaly k odhadu výstupu NS (jeden dopřednou NS – „FFNN“, druhý rekurentní – konkrétně LSTM). Struktura NS a některé parametry jejich trénování (batch size, počet epoch) byly zvoleny na základě úspěšnosti kombinací vybraných hodnot těchto parametrů. Trénovány byly na náhodně vybrané podmnožině dat uložených v databázi. FFNN využívala pro odhad hodnoty příznaků v jednom časovém okamžiku, LSTM pak jejich posloupnost ze 64 po sobě následujících časových okamžiků. Porovnání jednotlivých regresorů a jimi poskytovaných výsledků shrnuje tabulka 1.

	Ifelse	FFNN	LSTM
Počet parametrů	17	817	53634
Doba predikce [ms]	250	30	430
Doba trénování [s]	-	1839	12129
MSE	0,120	0,0246	0,00426

Tabulka 1: Porovnání vybraných vlastností regresorů. Doba predikce platí pro 400 vzorků.

Obě NS se opakovaně přetrénovávaly na nově sesbíraných datech, díky čemuž se mohly přizpůsobovat novým skutečnostem v datech a postupně zvyšovat přesnost svého odhadu. Další výhodou využití strojového učení je i skutečnost, že vhodné nastavení vyvstane z dat samo a uživatel se tak nemusí starat o ruční nastavení časových i jiných závislostí, které je jinak nutné v tradičních systémech (např. regresor Ifelse), což ukázal i Popa et al. (2018).

Byla vyhodnocena důležitost příznaků metodou *Permutation feature importance*, viz Breiman (2001), pro jednotlivé NS. Pro oba modely jsou důležité zejména časové údaje a intenzita osvětlení uvnitř i venku.

Pro systém bylo vytvořeno grafické uživatelské rozhraní jako webová aplikace, které umožňuje ruční ovládání žaluzie, zobrazení nasbíraných dat, simulaci funkce některých regresorů pro libovolné zadané hodnoty příznaků a vizualizaci historických hodnot příznaků, skutečného řízení a řízení navrhovaného regresory na základě skutečných dat v grafech.

Ukázalo se, že neuronové sítě při ovládání žaluzie dosahují přesnějších výsledků než obdobný systém zkonstruovaný ručně pomocí pravidel. Opakované trénování na nově sbíraných datech postupně vylepšuje přesnost odhadu.

Literatura

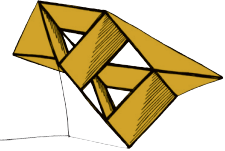
Breiman, L. (2001) Random Forests. *Machine Learning* 45, s. 5–32.

DOI: 10.1023/A:1010950718922.

Lubinová Š. (2013) *Stínění oken: žaluzie, rolety, markýzy a slunolamy*. Grada Publishing, ISBN: 978-80-247-4579-4.

Popa et al. (2018) Deep learning model for home automation and energy reduction in a smart home environment platform. *Neural Computing and Applications* 31.5, s. 1317–1337.

DOI: 10.1007/s00521-018-3724-6.



Digitální bezčočková holografická mikroskopie

Anna Dědová¹

1 Úvod

S vývojem CMOS technologie dochází ke stálému zmenšování velikosti pixelu CMOS obrazových senzorů a ke snižování ceny senzoru, což umožňuje řadu nových využití v oblasti biomedicínského zobrazování. Díky těmto pokrokům dosahují metody bezčočkového zobrazování dostatečného rozlišení pro jejich aplikace namísto klasických optických systémů, s výhodami nižší ceny, zobrazování s rozlišením hloubky, většího zorného pole a vysoké adaptability. Jednou z hlavních metod bezčočkového zobrazování je digitální holografie. (Dědová (2022))

2 Princip digitální holografie

Digitální holografie spočívá ve využití bodového koherentního nebo semi-koherentního zdroje záření (obvykle ve viditelném spektru), který za splnění určitých podmínek po průchodu zkoumaným vzorkem vytvoří v rovině senzoru interferenční vzorec - hologram. V nejjednodušší konfiguraci jsou zdroj záření, vzorek a senzor umístěny na optické ose (in-line holografie). Z tohoto obrazového záznamu, znalosti parametrů původního záření a geometrického rozložení prvků je poté digitálně zrekonstruováno optické vlnění v různých řezech zobrazovaného vzorku. Touto rekonstrukcí je možné určit amplitudu elektromagnetického vlnění (běžný způsob zobrazování), ale také iterativně odhadnout jeho fázový obraz v libovolné vzdálenosti od senzoru. Hlavní výhodou holografie je možnost digitálního zaostření v různých hloubkách vzorku, které umožňuje zobrazování vzorků větších objemů nebo částic pohybujících se volně nebo v kanálech, které umožňují vertikální pohyb. Dále je také hardwarová komplexita zařízení (přesná optika) z velké míry přesunuta do komplexity výpočetní, čímž se stává zařízení dostupnějším a snadno přizpůsobitelným pro konkrétní aplikace.

