

# Otevřená informatika – bakalářské státnicové okruhy

„Zpřesnění obsahu akreditovaných státnicových okruhů“

2023-05-03

- [Akreditované státnicové okruhy](#)

## Obsah

<b>Okruhy programu</b>	<b>2</b>
<b>Okruhy specializace Základy umělé inteligence a počítačových věd</b>	<b>8</b>
<b>Okruhy specializace Software</b>	<b>10</b>
<b>Okruhy specializace Internet věcí</b>	<b>12</b>
<b>Okruhy specializace Počítačové hry a grafika</b>	<b>15</b>

# Okruhy programu

- 1. Vlastnosti celých čísel, Euklidův algoritmus. Binární relace. Matematická indukce, rekursivní vztahy.** [B4B01DMA \(Webové stránky předmětu\)](#)
  - Dělitelnost: definice, základní vlastnosti (tranzitivita a podobně),  $\gcd(a,b)$ .
  - Celá čísla modulo  $n$ : Co je kongruence, jak se tam počítá, co je inverzní číslo a kdy existuje.
  - Bezoutova identita, která  $\gcd$  poskytne jako lineární kombinaci čísel  $a,b$ . K čemu se dá použít: řešení diofantických rovnic, hledání inverzního čísla ve světě modulo.
  - Euklidův algoritmus: Jak funguje, teoreticky (přechod ke zbytku po dělení) i prakticky, jak se pozná kdy končí. Jak funguje jeho rozšířená verze, která umí poskytnout Bezoutovu identitu (prakticky).
  - Binární relace: Definice a její ilustrace na jednoduchých příkladech. Čtyři základní vlastnosti (reflexivita, symetrie, antisymetrie, tranzitivita): Jaký mají význam, umět ilustrovat na grafu relace, popřípadě (alespoň intuitivně) rozpoznat u nějaké relace ze života.
  - Indukce: Je třeba rozumět principu, vnímat různé verze (slabá, silná), umět případně ilustrovat na nějakém jednoduchém důkazu.
  - Rekurentní rovnice: Základní vlastnosti homogenních lineárních rekurentních rovnic (jejich množina řešení tvoří vektorový prostor dimenze rovné řádu rovnice, takže řešení lze generovat pomocí vhodné báze), jak najít vhodnou bázi (pomocí kořenů charakteristického polynomu).
- 2. Lineární prostor, báze a dimenze, řešení soustav lineárních rovnic, lineární zobrazení. Základy maticového počtu.** [B0B01LAG \(Webové stránky předmětu\)](#)
  - Lineární prostor a podprostor. Ilustrace na příkladech.
  - Lineární obal. Lineární závislost a nezávislost.
  - Báze, dimenze a souřadnice vektoru v bázi.
  - Matice. Sčítání a násobení matic.
  - Lineární zobrazení, matice lineárního zobrazení, transformace souřadnic v jedné bázi na souřadnice v jiné bázi.
  - Soustavy lineárních rovnic, Frobeniova věta a geometrie množiny všech řešení soustavy lineárních rovnic.
  - Determinant čtvercové matice. Výpočet determinantu (GEM a rozvoj determinantu podle řádku nebo sloupce).
  - Vlastní čísla a vlastní vektory matice. Diagonalisace matice.
  - Skalární součin. Výpočet souřadnic vzhledem k ortogonální bázi. Ortogonalizační proces (Gram-Schmidt).
- 3. Imperativní programování. Programovací jazyk C. Abstraktní datové typy a spojové struktury.** [B0B36PRP \(Webové stránky předmětu\)](#)
  - Řídící struktury, výrazy, funkce, nedefinované chování, kódovací (programovací) styly a čitelnost a srozumitelnost programů.
  - Dekompozice programu do funkcí, předávání argumentů funkcím, návratová hodnota, rekurze a volání funkcí.
  - Datové typy, vnitřní reprezentace číselných typů, struktury a uniony v C.
  - Pole, ukazatel, textový řetězec, dynamická alokace a paměťové třídy.
  - Zpracování vstupů a ošetření chybových stavů, práce se soubory.
  - Zápis, překlad a spouštění programu v C. Vstup, výstup programu a jeho interakce s operačním systémem.

- Abstraktní datové typy (ADT) - definice, příklady specifikací základní ADT.
  - Jednosměrný a obousměrný spojový seznam - implementace zásobníku a fronty.
  - Nelineární spojové struktury - binární vyhledávací strom, prioritní fronta a halda.
  - Datové struktury reprezentovatelné polem - kruhový buffer, prioritní fronta a halda.
  - Využití prioritní fronty v hledání nejkratší cesty v grafu.
4. **Funkce jedné proměnné. Určitý a neurčitý integrál, řady** [BOB01MA1](#) (*Webové stránky předmětu*)
- Maximum, minimum, supremum a infimum množiny reálných čísel, jejich existence.
  - Pojem funkce, inverzní funkce a její existence. Monotonie a (lokální) extrémy funkcí a jejich vyšetřování pomocí derivace. Vlastnosti (monotonie, limity) základních funkcí (mocniny, exponenciální, sinus, kosinus, tangens a k nim inverzní).
  - Limita funkce, její jednoznačnost, způsoby výpočtu (součet, rozdíl, součin, podíl, l'Hospitalovo pravidlo).
  - Spojitost funkce, spojitost součtu, rozdílu, součinu, podílu, složené funkce. Vlastnosti spojitých funkcí na intervalu: nabývání mezhodnot, existence primitivní funkce, nabývání maxima a minima na uzavřeném intervalu, existence určitého integrálu.
  - Derivace funkce, její geometrický význam. Výpočet derivace pro součet, rozdíl, součin a podíl funkcí, složenou funkci. Souvislost derivace se spjitostí.
  - Neurčitý a určitý integrál, vztahy mezi nimi (Newtonova–Leibnizova formule, primitivní funkce jako určitý integrál s proměnnou horní mezí). Linearita, integrace per partes, substituce. Integrace mocnin, exp, sin, cos.
  - Definice číselné řady, její součet. Konvergence, absolutní konvergence a jejich souvislost. Nutná podmínka konvergence. Kritéria konvergence (podílové, odmocninové, integrální, Leibnizovo).
5. **Syntaxe a sémantika výrokové a predikátové logiky. Základní pojmy teorie grafů.** [BOB01LGR](#) (*Webové stránky předmětu*)
- Syntax výrokové logiky. Sémantika výrokové logiky. Důkazový systém přirozená dedukce. Významová (sémantická) ekvivalence formulí výrokové logiky. Normální formy formulí. Důsledek ve výrokové logice. Úplné systémy logických spojek. Schopnost formalisace a řešení logických úloh s využitím výrokové logiky.
  - Syntax predikátové logiky. Sémantika predikátové logiky. Významová (sémantická) ekvivalence formulí predikátové logiky. Normální formy formulí. Důsledek v predikátové logice. Schopnost formalisace a řešení logických úloh s využitím predikátové logiky.
  - Základní pojmy a definice teorie grafů; schopnost formální práce s těmito pojmy. Stromy a jejich vlastnosti. Minimální kostry a algoritmy na jejich hledání. Komponenty silné souvislosti a algoritmus na jejich hledání. Schopnost modelování praktických problémů s využitím grafů.
6. **Programování v jazyce JAVA: vlastnosti a koncepce jazyka. Principy objektového programování.** [BOB36PJV](#) (*Webové stránky předmětu*)
- Vývojové prostředí (JDK), JVM. Kompilace a běh programu. Správa paměti, GC. profilování a optimalizace.
  - Objekty, třídy a jejich vztahy, princip abstrakce a zapouzdření, modifikátory přístupu. Interface a abstraktní třída. Dědičnost a kompozice, polymorfismus, dynamická vazba.
  - Výčtové typy, práce s kolekcemi, vzor iterátor, generické typy.
  - Vnitřní a anonymní třídy. Imutabilita, vzor singleton. Proměnné a metody třídy vs. instance.

