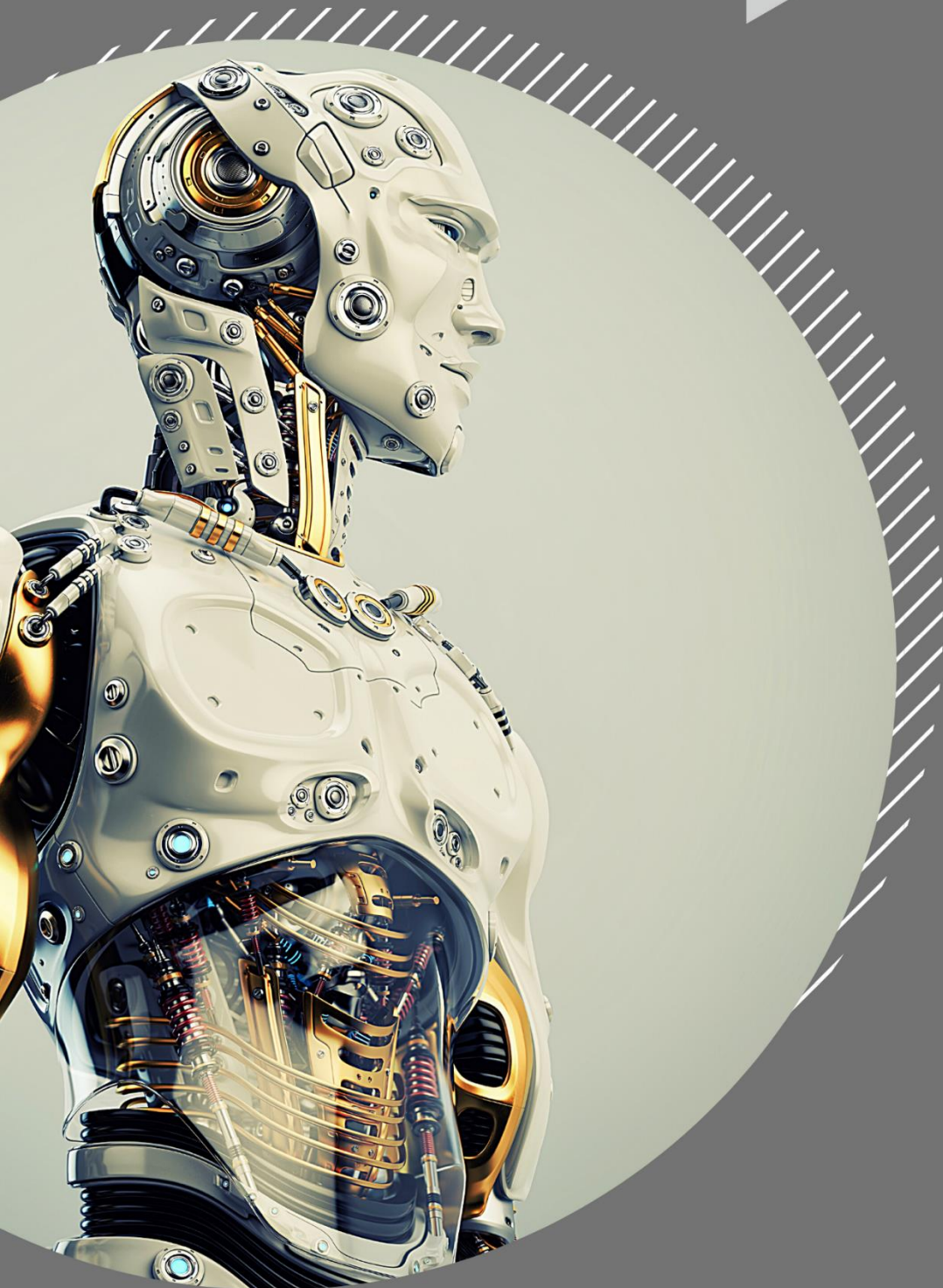




FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD
ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY
V PLZNI



KONTAKTNÍ OSOBA

Mgr. Michaela Zůzová
mzuzova@fav.zcu.cz; +420 606 865 710

ODPOVĚDNÁ OSOBA

doc. Ing. Pavel Baroch, Ph. D.
pbaroch@fav.zcu.cz; +420 727 983 579

Témata ke zpracování 2020/2021

Fyzika

- **Snížení emisí CO₂ pomocí vývoje nových materiálů s nízkým třením**

(Ing. Zbyněk Soukup, Ph.D.)

Proces tření je charakterizován koeficientem tření, který vyjadřuje odpor při klouzání jednoho tělesa po povrchu druhého. Při této interakci dochází současně i k opotřebení, tj. ke ztrátě materiálu povrchu obou těles. Procesy tření a opotřebení materiálů se zabývá obor tribologie.

V rámci práce studenti provedou měření základních tribologických charakteristik na několika vzorcích pokrytých speciálními tribologickými vrstvami a vyhodnotí vhodnost těchto vrstev pro praktické aplikace např. v automobilovém průmyslu.

- **Plazmové čištění vody – rozklad organických nečistot** (doc. Ing. Pavel Baroch, Ph.D.)

Rozklad určitých organických látek (např. antibiotika, cytostatika, psychotropní látky apod.) obsažených ve vodě je běžnými metodami velmi obtížný. Využití plazmatu dává určitou naději pro úplný nebo alespoň částečný rozklad těchto látek na komponenty rozložitelné biologickou cestou. Cílem práce bude navrhnout a otestovat možný způsob využití této technologie pro čištění vody.

Geomatika

- **Aproximace tíhového pole Země** (Ing. Martin Pitoňák, Ph.D.)

Student se seznámí s různými typy modelů pro aproximaci (přiblížení, odhad) tíhového pole Země a vyzkouší si na zájmovém území vytvořit jejich model pomocí vybraného softwaru pro matematické modelování.

- **Časová variabilita tíhového pole Země a její modelace z družicových dat**

(Ing. Martin Pitoňák, Ph.D.)

Na základě zpracování družicových dat lze odvozovat např. i časovou variabilitu tíhového pole Země. Součástí tohoto zadání je tedy zpracování a porozumění družicovým datům, jejich interpretace a modelování časově závislých jevů.