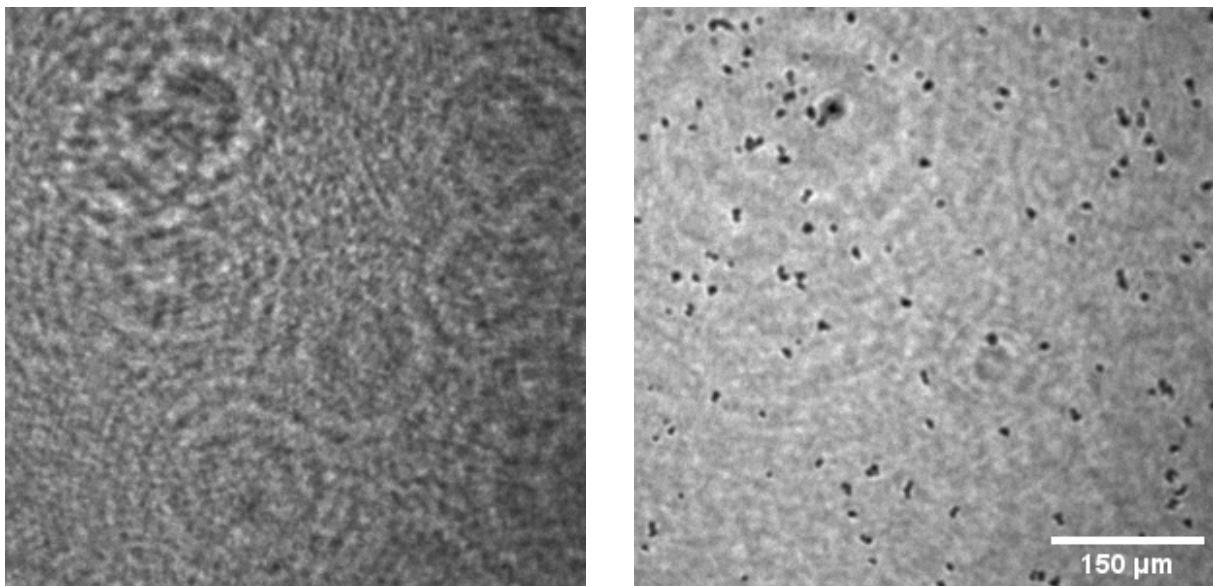
3 Návrh a implementace zařízení

Cílem návrhu bylo vytvoření robustního a dostupného zobrazovacího zařízení bez využití čoček, které bude dosahovat rozlišení dostatečného pro pozorování buněk kvasinek ($3 - 4 \mu m$). Za tímto účelem byla z řady různých způsobů implementace vybrána varianta s LED diodou, barevným filtrem a metalickou pinhole (bodovou šterbinou), které dohromady tvoří zdroj světla požadovaných vlastností. Vzorek je umístěn v on-chip konfiguraci (v blízkosti senzoru), která umožňuje použití zdroje světla s menšími nároky na koherenci a maximální šířku zorného pole. Pro záznam obrazu byl použit kamerový modul Raspberry-Pi Camera V2 s odmontovanou zobrazovací čočkou a senzorem s velikostí pixelu $1.12 \mu m$ a Bayerovým filtrem. Implementace rekonstrukčního algoritmu byla provedena v jazyce Python a vizualizována na Raspberry Pi.

¹ studentka bakalářského studijního programu Kybernetika a řídicí technika, obor Automatické řízení a robotika, e-mail: annadedo@students.zcu.cz

V první fázi byl řešen návrh geometrických parametrů zařízení pro 3D tisk s ohledem na vlastnosti dostupných optických prvků (velikost pinhole, spektrální šířka filtru, střední vlnová délka diody). Optické vlastnosti zdroje a geometrické rozmístění prvků určují dosažitelné rozlišení, které je omezeno časovou a prostorovou koherencí a také velikostí pixelu (vzorkováním). Teoreticky bylo toto rozlišení omezeno na $3.34 \mu\text{m}$, především vlivem konstrukce senzoru a poměrně velké vzdálenosti vzorku od senzoru (4 mm). Toto rozlišení bylo přibližně ověřeno i experimentálně na vzorku kvasinek.

