**Ovládací software pro nezávislé ovládání pěti pneumatických svalů v robotické struktuře**

**Control software for independent control of five pneumatic muscles in a robotic structure**

Bakalářská práce

Studijní program: Informatika a kybernetika ve zdravotnictvý

Studijní obor: Biomedicínská informatika

Autor bakalářské práce: Marek Darsa

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martin Bejtic

**Zadání práce**

Místo této stránky umístěte zadání bakalářské práce, které si stáhnete z databáze Projects ve formátu PDF. Zadání je nezbytnou součástí nerozebíratelné vazby závěrečné práce. Na zadání je uvedena platnost – relevantní jsou pouze platná zadání závěrečných prací. Při hodnocení práce je posuzována míra splnění zadání.

**PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „Ovládací software pro nezávislé ovládání pěti pneumatických svalů v robotické struktuře“ vypracoval samostatně a použil k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k diplomové práci. Prohlašuji, že tato práce je přesnou kopií odevzdané elektronické verze.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona   
č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Kladně datum …...….………...………………...

Marek Darsa

**PODĚKOVÁNÍ**

Rád/a bych poděkoval/a…

Poděkování je nepovinné, ale obvyklé. Vedoucímu práce se zpravidla děkuje, oponentovi zásadně ne. Poraďte se s vedoucím práce, zda by nebylo vhodné uvést v poděkování číslo grantu, ze kterého byla práce podpořena.

**ABSTRAKT**

**Ovládací software pro nezávislé ovládání pěti pneumatických svalů v robotické struktuře**

Tato bakalářská práce se zabývá vývojem ovládacího softwaru pro pneumatickou soustavu s pěti svaly. Cílem práce bylo vytvořit sofistikovaný a uživatelsky přívětivý software umožňující ovládání a kalibraci svalů s důrazem na přesnost, bezpečnost a adaptabilitu systému. Software byl vyvinut v programovacím jazyce Python a disponuje moduly pro správu uživatelských rolí, nastavení hodnot na technickou nulu a integraci bezpečnostních omezení, jako je validace vstupů a omezení maximálního tlaku v pneumatických svalech. Funkce softwaru zahrnují přihlašování uživatelů, individuální ovládání svalů, nastavení bezpečnostních limitů a transformaci požadovaných pohybů na odpovídající tlaky v různých jednotkách. Mezi tyto jednotky patří, jednotky krokových motorů kroky, tlakové jednotky mBar a také mV. Vedle implementace softwaru je klíčovou součástí práce také tvorba podrobné dokumentace, která usnadní uživatelům orientaci v systému a jeho možnostech. Softwarové řešení představuje kombinaci přívětivého uživatelského rozhraní a robustních funkcí, umožňující efektivní ovládání pneumatické soustavy v robotických aplikacích.

**Klíčová slova**

Pneumatické svaly

Ovládací software

Robotická struktura

Uživatelská dokumentace

**ABSTRACT**

**Control software for independent control of five pneumatic muscles in a robotic structure.**

This bachelor thesis deals with the development of control software for a pneumatic system with five muscles. The aim of the thesis was to develop sophisticated and user-friendly software that allows control and calibration of the muscles with emphasis on accuracy, safety and adaptability of the system. The software was developed in the Python programming language and has modules for managing user roles, setting values to technical zero and integrating safety constraints such as input validation and maximum pressure limitations in the pneumatic muscles. Software features include user login, individual muscle control, setting safety limits, and transforming desired movements into corresponding pressures in different units. These units include stepper motor step units, mBar pressure units and also mV. In addition to the software implementation, a key part of the work is the creation of detailed documentation to help users navigate the system and its capabilities. The software solution is a combination of a user-friendly interface and robust features, enabling efficient control of the pneumatic system in robotic applications.

Translated with DeepL.com (free version).

**Keywords**

Pneumatic muscles

Control software

Robotic structure

User documentation

Obsah

[Seznam symbolů a zkratek 5](#_Toc161498300)

[1 Úvod 6](#_Toc161498301)

[2 Cíle práce 7](#_Toc161498302)

[3 Přehled současného stavu 9](#_Toc161498303)

[3.1 Motivace pro vznik projektu 9](#_Toc161498304)

[3.1.1 Základní principy intubačních přístrojů 9](#_Toc161498305)

[3.1.2 Principy magnetické rezonance 9](#_Toc161498306)

[3.2 Současná pneumatická soustava a její fungování 9](#_Toc161498307)

[3.2.1 Komponenty pneumatické soustavy 9](#_Toc161498308)

[3.2.2 Operační systém pro řízení soustavy 9](#_Toc161498309)

[3.3 Pneumatické svaly a jejich typy 9](#_Toc161498310)

[3.3.1 Popis různých typů pneumatických svalů 9](#_Toc161498311)

[3.3.2 Principy práce pneumatických svalů 9](#_Toc161498312)

[3.4 Softwarové a robotické aspekty 9](#_Toc161498313)

[3.4.1 Vývoj softwaru pro ovládání pneumatických svalů 9](#_Toc161498314)

