

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Realizace autonomního robota pro lokalizaci zdrojů ionizujícího záření s využitím detektoru Timepix
Jméno autora:	Matěj Prokop
Typ práce:	bakalářská práce
Fakulta:	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
Katedra:	Katedra fyziky
Oponent práce:	Ing. Vladimír Linhart, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	KDAIZ FJFI ČVUT v Praze

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Tématem práce je autonomní lokalizace zdrojů ionizujícího záření. Toto téma je velmi zajímavé a aktuální. Navržená práce je na rozhraní oborů automatizace, robotiky a jaderné fyziky. Aktuálnost navržené práce dokládá existence grantových projektů s touto tematikou. Jako příklad lze zmínit projekt RaDron (https://mrs.felk.cvut.cz/projects/tacr-radron-project) podpořený TA ČR, který se věnoval autonomnímu hledání zdrojů radiace pomocí dronů.</p> <p>Zadání práce v části nazvané pokyny pro vypracování obsahuje chyby. Předně není zcela jasné, co měl zadavatel namysli bodem „1) Prostudujte parametry ionizujícího záření a možnosti využití detektorů z rodiny Timepix“. Z takto formulovaného pokynu není jasné, čeho měl vlastně student dosáhnout. Lze si představit cokoli od prostého přečtení tabulek shrnující vlastnosti částic ionizujícího záření až po sepsání knihy o ionizujícím záření a interakci tohoto záření s hmotou. V bodě „3) Využijte minipočítač pro společné ovládání robota a akvizice detektoru“ měl autor zadání namysli asi akvizici dat z detektoru. V bodě 5) není napsáno funkcionalitu čeho má student demonstrovat. Lze však odhadnout, že se jedná o funkcionalitu pojízdného robota. V zadání není uveden konzultant. Je obvyklé, že když vedoucí práce není z katedry a práce je navíc vykonávána mimo katedru, tak bývá ustanoven konzultant z katedry. Ustanovení konzultanta z katedry je důležité zejména tehdy, když vedoucí práce je absolventem jiného oboru, než je obor studia studenta. To je však tento případ.</p> <p>I tak si však myslím, že zadaná práce je splnitelná a student mohl vypracovat velmi dobrou bakalářskou práci. Zadanou práci hodnotím jako průměrně náročnou.</p>	

Splnění zadání	splněno s výhradami
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
<p>Po formální stránce byly splněny všechny body zadání, avšak pečlivost, kterou student věnuje splnění jednotlivých bodů, je v různých bodech zadání velmi odlišná. Nejvíce úsilí věnoval student splnění bodu 1). Splnění tohoto bodu je věnována celá první kapitola, která zabírá 20 stránek, tj. celou třetinu rozsahu bakalářské práce. Student bohužel zvolil velmi nešťastný přístup v bodě popisující ionizující záření. Celá tato podkapitola je složena jen z velmi stručných popisů jednotlivých typů záření, trochu je pojednáno o biologických účincích ionizujícího záření a jsou stručně shrnuty typy detektorů. Tyto informace, a mnohem lépe popsané, lze najít v každé učebnici či skriptech pojednávajících o jaderné fyzice, interakcích částic ionizujícího záření s hmotou, radiobiologických účincích ionizujícího záření a detektorech ionizujícího záření. Připomenutí těchto základů v bakalářské práci považuji za účelné, když se s připomenutými informacemi v té práci dále</p>	

zachází. Taková věc zpříjemňuje čtenáři nastudování nových informací, která práce přináší. Jenomže většinu informací v této kapitole student dále nijak nepoužívá, informace zde podané mnohdy s tématem práce vůbec nesouvisí. Např. se věnuje teorii alfa rozpadu, byť ze zářičů jsou v práci použity jen etalony záření gama. Teorie alfa rozpadu je zajímavá, ale práci nic nepřináší. Navíc, a to je závažnější problém, popisy uvedené v první kapitole obsahují závažné chyby v základní terminologii. Velké zestručnění, které student provedl, způsobilo, že některé informace podané v této kapitole jsou matoucí až nesrozumitelné. Je zajímavé, že problematické věty jsou uvedeny s citací na odborné knihy. To se může stát kupříkladu tak, že citovaná věta je v publikaci uvedena v jistém kontextu, než v jakém ji student použil, ale tento kontext není přejat a student tak jen uvádí větu vytrženou z kontextu odborné publikace ve své práci. Tím mohou vzniknout nesmysly či zkreslené informace. Uvedení citace na odbornou publikaci však studenta nezabavuje viny za nekorektní použití přejímané věty. Zde je pár příkladů z práce studenta:

- Rychlost ztráty energie ionizací je pak pro nabitě částice obecně větší než pro nenabitě.
- Proto například nízkoenergetické fotony ztrácí energii při průniku látkou poměrně rychle, i přestože jsou neutrální.
- Fotony s materiálem interagují především absorpcí.