- Mechanismus výjimek (typy a jejich ošetření, vlastní výjimky), práce se soubory (přístup k souboru, textové vs. binární, proudy, ukládání dat) a sokety (typy soketů, typy spojení, síťová komunikace).
  - Paralelismus, vícevláknové aplikace, problém souběhu a zastavení. Tvorba vláken a jejich ukončení, threadpool, synchronizace, volatilita.
7. **Architektura počítače; CPU, paměti, subsystemy** [BOB35APO \(Webové stránky předmětu\)](#)
- Architektura počítače - jak jsou v počítači uložena kladná čísla, celá čísla a reálná čísla, příklady používaných přístupů. Nejmenší a největší reálná čísla a jejich přesnosti.
  - CPU - RISC/CISC architektura, registry, formát RISC CPU instrukcí, porovnejte jednocyklový procesor a zřetěžené zpracování instrukcí, jaké problémy přináší zřetěžené zpracování instrukcí a jak to lze řešit - stall/forwarding.
  - Predikce skoků - jak lze predikovat skoky v programu, jak se přiřadí prediktor k instrukci, co je to spekulativní vykonávání instrukcí.
  - Paměti - hierarchie pamětí, porovnejte cenu, velikost a rychlost. Cache - organizace cache a její velikost, plně asociativní cache oproti n-cestné cache - výhody, nevýhody, rychlost a velikost.
  - Vstupně výstupní periferie - periferie mapované do paměti, sériový port, sběrnice - sériová/paralelní, half-duplex/full-duplex, sběrnice PCI.
8. **Počítačové sítě, ISO/OSI model, vlastnosti fyzických vrstev, topologie, řízení přístupu k médiu, kódování, spolehlivost datových přenosů, protokoly rodiny TCP/IP.** [B4B38PSIA \(Webové stránky předmětu\)](#)
- ISO/OSI model, funkce vrstev a komunikace mezi nimi, PDU, SDU, multiplexování, splitting, segmentace ... metody zpracování chyb při datových přenosech, dopředná chybová korekce, ARQ metody, jejich vlastnosti a vhodné aplikační nasazení, CRC a jeho vlastnosti.
  - Protokoly TCP/IP, IPv4, IPv6, ICMP, ARP, NDP, TCP, UDP, DHCP, systém DNS, princip směrování v IP sítích.
  - Síťové technologie Ethernet a WiFi, přístupové metody, adresace, technologie VLAN, funkční rozdíly rozbočovač vs. přepínač.
9. **Funkce více proměnných. Mocninné řady. Dvojný a trojný integrál.** [BOB01MA2 \(Webové stránky předmětu\)](#)
- Derivace ve směru, parciální derivace a diferenciál funkce. Gradient a jeho geometrický význam (směr největšího spádu a kolmost na hladiny konstantnosti).
  - Lokální a globální extrémů funkce. Aplikace diferenciálního počtu na hledání extrémů. Vázané extrémů a metoda Lagrangeových multiplikátorů.
  - Mocninná řada. Poloměr konvergence mocninné řady. Derivování a integrování mocninné řady člen po členu. Geometrická řada a její součet. Rozvoj exponenciální funkce do mocninné řady.
  - Polární, válcové a sférické souřadnice. Jejich využití na výpočet integrálů.
10. **Způsoby popisu rozdělení náhodných veličin a vektorů. Odhady parametrů rozdělení. Základní statistické testy. Markovské řetězce a jejich asymptotické vlastnosti.** [BOB01PST \(Webové stránky předmětu\)](#)
- Definice pravděpodobnosti (Kolmogorovova), nezávislost náhodných jevů, podmíněná pravděpodobnost, Bayesova věta. Pojem náhodné veličiny, popis jejího rozdělení pomocí distribuční funkce, hustoty, pravděpodobnostní funkce. Střední hodnota, rozptyl, směrodatná odchylka, momenty náhodných veličin. Základní typy spojitých a diskrétních rozdělení.
  - Náhodné vektory a jejich popis. Nezávislost náhodných veličin, kovariance a korelace.