- **Geografické informační systémy v prostředí cloudu** (Ing. Karel Jedlička, Ph.D.)

Přesun služeb do cloudového prostředí je moderním trendem prakticky ve všech oborech lidské činnosti spojených s využitím informačních technologií. Geografické informační systémy nejsou výjimkou. V rámci tohoto tématu bude provedena rešerše existujících řešení, shrnutí jejich možností použití, výhod a nevýhod a praktické vyzkoušení jejich funkcionality.

- **Geoprostorové datové báze, technologická řešení** (Ing. Karel Jedlička, PhD.)

Různé typy uložení prostorových dat v rámci datovýchází s prostorovým rozšířením jsou zásadní volbou nejen pro analýzu takových dat, ale také pro jejich další využití, např. ve spojení s dalšími informačními systémy. Průzkum různých řešení a vlastní příklad implementace jsou obsahem tohoto tématu.

- **Trojrozměrná data v geografických informačních systémech**

(Ing. Karel Jedlička, PhD., Ing. Karel Janečka, Ph.D.)

Trojrozměrná data (3D data) mají zásadní význam pro oblasti, kde pouhá polohová informace o objektech (tj. 2D informace) neposkytuje dostatečnou míru porozumění. Jedná se např. o oblasti katastru nemovitostí, prostorové správy budov, inženýrských sítí a podobně. Seznámení se získáváním, zpracováním a vizualizací takovýchto dat je součástí tohoto tématu.

- **Virtuální 3D mapy - příklady dobré praxe** (Ing. Pavel Hájek, Ph.D.)

Student provede rešerši příkladů použití tzv. virtuálních 3D map, kterému předchází porozumění tomuto pojmu a vyzkouší si tvorbu kartograficky vyjádřeného 3D modelu zájmové oblasti.

- **Virtuální 3D mapy a jejich způsoby vizualizace** (Ing. Pavel Hájek, Ph.D.)

Student se seznámí s různými technologiemi pro vizualizaci virtuálních 3D map. Na vlastním příkladě zkusí vizualizovat obsah takovéto mapy v různých platformách a to ať desktopových či webových.

- **Sběr názvoslovných dat pro databázi geografických jmen (GeoNames) České republiky**
(doc. Ing. Václav Čada, CSc.)

Krajina kolem nás se stále vyvíjí a s tím souvisí zánik a vznik geografických jmen, tj. pojmenování neživých přírodních objektů (hora, řeka, ...) a těch člověkem vytvořených objektů (město, obec, oblast, ...). Obsahem tohoto tématu je tedy rešerše stávajícího stavu databáze geografických jmen GeoNames a možností jejího rozšíření.

- **Technologie tvorby a vedení Digitální technické mapy ČR** (doc. Ing. Václav Čada, CSc.)

Student se seznámí s novým systémem pro správu a využívání údajů o technické infrastruktuře na území České republiky. Jde o tzv. Digitální technickou mapu České republiky, která má sloužit k systematické a jednotné správě geografických dat o umístění sítí elektronických komunikací a dalších infrastrukturních sítí (dále jen „technická infrastruktura“) včetně poskytování informací o technické infrastruktuře orgánům veřejné moci, vlastníkům nemovitostí, investorům a veřejnosti zejména pro územně plánovací činnost a územní a stavební řízení podle stavebního zákona a zajištění činnosti jednotného informačního místa podle zákona o opatřeních ke snížení nákladů na zavádění vysokorychlostních sítí elektronických komunikací.

- **Tvorba turistických map pro odlehlé oblasti** (Ing. František Kolovský)

V České republice máme jedny z nejlepších turistických map na světě, a tak nějak to považujeme za samozřejmé. Stačí se jen podívat o pár tisíc kilometrů jinam a už byste jakoukoliv použitelnou mapu pro turistiku hledali marně. Práce by se zabývala tvorbou takovéto mapy z dostupných datových zdrojů (satelitní snímky, digitální model povrchu (Aster DEM, OpenStreetMap, atd.). Pak podle vytvořené mapy můžete v létě vyrazit na trek. Převážně by se používaly technologie QGIS, PostGIS.

- **Lokalizace vhodných míst pro stavbu malých vodních elektráren** (Ing. František Kolovský)

V posledních letech se stále více a více propagují obnovitelné zdroje energie. Jedním typem obnovitelných zdrojů energie jsou vodní elektrárny. Práce by se zabývala vyhledáváním vhodných lokalit pro stavbu malých vodních elektráren. Pro vyhledávání těchto lokalit by bylo využito prostředí GIS (Geografické Informační systémy). Konkrétně by šlo o program QGIS.

- **Vyhledávání objektů na starých mapách** (Ing. Michal Kepka, Ph.D.)

Značkové klíče poskytují informaci o tom, jaké objekty se v mapách nacházejí. Pokud existuje katalog těchto mapových značek, je možné vytvářet během vektorizace starých mapových listů datovou sadu objektů s mnoha rozšiřujícími atributy. Nad sebranou datovou sadou je možné provádět analýzy a vyhledávání. Práce by se zabývala vektorizací starých map a vytvářením digitální datové sady objektů.

- **Detekce podmínek vzniku radiačního mrazu** (Ing. Michal Kepka, Ph.D.)

Pro intenzivní zemědělství je nutné maximalizovat objem úrody při zachování udržitelného množství vstupů a spotřeby nerostných surovin. Jakékoliv výkyvy počasí, které mohou poškodit velkou část úrody, nejsou žádoucí a je nutné provádět ochranná opatření. Příkladem meteorologického jevu, který zásadně poškozují plodiny s vysokou hodnotou, je tzv. radiační mraz. Během projektu budou poskytnuta meteorologická měření z polních podmínek a úkolem bude navrhnout algoritmus, který bude hlídat příhodné podmínky pro vznik radiačního mrazu a vyhodnotí danou situaci jako varování.

- **Kartografická vizualizace volebních výsledků na lokální úrovni**

(doc. Ing. Mgr. Otakar Čerba, Ph.D.)

