

Modelování – syntéza a analýza

1. Co znamená pojem modelování signálu nebo systému? Vyjmenujte některé aplikace, ve kterých se používá.
2. Popište proces filtrace deterministického signálu LTI (lineárním časově invariantním) filtrem v časové, korelační a spektrální oblasti. Uveďte podmínky pro vstupní signál. Vysvětlete, jak vypadá korelační funkce a spektrum výstupního signálu. Vysvětlete, jak vypadá vzájemná korelace a vzájemné spektrum.
3. Popište proces filtrace náhodného signálu LTI filtrem v časové, korelační a spektrální oblasti. Uveďte podmínky pro vstupní signál. Vysvětlete, jak vypadá korelační funkce a výkonová spektrální hustota výstupního signálu. Vysvětlete, jak vypadá vzájemná korelace a vzájemná výkonová spektrální hustota.
4. Vysvětlete, co znamená pojem autoregresní (AR) proces (signál). Jak jej lze generovat? Nakreslete blokové schéma pro generování AR signálu a popište jej.
5. Jaký je vztah pro výpočet autoregresní spektrální hustoty? Jaký je typický tvar autoregresní spektrální hustoty? Jak souvisí řád AR modelu s počtem maxim v AR spektrální hustotě?
6. Proč je výhodné AR spektrální hustotu používat? Jak se liší AR spektrální hustota od spektrální hustoty určeného pomocí Fourierovy transformace? Pokuste se načrtnout typické tvary pro oba přístupy.
7. Jak souvisí AR model s číslicovými filtry a číslicovou filtrací? Nakreslete příklad generování AR signálu s využitím příslušného číslicového filtru a načrtněte odpovídající tvar AR spektrální hustoty.
8. Předpokládejte, že máte signál, který odpovídá AR modelu. Jak zjistíte parametry tohoto modelu? Načrtněte blokové schéma analýzy a popište jej.
9. Co znamená termín lineární predikce? Co je chyba predikce? Co znamená termín dekorelace signálu a dekorelační (bělicí) filtr? Jak získáme jeho koeficienty?
10. Co jsou a k čemu slouží normální (Yuleovy-Walkerovy) rovnice?
11. Popište postup vedoucí k určení AR spektrální hustoty. V čem se liší od spektrální hustoty získané Welchovou metodou z hlediska typického tvaru, spektrálního rozlišení, potřebné délky signálu a odolnosti vůči aditivnímu šumu?

Měření zpoždění mezi signály

12. Co znamená termín nedisperzní a disperzní prostředí. Jak lze tato prostředí modelovat ve spojitě i diskrétní oblasti? Vysvětlete a popište tato prostředí jak v časové tak i ve spektrální oblasti. Proč nás určení zpoždění mezi signály zajímá?
13. Jaké charakteristiky lze využít pro měření zpoždění mezi signály? Jak jejich volbu ovlivňuje typ prostředí? Jaké podmínky musí být splněny pro získání spolehlivého odhadu zpoždění?
14. Jak vypadá vzájemná korelace mezi signálem na vstupu a na výstupu LTI soustavy? Jaký je její vztah k autokorelaci vstupního signálu?
15. Jak lze ze vzájemné korelační funkce určit zpoždění mezi vstupním a výstupním signálem LTI soustavy? Načrtněte obrázek a pomocí něj vysvětlete. Jak souvisí toto zpoždění se vzorkovací frekvencí?
16. Jaký vliv má aditivní šum, který působí na výstupu soustavy a je nekorelovaný se signálem na výpočet vzájemné korelace a tedy odhad zpoždění?

17. V jakém vztahu jsou autospektrální spektrální hustoty signálu na vstupu a na výstupu LTI soustavy? Jak lze vyjádřit vzájemnou spektrální hustotu (CSPD) mezi vstupem a výstupem LTI systému?
18. Porovnejte výhody a nevýhody měření zpoždění mezi signály pomocí vzájemné korelační funkce a fáze vzájemné spektrální hustoty – jaké jsou podmínky správného měření? Proč se pro měření zpoždění používá fáze a nikoliv modul CSPD?