V druhé fázi bylo řešeno zpracování obrazu a rekonstrukční algoritmus. Data ze senzoru byla rozdělena na informace z jednotlivých pixelů Bayerovy mřížky pro odstranění demosaicing artefaktů a data z každého čtvrtého pixelu (zeleného) byla využita jako vstupní informace pro rekonstrukci. Pro rekonstrukci byla zvolena metoda úhlového spektra, kdy je záznam 2D-Fourierovou transformací přenesen do Fourierovy oblasti, kde je zpětně propagován konvolucí s Fourierovým obrazem impulzní funkce popisující propagaci referenčního vlnění. Nakonec je inverzní Fourierovou transformací získán komplexní popis vlnění ve zvolené vzdálenosti od senzoru a posléze zobrazena jeho amplituda.



(a) Hologram

(b) Rekonstrukce ve vzdálenosti $5400 \mu\text{m}$

Obrázek 1: Zobrazení kvasinek - hologram a rekonstrukce

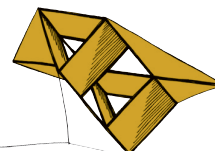
4 Aplikace v biologii

Jak zmiňují Ozcan A. a McLeod E. (2016), digitální holografie díky svým vlastnostem (hloubkové rozlišení, šířka zorného pole, ...) nabízí mnoho aplikací, zejména pro sledování a detekci pohybujících se částic, zobrazování vzorků velkého objemu nebo cytometrické aplikace.

Literatura

Dědová A., *Application of CMOS Sensors in Biology*. Bakalářská práce. Plzeň, Západočeská univerzita v Plzni, 2022.

Ozcan A., McLeod E., Lensless Imaging and Sensing. *Annual Review of Biomedical Engineering*, vol. 18, pp. 77-102, 2016.



Datová kostka pro analýzy výzkumu a vývoje inovací pro datový sklad ZČU

Dominik Jež¹

1 Úvod

Centrum informatizace a výpočetní techniky poskytuje služby Západočeské univerzitě v Plzni, které jsou spojené s rozvojem a provozem informačních technologií. Cílem práce bylo vytvořit datovou kostku, která bude napojena na stávající systémy pro evidenci projektu na ZČU (Granty a Projekty od firmy ders). Jedno odvětví centra se věnuje tvoření datových skladů, pomocí kterých lze analyzovat data sloužící např. k výkaznictví výročních zpráv, k tvorbě a udržení strategických záměrů univerzity, dalším analýzám či hledání nečekaných korelací.

V dnešní době je k dispozici nesčetné množství dat, které je nutné rozčlenit a uložit do systému, aby informace šly efektivně zpracovávat – filtrace či vizualizace. V práci jsou vybrána vhodná data z CEPu (Centrální Evidence Projektů), která slouží pro naplnění datové kostky. V závěru je demonstrována vizualizace dat nad vytvořenou datovou kostkou.

2 Struktura registru CEP

IS VaVaI představuje informační systém výzkumu, vývoje a inovací, který integruje a shromažďuje data o výzkumu, vývoji a inovacích. Je to jediný oficiální autorizovaný zdroj, který je podporován z veřejných rozpočtů České republiky. Celkem obsahuje čtyři vzájemně propojené oblasti: CEP, CEA (Centrální evidence aktivit VaVaI), RIV (Rejstřík informací o výsledcích) a VES (Evidence veřejných soutěží ve VaVaI). (IS VaVaI (2022))

CEP obsahuje údaje o projektech a poskytovanou účelovou podporu. Jednotlivé údaje jsou uvedeny ve třech fázích: při zahájení, během řešení a po ukončení řešení. Pro upřesnění, CEP obsahuje údaje určující projekt – název, předmět řešení, příjemce, řešitelé, údaje o uzavření smlouvy, kategorie výzkumu, poskytovatel podpory, program a mnohem více. Veškerá data jsou dostupná ke stažení ve formátu JSON po zpřístupnění tokenu. (IS VaVaI (2022))