Výsledky voleb jsou zveřejňovány především na celostátní úrovni. Navíc je kartografická úroveň map prezentovaných v médiích často žalostná. Úkolem studentů by mělo být zpracování volebních výsledků jedné nebo několika obcí na úrovni okrsků a jejich kartografická vizualizace, přičemž důraz bude kladen především na stabilitu a vývoj volebních preferencí v čase.

- **Staré mapy jako zdroj informací pro studium vývoje krajiny**

(Ing. Martina Kepka Vichrová, Ph.D.)

Staré mapy jsou dnes významným zdrojem informací pro studium vývoje krajiny. Mnohé z nich

byly vytvořeny ve vhodném měřítku a v době před zemědělskou a průmyslovou revolucí, které výrazně změnily ráz tehdejší krajiny. Úkolem studenta/studentky by měla být dokumentace vývoje zvoleného zájmového území s využitím starých map a dalších dostupných geodat.

Informatika

- **Použití virtuální reality pro rehabilitační účely** (Ing. Petr Vaněček, Ph.D.)

Cílem práce je vytvořit aplikaci ve virtuální realitě, která by měla zábavným způsobem motivovat pacienty po úrazu pohybového aparátu k větší pohybové aktivitě a napomáhat tak v rehabilitačním procesu. Aplikace musí umožňovat rehabilitačnímu pracovníkovi snadným způsobem upravovat rehabilitační program na míru konkrétnímu pacientovi vytvářením scénářů ze sady předem připravených úkolů. Předpokládá se jednoduché programování (skriptování) a modelování, znalost prostředí Unity a modelovacího programu Blender je výhodou.

- **Návrh a realizace modelu vlaku budoucnosti** (Ing. Petr Brůha)

Seznamte se s projektem Smart Train a prostudujte problematiku modelového 3D tisku. Navrhněte a pomocí 3D tiskárny realizujte model vlaku budoucnosti v H0 velikosti. Výsledný model otestujte na Smart Train kolejišti, výsledky vyhodnoťte a diskutujte.

- **Implementace kognitivního Chatbota pro Smart Train** (Ing. Petr Brůha)

Seznamte se s projektem Smart Train a prostudujte problematiku měření mozkové aktivity v rámci neuroinformatické laboratoře na KIVu. Navrhněte Chatbota, který bude hráči zadávat kognitivní úkoly a bude upozorňovat či motivovat k větší úrovni soustředění, popř. meditace hráče získané z Mindwave mobile čelenky. Implementujte navrženého Chatbota a ověřte jeho funkčnost. Proved'te sérii měření na různých hráčích, výsledky vyhodnoťte a diskutujte.

- **Simulační analýza modelů chování** (Ing. Richard Lipka, Ph.D.)

Práce je zaměřena na tvorbu simulace a návrh modelů chování umožňujících řešení problému známého jako iterované vězňovo dilema (podrobný a pěkný popis lze najít např. na <https://www.misanthrop.info/veznovo-dilema-a-komunity/>). Zjednodušeně jde o situaci, kdy se dva lidé (v klasickém příkladu vězňové) bez možnosti komunikace rozhodují, jestli raději spolupracovat nebo se pokusit podvést druhého a podle toho získají odměnu. Existuje řada jednoduchých strategií (vždy podvádět, oko za oko, vždy spolupracovat) a mají různý dopad na zisk každého účastníka. Cílem práce bude seznámit se s existujícími strategiemi a pokusit se navrhnout a vyhodnotit vlastní algoritmus chování, který by měl vést k co nejlepšímu zisku. Součástí práce bude také seznámení se se simulačními nástroji a tvorba jednoduchého rozhraní pro provádění experimentů. Není nutné umět nějaký konkrétní programovací jazyk, simulaci je možné poměrně

snadno implementovat v jakékoli technologii.

- **Webová aplikace pro dendrologické mapování** (Ing. Richard Lipka, Ph.D.)

Cílem aplikace je vytvořit sdílenou databázi a mobilního klienta, který umožní zaznamenávat polohu, stáří a další vlastnosti stromů v lokalitě. Vaším úkolem bude seznámit se s programováním aplikace pro mobilní telefon, s prací s údaji o poloze (GPS) a s kamerou telefonu, tak aby zadávání údajů bylo pro uživatele co nejsnazší. Nasbírané údaje se následně budou shromažďovat v databázi a budou zobrazitelné přes webové rozhraní, v této části se tedy naučíte pracovat s javascriptem a knihovny pro využití mapových podkladů. Web by měl také alespoň jednoduše zajišťovat ochranu před duplicitou údajů, zajímavou možností rozšíření je také napojení na v současné době vyvíjené služby / nástroje pro identifikaci druhu rostliny metodami strojového učení. V rámci práce může být zpracována jen část problematiky (klientská nebo webová strana), práce může být také realizována několika zájemci. Podle vybrané části se hodí znalosti programování v prostředí mobilního zařízení (Android) nebo webových technologiích (server).

- **Mapa MRI a DMRI repozitářů** (Doc. Ing. Josef Kohout, Ph.D.)

Nejprve se seznámíte s principy magnetické resonance a s charakterem dat, které toto vyšetření poskytuje. Hlavním cílem práce pak bude analýza dostupných databází těchto dat a vytvoření nástroje (např. v Pythonu), který umožní vyhledávání v nejvýznamnějších databázích, stažení dat a popřípadě i jejich základní zobrazení.

- **Analýza významu publikační činnosti výzkumníků** (Doc. Ing. Josef Kohout, Ph.D.)

V rámci projektu se seznámíte s databázemi Scopus a WoS a rovněž s databází OBD/RIV, které uchovávají informace o publikační činnosti jednotlivých výzkumníků. Vaším úkolem bude vytvořit počítačové programy (např. s využitím již dostupných knihoven), které pro zadaný seznam identifikátorů autorů stáhnou z těchto databází potřebná data (v textové podobě), ta následně automaticky zpracují a poskytnou výsledek ve formě: výzkumná oblast, seznam domácích tvůrců, seznam jiných institucí, ohodnocení významu. Vaše analýza tak poslouží k identifikaci prestižních výzkumných směrů, tj. směrů, které prokazatelně jsou pro společnost významná.