Zejména v této kapitole, ale i v následujících, se projevilo to, že nebyl stanoven konzultant z katedry, který by studenta upozornil na chyby v terminologii a na problematické pasáže práce. To však studenta nijak neomlouvá, neboť se jedná o terminologii jeho oboru, který by měl ovládat.

Další body zadání se zdají být splněny, alespoň dle textu bakalářské práce, není však jasné, kdo zadání splnil a jaký byl případný podíl studenta na splnění těchto bodů. Proto splnění zadání hodnotím jako splněno s výhradami.

Zvolený postup řešení

nevhodný

Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.

Postupy, který student zvolil v části věnované sestavení robotického vozíku a experimentům, jsou očekávatelné, ale špatně popsáné. Opět je zde největší problém s nejasným až matoucím popisem postupů. Mnohdy se musím nejprve zamyslet nad tím, jak bych věc řešil já, a poté srovnáním svého postupu s tím, co napsal student, odhaduji jeho postup. Pokud bych chtěl zopakovat jeho měření, tak stále budu mít pocit, že měřím dle sebe, než že bych opakoval měření druhého člověka. Dále není jasné, proč student použil detektor s čipem Timepix3, když pro vykonání práce lze použít libovolný jiný i mnohem levnější detektor. Není to však tak závažný problém, jako to že student zvolil nevhodné zpracování některých bodů postupu. Kupříkladu, proč byla použita Gaussova funkce pro proklad experimentálních dat s cílem nalezení polohy zářiče? Osobně bych očekával křivku, kde bude primárně zohledněna závislost $1/r^2$, dále naklonění detektoru vůči dopadajícím paprskům, a nakonec absorpce v detektoru a mimo něj. To může být i dost složitá křivka. Proto bych spíše očekával demonstrační experiment, který by ukázal v jednom rozměru tvar takové křivky, s následnou diskuzí, jak je možné taková data analyzovat. Vzhledem k tomu, že v materiálu vozíku musí docházet k absorpci fotonů (tím více, čím nižší je energie fotonů), tak bych očekával, že experimentální data budou ve tvaru asymetrického píku. Prokládat taková data symetrickou Gaussovou křivkou je nesprávné. Vede to pochopitelně k velkému vychýlení hledaných parametrů. Když se podívám na Obr. 3.5, tak tu asymetrii vidím. Navíc takový proklad přestane mít smysl v případě, že zářič nelze považovat za bodový. To je však v praxi více očekávaný případ. Výsledky, ke kterým student dospěl, jsou skutečně vychýlené, čehož si student též všiml. Jenomže tuto skutečnost komentoval čistě formálně a též v tom smyslu, že kdyby použil sofistikovanější metodu prokladu křivky experimentálními daty, tak by se výsledek zlepšil. To je nesprávná úvaha, chyba je již v samotných datech a v předpokladu symetrického rozložení těchto dat. Dle mého názoru se tato skutečnost projevila i v navazující práci, která byla zaměřena na testování algoritmu autonomního nalezení zářiče. Zde student konstatuje, že vozík musel být zastaven manuálně v místě zářičů z důvodu nefunkčnosti konvergenční podmínky. Tato

nefunkčnost není v práci nijak komentována a ani popsána. Zvolený postup řešení je celkově očekávaný, ale jednotlivé kroky postupu řešení jsou voleny nevhodně, proto hodnotím zvolený postup řešení jako nevhodný.

Odborná úroveň

podprůměrná

Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.

Odbornou úroveň práce hodnotím jako podprůměrnou, a to z důvodů, které jsem již výše popsal. Velké zestručnění, které student provedl, způsobilo, že některé informace podané v této kapitole jsou matoucí až nesrozumitelné. Popisy uvedené v první kapitole obsahují závažné chyby v základní terminologii. Postupy, který student zvolil v části věnované sestavení robotického vozíku a experimentům, jsou očekávatelné, ale špatně popsáné. Navíc jednotlivé kroky postupu řešení jsou z pohledu odbornosti voleny nevhodně. Dále mi zde chybí srovnání výsledků experimentů s výsledky jiných výzkumných skupin. To je věc, která se učí kupříkladu v rámci Fyzikálního praktika. Výsledky měření by měly být vždy srovnány s tabelovanými daty, tj. s výsledky jiných výzkumných skupin. Rešerše, která by měla být součástí úvodní části, tak nemusí sloužit jen pro zjištění aktuálního stavu poznání, ale též pro zjištění toho, co jiné (konkurenční) výzkumné skupiny vyvíjí.