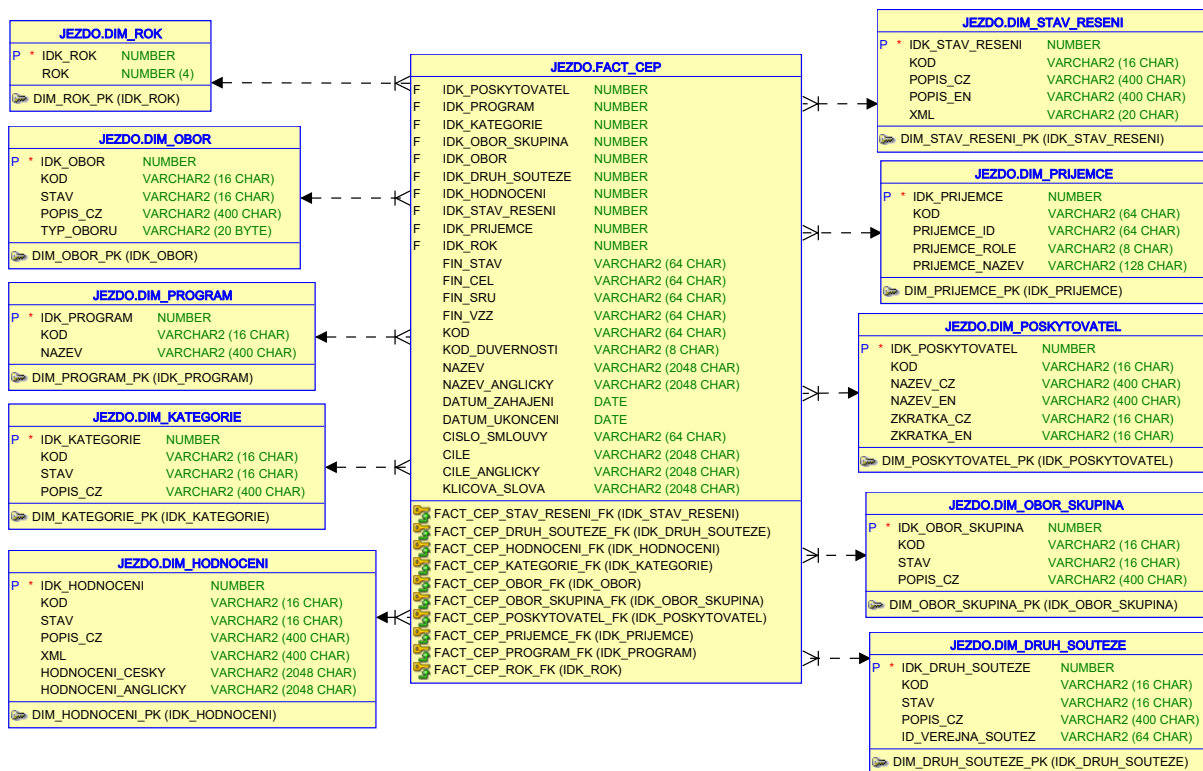
3 Transformace dat v databázi

Během nahrávání dat z formátu JSON do databázové struktury bylo nutné prozkoumat strukturu číselníků a detailů. Tento proces lze rozdělit do několika menších úkolů – tj. vytvoření tabulek o stejné struktuře jako formát souboru ve formátu JSON, transformace během nahrání dat do nově vytvořené tabulky, čištění dat a vytvoření závislostí mezi ostatními tabulkami (Kimball a Ross (2013)). Do relační databáze Oracle byla data vložena programovým způsobem, kde data byla nahrána na server a odsud se volaly skripty z vývojového prostředí.

Pro automatizované vytvoření datové kostky a její průběžné aktualizování byl vytvořen programový balík s názvem PG_CEP v jazyce PL/SQL. Tělo balíku obsahuje uložené procedury

¹ student bakalářského studijního programu Informatika a výpočetní technika, obor Informatika, e-mail: jezdo0@students.zcu.cz

pro naplnění nebo aktualizaci dat tabulek dimenzí a znova naplnění faktové tabulky datové kostky (obrázek 1).



Obrázek 1: Vytvořené schéma datové kostky CEP

4 Vizualizace dat a závěr

Analytické dotazy slouží k analýze aktuálních a historických dat – lze odhalit různé korelace, trendy/poznatky. Pro vizualizaci analytických dat byl použit nástroj Power BI, který slouží pro vizualizaci datové kostky. Nástroje BI (Business Intelligence) umožňují práci s velkými daty a jejich následnou prezentaci (Laberge (2011)). Byly vytvořené dashboards, na kterých se nachází různorodé grafy (sloupcové, koláčové, řádkové), treemapy, tabulky a další.

Datová kostka byla úspěšně vytvořena, vizualizována a otestována. Z vizualizace lze např. zjistit že:

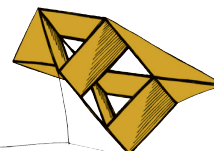
- nejoblíbenější obor v průběhu let je Genetika a molekulární biologie,
- v kategorii experimentálního vývoje se nejčastěji vyskytuje program Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost, který se využívá čím dál častěji.

Literatura

IS VaVaI (2022) *O IS VAVAI*. Dostupné na odkazu: <https://www.isvavai.cz/>.

Kimball, R., a Ross M. (2013) *Warehouse Toolkit*. John Wiley and Sons, Inc., Indianapolis, Indiana.

Laberge, R. (2011) *Datové sklady, Agilní metody a business intelligence*. Computer Press v Brně ve společnosti Albatros Media a. s..



Analyzátor VPN komunikace

Aneta Koldovská¹

1 Úvod

Koncept virtuálních privátních sítí (VPN) spočívá v zajištění určité míry soukromí přenášených informací (IP adres i dat) mezi komunikujícími stranami. Cílem tedy je zajistit dostatečnou formu privátnosti dat a odstínění probíhající konkrétní komunikace od mezilehlých nebo okolních uzlů sítě s využitím privátního spojení. Jak zmínil Heinzman (2019), při použití VPN může být veškerá komunikace posílána přes vzdálený server, tudíž poskytovatel internetového připojení nemůže vidět aktivitu uživatelů z důvodu jejího šifrování a tunelování. Stejně tak například webové stránky, které uživatel navštíví, nemohou odhalit skutečnou IP adresu používaného zařízení, protože je maskována adresou výše zmíněného vzdáleného VPN serveru.

VPN bývají také často využívány k obcházení internetových pravidel institucí, jako jsou například vysoké školy. V rámci Západočeské univerzity v Plzni (ZČU) bylo žádoucí detekovat uživatele VPN zejména v prostředí kolejní sítě, což byl hlavní důvod vzniku této bakalářské práce.

2 Popis aplikace

Jedná se o konzolovou aplikaci, která umí v současné době detekovat tři VPN služby. Konkrétně se jedná o *IPSec*, *OpenVPN* a *WireGuard*. Aplikace zpracovává soubor se zachycenou sítíovou komunikací (například z kolejní sítě) tak, že nejprve vyfiltruje části dat, které s VPN komunikací nemají nic společného (jedná se například o protokoly ARP, DNS nebo ICMP a všesměrové nebo skupinové zprávy, tj. *broadcast* či *multicast* pakety) a následně po tomto předzpracování provádí podrobnější analýzu informací obsažených v hlavičkách jednotlivých paketů.

Celý program je strukturován do modulů (například pro každou VPN je implementován jeden modul). Uživatel analyzátoru si při spuštění programu prostřednictvím vstupních parametrů zvolí konkrétní protokoly, které chce v zachyceném provozu detekovat, a na základě této volby dojde ke spuštění vybraných modulů.

U každého paketu jsou zkoumány jednotlivé byty v hlavičkách, případně další charakteristické vlastnosti dané komunikace (například v případě IPSec detekce se zkoumají také standardně využívané porty této služby). U OpenVPN probíhá zpřesnění detekce s využitím stavového automatu dané komunikace. K tomuto doplnění se přistoupilo z důvodu zvýšeného výskytu falešně pozitivních výsledků u této VPN, což bylo způsobeno množstvím různých zpráv, které si mezi sebou zařízení vyměnila na počátku své komunikace.

Když analyzátor detekuje paket, který by mohl patřit VPN službě, pak jej přesune do připraveného slovníku, který je po dokončení hlavní analýzy dále zkoumán. Data ze slovníku projdou automatickou kontrolou na přítomnost kontrolních a datových paketů v rámci jedné

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

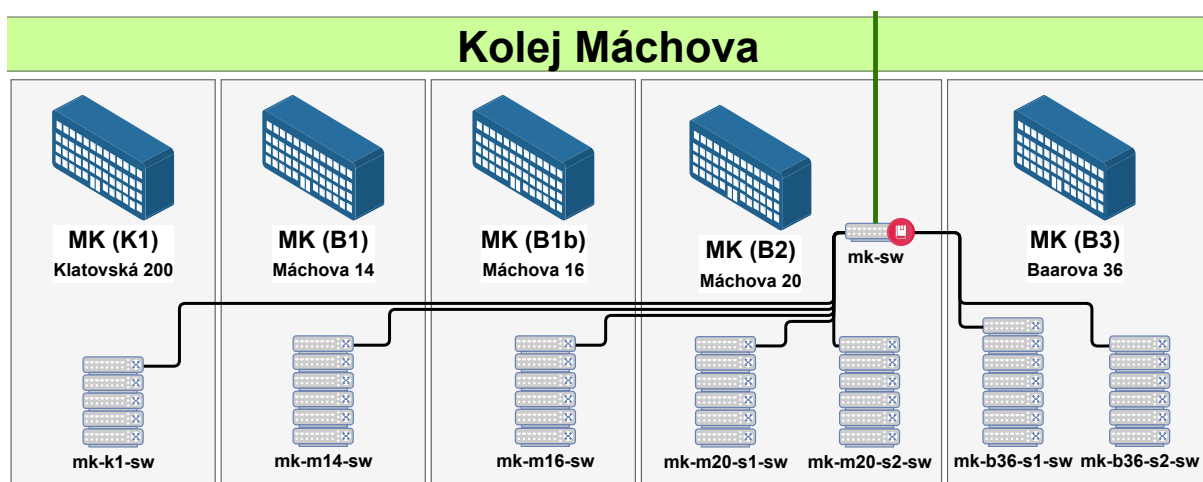
VPN komunikace. Pokud by chyběla jedna z těchto složek, tak je daný záchyt vyhodnocen jako falešně pozitivní a z výsledků detekce je odstraněn. Na základě obsahu slovníku se vytvoří CSV soubor, který se zapíše na disk a uživatel po jeho zobrazení vidí výsledky provedené analýzy komunikace.

3 Závěr

Spolehlivost výsledného analyzátoru byla porovnána s běžně dostupnými programy na detekci síťového provozu (do srovnání byly zahrnuty programy *WireShark* nebo *EtherApe*). Ukázalo se, že obě aplikace využívají k detekci zejména čísla portů daných protokolů. V případě, že bude konfigurace služeb změněna (například se změní standardní čísla portů), výše uvedené programy tyto protokoly v ostatním síťovém provozu nerozpoznají. Implementovaný analyzátor tento nedostatek řeší porovnáváním struktury hlaviček paketů, díky čemuž tyto aplikace překonává a jeho detekce je tedy přesnější.

Kvalita analyzátoru byla ověřena prostřednictvím testovacích dat z připravených scénářů, a také byla ověřena přesnost detekce VPN v zachycené síťové komunikaci, pocházející z reálného provozu. Místo, ve které se zaznamenával síťový provoz pro testování aplikace, je na obrázku 1 označeno červeným bodem.

V současné době je výsledný analyzátor využíván k analýze zachyceného provozu z kolejší sítě ZČU.



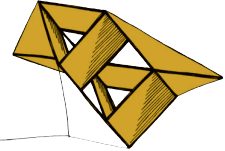
Obrázek 1: Schéma kolejší sítě Máchova ZČU.

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu bakalářské práce Ing. Martinovi Šimkovi, Ph.D. za jeho rady, ochotu a čas, který mi věnoval při konzultacích. Dále bych ráda poděkovala Ing. Antonínovi Vrbovi za věcné připomínky a praktické rady při implementaci.

Literatura

Heinzman, Andrew. *Why do some websites block VPNs?* [online]. www.howtogeek.com, 2019 [cit. 2022/29/05]. Dostupné z: <https://www.howtogeek.com/403771/why-do-some-websites-block-vpns/>



Návrh autonomního řízení RC modelu auta

Petr Kuchar¹

1 Úvod

Tato práce se zabývá návrhem řídicího systému autonomního RC autíčka. Cílem bylo navrhnout řídicí systém, který bude schopen autonomně projet závodní trať. Nejdříve bude proto popsána použitá robotická platforma. V další části bude představeno a popsáno automatické řízení autonomního RC modelu závodního vozidla pro sledování trajektorie. Následně bude uveden problém mapování a lokalizace v závodní trati. Nakonec budou popsány provedené experimenty.

2 Robotická platforma

Použitý robot je postaven na podvozku Traxxas Ford Fiesta ST Rally, který je založen na Ackermannovu principu řízení. O přímočarý pohyb se zde stará stejnosměrný motor Velineon 3500 a o zatáčení vestavěný servomotor. Ke správnému řízení motoru je použit elektronický regulátor rychlosti VESC. Robot je dále osazen jednou inerciální měřicí jednotkou, kamerou ZED a senzorem LiDAR. Nakonec se na robotu nachází mikropočítač NVIDIA Jetson TX2 na kterém je nainstalován NVIDIA JetPack 4.2 a softwarový rámec pro práci s robotickými platformami Robotic Operating System (ROS)².



Obrázek 1: Robotická platforma

3 Řízení autonomního RC modelu závodního vozidla

Prvním krokem k návrhu automatického řízení pro sledování referenční trajektorie bylo seznámení s nelineárním kinematickým modelem bicyklu, který je zjednodušením právě Ackermannova řízení. K návrhu použitého algoritmu prediktivního řízení založeném na modelu

¹ student bakalářského studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Kybernetika a řídicí technika, specializace Automatické řízení a robotika, e-mail: pkuchar@students.zcu.cz

²<https://www.ros.org/>

řízeného systému (MPC - Model Predictive Control) musel být následně získaný model linearizován podél trajektorie a následně odvozena jeho diskretní varianta.

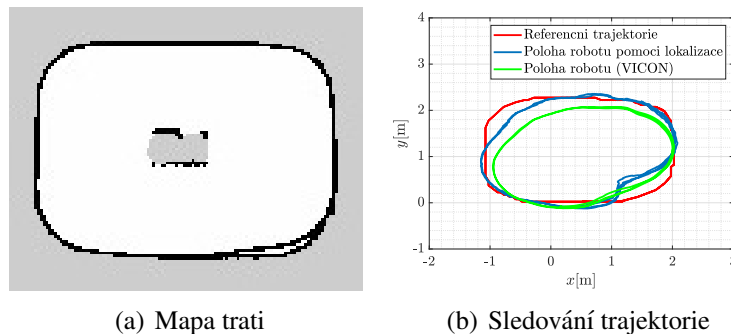
Jelikož je závodní trať uzavřená, byla z mapy získána středová čára. Ta zde slouží jako referenční trajektorie. Vzhledem k tomu, že vytvořená středová čára se skládá z jednotlivých bodů, které jsou dány svými souřadnicemi v souřadném systému, byla v každém časovém okamžiku část této trajektorie prokládána Beziérovou křivkou.