- **Interaktivní reklama se skrytým záměrem detekce poruchy příjmu potravy**

(Doc. Ing. Josef Kohout, Ph.D.)

Porucha příjmu potravy (PPP) je relativně častým mentálním onemocněním zejména mezi mladými. PPP nevznikne ze dne na den, ale rozvíjí se postupně. Čím dříve se podchytí, tím větší je šance na úplné uzdravení. Problém je typicky ale v tom, že v době, kdy si okolí začne všimnout prvních příznaků, již je to často hodně pozdě. To, že si něčeho všimne dotyčná osoba, u které se PPP rozvíjí, je velmi vzácné, protože tyto osoby si neuvědomují, že by dělaly něco nenormálního (dělají to takto celý svůj život). Cílem této práce je vyzkoušet si vytvořit interaktivní reklamu (např. minihru), která se může zobrazovat pro získání nějakých odměn v jiných hrách (namísto toho, aby hráč si odměnu kupoval

za reálné peníze) - viz Google Android Reward Ad. Reklama má hráče upoutat, aby měl chuť se dozvědět více, nainstalovat si aplikaci, na kterou reklama míří, apod., kde již však jsou implementovány mechanismy, které dokáží rozvíjející se PPP detekovat.

- **Zobecněné barycentrické souřadnice pro neplanární “polygony”**

(Doc. Ing. Josef Kohout, Ph.D.)

V počítačové grafice se často používá tzv. Cage-based deformace, kdy objekt (např. kočku na fotografii) uzavřu do polygonu, ať již konvexního či nikoliv, a poté vyjádřím souřadnice bodů v prostoru (např. pixelů v obrázku) relativně vůči vrcholům tohoto polygonu, tj. přiřadím bodům tzv. zobecněné barycentrické souřadnice. Když poté nějaký vrchol polygonu posunu, dojde k deformaci všech bodů v prostoru, takže namísto např. tlusté kočky dostanu hubenou. Výsledek závisí na volbě polygonu a rovněž na metodě výpočtu zobecněných barycentrických souřadnic. Cílem je vyzkoušet chování existujících metod pro poněkud netypický případ, kdy vrcholy polygonu neleží přesně na rovině. Pro které metody je toto zásadním problémem? Lze se s tím relativně snadno vypořádat?

- **3D scanner se zařízením Intel RealSense D415** (Doc. Ing. Libor Váša, Ph.D.)

V rámci projektu bychom se pokusili použít hloubkovou kameru Intel RealSense D415, dostupnou na katedře informatiky, jako 3D scanner. Bude nutné navrhnout nějaký mechanismus jak otáčet skenovaným předmětem (otočný stůl, gyroskop), jak jednotlivé skeny sesadit do společného souřadného systému v nějakém existujícím softwaru a jak z výsledné množiny bodů (tzv. pointcloud) vytvořit trojrozměrnou trojúhelníkovou síť. Předpokládá se jak praktická práce, tak skriptování a programování na počítači, kromě zájmu o problematiku a základní prostorové představivosti však nejsou žádné nutné předpoklady pro případného uchazeče.

- **Registrace a rekonstrukce 3D objektů** (Doc. Ing. Libor Váša, Ph.D.)

V rámci projektu dostanete data získaná z 3D senzoru Intel RealSense D415 představující částečné skeny jednoho objektu (senzor vždycky “vidí” jen část objektu, není tedy možné celý objekt naskenovat najednou). Cílem projektu je data sesadit do jednoho souřadného systému (předpokládá se použití existujících programů pro tzv. registraci, což je právě proces “napasování” částečných skenů) a vytvoření jednotné rekonstrukce (opět bude použit existující software). Hlavní náplní práce bude psaní skriptů, programování na počítači a především vizuální hodnocení dosažených výsledků a navrhování úprav procesu a jeho parametrů pro dosažení co nejlepších výsledků. Kromě zájmu o problematiku a základní prostorové představivosti nejsou žádné nutné předpoklady na případného uchazeče.

- **Sada miniher pro mobilní telefon založená na matematických modelech diabetického pacienta** (Ing. Martin Úbl)

V tomto zadání se řešitel seznámí se software SmartCGMS (<https://diabetes.zcu.cz/smartcgms>) vyvíjeným na Katedře informatiky a výpočetní techniky a na základě domluvy vytvoří sadu miniher

pro mobilní telefon, které používají jeho rozhraní. Software obsahuje již hotové matematické modely diabetického pacienta, které reagují na vnější podněty - v případě diabetického pacienta tento model reaguje na dávkovaný hormon inzulin, přijímanou potravu a další. Tento matematický model bude jádrem vytvářených miniher. Hry by měly být rovněž dostatečně jednoduché a pokud možno i graficky atraktivní. Každá hra bude ohodnocena dohodnutým skóre, které se společně s dalšími výstupy (které generuje již SmartCGMS) odešle na webové API k pozdější analýze. Mimo hry by mělo být v aplikaci přítomno i několik forem gamifikace - tabulka nejvyšších skóre, "achievements" a další. Jistou inspiraci si lze vzít v již hotové hře "Íkaros má diabetes": <https://diabetes.zcu.cz/ikaros>

- **Logická (elektronická) stavebnice pro výuku** (Ing. Tomáš Mainzer, PhD.)

Cílem je navrhnout a vytvořit logickou (elektronickou) stavebnici vhodnou pro výuku. Funkční jádro však nebudou jednotlivé elektronické součástky ale procesor (microcontroller), který bude chování součástek simulovat. Výhoda tohoto přístupu je možnost ochrany zařízení, detekce chyb, možnost změny „součástkové sady“ a možnost změny chování obvodů (např. zpoždění). Úloha je vhodná i pro skupinu (např. (a) simulační program, (b) hardware stavebnice, (c) návrhy úloh pro stavebnici, (d) ovládací program pro telefon/PC).

- **Chytrý koš** (Ing. Tomáš Mainzer, PhD.)

Cílem je navrhnout a vytvořit chytrý odpadkový koš detekující své zaplnění, případně indikující přítomnost osob v okolí. Koš bude odesílat informaci o svém stavu. Ideálně se solárním napájením.

- **Ovládání robotické ruky pohledem očí, popř. gesty** (Ing. Pavel Mautner, Ph.D.)

Cílem práce je vytvořit aplikaci pro mikropočítač na bázi raspberry PI, který ovládá robotickou ruku pohledem očí (v případě dostupnosti vhodného zařízení), popř. gesty (akcelerometrický snímač spojený bezdrátově s mikropočítačem - např. mikrobit). Předpokládá se, že scéna, ve které budou ležet jednotlivé předměty bude snímána kamerou a zobrazována na monitoru. Pohledem očí (nebo pohybem kurzoru) uživatel vybere předmět a nové umístění a robotická ruka předmět přemístí. Předpokládá se znalost základního programování mikropočítače (Python, C/C++) a programování mikrokontroleru (arduino/microbit/arm), který bude ovládat robotickou ruku, popř. bude spojen s akcelerometrem).

- **Detekce kontaktů s využitím mobilního zařízení** (Ing. Ladislav Pešička)

V dnešní době existují aplikace typu eRouska na trasování kontaktů uživatelů mobilních telefonů s využitím Bluetooth, případně další aplikace využívající GPS (mapy.cz).

Cílem práce je zábavnou formou prostřednictvím vaší vlastní mobilní aplikace vyzkoušet použitelnost a spolehlivost těchto technologií na detekci přítomnosti uživatele v nějaké lokalitě či poblíž jiného mobilního zařízení.

V rámci práce vytvoříte mobilní aplikaci, která bude umět:

- využít Bluetooth pro zaznamenání kontaktu s jiným telefonem využívajícím stejnou aplikaci

- **Lowcode development v HCL Volt** (Ing. Jan Valdman, Ph.D.)

Vývoj podnikových aplikací s minimálními znalostmi programování je jedním z aktuálních trendů IT - dnes se skoro každý může stát za pár hodin vývojářem.

Cílem práce je seznámit se s prostředím HCL Volt (dříve vyvíjen IBM), porovnat jej s podobnými koncepty a připravit v českém jazyce výukový kurs-tutorial zaměřený na studenty SŠ nebo VŠ, kde se naučí vytvářet jednoduché aplikace. Dalším volitelným výstupem může být příprava lowcode hackatonu.

Kybernetika

- **Komunikace s počítačem lidskou řečí** (Ing. Luboš Šmídl, Ph.D.)

Hlasové dialogové systémy využívají rozpoznávání a syntézu řeči pro komunikaci s člověkem. Cílem projektu je návrh jednoduchého dialogu člověka s počítačem a jeho naprogramování pomocí dodaných knihoven a rozhraní.

- **Umělá inteligence a internet věcí** (Ing. Jan Švec, Ph.D.)

V rámci projektu je možné si vyzkoušet práci se zařízeními patřícími do kategorie Internet věcí (teploměry a podobné environmentální senzory, akční prvky typu dálkově ovládaný spínač, světlo), zajistit sběr a vyhodnocení dat i ovládání akčních prvků. Dále je možné nad sebranými daty aplikovat metody umělé inteligence například pro odhad budoucích hodnot nebo ovládání akčních prvků.

- **Kinematické modely pohybujících se objektů** (doc. Ing. Ondřej Straka, Ph.D.)

Při sledování pohybujících se objektů, jako jsou lodě, letadla, vlaky či automobily, je vedle popisu senzorů důležité vhodně modelovat kinematiku pohybu těchto objektů. Student se seznámí s typicky používanými kinematickými modely a zhodnotí jejich volbu pro vybrané dopravní prostředky.

- **Určení polohy na základě satelitních (GPS) měření** (doc. Ing. Jindřich Duník, Ph.D.)

Téma je věnováno satelitní navigaci. Cílem je seznámení se s principem fungování satelitní navigace a naprogramování algoritmu pro zpracování satelitních měření pro určení polohy.

- **Vývoj výukového modelu robotické slunečnice** (Ing. Ondřej Severa)

V rámci projektu si vyzkoušíte naprogramovat reálný model robotické slunečnice. Stejně jako opravdová květina se robotická slunečnice pomocí senzorů a serv natáčí za sluncem. Na tomto modelu si vyzkoušíte jednoduché řízení, návrh uživatelského rozhraní a základy komunikace mezi řídicím počítačem a senzory. Vše se nejdříve zkouší virtuálně a poté se aplikuje na reálný model.

Matematika

- **Numerické modelování říčního proudění** (doc. Ing. Marek Brandner, Ph.D.)

Student se seznámí se základními principy modelování a simulace proudění v otevřených kanálech. Ve spolupráci s vedoucím práce navrhne jednoduché algoritmy pro simulaci říčního proudění. Algoritmy podobného typu jsou využívány při hydrologických předpovědích a v počítačové grafice.

- **Evoluční hry** (doc. RNDr. Petr Stehlík, Ph.D.)

Evoluční teorie her popisuje podmínky a modeluje, za kterých v lidských, biologických populacích vzniká, resp. zaniká, spolupráce. Cílem práce je pochopení těchto modelů a případná snaha o jednoduchou modifikaci, případně simulaci.

- **Populační modely** (doc. RNDr. Petr Stehlík, Ph.D.)

Jednoduché matematické modely popisující vývoj biologických populací. Cílem práce je jednoduchý popis některého ze známých populačních modelů a případné jednoduché rozšíření.

- **Komplexní čísla** (RNDr. Petr Tomiczek, CSc.)

Historie vzniku, jejich využití a postupné zavedení do matematiky. Přiblížení středoškolským studentům a motivační příklady pro výuku na středních školách.

- **Funkce a jejich využití** (RNDr. Petr Tomiczek, CSc.)

Přehled základních funkcí, se kterými se studenti mohou potkat na střední škole, jejich zavedení a grafické znázornění. Aplikace funkcí při popisu a řešení praktických problémů. Motivační příklady pro výuku.

- **Modely neeukleidovských geometrií**

(RNDr. Jan Vršek, Ph.D., prof. RNDr. Miroslav Lávička, Ph.D.)