- Čebyševova nerovnost, centrální limitní věta.
  - Základní pojmy statistiky, náhodný výběr, empirické rozdělení.
  - Obecné vlastnosti odhadů parametrů. Odhady střední hodnoty, rozptylu, směrodatné odchylky, momentů. Odhady parametrů metodou momentů a metodou maximální věrohodnosti. Intervalové odhady.
  - Princip statistického testování hypotéz. Testy střední hodnoty a rozptylu, porovnání dvou rozdělení,  $\chi^2$  -test dobré shody, test nezávislosti v kontingenční tabulce.
  - Markovovy řetězce: základní pojmy a vlastnosti, popis přechodovým diagramem a maticí přechodu. Klasifikace stavů, periodicitu, rozložitelnost. Asymptotické chování Markovových řetězců.
11. **Základní algoritmy a datové struktury pro vyhledávání a řazení. Vyhledávací stromy, rozptylovací tabulky. Prohledávání grafu. Úlohy dynamického programování. Asymptotická složitost a její určování.** [B4B33ALG \(Webové stránky předmětu\)](#)
- Řád růstu funkcí, asymptotická složitost algoritmu.
  - Rekurze, Stromy, binární stromy, prohledávání s návratem.
  - Fronta, zásobník, průchod stromem/grafem do šířky/hloubky.
  - Binární vyhledávací stromy, AVL a B- stromy
  - Algoritmy řazení: Insert Sort, Selection Sort, Bubble Sort, QuickSort Merge Sort, Halda, Heap Sort, Radix sort, Counting Sort.
  - Dynamické programování, struktura optimálního řešení, odstranění rekurze. Nejdelší společná podposloupnost, optimální násobení matic, problém batohu.
  - Rozptylovací tabulky (Hashing), hashovací funkce, řešení kolizí, otevřené a zřetězené tabulky, double hashing, srůstající tabulky, univerzální hashování.
12. **Operační systémy a jejich architektury. Systémová volání, vlákna, procesy. Správa virtuální a fyzické paměti, souborové systémy. Bezpečnost, virtualizace.** [B4B35OSY \(Webové stránky předmětu\)](#)
- Systémová volání - jak je implementována ochrana paměti jádra, jak se předávají parametry a data ze systémových volání, rozdíl mezi mikro jádrem a monolitickým jádrem.
  - Vlákna, procesy - jak se vytvoří proces, jak lze předat data mezi procesy. Jaký je rozdíl mezi vlákny a procesy, která data sdílejí různá vlákna jednoho procesu (registry, zásobník, lokální proměnné, globální proměnné, dynamicky alokované proměnné)
  - Synchronizace vláken - jaké jsou problémy při paralelním přístupu ke sdíleným datům, jaké existují synchronizační prostředky, co je to deadlock, kdy může nastat a lze se deadlocku vyhnout.
  - Správa virtuální a fyzické paměti - co je a jak vypadá stránkovací tabulka, jaké jsou zásadní nevýhody stránkování, TLB-translation-lookaside-buffer, více úrovněvé stránkování v 32-bitovém a 64-bitovém systému, odkládání stránek na disk, algoritmy výběru oběti, metoda copy-on-write.
  - Souborové systémy - jaké typy souborových systémů znáte, který je vhodný pro sekvenční čtení a který pro náhodné čtení souborů. Vysvětlete základní souborové systémy: FAT, systémy založené na inodech a systémy založené na extendech. Žurnálování, základní princip, kdy mohou vzniknout v souborovém systému chyby, jaké jsou úrovně žurnálování a jeho nevýhody.
  - Bezpečnost - co je Trusted Computing Base, základní metody řízení přístupu, jak se provádí útok na přetečení zásobníku, jak se lze takovému útoku bránit.
  - Virtualizace - Softwarová virtualizace, metoda trap-and-emulate, virtualizace systémového volání, virtualizace stránkovacích tabulek, hardwarově asistovaná virtualizace.

13. **Konceptuální a logický datový model, dotazovací jazyk SQL, transakční zpracování, objektově-relační mapování, noSQL databáze.** [BOB36DBS \(Webové stránky předmětu\)](#)
- Konceptuální modelování. ER (entitní typy, atributy, identifikátory, vztahové typy, n-ární, rekurzivní, slabé entitní typy, ISA hierarchie). Logické modely (tabulkový, objektový, stromový, grafový). Relaçní model (definice, klíč, nadklíč, cizí klíč), transformace ER schématu do relačního schématu.
  - Relaçní databáze (datový model, NULL hodnoty, tříhodnotová logika), integritní omezení (NOT NULL, UNIQUE, PRIMARY KEY, CHECK, FOREIGN KEY a referenční akce), umělé identifikátory.
  - Jazyk SQL. Definice schématu. Manipulace s daty (SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE). Spojování tabulek, predikáty, řazení, seskupování a agregace, množinové operace, vnořené dotazy. Pohledy (aktualizovatelnost, CHECK OPTION). Procedurální rozšíření (funkce, kurzory, trigger).y).
  - Fyzická vrstva (bloky, sloty, buffer management). Organizace záznamů (halda, seřazený soubor, hašovaný soubor, složitost operací), indexové struktury (B+-stromy, hašované indexy, bitmapové indexy).
  - Funkční závislosti (definice, Armstrongovy axiomy), úpravy závislostí (funkční uzávěr, pokrytí, kanonické pokrytí, redundantní závislost, neredundantní pokrytí, atributový uzávěr, redukováná závislost, minimální pokrytí). Hledání klíčů (nalezení prvního klíče, Lucchesi-Osborn). Normální formy (první, druhá, třetí, Boyceho-Coddova).
  - Transakce (základní pojmy, ACID vlastnosti, BEGIN a COMMIT, rozvrh / historie, uspořádatelnost / serializovatelnost), konfliktová uspořádatelnost (konflikty WR, RW, WW, precedenční graf), zamykací protokoly (dvoufázové a striktní dvoufázové zamykání), uváznutí (deadlock, graf čekání, Coffmanovy podmínky, strategie wait-die a wound-wait), fantom.
14. **Modely a architektury paralelních a distribuovaných systémů; prostředky pro jejich implementaci a základní algoritmy.** [B4B36PDV \(Webové stránky předmětu\)](#)
- Paralelní systémy/výpočty:
    - Hardwarová podpora pro paralelní výpočty: (super)skalární architektury, pipelining, spekulativní vyhodnocování, vektorové instrukce, vlákna, procesy, GPGPU. Hierarchie cache pamětí.
    - Komplikace v paralelním programování: souběh (race condition), uváznutí (deadlock), iluze sdílení (false sharing).
    - Podpora paralelního programování v C a C++: pthreads, thread, jthread, atomic, mutex, lock\_guard.
    - Podpora paralelního programování v OpenMP: sériově-paralelní model uspořádání vláken (fork-join), paralelizovatelná úloha (task region), různé implementace specifikace. Direktivy parallel, for, section, task, barrier, critical, atomic.
    - Techniky dekompozice programu: statické a paralelní rozdělení práce. Threadpool a fronta úkolů. Balancování a závislosti (dependencies).
    - Techniky dekompozice programu na příkladech z řazení: quick sort, merge sort.
    - Techniky dekompozice programu na příkladech z numerické lineární algebry a strojového učení: násobení matice vektorem, násobení dvou matic, řešení systému lineárních rovnic.
  - Distribuované výpočty/systémy:
    - Úvod do distribuovaných systémů (DS). Charakteristiky DS. Čas a typy selhání v DS.
    - Detekce selhání v DS. Detektory selhání a jejich vlastnosti.
    - Čas a kauzalita v DS. Uspořádání událostí v DS. Fyzické hodiny a jejich synchronizace. Logické hodiny a jejich synchronizace.
    - Globální stav v DS a jeho výpočet. Řez distribuovaného výpočtu. Algoritmus pro distribuovaný globální snapshot. Stablní vlastnosti DS.
    - Vzájemné vyloučení procesů v DS. Algoritmy pro vyloučení procesů a jejich vlastnosti.
    - Volba lídra v DS. Algoritmy pro volbu lídra a jejich vlastnosti.