4 Mapování a lokalizace v prostředí

Aby bylo možné pro robota naplánovat správný pohyb nebo vyjadřovat svoji polohu v závodní trati, bylo potřeba nejdříve získat mapu závodní trati ve které se bude následně pohybovat. K tomu musel být využit jeden z algoritmů simultánní lokalizace a mapování. Byl proto použit ROS balíček `hector_slam`³, který používá k vytváření mapy data primárně z LiDAR senzoru. Po vytvoření mapy byla potřeba, aby byl robot schopen se ve vytvořené mapě lokalizovat. K tomu byl využit další balíček `particle_filter` od MIT⁴.

5 Závěr

Řídicí algoritmus byl nejdříve otestován v simulátoru. Po otestování řídicího algoritmu v simulátoru byly experimenty prováděny na použité robotické platformě. K otestování byla vzhledem k dostupným prostorům vytvořena závodní trať ve tvaru oválu s dostatečně vysokým ohraničením. Na této trati byl nejdříve otestován algoritmus pro tvorbu mapy. Po vytvoření mapy byl testován algoritmus lokalizace a řídicí algoritmus. Pro otestování především algoritmu lokalizace byl pro porovnání použit systém VICON, který by měl poskytovat přesnou polohu robotu.



Obrázek 2: Výsledky experimentu na vytvořené trati

Literatura

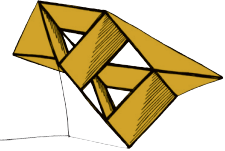
Lentin Joseph a Jonathan Cacace. (2021) *Mastering ROS for Robotics Programming - Second Edition*. Bantam, London.

G. Klančar, A. Zdešar, S. Blažič, I. Škrjanc. (2021) *Wheeled Mobile Robotics* Joe Hayton.

H. Durrant-Whyte and T. Bailey. (2006) Simultaneous localization and mapping: part i. *IEEE Robotics Automation Magazine*, 13(2):99–110.

³http://wiki.ros.org/hector_slam

⁴https://github.com/mit-racecar/particle_filter



Sledování špičky jehly ve videu chirurgického šití

David Žahour¹

1 Úvod

Tato práce se zabývá návrhem metody pro sledování špičky jehly ve videu chirurgického šití. Základním stavebním kamenem je neuronová síť ResNet (Abadi et al., 2015) v různých verzích. V práci je shrnuto, jak byla síť trénovaná, dále jsou zde popsány provedené experimenty pro různá rozlišení snímku a porovnání reálných a vyhodnocených trajektorií.

2 Neuronová síť

Neuronové sítě (NN) jsou výpočetní systémy, které jsou inspirovány biologickými neuronovými sítěmi, jimiž jsou mozky zvířat. U neuronové sítě s architekturou ResNet (Residual neural network), která je použita v této práci, mohou data přeskočit vrstvy (na rozdíl od NN s klasickým vrstvením), což napomáhá řešení problému mizejícího gradientu.

3 Implementace

Při návrhu metody jsem se rozhodl využít neuronové sítě a na problém přistoupit jako na segmentaci. Segmentace obrazu je proces, ve kterém snímek chceme rozdělit na několik segmentů známých jako obrazové oblasti nebo obrazové objekty (sady pixelů). Cílem segmentace je obvykle vyhledání objektů a hranic ve snímcích. Jedná se o proces přiřazení značky každému pixelu v obraze tak, aby pixely se stejnou značkou sdílely určité vlastnosti. V našem případě jsou pixely značeny *obsahuje/neobsahuje špičku jehly*. Segmentaci jednotlivých snímků videa jsem zvolil po inspiraci prací autorů Ni et al. (2019), kde byl řešen úkol segmentace chirurgických nástrojů. Rozhodl jsem se, že výstup bude reprezentován jako maska daného snímku, kde budou uvedeny pravděpodobnosti přítomnosti špičky jehly. Z těchto masek se spočítají ostrovy a jejich středy budou odpovídat středu jehly.