Vynecháním pátého Euklidova postulátu získáme geometrii, v níž lze bodem vést nekonečně mnoho rovnoběžek s danou přímkou. Nebo ekvivalentně: součet velikostí vnitřních úhlů trojúhelníku je menší než 180° či existuje trojúhelník, jemuž nelze opsat kružnici. Cílem projektu je studovat modely této geometrie.

- **Kvaterniony** (RNDr. Jan Vršek, Ph.D., prof. RNDr. Miroslav Lávička, Ph.D.)

Čísla ve tvaru $a + bi$ jsou známá pod názvem komplexní čísla. V polovině 19. století sestrojil W. R. Hamilton čísla se třemi imaginárními složkami, tzv. kvaterniony, ve tvaru $a + bi + cj + dk$. Ukazuje se, že tyto objekty jsou velice vhodné k popisu prostorových rotací, díky čemuž jsou v dnešní době hojně využívány např. v počítačové grafice či kinematice.

- **Eliptické křivky a kryptografie**

(RNDr. Jan Vršek, Ph.D., prof. RNDr. Miroslav Lávička, Ph.D.)

Z analytické geometrie znáte přímky popsané lineární rovnicí $ax + by + c = 0$ a kuželosečky s rovnicí kvadratickou, např. $\frac{x^2}{a^2} \pm \frac{y^2}{b^2} = 1$. O jeden stupeň výše se nalézají křivky, jejichž rovnici lze psát ve tvaru

$$y^2 = x^3 + ax + b, \quad 4a^3 + 27b^2 \neq 0.$$

Tyto takzvané eliptické křivky se vynořují na mnoha místech teoretické matematiky. Cílem projektu, po seznámení se se základy teorie eliptických křivek, je porozumění šifrovacího algoritmu, který tuto teorii využívá.

- **Fraktály** (RNDr. Jan Vršek, Ph.D., prof. RNDr. Miroslav Lávička, Ph.D.)

Fraktály jsou na první pohled jedny z nejsložitějších tvarů jež geometrie zkoumá. Překvapivě je však velice jednoduché je sestavit iterativním opakováním jednoduchého procesu. Řadu přírodních tvarů lze modelovat právě pomocí fraktálů. Cílem projektu je pochopit, co je fraktální geometrie a fraktál, popsat jejich vybrané vlastnosti, popř. kde se vyskytují, a zabývat se vybranými konstrukcemi.

- **Množiny všech bodů dané vlastnosti v rovině a prostoru** (Mgr. Radek Výrut)

Uvedení přehledu základních množin bodů daných vlastností v rovině a postupné zobecnění do prostoru a jejich využití v konstrukčních úlohách.

- **Užití geometrických zobrazení v konstrukcích** (Mgr. Radek Výrut)

Přehled složitějších geometrických konstrukcí a využití posunutí, rotace, stejnoolehlosti, souměrnosti a kruhové inverze.

- **Konstrukce omezenými prostředky** (Mgr. Radek Výrut)

Řešení základních geometrických úloh užitím omezených prostředků (jen užitím pravítka a kružítka) či řešení úloh na omezené průmětně (vedení přímky nedostupným bodem, nalezení chordály kružnic s nedostupnými středy apod.)

- **Řešené úlohy z geometrie s využitím SW** (Mgr. Radek Výrut)

Řešení vybrané kapitoly z geometrie s využitím sw (GeoGebra) k demonstraci diskuse o počtu

řešení dané úlohy v závislosti na zadaných parametrech.

- **Nelineární rovnice - existence, přesné a přibližné metody řešení** (Mgr. Martin Fencel)

Nelineární rovnice jsou velmi častým problémem, se kterým se studenti setkávají již od základní školy. Jako jeden z nejzákladnějších příkladů může sloužit například kvadratická rovnice. Problémy, kde je třeba najít řešení nelineární rovnice typu $f(x) = 0$ nebo alespoň ukázat jeho existenci, se objevují v mnoha reálných aplikacích. V maturitní práci by student měl shrnout základní typy nelineárních rovnic, které jsme schopni řešit přesně a které jsou obsahem učiva střední školy. Dále je třeba si uvědomit, že naprosto drtivou většinu nelineárních rovnic tzv. na papíře řešit neumíme. Student by měl prozkoumat využití diferenciálního počtu ke zjištění existence a počtu řešení nelineární rovnice. Následně by se seznámil se základními metodami pro hledání přibližného řešení. Tedy jde především o metodu půlení intervalu a dle časových možností o metodu prosté iterace a Newtonovu metodu. V případě, že by student ovládal programování v nějakém prog. jazyce (Java, C, Python apod.), bylo by vhodné tyto přibližné metody také naprogramovat a otestovat na vybraných nelineárních rovnicích.

- **Časově diskrétní populační modely** (RNDr. Vladimír Švígler)

Populační modely s diskrétním časem jsou používány pro popis populací, kde jednotlivá pozorování neprobíhají kontinuálně ale v jednotlivých časových krocích (například nás zajímá velikost každé generace). Cílem práce je popsat ideu vzniku jednotlivých modelů, popsat jejich vlastnosti popřípadě nalézt jejich řešení. Práce bude obsahovat matematicko-teoretickou část a simulační část, ve které se vývoje populací budou simulovat pomocí programovacího prostředí dle volby studenta (C, C++, C#, Java, Python apod.). Konkrétní zaměření práce bude na Leslieho model, logistické zobrazení a možné další.

- **Věta o čtyřech barvách** (prof. RNDr. Tomáš Kaiser, DSc.)

Problém čtyř barev je jednou z nejstarších otázek teorie grafů a jeho dosud známá řešení jsou založena na intenzivním využití počítače. Student/ka se seznámí s ideou použitého přístupu a aplikuje jej na některou jednodušší otázku.

- **Vlastní čísla grafů a algoritmus PageRank** (prof. RNDr. Tomáš Kaiser, DSc.)

Téma leží na pomezí lineární algebry a teorie grafů. Vlastní čísla grafů mají řadu pozoruhodných vlastností a používá je také algoritmus PageRank, podle kterého Google řadí webové stránky podle důležitosti. Cílem práce je pochopení základů teorie vlastních čísel grafů a vlastní implementace obdobného algoritmu.

- **Uzly** (prof. RNDr. Tomáš Kaiser, DSc.)

Uzly (jako je třeba dračí smyčka) zkoumá z matematického pohledu teorie uzlů. K rozlišení uzlů,

kteře na sebe nejsou vzájemně převoditelné, používá vhodné invarianty – typicky čísla nebo polynomy, které jsou uzlům jednoznačně přiřazeny. Student/ka se seznámí se základy teorie uzlů a implementuje výpočet některého z invariantů.

- **Samoopravné kódy** (prof. RNDr. Tomáš Kaiser, DSc.)

Účelem samoopravných kódů je zajistit bezchybný přenos informace v prostředí, kde chyby přirozeně vznikají – například při odesílání fotografie z družice, při komunikaci v síti nebo při přehrávání CD disků. Cílem práce je seznámit se se základy teorie kódů, implementovat kódování s použitím vybraného kódu a prakticky ověřit jeho přínos.

- **Vzdálenost v grafech a algoritmy pro plánování trasy**

(prof. RNDr. Tomáš Kaiser, DSc.)

Jednou z oblastí použití grafů pro modelování jsou dopravní aplikace. Vzdálenost v grafu v takovém případě může odpovídat vzdálenosti dvou míst v silniční síti. Postupy pro její rychlé určení jsou základem pro algoritmy plánování trasy v navigačních přístrojích. Student/ka se seznámí se základními algoritmy pro tento účel a jeden z nich implementuje.

- **Ramseyova teorie** (prof. RNDr. Tomáš Kaiser, DSc.)

Ramseyova teorie se zabývá tvrzeními následujícího typu: V každé dost velké skupině existuje buď 100 osob, z nichž se každé dvě znají, nebo 100 osob, z nichž se žádné dvě neznají. Cílem práce je seznámit se s vybranými poznatky Ramseyovy teorie v geometrii nebo teorii čísel a přehledně je shrnout.

- **Problém překrytí map ve výpočetní geometrii** (prof. RNDr. Tomáš Kaiser, DSc.)

Jedním ze základních problémů výpočetní geometrie je problém překrytí map. Každá z map je reprezentována množinou úseček, výsledkem je mapa, kterou získáme jejich sloučením a přidáním všech průsečíků. Student/ka se seznámí s algoritmy pro řešení tohoto problému, implementuje je a provede porovnání jejich časové náročnosti.

- **Kružnice a cesty v grafech** (RNDr. Jan Ekstein, Ph.D.)

V teorii grafů je jedním z nejstudovanějších problémů hledání kružnic a cest různé délky, především té nejdelší, které se říká hamiltonovská. Cílem projektu je studovat existenci těchto kružnic a cest v různých třídách grafů a určovat jejich vzájemné vztahy.

- **Struktura a chování rozsáhlých sítí** (doc. Ing. Roman Čada, Ph.D.)

Rozsáhlé komplexní sítě jsou nástrojem na popis interakcí obrovského množství individuů a jsou využívány např. při popisech šíření informací v populaci nebo při studiu sítě webových stránek. Cílem práce je seznámit se s používanými modely rozsáhlých sítí, způsoby modelování dějů na sítích a studium některé variace známého modelu nebo jeho aplikace.

- **Problém splnitelnosti logických formulí a jeho využití** (doc. Ing. Roman Čada, Ph.D.)

Na úlohu splnitelnosti je možné převést řadu jiných obtížných úloh. Dokonce se její řešení využívá i v důkazech matematických vět. Cílem práce je seznámit se s variantami této úlohy, oblastmi využívání a metodami řešení těchto úloh. Součástí může být i implementace vlastního řešiče.

- **Aproximační a pravděpodobnostní algoritmy** (doc. Ing. Roman Čada, Ph.D.)

Řadu obtížných nebo rozsáhlých úloh není stále možné řešit přesně nebo zcela optimálně v rozumném čase. Jde o úlohy řešené např. v kombinatorické optimalizaci, výpočetní biologii, fyzice, logistice apod. Základem návrhu algoritmů je především získání výsledků o struktuře problému. Cílem je seznámit se podrobněji s některou vybranou úlohou z oblasti kombinatorické optimalizace, příslušnými výsledky a algoritmy a pokusit se případně navrhnout vlastní přístup k řešení nebo modifikaci stávajících přístupů. Součástí může být i implementace navrženého algoritmu.

- **Náhodné procházky grafy** (doc. Ing. Roman Čada, Ph.D.)

Náhodné procházky grafy (sítěmi) mohou sloužit k modelování řady jevů, např. difuze, nebo k získávání informací o dané síti. Cílem práce je seznámit se s podstatou náhodných procházek a jejich využití při studiu vlastností grafů nebo příslušných jevů, případně studium náhodných procházek v některých typech sítí.

Mechanika

- **Experimentální vyšetření mechanických vlastností struktury vyrobené pomocí 3D tisku**
(Ing. Jan Krystek, Ph.D.)

Popis: Díly vyrobené pomocí 3D tisku mají vždy vnitřní strukturu závislou na nastavení tisku. Mezi základní parametry vnitřní struktury patří její hustota (poměr objemu dutin uvnitř tištěného objektu a celkového objemu výrobku), vzor výplně a její orientace vzhledem k výtisku. Pro úspěšný návrh a výrobu funkčních prototypů nebo finálních výrobků je nutné znát mechanické vlastnosti takových struktur.

Cíl projektu: Vytvořit modely tahových zkušebních vzorků se zvolenou vnitřní strukturou. Vytisknout vzorky na 3D tiskárně a na trhačím stroji provést tahové zkoušky vyrobených vzorků. Ze změřených dat (síla, posuv) určit mechanické vlastnosti struktury (Youngův modul, Poissonovo číslo)

- **Parametrický návrh a 3D tisk mechanismů** (Ing. Jan Heczko, Ing. Jana Turjanicová)

Popis: 3D tisk skýtá možnost snadno realizovat prototypy nejrůznějších výrobků. V kombinaci s parametrickým CAD modelováním tak lze zhotovit celé sady mechanismů, na kterých je možné názorně demonstrovat jejich vlastnosti v závislosti na rozměrech jednotlivých částí. Design výrobku musí ovšem brát v úvahu vyrobiteľnost pomocí zvolené technologie, mechanické vlastnosti výrobků i požadavky na funkčnost zohledněním přesnosti tisku a požadovaných tolerancí rozměrů.