Formální a jazyková úroveň

podprůměrná

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

Po formální stránce hodnotím práci opět jako podprůměrnou. Z drobností, které stojí za zmínku, bych uvedl pár překlepů (např. Kathrine, Katherine), zbytečně velké obrázky a tím zbytečně vynechaná místa na některých stránkách. Student někdy používá název Timepix, jindy Timepix3. To jsou však různá zařízení. Závažnější však je, že celá práce je napsána v první osobě množného čísla. To se někdy používá, např. tehdy když autor společně se čtenářem jakoby nad něčím přemýšlí či spolu něco vykonávají. To však není tento případ. Dle textu bakalářské práce celou zadanou práci dělala skupina lidí. K tomu v experimentálních pracích často dochází, jenomže z textu práce nelze určit to, co je práce výhradně studenta. Jako oponent tak nevím, co mám hodnotit. Student v Závěru (kap. 4) uvádí stručně svůj přínos, ale pod uvedenými tvrzeními si lze představit cokoli.

Výběr zdrojů, korektnost citací

Zvolte položku.

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

Výběr zdrojů a korektnost citací se mi špatně hodnotí. Na jednu stranu je práce založena na 42 původních pracích převážně napsaných v angličtině. Převzaté informace jsou řádně citovány. To zní famózně. Pokud by toto vše student nastudoval, tak by si zasloužil pochvalu. Vše to kazí skutečnost, že převzaté informace zejména v úvodní části jsou převzaty zcela zbytečně a mnohdy chybným způsobem. Odborné články, ze kterých by bylo možné poskládat rešerši a kupříkladu stanovit aktuální stav poznání zde zcela chybí. Z tohoto důvodu jsem se rozhodl výběr zdrojů a korektnost citací nehodnotit.

Další komentáře a hodnocení

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

Poslední bod zadání zní: „6) Diskutujte možnost budoucího rozšíření práce.“. Zadavatel měl asi namysli, aby student diskutoval práci navazující, tj. čemu by se rád věnoval jako diplomant. Dle mého názoru by v každé studentské práci měl takový bod být. Na druhou stranu je toto pro studenta bakalářského studijního bloku dost náročné. Náročnost spočívá zejména v tom, že zatímco bakalářská práce vychází zejména z nadšení studenta a z touhy se seznámit s něčím ve zvoleném oboru, tak práce diplomová by již měla mít též nějaký impakt ve zvoleném oboru. Odhadnout, zda navazující práce by mohla mít alespoň nějaký významný dopad, je otázka

spíše pro zkušeného odborníka. Z tohoto důvodu bych doporučil konzultovat další snahy v autonomní lokalizaci zdrojů ionizujícího záření s odborníky z ČMI, kteří dobře znají již existující techniky takových lokalizací. Znají jejich silné i slabé stránky. Mají též představu, co doposud nebylo v této oblasti řešeno a čím by bylo vhodné se zabývat. Student na tuto otázku sice odpověděl, ale jedná se jen o vyjádření touhy vyřešit problémy, se kterými se během své práce setkal. Pokračovat v započaté práci v rámci Výzkumného úkolu a navazující Diplomové práci, tak zní logicky. Kdyby se však na věc podíval člověk, který zná techniky lokalizace zářičů podrobněji, tak klidně může říci, že tudy cesta nevede. Takže moje doporučení zní, aby student bod 6) zadání konzultoval s takovým odborníkem.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

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

Domnívám se, že lidé, kteří vedli studenta v této práci, jsou odborníky v oborech elektrotechniky a robotiky. Není tak překvapením, že ty části textu bakalářské práce, které spadají do těchto oborů, mají nejméně chyb a případné chyby jsou méně závažné jak ve zbylém textu práce. Mám pocit, že i přes špatné zpracování textu bakalářské práce student vykonal mnoho v její programátorské a experimentální části. Proto si myslím, že je možné podstatné vylepšení textu práce. Navrhuji komisi i studentovi následující:

- 1) Komise vrátí bakalářskou práci studentovi k přepracování, případně student požádá o stažení této práce s cílem zlepšení textu bakalářské práce.
- 2) Dodatečně bude navržen konzultant z Katedry fyziky, se kterým bude moci student konzultovat korektnost textu bakalářské práce po odborné stránce.
- 3) Prosím komisi o zvážení, zda bude též dodatečně stanoven konzultant, který by studentovi pomohl s bodem 6) zadání.
- 4) První bod zadání práce doporučuji změnit na: „1) Provedte rešerši odborných prací na téma autonomní lokalizace radioaktivních zdrojů ionizujícího záření s cílem stanovit aktuální stav poznání v této oblasti a též s cílem srovnání výsledků vykonaných experimentů s experimenty jiných výzkumných skupin.“.
- 5) Dále doporučuji, aby se student v práci více zabýval stanovením profilu rozložení detekovaných událostí z bodového zářiče detektorem umístěným na vozíku (např. experimentálně). Zjištěný profil analyzoval a diskutoval možnost zpracování dat v reálném experimentu.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **F - nedostatečně**.

Datum: 22.1.2024

Podpis:

