

Tematické okruhy ke státní závěrečné zkoušce (SZZ)
navazujícího magisterského studijního programu
N0688A140003 Biomedicínská a klinická informatika
se specializací
„Softwarové technologie“

Dle čl. 7 odst. 3 Směrnice děkana pro realizaci bakalářských a navazujících magisterských studijních programů na Českém vysokém učení technickém v Praze - Fakultě biomedicínského inženýrství pro daný akademický rok stanovuje děkan na základě návrhu vedoucího katedry biomedicínské informatiky níže uvedené tematické okruhy.

Tematické okruhy jsou v souladu s obsahem schválené žádosti Národním akreditačním úřadem pro vysoké školství (NAÚ) o udělení akreditace akademicky zaměřenému navazujícímu magisterskému studijnímu programu Biomedicínská a klinická informatika se standardní dobou studia 2 roky a formou studia prezenční ze dne 24. května 2018 pod č.j. NAU-179/2017-10 (specializace: Softwarové technologie a Asistivní technologie) a žádost o rozšíření akreditace o nový studijní plán (specializace: Nanotechnologie) ze dne 9. července 2020 pod č.j. NAU-98/2020-8.

Tematické okruhy jsou koncipovány jako nezbytné minimum znalostí, vědomostí a dovedností (teoretických a praktických), které jsou nutné pro úspěšné uplatnění absolventa programu Biomedicínská a klinická informatika v praxi. Pro lepší orientaci studentů jsou na začátku tematického okruhu uvedeny názvy předmětů, které níže uvedené okruhy obsahují.

V průběhu SZZ student dostává z každého tematického okruhu dvě otázky. Otázky mohou být upřesněny pomocí doplňujících otázek. Otázky mohou být i z oblasti, která přímo souvisí s okruhem, či s tématem diplomové práce, ale vždy jsou obsahem osnov vyučovaných předmětů. Otázky zadávají členové komise. Odpovědi na otázky mohou následovat bezprostředně po zadání a bez písemné přípravy.

I. Okruh – Informatika

Pokročilá algoritmizace; Legislativa a bezpečnost biomedicínského software a dat; Tvorba biomedicínských aplikací; Návrh uživatelských rozhraní; Databáze a webové technologie; Elektronický zdravotní záznam a lékařská dokumentace; Softwarové inženýrství; Umělá inteligence.

Teoretická informatika a umělá inteligence (*Pokročilá algoritmizace; Umělá inteligence*)

Přehled standardních grafových algoritmů (hledání nejkratší cesty, minimální kostry, průchody grafu, práce s ohodnocenými grafy). Formální jazyky, automaty a jejich využití. Vyhledávací stromy a haldy, vlastnosti a příklady aplikací. Teoretické a experimentální metody posuzování kvality algoritmů (odhad složitosti, benchmarky). Dynamická alokace paměti, garbage collector, reference counting algoritmy.

Metody prohledávání stavového prostoru a jejich použití v úlohách umělé inteligence a při plánování akcí agenta. Použití lokálního prohledávání po řešení optimalizačních úloh (hill-

climbing, simulované žíhání, genetické algoritmy a jejich základní vlastnosti a principy, příklady aplikací). Výroková logika jako nástroj reprezentace znalostí. Odvozování důsledků, strojové dokazování a jejich praktické využití. Strojové učení a jeho aplikace. Základní principy klasifikátorů typu nejbližší soused, perceptron, rozhodovací strom, Bayesův klasifikátor. Způsoby evaluace klasifikátoru (třénovací, testovací množina, křížová validace). Příklady aplikací. Umělá inteligence a její vliv na společnost. Využití v lékařství. Etické problémy.

Biomedicínský software a data (*Databáze a webové technologie; Legislativa a bezpečnost biomedicínského software a dat; Elektronický zdravotní záznam a lékařská dokumentace; Tvorba biomedicínských aplikací*)

Databáze, systém řízení báze dat (SŘBD) a databázový systém, životní cyklus vývoje DBS, relační datový model, metodika návrhu relačního datového modelu (pojmy entitní typ, entita, vztahová množina, vztah, atribut, kardinalita, primární a cizí klíč), konceptuální a logický model, význam normalizace, definice závislostí, pravidla normálních forem, Integritní omezení, vztah objektů a relačních tabulek, jazyk SQL, transakce a její stavy, vlastnosti ACID, paralelní zpracování, sériové rozvrhy, uzamykací protokoly. Blockchain databáze. NoSQL

OpenEHR a jeho základní prvky, principy a procesy. Souvislost openEHR s ISO 13606. Přehled a stručný popis klasifikačních systémů, tezaurů a nomenklatur ve zdravotnictví. Nomenklatura SNOMED, princip systému, rozsah, pojmy prekoordinát a postkoordinát. Principy a uspořádání u standardů HL7 verze 2, HL7 FHIR a HL7 verze 3. Standard HL7 CDA, jeho účel a základní struktura klinického dokumentu v HL7 CDA. IHE profily – popis a užití. Příklady IHE profilů.

Software jako zdravotnický prostředek. Zákony související s nasazením softwaru ve zdravotní a sociální péči. Legislativa související s problematikou vývoje, výroby a užití asistivních technologií.

Softwarové inženýrství (*Softwarové inženýrství; Návrh uživatelských rozhraní; Tvorba biomedicínských aplikací*)

Modely životních cyklů vývoje SW a metodiky vývoje (vodopád, v-shape, prototype, inkrementální, spirálový, agilní metodiky (XD, scrum, FDD, lean development) atd. - popisem jednotlivých fází), průběžná integrace (continuous integration). Systémy správy verzí (control version system, CVS). Jazyk UML - základní typy diagramů. Virtualizace, kontejnery a dockery. Mikroservisy. Principy metodiky čistého zdrojového kódu (clean code). Webové API (REST (openAPI), SOAP, GraphQL).

Modelování a formální popis uživatelských rozhraní (HTA, /H/MVC, Seeheim, Arch, STN); Prototypování uživatelských rozhraní (Mockup, LoFi, HiFi); Psychologické aspekty návrhu UI (lidská paměť, kognitivní procesy, MHP, KLM, Hick-Hymanův zákon, Fittsův zákon), Pravidla návrhu uživatelského rozhraní (heuristiky, návrhové vzory, pravidla návrhu, interakční styly).

II. Okruh – Zpracování biomedicínských dat

Biostatistika; Analýza signálu I a II; Analýza a rozpoznávání vícerozměrných dat; Biologické signály a biometrie; Big data; Image analysis; Počítačové simulace, modelování a

chemo/bioinformatika; Bezpečnost při práci s biomedicínskými daty; Robotika a asistivní technologie.

Statistika a analýza biomedicínských dat (*Biostatistika; Analýza a rozpoznávání vícerozměrných dat; Big data*)

Základní východiska matematické (induktivní) statistiky. Náhodná veličina. Rozdělení náhodné veličiny. Hustota a distribuční funkce náhodné veličiny. Charakteristiky náhodné veličiny. Kvantily. Populace a výběr. Reprezentativnost náhodného výběru. Bodové odhady parametrů. Bias. Nejlepší nestranný odhad. Konzistentní odhad. Intervalové odhady. Princip testování hypotéz. Chyba 1. a 2. druhu, senzitivita a specificita. Síla testu. Testová statistika (testové kritérium). p-value a její souvislost s hladinou významnosti. Z-test, T-test, chi-kvadrát test pro rozptyl. Párové testy, testování shody parametrů dvou výběrů. ANOVA. Neparametrické testy. Testy v kontingenčních tabulkách. Testy dobré shody. Testy normality. Základy korelační a regresní analýzy.

Základní metody pro modelování neklasifikovaných dat (asociační pravidla, shlukování). Základní postupy modelování klasifikovaných dat. Posouzení kvality modelu dat a možnosti pro její zvýšení (postupy pro kombinování modelů). Metodika CRISP pro dobývání znalostí z dat. Porozumění datům a jejich příprava: diskretizace, normalizace, doplnění chybějících hodnot, agregace, redukce dimenze dat a selekce příznaků.

Velká data a jejich základní vlastnosti. Nástroje a prostředí pro práci s velkými daty. Kvalita vstupních dat, úpravy (chybná, chybějící data, outliers). Metody strojového učení vhodné pro velká data. Vizualizace dat.

Analýza signálu a obrazu (*Analýza signálu I a II; Biologické signály a biometrie; Image analysis*)

Vzorkování a kvantování biologických signálů. Nyquistův–Shannonův vzorkovací teorém. Konvoluce, korelace, decimace, interpolace a filtrace signálů. Fourierova transformace (FT), DFT, FFT. Inverzní transformace. Filtrace signálu pomocí FFT. Vlnková transformace (Wavelets). Princip metody a možnosti jejího využití. Výhody oproti Fourierově transformaci. Nejčastější typy rušení při snímání biomedicínských signálů a způsoby jejich odstranění. Amplitudové a frekvenční rozsahy biomedicínských signálů, zejména EKG a EEG signály.

Typy biologických signálů, jejich geneze. Převodní systém srdeční, měření a analýza EKG. Měření a analýza EEG. Základní biometrické ukazatele. Využití biometrie pro identifikaci a autentizaci.

Úloha pořízení obrazu z fyzikálního hlediska, nemožnost úlohu invertovat, důsledky. Role interpretace obrazu jako základ analýzy obrazu. Objekty v obraze. Metody předzpracování obrazu (jasové, geometrické, lokální filtrace, hranová detekce, matematicko-morfologické metody; prostorové nebo frekvenční metody). Segmentace a popis objektů v obraze. Pevná a pružná registrace obrazů nebo objektů v obraze.

Počítačová simulace, modelování a chemo/bioinformatika (*Počítačové simulace, modelování; Chemo/bioinformatika*)

Optimalizační úloha, metody matematické optimalizace. Soustava pohybových rovnic a jejich řešení. Hyperplocha potenciální energie, interakční potenciál. Monte Carlo metoda, její princip a aplikace. Rungeovo-Kuttovo schéma. Nelineární dynamické systémy, stabilita řešení.

Reprezentace 2D molekulárních struktur, SMILES, InChI, InChIKey. Molekulární deskriptory, strojové učení v chemoinformaticce, úloha QSAR. Docking a virtuální screening při návrhu léčiv. Detekce tunelů v proteinových strukturách. Analýza genové exprese, dostupné nástroje, příklady aplikace. Genomové projekty, možnosti programů EMBOSS a SMS2. Strojové učení pro detekci intronů v DNA.

Bezpečnost (*Bezpečnost při práci s biomedicínskými daty*)

Základní principy a prostředky k šifrování a dešifrování dat. Digitální podpis - princip, význam a praktické využití. Bezpečnost a zabezpečení komunikace prostřednictvím bezdrátových sítí. Lidský faktor v bezpečnosti, sociální inženýrství, personální bezpečnost organizace. Využití blockchainu. Zásady bezpečného zálohování a archivace.

Robotika a asistivní technologie (*Robotika asistivní technologie*)

Tuhé těleso v 3D prostoru, poloha, orientace, homogenní souřadnice, maticové vyjádření. Přímá a inverzní kinematika otevřených kinematických řetězců. Robotický manipulátor. Dynamika otevřených kinematických řetězců. Lagrangeovy rovnice. Jakobián. Zpětná vazba. Servomechanismus. Řízení robotů. Pohony a senzory robotů. Architektury a řízení robotů s kognitivními zpětnými vazbami. Mobilní roboty. Robot v rehabilitaci. Robot asistující při péči o pacienty a nemohoucí seniory.

V Kladně dne 5. 12. 2022

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
děkan fakulty

doc. Ing. Zoltán Szabó, Ph.D.
vedoucí katedry biomedicínské informatiky