Cíl projektu: Ve vhodném CAD programu vytvořit parametrické modely vybraných mechanismů (např. klikový, kulisový, apod.). Modely vytisknout a sestavit tak, aby byly funkční.

- **Návrh pružného uložení základové desky zařízení (lze i jako výukovou pomůcku)**

(Ing. Roman Kroft)

Popis: Správné uložení stroje a jeho pružné oddělení od okolních konstrukcí je i dnes velmi důležité a významné. Jde zejména o zamezení šíření rušivých vlivů od stroje na okolní konstrukce, anebo naopak o zajištění bezproblémového provozu citlivých přístrojů a zařízení.

Cíl projektu: Návrh pružného uložení pro zařízení (malý rotační budič, reproduktor jako budič s přidanou hmotou). Experimentální měření dynamických parametrů vybrané desky. Výběr nejvhodnějšího materiálu desky, výběr prvků pružného uložení a jeho správná lokalizace s ohledem na dynamické vlastnosti desky. Jednoduchý matematický přístup a experimentální ověření správné funkce měřením vibrací.

- **Vizualizace proudění tekutin** (doc. Ing. Jan Vimmr, Ph.D., Ing. Libor Lobovský, Ph.D.)

Popis problému: Vizualizace proudění tekutin, ať už kapalin nebo plynů, je oborem zobrazujícím častokrát na první pohled neviditelné fyzikální děje. Metody vizualizace proudění nachází uplatnění v mnoha odvětvích, např. v automobilovém či leteckém průmyslu při návrhu aerodynamických tvarů, v energetice při návrhu větrných či vodních turbín, v biomechanice při návrhu cévních implantátů, v meteorologii při popisu atmosférických jevů, v astronomii při popisu formace galaxií, či v biologii při studiu pohybu živočichů ve vodním prostředí nebo letu ptáků. Vizualizace proudění poskytuje kvalitativní i kvantitativní výstupy, které jsou používány pro ověření výsledků počítačových simulací.

Cíle projektu: Cílem projektu je vytvoření galerie fotografií a videí vybraných fyzikálních jevů z oblasti proudění tekutin včetně jejich odborného popisu a ukázek jejich výskytu v přírodě či technické praxi.

- **Biomechanika srdečně-cévního systému člověka - analýza proudění krve**

(doc. Ing. Jan Vimmr, Ph.D.)

Popis problému: Proudění krve v srdečně-cévním systému zásadním způsobem ovlivňuje prokrvení jednotlivých orgánů lidského těla. Modely tohoto proudění, ať už počítačové či experimentální, jsou vyvíjeny za účelem predikce, diagnostiky a volby vhodného způsobu léčby kardiovaskulárních onemocnění. Pomocí těchto modelů je možné odhalit charakteristiky proudění krve, které nelze postihnout vyšetřovacími metodami v klinické praxi. Modely proudění krve se využívají nejen při

analýze možných komplikací a rizik kardiovaskulárních onemocnění, ale především při vývoji cévních náhrad, umělých srdečních chlopní, stentů apod. a při analýze transportu léčiv či kontrastních látek ve vybraném úseku srdečně-cévního systému.

Cíle projektu: Student/studenti se dle svého zájmu seznámí s možnostmi matematického modelování proudění krve ve vybraných částech srdečně-cévního systému člověka. Matematické modelování bude zaměřeno na realizaci počítačových simulací proudění krve s využitím různě složitých výpočetních modelů (Windkessel efekt, Bernoulliho princip, transportní rovnice apod.).

- **Generování geometrického modelu cévního řečiště** (Ing. Vladimír Lukeš, Ph.D.)

Popis: Geometrii reálného cévního řečiště v lidských orgánech je většinou obtížné zjistit, aniž by došlo k poškození těchto orgánů. Proto jsou vyvíjeny metody a algoritmy, které dokáží vygenerovat geometrické modely cévních stromů, jejichž vlastnosti odpovídají reálným strukturám. Tyto uměle vygenerované modely jsou využívány pro počítačové simulace proudění krve v orgánech.

Cíl projektu: Počítačově generovat geometrii cévního řečiště, jehož parametry (délka větví, jejich průměr, počet větvení atd.) se budou blížit experimentálně zjištěným hodnotám.

- **Počítačová simulace pádu lezce do systému jistění** (Ing. Vladimír Lukeš, Ph.D.)

Popis: Při lezeckém výstupu je lezec jistěn lanem, na kterém je uvázán a které prochází jistíci body. V případě pádu lezce dojde k protažení lana a zachycení jeho pádu. Lano je schopno pohltit část kinetické energie padajícího lezce a snížit tím rázovou sílu a její účinky na tělo. Síla v laně působící na lezce v okamžiku zachycení pádu je závislá na aktivní délce lana a na vzdálenosti lezce od jistících bodů.

Cíl projektu: Počítačově řešit silové účinky působící na padajícího lezce v okamžiku zachycení jeho pádu.

- **Rekonstrukce geometrie lidských orgánů z CT dat a jejich 3D tisk**

(Ing. Alena Jonášová, Ph.D.)

Popis: V biomechanice se často setkáváme s tím, že potřebujeme mít věrný počítačový model nějakého orgánu lidského těla. V takovém případě je třeba využít některý z programů, který v pořizovaných CT snímcích dokáže daný orgán identifikovat a převést informaci do podoby geometrického modelu. Tento geometrický model může být následně využit pro počítačové simulace mechanického chování dané tkáně nebo lze na základě těchto dat vytvořit pomocí 3D tisku reálný model.

Cíl projektu: Osvojit si práci s programy pro rekonstrukci geometrie orgánů z CT snímků, úprava geometrického modelu a příprava pro 3D tisk.