[3.4.2 Integrace pneumatických svalů do robotických struktur 9](#_Toc161498315)

[3.5 Python 9](#_Toc161498316)

[3.5.1 Výhody a nevýhody oproti ostatním programovacím jazykům 9](#_Toc161498317)

[3.5.2 Proč jsem si ho vůbec vybral a proč se předešlá část soustavy taky programovala v pythonu 9](#_Toc161498318)

[4 Návrh aplikace 10](#_Toc161498319)

[4.1 Analýza požadavků 10](#_Toc161498320)

[4.1.1 Knihovna pro GUI 10](#_Toc161498321)

[4.1.2 Databázová knihovna 13](#_Toc161498322)

[5 Implementace 19](#_Toc161498323)

[6 Uživatelská dokumentace 19](#_Toc161498324)

[7 Výsledky (Testování) 20](#_Toc161498325)

[8 Diskuse 21](#_Toc161498326)

[9 Závěr 22](#_Toc161498327)

[Seznam použité literatury 23](#_Toc161498328)

[Příloha A: Požadavky na formátování práce 24](#_Toc161498329)

[Příloha B: Základní typografické zásady 24](#_Toc161498330)

[Příloha C: Další doporučení pro přehlednost textu 24](#_Toc161498331)

[Příloha D: Obsah přiloženého CD 24](#_Toc161498332)

# Seznam symbolů a zkratek

#### Seznam symbolů

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Symbol | Jednotka | Význam |
| *CDP*end | cmH2O | Střední distenzní tlak po ustálení přechodového děje |
|  |
|  |  |  |

#### Seznam zkratek

|  |  |
| --- | --- |
| Zkratka | Význam |
| SW | Software (Program) |
| GUI  DB  SQL  CMD  MVCC  CLI | Graphical User Interface (Grafické uživatelské rozhraní)  Database (Databáze)  Structured Query Language (Strukturovaný dotazovací jazyk)  Command Prompt (Příkazový řádek)  Multi-Version Concurrency Control (Kontrola konkurence více verzí)  Command Line Interface (Rozhraní příkazového řádku) |

# Úvod

Tato práce vychází z rozsáhlejšího projektu, který se soustředí na zabezpečení poskytování kyslíkové terapie pacientům trpícím respiračními obtížemi nebo pacientům v kómatu, u nichž je vyšetřování prováděno zařízeními, která vyžadují absenci feromagnetických částic. Aby nedošlo k blokaci dýchacích cest a případnému udušení v důsledku nedostatečného zásobování kyslíkem během této procedury je nutnost připojení pacienta k nějakému typu přístroje, který je schopen dodávat pacientovy kyslík a zároven zajistí že nedojde k blokaci jeho dýchacích cest. Vzhledem k přítomnosti feromagnetických částic v tradičních intubačních zařízeních je jejich použití v prostředí magnetické rezonance nebezpečné a nevhodné. Proto jsou pacienti v takových případech připojeni pouze kyslíkovou terapií pomocí nosních kanyl, což však nese riziko obstrukce dýchacích cest. V současné době je problém řešen manuální manipulací hlavy pacienta s cílem dosáhnout optimální polohy pro zajištění průchodnosti dýchacích cest. Toto řešení, představuje významné bezpečnostní riziko, zejména z dlouhodobého hlediska v prostředí magnetické rezonance, což přináší nebezpečí spojené s dlouhodobým vystavením tomuto záření.

Projekt, na který navazuje tato bakalářská práce, se věnuje primárně mechanické stránce problému, avšak postrádá softwarovou implementaci. Předchozí pneumatický systém, se kterým tato práce pracuje, umožňuje pouze otáčení krokového motoru na základě zadané funkce a počtu kroků. Tímto způsobem se motor posouvá v určeném směru a interaguje s ventilem, který reguluje tlak v systému. Takovéto řešení ovšem není dostatečně přesné, neboť nastavení tlaku v systému je možné pouze prostřednictvím neintuitivních jednotek krokového motoru, což může být pro obsluhujícího lékaře obtížné a neefektivní. Navíc by bylo nutné ovládání softwaru provádět přímo z vývojového prostředí, což by znamenalo velkou možnost chyby. Nedostatek pokročilých funkcí v softwaru by omezoval efektivitu systému, neboť uživatel by musel provádět všechny činnosti ručně a opakovaně.

Zde prezentovaná práce představuje kompletní softwarové řešení pro eliminaci nedostatků současného systému. Zahrnuje vytvoření grafického uživatelského rozhraní s využitím moderních knihoven, které umožňuje ovládání až pěti pneumatických svalů současně a to s možností volby různých jednotek pro ovládání. Kromě toho je implementována funkce kalibrace soustavy a tvorba nových převodních vzorců. Důležitou součástí je také přístup do databáze obsahující veškeré potřebné informace pro správný provoz systému, včetně uvedených převodních vzorců a informací o aktuálně nastaveném výchozím převodním vzorci.