– Konsensus v DS. FLP teorém. Algoritmy pro distribuovaný konsensus.

15. **Použití lineární algebry v optimalizaci. Iterační algoritmy na volné lokální extrémum. Lineární programování. Konvexní množiny a funkce, konvexní úlohy. Dualita.** [BOB33OPT \(Webové stránky předmětu\)](#)

- Přibližné řešení lineární soustavy ve smyslu nejmenších čtverců, normální rovnice. Orto­gonální projekce na podprostor a její matice (ortogonální projektor), vzdálenost bodu od podprostoru. Řešení nedourčené lineární soustavy s nejmenší normou. Pseudoinverze.
- Vlastní čísla a vektory reálné symetrické matice, její spektrální rozklad. Kvadratické formy na  $R^n$ : definitnost, diagonalizace spektrálním rozkladem, minima a maxima. Kvadratické funkce na  $R^n$ : doplnění na čtverec, minima a maxima.
- Optimální proložení bodů podprostorem (PCA). Nejbližší matice nižší hodnosti (low-rank approximation). Singulární rozklad matice (SVD).
- Globální a lokální extrémum funkce na podmnožině  $R^n$ : definice, příklady, volné a vázané extrémum.
- Volné lokální extrémum diferencovatelných funkcí: podmínky prvního a druhého řádu, numerické iterační metody (gradientní a Newtonova, Gauss-Newtonova a Levenberg-Marquardtova).
- Lokální extrémum diferencovatelných funkcí vázané rovnostmi: podmínka prvního řádu, pojem Lagrangeovy funkce a Lagrangeových multiplikátorů.
- Úloha lineárního programování (LP): různé tvary úloh LP a jejich převody, typická použití LP, přibližné řešení pře­určených soustav v 1-normě a max-normě.
- Geometrie LP: konvexní množiny a mnohostěny, extrémální body konvexního mnohostěnu.
- Dualita v LP: věta o slabé dualitě, o komplementaritě, věta o silné dualitě.
- Konvexní funkce: definice, podmínka prvního a druhého řádu, epigraf a subkontura. Úloha konvexní optimalizace.



# Okruhy specializace Základy umělé inteligence a počítačových věd

- 1. Aproximace funkcí. Chyby numerických výpočtů, řešení rovnic a výpočtu integrálů.** [B4B01NUM \(Webové stránky předmětu\)](#)
  - Zdroje chyb numerických algoritmů.
  - Aproximace funkcí: interpolace polynomy a spliny, metoda nejmenších čtverců. Volba aproximační metody.
  - Numerické metody řešení (jedné) nelineární rovnice, problematika separace kořenů.
  - Numerické řešení soustav lineárních rovnic, možné problémy, argumenty pro použití finitních nebo iteračních metod.
  - Numerická integrace - princip, možné problémy, volba metody, problematika odhadu chyb.
- 2. Regulární jazyky a bezkontextové jazyky. Popis těchto jazyků pomocí automatů a gramatik, vlastnosti regulárních a bezkontextových jazyků.** [B4B01JAG \(Webové stránky předmětu\)](#)
  - Deterministické a nedeterministické konečné automaty a jejich vztah.
  - Regulární jazyky a jejich vlastnosti. Lemma o vkládání (Pumping lemma) a Nerodova věta.
  - Regulární výrazy a jejich vztah k regulárním jazykům.
  - Bezkontextové gramatiky. Chomského hierarchie jazyků. Bezkontextové jazyky a jejich vlastnosti. Lemma o vkládání pro bezkontextové jazyky (Pumping lemma pro bezkontextové jazyky).
  - Zásobníkové automaty (nedeterministické i deterministické) a jejich vztah k bezkontextovým jazykům.
- 3. Metody prohledávání stavového prostoru, algoritmy. Reprezentace znalostí a rozhodování s nepřesnou znalostí. Dvouhráčové hry.** [B4B36ZUI \(Webové stránky předmětu\)](#)
  - Známé systémy umělé inteligence: DeepBlue, Watson, AlphaGo, Eliza, Shakey, DQN.
  - Formální reprezentace problému AI: problém mnohorukého banditu, MDP, POMDP, hra v rozšířené formě.
  - Metody prohledávání stavového prostoru: DFS, BFS, ID-DFS, Dijkstra, A\*.
  - Algoritmy posilovaného učení: policy evaluation, policy improvement, policy iteration, value iteration, Q-learning.
  - Algoritmy pro řešení her dvou hráčů: minimax, alpha-beta prořezávání, negamax, negascout, MCTS.
  - Strukturovaná reprezentace znalostí: CSP, Scheduling, Situation calculus, STRIPS.
  - Neurčitost v AI: maximalizace očekávané utility, Bayesovo pravidlo, Bayesovské sítě.
  - Řešení POMDP: PBVI, HSVI.
- 4. Funkcionální jazyky a jejich vlastnosti. Lambda kalkulus, iterativní konstrukty a rekurze.** [B4B36FUP \(Webové stránky předmětu\)](#)
  - Čisté funkce (pure functions), jejich výhody a nevýhody.
  - Rekurzivní funkce, typy rekurze, koncová rekurze (tail recursion).
  - Reprezentace seznamů a stromů ve Scheme/Racketu.
  - Víceřádové funkce (higher-order functions), příklady, currying a částečně vyhodnocené funkce, levý a pravý fold.
  - Funkční (neboli lexikální) uzávěry, příklady.
  - Lambda kalkulus, alfa-konverze, beta-redukce, evaluační strategie (normal a applicative), normální forma, Church-Rosserova věta, Y-combinator.



- Algebraické datové typy (ADT) v Haskellu, příklad rekurzivního ADT.
  - Typové třídy (type classes) v Haskellu, polymorfismy v Haskellu.
  - Typové třídy Functor, Applicative functor, Monad a jejich použití.
5. **Statistické rozhodování. Klasifikátory a jejich učení. Neuronové sítě.** [B4B33RPZ \(Webové stránky předmětu\)](#)
- Bayesovská formulace statistického rozhodování (rozpoznávání). Popis řešení úlohy při znalosti statistického modelu pro ztrátovou funkci 0 (za správné rozhodnutí), 1 (při jakékoli chybě). Rozhodování s možností "nevím".
  - Logistická regrese. Formulace úlohy. Algoritmus učení. Vlastnosti (výhody a nevýhody).
  - Klasifikátor typu Support Vector Machine. Formulace úlohy učení, i pro neseparabilní data. Učení SVM, jak lineární, tak s jádrovou funkcí (kernel SVM). Vlastnosti (výhody a nevýhody).
  - Adaboost, popis algoritmu, jeho interpretace jako minimalizace horního odhadu empirického rizika. Vlastnosti (výhody a nevýhody).
  - Neuronové sítě s dopředným šířením. Struktura. Učení pomocí metody zpětného šíření. Vlastnosti (výhody a nevýhody).
  - Klasifikace metodou nejbližšího souseda. Výhody a nevýhody. Řadu nevýhod triviální implementace lze odstranit, jak?
  - Shlukování metodou k-means, formulace úlohy a popis algoritmu. Vlastnosti algoritmu. Zobecnění - použití pro jiné ztrátové funkce než L2.
  - Pozn. k dotazu na vlastnosti klasifikátorů a s nimi spojených metod učení. Vyjádřete se: 1. k typu úlohy, pro který je metoda vhodná (např. 2 třídy, menší počet tříd, velmi vysoký počet tříd), množství dat, které je typicky potřeba (schopnost generalizace), k předpokládaným vlastnostem dat, 2. k vlastnostem algoritmu učení (vztah mezi kritériem použitím při učení a jeho vztahem ke kritériu, typicky chybě na testovacích datech), k době učení, konvergenci algoritmu (do lokálního nebo globálního minima) a 3. k vlastnostem z pohledu nasazení (při rozhodování) - paměťová a výpočetní náročnost.