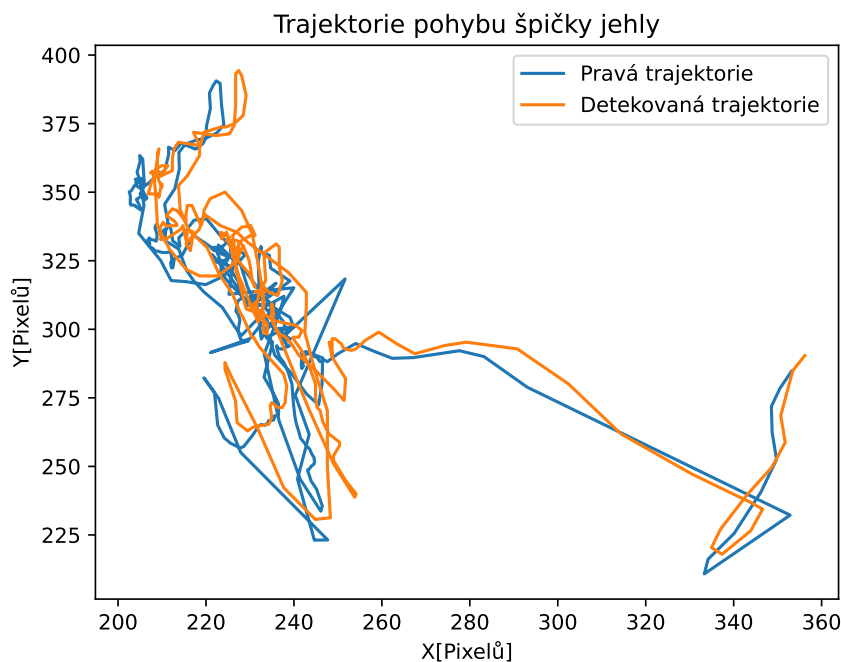
4 Experimenty

Trénování probíhalo na různých modelech s odlišným rozlišením snímku. Doba trénování těchto sítí byla v rozmezí 30 minut až 3 hodiny, přičemž sítě byly trénovány na 7 789 snímcích. Testovací sada obsahovala 500 snímků. Byla zvolena kvůli různým světelným podmínkám a kombinaci rychlých a pomalých pohybů.

Četnost výpadků u jednotlivých architektur, tedy kdy nebyla detekována špička jehly v rámci snímku, se zvyšovala s narůstající složitostí sítě. Zřejmě nedocházelo k dostatečnému vytrénování kvůli velkému množství parametrů, a proto síť nefungovala tak, jak měla.

Bylo zjištěno, že nejlépe funguje síť s architekturou ResNet34 na rozlišení 512×512. Když se podíváme na výsledné trajektorie (obr. 1), tak můžeme pozorovat velkou přesnost v de-

¹ student bakalářského studijního programu Kybernetika a řídicí technika, obor Kybernetika, specializace Automatické řízení a robotika, e-mail: zahour@students.zcu.cz



Obrázek 1: Reálná a detekovaná trajektorie špičky jehly

tekci pohybů špičky jehly.

Celkovým výsledkem práce je navržení fungujícího algoritmu pro detekci špičky jehly, což bylo ověřeno při závěrečném testování na testovacím datasetu.

5 Závěr

Vytvořená aplikace skutečně detekuje špičku nástroje ve videu s vysokou přesností. Generuje informace o trajektorii nástroje v rámci videa, a to pro širokou škálu videí v různých scénách a při rozdílných světelných podmínkách.

Literatura

Abadi, M., Agarwal, A., Barham, P., Brevdo, E., Chen, Z., Citro, C., Corrado, G., Davis, A., Dean, J., Devin, M., Ghemawat, S., Goodfellow, I., Harp, A., Irving, G., Isard, M., Jia, Y., Jozefowicz, R., Kaiser, L., Kudlur, M., Levenberg, J., Mané, D., Monga, R., Moore, S., Murray, D., Olah, C., Schuster, M., Shlens, J., Steiner, B., Sutskever, I., Talwar, K., Tucker, P., Vanhoucke, V., Vasudevan, V., Viégas, F., Vinyals, O., Warden, P., Wattenberg, M., Wicke, M., Yu, Y., 2015. & Zheng, X. *TensorFlow: Large-Scale Machine Learning on Heterogeneous Systems*. Dostupné z: <https://www.tensorflow.org/>, Software available from tensorflow.org.

Ni, Z., Bian, G., Zhou, X., Hou, Z., Xie, X., Wang, C., Zhou, Y., Li, R. & Li, Z., 2019. *RAU-Net: Residual Attention U-Net for Semantic Segmentation of Cataract Surgical Instruments*. Dostupné z: <https://arxiv.org/abs/1909.10360> [Přistoupeno 29. 5. 2022].

Wikipedia contributors, 2022. *Residual neural network - Wikipedia*. [online] En.wikipedia.org. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Residual_neural_network&oldid=1088679861 [Přistoupeno 29. 5. 2022].