# Cíle práce

Hlavním cílem této práce bude vytvořit sofistikovaný a uživatelsky přívětivý software, který bude sloužit k ovládání a kalibraci pneumatických svalů, přičemž důraz bude kladen na přesnost, bezpečnost a adaptabilitu systému. Tento jeden hlavní cíl se skládal z mnoha malých podcílů.

Vyhledat knihovnu pro tvorbu grafického uživatelského rozhraní:

* Primárním kritériem je moderní estetika. Knihovna by měla nabízet moderně vypadající prvky a možnost konfigurace barevného schématu.
* Preferovaná knihovna by měla být jednoduchá a nenadbytečně komplexní. Měla by se jednat spíše o kolekci widgetů a nástrojů pro rychlé vytvoření uživatelského rozhraní, než o rozsáhlý framework optimalizovaný pro vytváření grafiky pro hry.

Vyhledat vhodnou databázi pro ukládání dat:

* Lokálnost je primárním požadavkem na databázi. Systém by měl být schopen fungovat i bez přístupu k internetu, což vyžaduje zvážení databázových systémů pracujících na principu klient-server. Proto je vhodné zvolit databázi, která ukládá své záznamy lokálně.
* Databáze musí být schopna provádět základní operace pomocí SQL jazyka nebo jeho nadstaveb. Vybraný databázový systém by neměl být příliš komplexní a měl by být schopen základního odkazování mezi tabulkami pomocí vedlejších klíčů.

Implementovat GUI aplikaci pomocí vybrané knihovny:

* Navržení jednoduchého a intuitivního rozhraní komponent pro snadnou práci uživatele.
* Implementace mechanismu automatické validace vstupů na základě definovaných pravidel.
* Přidání možnosti potvrzování vstupů pomocí klávesy "Enter" na vhodných místech uživatelského rozhraní.
* Rozšíření funkcionalit tak, aby uživatel mohl interagovat s aplikací nejen prostřednictvím tlačítek, ale také klávesovými zkratkami.

Implementovat autentizaci a oprávnění uživatelů:

* Uživatelé se dostali do uživatelské části po zadání uživatelského hesla a administrátoři se dostali do administrátorské části po zadání administrátorského hesla.
* Implementovat do systému autentizace hashovací funkci, která zabezpeční integritu dat v databázy v případě hackerského útoku.

Kalibrace pneumatických svalů:

* Navrhnout a implementovat funkce pro kalibraci pneumatických svalů pro administrátory.
* Zabezpečit ukládání výsledků kalibrace, ve formátu .xlsx na domovskou obrazovku, pro další analýzu.

GUI pro správu databáze a převodních vzorců:

* Navrhnout uživatelské rozhraní pro správu databáze, které zobrazí hodnoty převodních vzorců pro každý sval.
* Implementovat možnost úpravy převodních vzorců a volbu aktuálního vzorce pro použití v aplikaci.

# Přehled současného stavu

## Motivace pro vznik projektu

### Základní principy intubačních přístrojů

### Principy magnetické rezonance

#### Vliv magnetické rezonance na lidské tělo

#### Bezpečnostní opatření při práci s magnetickou rezonancí

## Současná pneumatická soustava a její fungování

### Komponenty pneumatické soustavy

#### Popis jednotlivých komponent soustavy

### Operační systém pro řízení soustavy

## Pneumatické svaly a jejich typy

### Popis různých typů pneumatických svalů

### Principy práce pneumatických svalů

## Softwarové a robotické aspekty

### Vývoj softwaru pro ovládání pneumatických svalů

### Integrace pneumatických svalů do robotických struktur

## Python

### Výhody a nevýhody oproti ostatním programovacím jazykům

### Proč jsem si ho vůbec vybral a proč se předešlá část soustavy taky programovala v pythonu

# Návrh aplikace

## Analýza požadavků

### Knihovna pro GUI

Programovací jazyk Python obsahuje jednu integrovanou knihovnou pro grafické uživatelské rozhraní ta je rovněž i nejpoužívanější a jedná se o knihovnu tkinter[1]. Dalšími velice populárními knihovnami jsou Kivy a PyQt. Tyto knihovny nalézají uplatnění zejména u uživatelů, kteří preferují modernější vzhled jejich uživatelského rozhraní. Nicméně, Tkinter zůstává stále nejpopulárnější volbou. Tento fakt je zčásti důsledkem skutečnosti, že uživatelé, kteří usilují o vytvoření výkonné a moderní okenní aplikace, často volí jiný programovací jazyk než Python. Proto se v Pythonu často využívá Tkinter pro jednoduché formy grafických uživatelských rozhraní.