# Okruhy specializace Software

- 1. Regulární jazyky a bezkontextové jazyky. Popis těchto jazyků pomocí automatů a gramatik, vlastnosti regulárních a bezkontextových jazyků.** [B4B01JAG \(Webové stránky předmětu\)](#)
  - Deterministické a nedeterministické konečné automaty a jejich vztah.
  - Regulární jazyky a jejich vlastnosti. Lemma o vkládání (Pumping lemma) a Nerodova věta.
  - Regulární výrazy a jejich vztah k regulárním jazykům.
  - Bezkontextové gramatiky. Chomského hierarchie jazyků. Bezkontextové jazyky a jejich vlastnosti. Lemma o vkládání pro bezkontextové jazyky (Pumping lemma pro bezkontextové jazyky).
  - Zásobníkové automaty (nedeterministické i deterministické) a jejich vztah k bezkontextovým jazykům.
- 2. Funkcionální jazyky a jejich vlastnosti. Lambda kalkulus, iterativní konstrukty a rekurze.** [B4B36FUP \(Webové stránky předmětu\)](#)
  - Čisté funkce (pure functions), jejich výhody a nevýhody.
  - Rekurzivní funkce, typy rekurze, koncová rekurze (tail recursion).
  - Reprezentace seznamů a stromů ve Scheme/Racketu.
  - Víceřádové funkce (higher-order functions), příklady, currying a částečně vyhodnocené funkce, levý a pravý fold.
  - Funkční (neboli lexikální) uzávěry, příklady.
  - Lambda kalkulus, alfa-konverze, beta-redukce, evaluační strategie (normal a applicative), normální forma, Church-Rosserova věta, Y-combinator.
  - Algebraické datové typy (ADT) v Haskellu, příklad rekurzivního ADT.
  - Typové třídy (type classes) v Haskellu, polymorfismy v Haskellu.
  - Typové třídy Functor, Applicative functor, Monad a jejich použití.
- 3. Metodiky vývoje SW. Práce s požadavky a jejich modelování. Styly a vzory.** [B4B36SIN \(Webové stránky předmětu\)](#)
  - Víze projektu. Tradiční a agilní metodiky vývoje SW. DevOps.
  - Metodika SCRUM detailně. Role v týmu (Product Owner, SCRUM master,...). Sprint a product backlog. SCRUM události (sprint, sprint planning meeting, demo meeting, retrospective meeting, stand-up meeting). Výstupy sprintu.
  - Byznys cíle, byznys požadavky a systémové požadavky. Textově formulované požadavky a jejich atributy. Zdroje a způsoby získávání požadavků. Kategorizace požadavků. Šablony textově formulovaných požadavků.
  - Obchodní procesy a jejich vztah k požadavkům. Modelování požadavků pomocí UML - diagram aktivit.
  - UML digram případů užití. Scénáře případů užití. Wireframes.
  - UML diagram tříd, diagram stavů. Vazby aggregace a kompozice.
  - UML diagramy nasazení, komponent a sekvencí.
  - Komponentový vývoj, dependency injection, java EE architektura, kontejnery.
  - JavaBeans.
  - Perzistentní vrstva.
  - GRASP, Byznys vrstva.
  - Design Patterny, Prezentační vrstva, testy, základy deployment, maintenance.

- Softwarová architektura, škálování, SOA.
4. **Principy objektového stylu. Typické příklady objektových řešení. Návrhové vzory.** [B4B36ONM](#) (*Webové stránky předmětu*)
- Klíčové koncepty modelování systémů: programovací paradigmatu, dekompozice, hierarchie, abstrakce používané v softwarovém vývoji (jmenné, datové, funkcionální, objektové, SOLID, DRY).
  - Objektově orientovaný přístup: objekty, třídy a hierarchie tříd, zapouzdření, interface a abstraktní třídy, dědičnost, class diagramy a příklady systémů modelovaných pomocí OOP, encapsulation, rozdíl mezi asociací, agregací a kompozicí, dědičnost versus kompozice, polymorfismus, overloading versus overriding.
  - Klíčové koncepty modelování systémů: abstraktní datové typy, mutabilita, imutabilita, rekurze, datové typy v rekurzi.
  - Funkcionální programování v Java: funkce první třídy a funkce vyššího řádu, lambda expressions, closures, currying, representation transparency, lazy evaluation.
  - Creational design patterns: factory a abstract factory, builder, prototype, singleton, dependency injection.
  - Structural design patterns: adapter, proxy, bridge, composite, facade, decorator, flyweight.
  - Behavioral design patterns: iterator, chain of responsibility, strategy, visitor, observer, template method, state, memento, interpreter.
  - Datové struktury a patterny: lazy loading, object pool, cache map, filter, reduce pattern.
  - Specifikace, návrhy specifikací, web API, Apiary, Swagger, GraphQL.
5. **Techniky návrhu testovacích scénářů, jednotkové testy, automatické funkční testy, testovací strategie, testovací data.** [B6B36TS1](#) (*Webové stránky předmětu*)
- Organizace testování, typy testů, V-model a W-model.
  - Určení vstupních dat do testů: Mezní podmínky, třídy ekvivalence.
  - Určení vstupních dat do testů: Párové testování, kombinatorické testování.
  - Vytváření testovacích scénářů: Procesní testy - model problému, jak vypadá testovací scénář, kritérium pokrytí Test Depth Level, vytváření testů.
  - Vytváření testovacích scénářů: Testy konzistence dat - model problému, jak vypadá testovací scénář, vytváření testů.
  - Způsoby vytváření testovacích dat.
  - Jednotkové testy: princip testu, vlastnosti, které má mít jednotkový test, odlišnosti proti integračním testům.
  - Automatizované testy založené na simulaci akcí uživatele v uživatelském rozhraní systému: princip testu, příklad technologie, rozdíl oproti jednotkovým testům.
  - Testovací strategie: princip metody Business Driven Test Management, její základní části a jejich souvislosti.

# Okruhy specializace Internet věcí

- 1. Elektrostatické, stacionární a nestacionární elmag. pole, elmag. vlny v prostoru a na vedení, obvody s odporovými a reaktančními prvky, přechodové jevy, vlastnosti reálných obvodových prvků a jejich měření.** [B4B17EAM \(Webové stránky předmětu\)](#)
  - Jednotky veličin: intenzita elektrického a magnetického pole, proudová hustota, měrná vodivost.
  - K čemu slouží rotace, divergence, tok vektorové veličiny plochou.
  - Použití Gaussovy věty pro zjištění elektrostatického pole nabitě koule.
  - Definice el. napětí z potenciálu a intenzity el. pole.
  - Kapacita - definice, kapacitor.
  - Ampérův zákon celkového proudu (klešťový ampérmetr).
  - Magnetické pole v ideálním solenoidu (dlouhé cívice).
  - Indukčnost - definice, induktor.
  - Ideální napěťový a proudový zdroj, vnitřní odpor zdroje.
  - K čemu slouží Kirchhoffovy zákony.
  - Odporový dělič napětí a proudu - nakreslit.
  - Střední a efektivní hodnota harmonického průběhu.
  - Činný, jalový a zdánlivý výkon.
  - Impedance prvků R, L, C.
  - Nakreslit sériový či paralelní LC rezonanční obvod, k čemu slouží.
  - Činitel jakosti.
  - Definice decibelu, proč jej používáme.
  - Bipolární tranzistor a tranzistor řízený polem - výhody, nevýhody, použití. Dioda.
  - Elektromagnetická vlna, jak vypadají vektory E, H v takové vlně, co je to impedance prostředí.
  - Činitel odrazu na vedení, return loss, poměr stojatých vln.
  - Základní typy a parametry antén (dipól, Yagi, trychtýř, reflektor...), impedance, zisk.
  - Vyzařovací charakteristika půlvlnného dipólu.
- 2. Realizace operací s daty pomocí kombinačních a sekvenčních logických obvodů s vyloučením hazardů a metastability. Obvodová struktura konečných automatů a řadičů procesorů. Popisy obvodů pomocí HDL jazyků a funkční testování obvodů.** [BOB35LSP \(Webové stránky předmětu\)](#)
  - Logická CMOS hradla a jejich vlastnosti. Typy AND, NAND, OR, NOR a XOR.
  - Minimalizace log. funkcí v Karnaughových mapách, teoretické zázemí, logická krychle, grayovy kódy, skupinová minimalizace. Hazardy v kombinačních obvodech.
  - Uplatnění De Morganova teoremu. Užítí Shannonovy expanze a její aplikace ke konstrukci BDD (Binary Decision Diagram), výhody, omezení.
  - Základní logické obvody: dekodér 1 z N, demultiplexer, multiplexory a jejich kaskády, sčítačka +1 a -1 a úplná sčítačka. Převodníky mezi binárním a zrcadlovým grayovým kódem.
  - Úrovňové klopné obvody RS (RS-Latch) z hradel NAND a NOR, jejich chování a za jakých podmínek u nich mluvíme o zakázaných stavech.
  - Synchronní klopné obvody DFF (Data Flip-Flop) architektury Primary-Replica (zastarale Master-Slave). Jejich vlastnosti a podmínky činnosti. Metastabilita DFF. Vysvětlení příčin, jak a kdy lze odstranit.

- Čítače a typy jejich spojování do ripple-kaskád a se synchronními přenosy.
  - Příkaz process ve VHDL, rozdíl mezi chování blocking := a non-blocking příkazů <=. Popis obvodů DFF ve VHDL procesu. VHDL funkce a procedury.
  - Konečné automaty typu Moore a Mealy. Jejich definice, popisy pomocí grafu přechodů, tabulky přechodů a stavové tabulky přechodů (jiný název matice přechodů). Minimalizace automatu Moore na Moore a Moore na Mealy. Kdy lze? Návrh automatu a jeho popis ve VHDL.
  - Řadiče a mikroprogové řadiče. Vlastnosti a architektura.
  - Posuvné registry a posuvné registry s lineární zpětnou vazbou (LFSR), pouze hlavní principy jejich teoretického zázemí a vlastnosti.
  - Násobení frekvencí fázovými závěsy (Phase-Locked Loop).
  - Správné ošetření vstupů, plovoucí vstupy, pomalé náběžné hrany, odstranění zákmitů tlačítek (debouncing). Chránění výstupů s indukčních zátěží a výkonovou zátěží. Chování logického signálu na vodiči.
  - Používané FPGA technologie a jejich vlastnosti. Struktura SRAM paměti, paměti s jednoportovou a dvou portovou výběrovou logikou.
3. **Lokální přepínané datové sítě. Metody a algoritmy pro zvýšení odolnosti sítí proti poruchám. Technická řešení prvků datové sítě. Směrovací algoritmy. Zajištění bezpečnosti v datových sítích.** [B4B32PKS \(Webové stránky předmětu\)](#)
- Základní funkce opakovače, HUBu, přepínače, mostu a směrovače v modelu RM – OSI.
  - Detailní znalost funkce transparentního mostu/přepínače, MAC tabulky a její plnění, princip učení.
  - Význam MAC adresy a její struktura, způsoby hledání v MAC tabulce (TCAM).
  - Význam kolizní a broadcastové domény v LAN; jaká zařízení a jak ovlivňují velikosti a štěpení obou domén v prostředí datových sítí.
  - Význam VLAN sítí a jak se mění formát Ethernet rámec pro prostředí VLAN sítí (IEEE 802.1Q).
  - Formát IPv4 a IPv6 adresy a jejich zápis.
  - Adresové třídy IPv4 (A – D) a umět libovolnou IP adresu do těchto tříd zařadit.
  - Účel použití a funkce ARP protokolu.
  - Znalost konceptu IP masky (její zápis), význam VLSM a CIDR, schopnost určení masky a adresy sítě z požadavků na počet koncových zařízení v IP síti, schopnost návrhu IP adresového prostoru sítě pro konkrétní požadavky na počet koncových zařízení.
  - Znalost algoritmu, podle něhož se IP pakety posílají z koncového zařízení do sítě (např. kdy se použije a nepoužije výchozí směrovač v LAN síti).
  - Co je výchozí směrovací záznam (default route).
  - Směrovací tabulka a důležité údaje v ní obsažené.
  - Přiřazení IP adres sítím v intersíti, přiřazení IP adres pro „bod – bod“ spojení.
  - Znalost procesu, jak směrovač používá směrovací tabulku a de facto směruje.
  - Struktura Internetu, autonomní systémy, místní propojení ISP, hierarchie ISP.
  - Jak funguje program Ping a Traceroute – základní funkce ICMP protokolu v těchto programech.
  - Funkce směrovacího protokolu RIP (plnění tabulky, periodické zasílání zpráv, stabilita).
  - Obecná funkce překladu adres a její specifika zvaná NAT (Network Address Translation ) a PAT (Port Address Translation).
  - K čemu slouží IGMP protokol, verze IGMP, základní zprávy IGMP
  - Detailní funkce PIM-DM a PIM-SM protokolu.

- Model správy a řízení sítě podle ISO, složky správy a řízení.
  - Koncept správy pomocí SNMP protokolu, SNMP protokol a význam zpráv, MIB databáze, OID, BER, ASN.1.
  - Základní cíle informační bezpečnosti (autentizace, autorizace, utajení, integrita).
  - Autentizační protokoly - PAP, CHAP, Radius, Kerberos, 802.1x, EAP.
  - IPsec - ESP, AH, IKE, bezpečnostní asociace (SA), způsoby dojednávání klíčů.
  - SSL/TLS, DTLS.
  - Certifikáty a certifikační autority.
  - Elektronický podpis.
  - Zabezpečení bezdrátových sítí 802.11 - WPA, WPA2, 802.11i.
4. **Rozvrhování v systémech reálného času; časová analýza těchto systémů; správa sdílených zdrojů; bezpečnostně kritické aplikace.** [B4B35PSR \(Webové stránky předmětu\)](#)
- Rozvrhovací algoritmy pro systémy reálného času (online, offline, fixed-priority scheduling, EDF). Co je jejich vstupem a výstupem? Jaké jsou možnosti kombinování real-time a obyčejných úloh a co nám různé možnosti garantují a co naopak ne (např. background scheduling, total-bandwidth server (TBS), constant utilization server (CUS))?
  - Bezpečnostně kritický software - popište proces vývoje bezpečnostně kritického software ( fáze vývoje, způsoby zmírňování nepřiměřeného rizika, safety standardy). Co je to "safety integrity level"(SIL)? Jak a kdy se určí? Jak se různý SIL projeví při vývoji a testování systému?
  - Rozvrhnutelnost a analýza doby odezvy. Popište různé metody analýzy odezvy systému (např. utilization-based, RTA). Jaký vliv mají na analýzu a její výsledky sdílené zdroje (např. mutexy v aplikaci či operačním systému)?
  - Sdílené zdroje v systémech reálného času. Definujte problém inverze priorit a uveďte několik způsobů jak jej řešit (concurrency-control protocols = priority inheritance, priority ceiling). Porovnejte tyto způsoby mezi sebou.
  - Čím se liší RTOS od obecného operačního systému? Uveďte příklady RTOS.
5. **Elektronické obvody a prvky pro vestavné systémy; mikrořadiče - struktura, vlastnosti a programování. Návrh vest. systémů s mikrořadiči a dalšími vstupně- výstupními obvody a bloky; řešení jejich spolupráce.** [B4B38NVS \(Webové stránky předmětu\)](#)
- Základy el. obvodů: odporový dělič, Theveninův teorém, zatížený odporový dělič, měření proudu ve vestavném systému. V/A charakteristika diod Si a LED, diferenciální (dynamický) odpor, bipolární tranzistory a jejich základní vlastnosti, tranzistor jako spínač, tranzistory MOS s kanálem N a kanálem P, prahové napětí.
  - Operační zesilovač (OZ), jeho vlastnosti a použití; symetrické a nesymetrické napájení OZ, neinvertující zesilovač s OZ.
  - Mikrořadič – microcontroller (MCU) jako logický obvod CMOS, obvyklé vstupní a výstupní napěťové úrovně, vstupní napěťová tolerance. MCU s jádrem ARM Cortex M3, základní vlastnosti; periferie integrované na čipu:-GPIO, UART, SPI, IIC Bus,..; jejich vlastnosti a použití.
  - Typické řady log. obvodů CMOS používaných ve vestavných systémech (VS), jejich základní vlastnosti; dynamický proudový odběr MCU a logických obvodů CMOS. Blokování napájení MCU a log. obvodů - způsob, důvod, použité součástky.
  - Podpůrné a dohlížecí bloky MCU (hodinový generátor, Reset, POR, BOR , RTC, Watch Dog,..); čítačové jednotky v MCU (PWM, „input capture“, output compare,..) jejich funkce a využití. Vstupy a výstupy VS, bloky komunikace s obsluhou ve VS, tlačítka, klávesnice a zobrazovače, vstupy a výstupy s posuvnými registry.