Koherenční funkce

19. Definujte koherenční funkci a vysvětlete její význam. Jak se liší od korelačního koeficientu?
20. Jak se MSC (kvadrát modulu koherenční funkce) liší od koherenční funkce?
21. K čemu se MSC používá a jaké má vlastnosti z hlediska šumu, nelinearity systému a chyb měření?
22. Jak se správně provede odhad MSC? Vysvětlete co se stane, když je použit nesprávný postup.
23. Jak se projeví aditivní šum na vstupu i výstupu soustavy, který je nekorelovaný se signálem, na hodnotě MSC? Jak se projeví filtrace signálu na hodnotě MSC?
24. Lze koherenci použít pro odhad zpoždění mezi signály?

Kepstrální analýza a její aplikace, míry

25. Vysvětlete princip superpozice a zobecněný princip superpozice. Co znamená pojem konvoluce a dekonvoluce. Jak lze provést dekonvoluci při znalosti vstupního a výstupního signálu a co je výsledkem této dekonvoluce?
26. Lze provést dekonvoluci pouze ze znalosti výstupního signálu LTI systému? Jaké podmínky je třeba splnit, aby tato úloha měla řešení?
27. K čemu se kepstrální analýza používá? Je to lineární nebo nelineární metoda analýzy?
28. Vyjmenujte tři základní bloky používané pro kepstrální analýzu a rekonstrukci signálu.
29. Jakými operacemi se realizují základní bloky kepstrální analýzy při použití DFT?
30. Jakými bloky a operacemi se realizují základní bloky rekonstrukce signálu při použití DFT?
31. Co je liftrace a k čemu slouží?
32. Jakou informaci nese kepstrum na nízkých křefrencích a jakou na vysokých?
33. Proč kepstrum dokáže odhalit i slabý odraz?
34. Jaký je vztah mezi spektrem, logaritmickým spektrem, autokorelační funkcí a kepstrem?
35. Lze kepstrální koeficienty získat i jiným způsobem, než pomocí DFT? Vysvětlete stručně alternativní postup jejich výpočtu.
36. Porovnejte vlastnosti kepstra získaného pomocí DFT a pomocí AR modelu.
37. Vyjmenujte některé aplikace kepstrální analýzy.
38. Jaké vlastnosti má metrika (míra)? Jaké typy metrik a integrálních metrik znáte? Uveďte příklad vybrané metriky.
39. Definujte spektrální vzdálenost. Souvisí tato metrika s kepstrální vzdáleností?
40. Jak se určí kepstrální vzdálenost pro konečný počet kepstrálních koeficientů?
41. Shrňte vlastnosti a význam kepstrální vzdálenosti.

Ortogonalní transformace

42. Co znamená pojem ortogonalní transformace? Jak lze tento typ transformace poznat?

43. Je DFT ortogonální transformací? Zapište DFT v maticové tvaru a vysvětlete jednotlivé položky tohoto zápisu.
44. Pro jaký typ funkce (signálu) lze ze spojitě Fourierovy transformace získat spojitou Fourierovu kosinovou transformaci?
45. Vysvětlete principiálně postup úpravy posloupnosti $x[n]$ vedoucí k definici DCT-1 a DCT-2. Jsou tyto transformace ortogonálními transformacemi?
46. Jaký je vztah mezi DFT a DCT-1 a jaký mezi DFT a DCT-2. Lze DCT získat pomocí DFT? Jaké úpravy je třeba provést? Stačí vysvětlit slovně nebo s použitím vhodného náčrtku.
47. Znáte, kromě DFT a DCT, další ortogonální transformace?