#### Kivy

Kivy je knihovna pro programvací jazyk python. Tato knihovna je pod licencí open-source. ,,Jako open source se označují programy, jejichž zdrojový kód je volně přístupný široké veřejnosti‘‘[2]. Hlavní výhodou Kivy je její multiplatformnost, umožňující spouštění aplikací na různých operačních systémech včetně Windows, Linuxu, macOS, a také na mobilních zařízeních jako jsou Android a iOS. Kivy vyniká zejména v oblasti vývoje 2D her, kde poskytuje pokročilé možnosti tvorby simulací a grafiky. Samotná knihovan je napsaná v jazyce Python.[3]

Knihovna Kivy představuje mocný nástroj, vhodný pro mnohé účely, nicméně v případě tohoto konkrétního projektu je knihovka Kivi příliš komplexní. Ukázka GUI pomocí knihovny Kivy Obrázek 4.1.

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Obrázek 4.1 Zdroj: https://i.stack.imgur.com/y6Hmq.png

#### PyQt

PyQt představuje další významnou knihovnu pro tvorbu grafických uživatelských rozhraní v jazyce Python. Tato knihovna knihovna umožnuje využívat Qt aplikační framework. ,,Framework (Programovací rámec) jedná se o sadu hotových bloků. Programátorovy ulehčí práci především v tom že nemusí své programy začínat vždy od nuly‘‘[4]. Qt framework je implementován v jazyce C++ a umožňuje psaní multiplatformních aplikací, které jsou kompatibilní s hlavními operačními systémy pro počítače i mobilní zařízení.

PyQt knihovna poskytuje výhodu v tom, že není nutné využívat celý Qt framework pro konkrétní projekt. Místo toho se může využít pouze grafické vlastnosti frameworku a případně kombinovat s jinými frameworky nebo pracovat bez nich.[5]

Knihovna PyQt je velice komplexní a ještě komplexnější je když se využívá přímo framework Qt. Ovšem v tomto projektu není takto komplexní framework potřeba proto se ani tato knihovna nevyužila. Ukázka grafického uživatelského rozhraní v pythonu pomocí knihony PyQt Obrázek 4.2.

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Obrázek 4.2 Zdroj: https://i.imgur.com/QN8YUZW.png

#### Tkinter a CustomTkinter

Tkinter je knihovna pro tvorbu grafických uživatelských rozhraní, která je zabudována přímo do distribuce programovacího jazyka Python. Tím pádem je tato knihovna automaticky dostupná při stažení Pythonu z oficiálních zdrojů a není nutné ji instalovat zvlášť. Pro programátora stačí pouze inicializovat Tkinter a může s ním ihned začít pracovat. Díky těmto vlastnostem je Tkinter zvláště populární mezi začátečníky a programátory, kteří upřednostňují jednoduchost před moderním vzhledem grafických uživatelských rozhraní, které nabízejí ostatní knihovny jako Kivy nebo PyQt.[6]. Ukázka GUI vytvořeného pomocí knihovny tkinter Obrázek 4.3.



Obrázek 4.3 Zdroj: https://static.wixstatic.com/media/90b6f2\_3041927f0a11481a995dde96b3e2b01d~mv2.jpg/v1/fill/w\_703,h\_547,al\_c,q\_90/90b6f2\_3041927f0a11481a995dde96b3e2b01d~mv2.jpg

Knihovna CustomTkinter je uživatelská nádstavba pro knihovnu tkinter. Tato knihovna byla vytvořena pod licencí MIT – jedná se o open-source knihovnu. Tuto knihovnu vytvořil programátor jménem Tom Schimansky. Tato knihovno vznikla v závislosti na tkinteru přebírá některé její vlastnosti a upravuje je do moderního vzhledu. Knihovny spolu mohou pracovat tudíž je možnost pracovat s oběmi knihovnamy zárověn a z každé si vzít nějaké její vlastnosti, což se ovšem i doporučuje v oficiální dokumentaci knihovny custumtkinter. Hlavnímy přednostmi této knihovny je například možnost vybrání si vlastního režimu ('světlý', 'tmavý'). Tento režim se dá nastavit v závisloti nastavení vašeho počítače nebo se dá i ručně měnit .[7] [8]

Pro všechny pozitivní vlastnosti se vybrala tato knihovna jako knihovna pomocí které se bude vytvářet grafické uživatelké rozhraní a její nedostatky budou doplněny knihovnou tkinter. Ukázka moderního grafického uživatelské rozhraní vytvořeného pomocí knihovny CustomTkinter Obrázek 4.4.



Obrázek 4.4 Zdroj: https://raw.githubusercontent.com/TomSchimansky/CustomTkinter/master/documentation\_images/complex\_example\_dark\_Windows.png

### Databázová knihovna

,,Databáze je organizovaný soubor strukturovaných informací neboli dat, které se obvykle ukládají v elektronické podobě v počítačovém systému‘‘[9].

Existuje velké množství různých databází a každá tato databáze má svoje vlastní vhodné využítí jednou z nekomplexnejším typem databázových systémů jsou distribuované databáze.

