

Tematické okruhy Magisterské státní závěrečné zkoušky z Matematické biologie a biomedicíny

Specializace: Epidemiologie a modelování, Biomedicínská bioinformatika

Tematické okruhy z matematiky a statistiky

Deterministické metody a modely

- Obyčejné diferenciální rovnice, obecné a partikulární řešení, existence a jednoznačnost řešení počátečního problému. Interpretace počátečního problému jako modelu reálného procesu.
- Elementární metody řešení obyčejných diferenciálních rovnic (lineární, separované a exaktní rovnice, rovnice na ně transformovatelné).
- Struktura řešení systémů lineárních diferenciálních rovnic a lineárních diferenciálních rovnic vyššího řádu; fundamentální systém řešení.
- Autonomní systémy obyčejných diferenciálních rovnic, fázový prostor, trajektorie, singulární body, stabilita řešení autonomních systémů, druhy stability, vyšetřování stability.
- Spojité dynamické modely (růst populací, vztahy populací, šíření epidemií).
- Časové řady – klasifikace a vlastnosti. Vzorkování, aliasing.
- Lineární systémy – konvoluce, korelační funkce, popis systému v časové a frekvenční doméně. Přenosové funkce, nulové body a póly, stabilita.
- Lineární filtrace – FIR, IIR.
- Odhad signálu v šumu – zprůměrování, SNR.
- Adaptivní filtrace a identifikace – RLS, LMS, lineární predikce.
- Základní pojmy a principy klasifikace. Klasifikátor, jeho základní typy. Učení klasifikátoru. Klasifikace podle minimální vzdálenosti. Podobnost a vzdálenost objektů (obrazů, shluků). Metriky, semimetriky, míry podobnosti – pravděpodobnostní a nepravděpodobnostní metriky, asociační matice, Q mód, R mód, binární asociační koeficienty, Mantelův test.
- Volba a výběr příznaků pro klasifikaci. Princip, zásady pro volbu příznaků. Výběr příznaků – selekce, extrakce. Algoritmy selekce příznaků.
- Ordinační analýza: analýza hlavních komponent – princip, geometrická interpretace, vlastnosti; analýza nezávislých komponent – princip, omezení, míry optimality; faktorová analýza, korespondenční analýza, metody varietního učení, předpoklady ordinačních analýz, detekce optimálního počtu faktorových os, interpretace variability vyčerpané faktorovými osami.

Stochastické metody a modely

- Pravděpodobnostní prostor, vlastnosti pravděpodobnosti, podmíněná pravděpodobnost, Bayesův vzorec, stochastická nezávislost jevů.

- Náhodné veličiny, náhodné vektory a jejich funkcionální charakteristiky. Příklady rozdělení diskrétních a spojitých náhodných veličin. Simultánní a marginální rozdělení. Stochasticky nezávislé náhodné veličiny.
- Číselné charakteristiky náhodných veličin a náhodných vektorů s odpovídajícími vlastnostmi a výpočetními pravidly. Zákon velkých čísel a centrální limitní věta.
- Základní pojmy matematické statistiky, náhodný výběr, statistika, parametrická funkce. Bodové a intervalové odhady. Nestranné a konzistentní odhady.
- Testování hypotéz, síla testu, hladina významnosti. Testy o parametrech normálního rozdělení.
- Testy dobré shody při známých i neznámých parametrech. Testy pro kontingenční tabulku a jejich předpoklady, relativní riziko, poměr šancí.
- Lineární regresní model, rezidua a diagnostika modelu. Multikolinearita a model s neúplnou hodnotí.
- Analýza rozptylu jednoduchého a dvojného třídění, analýza kovariance
- Korelační analýza.
- Klasifikace pomocí diskriminačních funkcí, Bayesovské příznakové klasifikátory.
- Klasifikace pomocí hranic, Fisherova lineární diskriminace, metoda podpůrných vektorů.
- Shluková analýza, divizivní a aglomerativní shlukování, hierarchické a nehierarchické shlukování, shlukovací algoritmy, určení optimálního počtu shluků.
- Validace prediktivních a klasifikačních modelů, křížová validace, Jack-knife, bootstrap.

Povinně volitelná témata:

Student si ke státní zkoušce musí vybrat jednu z níže uvedených oblastí – Deterministické metody a modely, nebo Stochastické metody a modely.

Deterministické metody a modely

- Diferenční rovnice a jejich systémy, deterministický chaos. Diskrétní modely populačního růstu.
- Maticové populační modely, Leslieho matice.
- Umělé neuronové sítě – definice, struktura. Model neuronu – aktivace, převodní charakteristiky. Základní typy neuronových sítí – perceptron, RBF sítě, Kohonenova síť, vektorová kvantizace učení, konvoluční neuronové sítě – vlastnosti, struktura, učení, vybavování.

Stochastické metody a modely

- Definice zobecněného lineárního modelu, probit, logit, log-lineární modely. Odhad parametrů v zobecněném lineárním modelu.
- Testování hypotéz v zobecněném lineárním modelu, testování submodelů, deviance a rezidua.
- Logistická regrese, definice a interpretace koeficientů, ověření správnosti modelu, příklady aplikací.

- Poissonův regresní model, definice a interpretace koeficientů, ověření správnosti modelu, příklady aplikací.
- Základní pojmy analýzy přežití, základní rozdělení pravděpodobnosti dat přežití, neparametrické a parametrické odhady funkce přežití a rizikové funkce, konstrukce intervalů spolehlivosti, metody pro srovnání křivek přežití, relativní přežití.
- Regresní modely v analýze přežití, Coxův model, Aalenův model.