# Okruhy specializace Počítačové hry a grafika

- 1. Metody prohledávání stavového prostoru, algoritmy. Reprezentace znalostí a rozhodování s nepřesnou znalostí. Dvouhráčové hry. B4B36ZUI (Webové stránky předmětu)**
  - Známé systémy umělé inteligence: DeepBlue, Watson, AlphaGo, Eliza, Shakey, DQN.
  - Formální reprezentace problému AI: problém mnohorukého banditu, MDP, POMDP, hra v rozšířené formě.
  - Metody prohledávání stavového prostoru: DFS, BFS, ID-DFS, Dijkstra, A\*.
  - Algoritmy posilovaného učení: policy evaluation, policy improvement, policy iteration, value iteration, Q-learning.
  - Algoritmy pro řešení her dvou hráčů: minimax, alpha-beta prořezávání, negamax, negascout, MCTS.
  - Strukturovaná reprezentace znalostí: CSP, Scheduling, Situation calculus, STRIPS.
  - Neurčitost v AI: maximalizace očekávané utility, Bayesovo pravidlo, Bayesovské sítě.
  - Řešení POMDP: PBVI, HSVI.
- 2. Techniky pro efektivní implementaci uživatelského rozhraní. Příprava uživatelského rozhraní pro testování s/bez uživatele. B4B39IUR (Webové stránky předmětu)**
  - Techniky pro efektivní implementaci uživatelského rozhraní.
  - Implementace MVVM modelu pomocí návrhových vzorů (např. observer, event-delegate, publish-subscribe). Řešení vztahu View-ViewModel pomocí návrhového vzoru "Data Binding".
  - Přizpůsobení (customization) UI komponent pomocí šablon (DataTemplate, ControlTemplate), stylů a triggerů. Vytváření tzv. User Control a Custom Control.
  - Validace uživatelského vstupu pomocí validačních pravidel a interfaců (Data source exception, data error interface), případně vlastní validační třídou. Prezentace chyb pomocí šablon a triggerů.
  - Příprava uživatelského rozhraní pro testování s/bez uživatele.
  - Postupy pro důsledné oddělení jednotlivých částí software podle vzoru MVC/MVP/MVVM. Vytáření UI test skriptu (testovací kód, nahrávání interakce, GUI ripping).
  - Příprava software pro uživatelské testování - data mocking, podpora metody Wizard-of-Oz, sběr dat z chování software a interakce s uživatelem.
- 3. Vnímání barev a barevné modely. Rastrová grafika, základní rastrové formáty souborů. Vektorová grafika, reprezentace 2D a 3D objektů, základní formáty souborů pro 2D a 3D data. Principy 3D modelování a mapování textur. B4B39VGO (Webové stránky předmětu)**
  - Vnímání barev – tvorba barevného vjemu v lidském oku, kolorimetrický experiment, srovnávací funkce (CIE RGB), barevné prostory CIE XYZ a CIE xyY, chromatický diagram.
  - Barevné modely – aditivní a subtraktivní skládání barev. Barevné modely založené na primárních barvách RGB a CMY(K). Abstraktní barevné modely HSV a HSL.
  - Rastrová grafika – obraz jako signál, vzorkování, alias a antialiasing. Kvantizace barev, polo-tonování a dithering. Přímá reprezentace barev (direct color) a indexovaná reprezentace barev. Transformace rastrového obrazu. Kompresce rastrového obrazu. Základní formáty GIF, PNG a JPEG a jejich vlastnosti.
  - Vektorová grafika a reprezentace 2D objektů – reprezentace 2D objektů pomocí parametrických polynomiálních křivek - Bézierovy křivky a B-spline křivky, formát SVG.
  - Reprezentace 3D objektů a principy 3D modelování – polygonální reprezentace 3D objektů a datové struktury pro jejich reprezentaci, formát OBJ. Bézierovy a B-Spline plochy. Základní



modelovací operace s použitím polygonální a polynomiální reprezentace 3D objektů: blokování, bridge, extrude, loft, rotační plochy, volné modelování. Dělené plochy (subdivision surfaces), jejich reprezentace a výhody při modelování oproti B-spline plochám. Implicitní plochy a jejich reprezentace a využití při modelování. Sochání (sculpting).

- Principy mapování textur – zobrazení textury na 3D objektu s použitím UV mapování. Různé způsoby vytvoření UV mapování a k čemu jsou vhodné.

#### 4. **Rastrový zobrazovací řetězec, jeho fixní a programovatelné bloky, programování pomocí shaderů. Typické transformace a jejich reprezentace. Osvětlovací model. Základní parametrické křivky.** [BOB39PGR \(Webové stránky předmětu\)](#)

- Rastrový zobrazovací řetězec, jeho fixní a programovatelné bloky. Popište logické bloky v zobrazovacím řetězci a jejich funkci. Perspektivně správná interpolace. Vrstvy obrazové paměti a jejich účel (použití v bloku operací a testů). Textury - zobrazování (způsoby kombinace s osvětlením), filtrování, mip-mapping, mapa prostředí.
- Programování pomocí shaderů. Základní datové typy v GLSL (skalár, vektor, matice, sampler). Rozdíl mezi proměnnými in a uniform. Jak se přiřazují hodnoty proměnných z OpenGL do GLSL.
- Typické transformace a jejich reprezentace. Lineární a afinní transformace a jejich maticová reprezentace, homogenní souřadnice. Sestavení matice rotace podle jedné souřadné osy, škálování, nastavení kamery (lookAt) a záběru (viewport). Posloupnost souřadných systémů, kterými prochází vrchol, než získá souřadnice v rámci okna. Transformace vůči zadanému souřadnému systému. Matice rovnoběžného a perspektivního promítání. Gimbal lock. Interpolace translace a rotace (kvaterniony, lerp a slerp).
- Osvětlovací model. Normálový vektor a jeho použití při výpočtu osvětlení v bodě. Výpočet normály trojúhelníka. Interpolace normály a ostatních vektorů a proč se používají normalizované vektory. Phongův osvětlovací model, vzorce jednotlivých složek. Proč stačí kanály RGB (metamerismus)? Základní typy světel a jejich simulace ve Phongově osvětlovacím modelu. Metody stínování.
- Základní parametrické křivky. Interpolační (Ferguson, Catmull-Rom) a aproximační křivky (Bézier, B-spline, NURBS). Parametrická reprezentace. Spojitost při napojování segmentů. Adaptivní vykreslování Bézierovy křivky (algoritmus de Casteljau).

#### 5. **Komponenty herního enginu, herní smyčka. Detekce kolizí a základy herní fyziky. Reprezentace a výpočet animací. Základní optimalizační metody pro herní engine.** [B4B39HRY \(Webové stránky předmětu\)](#)

- Komponenty herního enginu, herní smyčka. Přehled komponent herního enginu a jejich funkce. Herní smyčka a její varianty, fixní a proměnlivý simulační krok (využití a způsob realizace), souvislost reálného a herního času. Vazba komponent herního enginu na herní smyčku. Zpracování dlouhých procedur. Synchronizace fyzikální simulace a zobrazování.
- Detekce kolizí a základy herní fyziky. Motivace, princip, využití. Typy kolizních objektů, algoritmy pro detekci kolizí jednoduchých objektů (koule, AABB, OBB), teorem separačních rovin (SAT), princip algoritmu GJK. Fáze detekce kolizí, filtrování kolizí, akcelerace pomocí mřížky a hierarchie obalových těles. Kolizní dotazy a jejich varianty, reprezentace kolize. Smyčka fyzikální simulace. Analytické řešení pohybové rovnice, řešení numerickou integrací, Eulerova metoda, příklady. Typy vazeb mezi objekty a jejich využití. Výpočet reakce na kolize a fyzikální materiály.
- Reprezentace a výpočet animací. Typy animací a jejich využití. Podrobný popis skeletální animace, reprezentace kostry. Animační klipy - vytváření, reprezentace, výpočet animované kostry. Míchání animačních klipů - způsob výpočtu a příklady. Skinning, způsob výpočtu pozic vrcholů metodou linear blend skinning. Animační křivky - princip, využití, Hermitova kubika, Catmull-Rom spline.

- Základní optimalizační metody pro herní engine. Dopředné a odložené vykreslování, princip, srovnání. Optimalizace scény pomocí LOD, typy LOD a způsob jejich přepínání. Předpočítání osvětlení pomocí osvětlovacích map a sond odrazu - princip, způsob použití, omezení. Redukování podle viditelnosti: redukování pohledovým jehlanem, redukování podle zastínění (online a offline), potenciálně viditelné množiny (PVS) - výpočet a použití.