#### Distribuované databáze

Distribuované databáze představují významný typ databázových systémů, který je vhodný pro velké databázové systémy. Jednou z hlavních vlastností distribuovaných databází je možnost distribuce dat mezi více serverů umístěných na různých místech. Tato schopnost umožňuje efektivní zpracování a správu velkého objemu dat prostřednictvím víceuživatelské sítě, kde každý uzel může provádět operace na své části databáze.[9]

V rámci bakalářské práce nebyl použitý databázový systém z důvodu jeho značné komplexity a schopnosti pracovat s velkým objemem dat distribuovaných na více serverech. Požadavky na databázový systém v daném projektu se soustředily především na lokální databázi s omezeným počtem tabulek.

#### Databáze typu NoSQL

NoSQL databáze představují moderní přístup k ukládání a manipulaci s daty, který se odlišuje od tradičních relačních databází. Zkratka NoSQL znamená "Not only SQL", což naznačuje, že tyto databáze nejsou omezeny pouze na strukturovaný SQL jazyk. Jedním z hlavních rysů NoSQL databází je schopnost pracovat s nestrukturovanými daty a umožňovat ukládání různých typů informací, včetně binární reprezentace multimediálního obsahu, jako jsou obrázky, videa nebo zvukové stopy.

Díky této flexibilitě jsou NoSQL databáze ideální pro aplikace, které vyžadují škálovatelnost a možnost pracovat s různými typy obsahu. Například pro sociální sítě, e-commerce platformy nebo systémy pro správu obsahu, kde je potřeba efektivně pracovat s velkým objemem dat a zároveň udržovat vysoký výkon systému.[9]

Tento databázový systém poskytuje optimální řešení pro aplikace vyžadující ukládání rozmanitých typů dat, včetně textových, číselných a multimediálních souborů, jako jsou obrázky nebo celé soubory. Nicméně, v rámci tohoto konkrétního projektu není nutné implementovat takovou rozsáhlou funkcionalitu. Z daných požadavků vyplývá, že databáze bude využívána primárně pro uchovávání textových a číselných dat.

#### Realační databáze:

Relační databáze představují jeden z nejrozšířenějších typů databází, který se opírá o strukturu tabulek s řádky a sloupci. Jejich klíčovým prvkem jsou primární klíče, které jednoznačně identifikují každý záznam v tabulce. Tento typ databáze je ideální pro ukládání strukturovaných dat s definovanými vztahy mezi nimi, což umožňuje efektivní správu informací v rámci organizace.

Jednou z klíčových výhod relačních databází je možnost propojování tabulek pomocí vedlejších klíčů. To znamená, že v jiné tabulce může být uložen například úplný profil pacienta včetně adresy, a na tuto adresu se může odkazovat pomocí vedlejšího klíče v tabulce, kde jsou uloženy informace o pacientech. Tento přístup umožňuje efektivní a flexibilní správu dat, jelikož adresu může mít jak pacient, tak i lékař, nebo může být sdílena mezi různými tabulkami v rámci databáze.[9]

Další výhodou relačních databází je schopnost jedné tabulky sloužit pro více účelů. Například, místo trvalého bydliště pacienta může být definováno jako trvalé bydliště, ale také jako přechodné bydliště, a tato informace může být využita ve více kontextech, což zvyšuje flexibilitu a použitelnost dat v databázi.

Tento databázový systém byl vybrán pro účely této bakalářské práce s přihlédnutím k jeho jednoduchému uživatelskému rozhraní a dostatečnému pokrytí funkcionalit. Specifikace požadavků explicitně stanovují nutnost ukládání výhradně textových a číselných dat.

#### MySQL

Rozhodnutí o typu databáze pro implementaci v bakalářské práci nyní přechází k specifikaci konkrétního relačního databázového systému. Jedním z nejvyužívanějších a dobře etablovaných systémů v této oblasti je MySQL.

MySQL je open-source databázový systém postavený na jazyce SQL, což jej činí vhodným pro široké spektrum aplikací. Jeho architektura byla navržena tak, aby nebyla omezena na žádnou konkrétní platformu, což znamená, že je schopný provozu na různých operačních systémech. Primárním cílem jeho vývoje bylo vytvoření databázového systému optimalizovaného pro webové aplikace.[9]

MySQL se vyznačuje vysokou úrovní výkonu a škálovatelnosti, což mu umožňuje efektivně zpracovávat velké množství dotazů a obsluhovat tisíce paralelních procesů. Tyto vlastnosti jsou klíčové zejména pro webové obchody, kde je nezbytné zajistit rychlé a spolehlivé odezvy databázových operací při zpracování transakcí a udržování stability systému. Z tohoto důvodu je MySQL často preferovanou volbou pro implementaci databázového řešení v prostředí webových aplikací.

MySQL databáze, s ohledem na svou vysokou komplexitu a využitelnost v oblastech vyžadujících online přístup k datům, se vyznačuje prominentním postavením na poli relačních databázových systémů. Nicméně, v kontextu našeho specifického projektu, který postrádá potřebu pro tuto charakteristickou vlastnost, byla tato platforma záměrně vyloučena z uvažovaných variant.

#### ProstegreSQL

PostgreSQL je relační databázový systém, který je vyvíjen komunitou, nikoli velkou korporací, což přispívá k jeho popularitě. Jedná se o klient-server architekturu, kde veškerá data jsou uchovávána na serveru a klienti se k němu připojují, často prostřednictvím příkazové řádky (CLI). PostgreSQL disponuje širokou škálou pokročilých funkcí, které převyšují možnosti MySQL, avšak na druhou stranu není tak rychlý jako zmíněný konkurenční systém.

Hlavní výhodou PostgreSQL je jeho využití metody MVCC (Multi-Version Concurrency Control). Tato technika umožňuje databázi umožnit přístup k datům více uživatelům současně, aniž by docházelo k blokaci. To znamená, že čtenáři neblokují zapisovatele a zapisovatelé neblokují čtenáře. Tento efekt je dosažen tím, že databáze udržuje informace o tom, která data byla poskytnuta klientům a tyto informace udržuje až do konce transakce. Tímto způsobem se minimalizují konflikty a umožňuje se efektivní manipulace s daty.[10]

Vzhledem k vysoké komplexitě a rozmanitosti možností, které relační databázový systém PostgreSQL nabízí, není vhodnou volbou pro tento projekt. Hlavními kritérii výběru databázového systému jsou jednoduchost a lokalita, což vylučuje nasazení PostgreSQL pro tuto konkrétní aplikaci.

#### SQLite3

SQLite3 je relační databázový systém, který se odlišuje od tradičních server-klient modelů tím, že veškerá data jsou uložena lokálně na disku v jediném souboru, což představuje podobnost s běžnými soubory, jako jsou například textové soubory ve svém formátu .doxc, které můžeme otevírat a následně s nimi pracovat napříkld pomocí aplikace ,,Word‘‘. Databázové systémy mají také svůj vlastní formát .db, s tímto formátem se dá pracovat například v aplikaci ,, SQLite Database Browser‘‘. SQLite3 je schopen ukládat a manipulovat se strukturovanými daty, což jej činí mocným nástrojem pro práci s databázemi.[11]

Tento typ databáze je zahrnut v základní distribuci jazyka Python. To znamená, že programátoři, kteří používají Python, nemusí instalovat žádné dodatečné knihovny pro práci s SQLite3, stačí pouze inicializovat tuto knihovnu a mohou začít vytvářet vlastní databáze.

Díky své jednoduchosti je SQLite3 vhodný pro širokou škálu uživatelů, od začátečníků, kteří se teprve seznamují s práci s databázemi, až po zkušené programátory hledající výkonnou a jednoduchou databázi pro lokální projekty.

Je však třeba poznamenat, že kvůli své povaze lokální databáze a absenci serverového modelu, SQLite3 neposkytuje pokročilé mechanismy jako je například MVCC (Multiversion Concurrency Control). Avšak, tato jednoduchost neznamená, že SQLite3 je omezený pouze na základní operace ukládání a načítání dat. Databázový systém je také schopen pracovat se složitějšími procesy, včetně triggerů, což umožňuje vytvářet dynamické a komplexní aplikace. ,, Některé aplikace mohou používat SQLite pro interní ukládání dat. Je také možné vytvořit prototyp pomocí SQLite a pak portovat kód do větší databáze, jako je PostgreSQL nebo Oracle‘‘[11].

Pro účely této bakalářské práce byl jako databázový systém zvolen SQLite3. Tato volba byla motivována především její jednoduchostí a vysokou rychlostí. Vzhledem k tomu, že soustava, na níž je tato bakalářská práce vypracovávána, nenabízí přístup k internetu, bylo nevhodné zvolit databázový systém založený na klient-server architektuře. Proto byla vlastnost SQLite3 umožňující lokální uložení dat na disku považována za vhodnou volbu.

#### Hashovací knihovna

Hashovací knihovna je nedílnou součástí této bakalářské práce, kvůli správné autentizaci uživatelů. V kontextu zabezpečení je běžnou praxí ukládat hesla do databází ve formě zahashovaného textu. Tento proces slouží k ochraně hesel uložených v databázi před hackerským útokem. Hash je řetězec o pevné délce, který vzniká z libovolně dlouhého vstupního řetězce. Důležitou vlastností této procedury je, že je jednosměrná – z hashové hodnoty není možné zpětně získat původní heslo. Dokonce i prázdný řetězec má svou jedinečnou hashovou hodnotu, "e3b0c44298fc1c149afbf4c8996fb92427ae41e 4649b934ca495991b7852b855". Tento fakt výrazně komplikuje útoky na hesla, neboť útočník nemá jinou možnost, než zkoušet náhodná hesla a provádět bruteforce útoky.

Tato knihovna nabízí spoustu různých hashovacích algoritmů jako jsou ,,sha384, whirlpool, sha256, atd.‘‘. V tomto projektu se využíva hashovací funkce sha256. ,,Důvodem pro použití SHA-256 je, že se jedná o jeden z nejznámějších a nejbezpečnějších hashovacích algoritmů, které se v současné době používají, a zároveň nabízí méně času potřebného k výpočtu hashe‘‘[12].

#### Knihovna time

Tato knihovna je nástrojem primárně určeným pro manipulaci s časem v programovacím prostředí. Poskytuje rozsáhlou funkcionalitu pro práci s časem, včetně získání aktuálního času, manipulace s kompletními daty ve formátu "%Y-%m-%d %H:%M:%S", a umožňuje řízení časových prodlev pomocí funkce `time.sleep(X)`, kde programátor může nastavit hodnotu proměnné X na požadovanou dobu spánku programu v milisekundách.[13]

V tomto projektu byla knihovna ,,time‘‘ využita zejména pro regulaci časové odezvy na změny tlaku v pneumatických svalech. Pomocí funkce ,,time.sleep(X)‘‘ bylo možné definovat dobu čekání programu mezi jednotlivými čtecími časy, což umožnilo citlivě reagovat na dynamiku změn tlaku v daném systému.

#### Knihovna openpyxl

Vzhledem k tomu, že tato knihovna není součástí základního balíčku Pythonu, je nutné ji doinstalovat, aby s ní mohl uživatel pracovat. Tato knihovna je navržena k manipulaci se soubory s příponami „.xlsx“, „.xlsm“, „.xltx“ a „.xltm“, což jsou typy souborů spojené s programem Excel od společnosti Microsoft. Nicméně tato označení jsou poněkud zavádějící, neboť „Excel“ je pouze název softwaru vyvíjeného společností Microsoft, který je schopen pracovat s těmito soubory.[14]

Je třeba si uvědomit, že mnoho uživatelů nemusí používat program Excel, zejména kvůli nemožnosti pracovat ofline bez zakoupení drahé licence. Existují však alternativy, jako například „Google Sheets“ od společnosti Google, které poskytují podobné funkce a jsou zdarma k dispozici online, nebo z celkového balíčku LibreOffice aplikace ,,Calc‘‘ tento sw je dostupný zdarma i pro ofline práci.

Vzhledem k této problematice je vhodné použít obecnější termín pro označení tohoto typu softwaru, a to „Tabulkový editor“. Tento termín lépe odráží povahu programů, které umožňují vytvářet, editovat a analyzovat tabulková data bez ohledu na konkrétní platformu nebo poskytovatele softwaru.

Tato knihovna představuje významný nástroj díky svým mnohostranným funkcím, které umožňují nejen základní manipulaci s daty, jako je jejich vkládání na specifická místa a následné načítání, ale také jejich formátování. Jednou z významných a pokročilých vlastností této knihovny je schopnost vytvářet grafy z poskytnutých dat.

#### Knihovna pathlib

Tato knihovna je součástí standardní distribuce programovacího jazyka Python a zaujímá klíčové postavení při manipulaci s cestami v Python programování. Její využití je obzvláště efektivní díky široké škále předdefinovaných cest, jako je například funkce "Path.home()", která umožňuje snadný přístup k domovské složce uživatele a ukládání souborů na tuto lokaci. Tato knihovna se stává mocným nástrojem v programování díky své schopnosti poskytnout uživatelům flexibilitu při určování umístění uložení souborů. Výhodou je, že každý uživatel má možnost volby umístění uložení souborů dle vlastní preference, což by nebylo možné s pevně stanovenou cestou, která by neodpovídala individuálním potřebám uživatelů. [15]

#### Knihovna re

Jedná se o další knihovnu ze základní distribuce programovacího jazyka Python. Tato knihovna slouží především pro práci s regulárnímy výrazi. ,, Regulární výrazy, známé také jako regex nebo regexp, jsou nástroji pro práci s textem, které umožňují vyhledávání, nahrazování a manipulaci s textovými řetězci na základě definovaného vzoru (patternu)‘‘[16]. V rámci této bakalářské práce byla knihovna použita k validaci vstupních dat, kde byl specifikován regulární výraz, akceptující pouze čísla a znaménko mínus. Veškeré jiné znaky byly automaticky označeny jako neplatné a tímto způsobem byla implementována efektivní ochrana proti nevalidním vstupům.[17]

#### Knihovna PneumoCVUTFBMI.DeviceLoader

Tato knihovna byla speciálně vytvořena se soustavou, pro niž je v rámci této práce navržen grafický uživatelský rozhraní (GUI). Účelem této knihovny je usnadnit komunikaci s dalšími knihovnami, jako je sériová sběrnice či krokové motory, v rámci dané mechanické soustavy.

Tato knihovna představuje klíčový spojovací prvek mezi GUI a jednotlivými mechanickými součástmi daného systému. Její návrh a implementace jsou klíčovými kroky pro efektivní a intuitivní ovládání a monitorování soustavy pomocí uživatelsky přívětivého rozhraní.

# Implementace

Kapitola pro SW projekty. Měla by sloužit jako programátorský dokumentace pro programátora, kde by byla popsána jednotlivá rozhraní, konkrétní třídy, struktura programu. Měla by také popsat způsob nasazení a upozornit na místa, kde je možné software modifikovat. Může obsahovat malé kusy kódu, případně zajímavé implementace algoritmů. Mělo by zde být také definováno, pod jakou licenční lze šířit zdrojové kódy. Pro Bc práce se doporučuje jedna z  licencí (MIT, Apache, BSD, GNU GPL, apod.) Zmíněná licence by se také měla zmínit v závěru práce.

Kód 5.1: Výpočet faktoriálu.

int n=10, F=1;

for(int i=2; i<=n; i++){

F = F \* i;

}

|  |
| --- |
|  |
|  |

# Uživatelská dokumentace

Manuál pro práci s aplikaci. Mj. se v této kapitole prezentuje vzhled a ergonomičnost aplikace.

# Výsledky (Testování)

# Diskuse

# Závěr

# Seznam použité literatury

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | BANSAL, Rishabh. *Python GUI – tkinter*. Online. GeeksforGeeks. 2023. Dostupné z: <https://www.geeksforgeeks.org/python-gui-tkinter/>. [cit. 2024-03-15]. |
| [2] | *Co je to Open source? Zdroj: https://it-slovnik.cz/pojem/open-source/?utm\_source=cp&utm\_medium=link&utm\_campaign=cp*. Online. IT SLOVNÍK. Dostupné z: <https://it-slovnik.cz/pojem/open-source>. [cit. 2024-03-15]. |
| [3] | ALI, Francis. *Začínáme s Kivy pro vývoj grafického uživatelského rozhraní*. Online. Python GUIs. 2023. Dostupné z: <https://www.pythonguis.com/tutorials/getting-started-kivy/>. [cit. 2024-03-15]. |
| [4] | *Co je to Framework?* Online. A star search. 2021. Dostupné z: <https://a-starsearch.cz/blog/co-je-to-framework>. [cit. 2024-03-15]. |
| [5] | VIKTORIN, Petr a HRONČOK, Miro. *GUI v Pythonu: PyQt5*. Online. Nauč se Python!. 2017. Dostupné z: <https://naucse.python.cz/lessons/intro/pyqt/>. [cit. 2024-03-15]. |
| [6] | GEON. *Co je to Tkinter?* Online. PY.CZ. 2005. Dostupné z: <https://www.py.cz/Tkinter>. [cit. 2024-03-15]. |
| [7] | SCHIMANSKY, Tom. *CustomTkinter*. Online. Git Hub. 2021. Dostupné z: <https://github.com/TomSchimansky/CustomTkinter/tree/master>. [cit. 2024-03-15]. |
| [8] | SCHIMANSKY, Tom. *Documentation Introduction*. Online. CustomTkinter. 2021. Dostupné z: <https://customtkinter.tomschimansky.com/documentation/>. [cit. 2024-03-15]. |
| [9] | *Co je to databáze?* Online. Oracle. Dostupné z: <https://www.oracle.com/cz/database/what-is-database/>. [cit. 2024-03-16]. |
| [10] | MIHALCEA, Vlad. *How does MVCC (Multi-Version Concurrency Control) work*. Online. Vlad Mihalcea. 2022. Dostupné z: <https://vladmihalcea.com/how-does-mvcc-multi-version-concurrency-control-work/>. [cit. 2024-03-16]. |
| [11] | *Rozhraní DB-API 2.0 pro SQLite databáze¶*. Online. Python. Dostupné z: <https://docs.python.org/3/library/sqlite3.html>. [cit. 2024-03-16]. |
| [12] | VASUDEV4. *Modul hashlib v Pythonu*. Online. GeeksforGeeks. 2023. Dostupné z: <https://www.geeksforgeeks.org/hashlib-module-in-python/>. [cit. 2024-03-16]. |
| [13] | *Časový přístup a převody*. Online. Python. Dostupné z: <https://docs.python.org/3/library/time.html>. [cit. 2024-03-16]. |
| [14] | *Openpyxl 3.1.2*. Online. Pypi. Dostupné z: <https://pypi.org/project/openpyxl/>. [cit. 2024-03-16]. |
| [15] | IHRITIK. *Modul Pathlib v Pythonu*. Online. GeeksforGeeks. Dostupné z: <https://www.geeksforgeeks.org/pathlib-module-in-python/>. [cit. 2024-03-16]. |
| [16] | SEOPRAKTICKY.CZ. *Co je to regulární výraz a k čemu se používá*. Online. Collabim. 2023. Dostupné z: <https://www.collabim.cz/akademie/knihovna/co-je-to-regularni-vyraz-a-k-cemu-se-pouziva/#:~:text=Už%20víme%2C%20že%20se%20regulární%20výrazy%20skládají%20ze,3%20závorky%20se%20používají%20pro%20seskupování%20množin%20znaků.>. [cit. 2024-03-16]. |
| [17] | *Operace s regulárními výrazy*. Online. Python. Dostupné z: <https://docs.python.org/3/library/re.html>. [cit. 2024-03-16]. |

# Příloha A: Požadavky na formátování práce

# Příloha B: Základní typografické zásady

# Příloha C: Další doporučení pro přehlednost textu

# Příloha D: Obsah přiloženého CD