Metoda rozkladu na hlavní komponenty/složky – PCA, EVD, KLT

48. Popište princip rozkladu signálu na hlavní komponenty (PCA). Co tyto komponenty představují?
49. Jakou matici PCA používá? Vysvětlete fyzikální význam prvků této matice
50. Na co je rozložena korelační matice pomocí metody PCA?
51. Co fyzikálně představují vlastní vektory a vlastní čísla?
52. Uveďte příklad, kdy metoda PCA selže. Existuje možnost nápravy?
53. Jak lze PCA použít pro ztrátovou kompresi 1-D signálů pomocí KLT (Karhunenovy-Loevovy transformace)?
54. Lze pro ztrátovou kompresi použít DCT nebo DFT? V čem se liší postup komprese pomocí DCT nebo DFT od PCA/KLT? Jak se liší dosažitelný stupeň komprese těchto tří metod?
55. V čem se liší báze DCT či DFT od báze PCA/KLT? Která z těchto metod poskytuje největší kompresní poměr a proč?
56. Pomocí čeho se stanovuje počet složek, které použijeme pro ztrátovou kompresi a jak tyto složky vybereme? Porovnejte mezi sebou DFT, DCT a PCA/KLT.
57. Co při rozkladu signálu pomocí DFT představují hodnoty modulového spektra $|X[k]|$ nebo výkonového spektra $|X[k]|^2$? Jak se provede ztrátová komprese a následná zpětná rekonstrukce komprimovaného signálu?
58. Co při rozkladu signálu pomocí DCT představují hodnoty DCT-spektra? Jak se provede ztrátová komprese a následná zpětná rekonstrukce komprimovaného signálu?
59. Co při rozkladu signálu pomocí PCA představují vlastní čísla? Jak se provede ztrátová komprese a následná zpětná rekonstrukce komprimovaného signálu?

Modely zkreslení signálu a možnosti jeho rekonstrukce – inverzní filtrace

60. Načrtněte model a napište rovnice pro zkreslení signálu aditivním šumem – rovnice napište pro časovou oblast, pomocí korelací i spektrálních hustot.
61. Načrtněte model a napište rovnice pro zkreslení signálu konvolučním šumem – rovnice napište pro časovou oblast, pomocí korelací i spektrálních hustot.
62. Načrtněte model a napište rovnice pro zkreslení signálu aditivním a konvolučním šumem – rovnice napište pro časovou oblast, pomocí korelací i spektrálních hustot.
63. Jak lze potlačit aditivní šum?
64. Jak lze potlačit konvoluční šum?
65. Vysvětlete princip a vlastnosti prosté inverzní filtrace.
66. Co znamená pojem šumová katastrofa a kdy k ní dochází? Vysvětlete pro deterministické signály. Jak ji lze potlačit?

67. Jaké existují modifikace inverzní filtrace? Napište příslušné vztahy pro inverzní filtraci, které objasní šumovou katastrofu a popíší modifikace inverzní filtrace (lze použít deterministický popis).

Slepá separace a dekonvoluce

68. Jaké dva základní způsoby učení/trénování adaptivních filtrů nebo klasifikačních algoritmů znáte? Vysvětlete princip a rozdíly.
69. Jaké jsou předpoklady pro slepou separaci signálů/zdrojů? Jaké jsou předpoklady pro slepou dekonvoluci ?
70. Čím se liší slepá separace od slepé dekonvoluce? K čemu slouží obě metody? Do které skupiny patří metoda nazývaná Fastlca?
71. Jaké dekonvoluční metody jsme v tomto kursu poznali? Čím se od sebe liší a jaké jsou jejich předpoklady pro úspěšnou dekonvoluci?

Vlnková transformace – spojitá CWT, diskrétní DWT, banka filtrů, kvadraturní zrcadlové filtry

72. Vysvětlete postup analýzy signálu pomocí FT a STFT. Jak se jmenují výstupy obou metod a co fyzikálně představují?
73. Jaký je základní rozdíl mezi STFT a CWT?
74. Jak vypadá časově-frekvenční rozlišení pro SFTF a DWT?
75. Co znamenají pojmy vlnka, hladina, aproximace a detaily? Uveďte vhodný příklad s náčrtem pro vysvětlení těchto pojmů.
76. Čím se liší CWT od DWT? K čemu se používají?
77. Co znamenají pojmy měřítková funkce a měřítková rovnice, vlnka a vlnková rovnice? Uveďte libovolný příklad pro vysvětlení těchto pojmů a vztahů mezi nimi.
78. Načrtněte banku filtrů, která realizuje DWT. Jak impulsové odezvy použitých filtrů souvisejí s měřítkovou funkcí a vlnkou?
79. Vysvětlete princip základního způsobu redukce šumů pomocí DWT. Co znamená měkké a tvrdé prahování?
80. Co znamená termín mateřská vlnka? Znáte nějaké typy těchto vlnek?
81. Jak probíhá redukce šumu pomocí STFT a jak pomocí DWT?
82. Načrtněte dvoupásmovou banku filtrů a vysvětlete následující pojmy: analyzující a syntetizující banka filtrů, perfektní rekonstrukce a důsledek požadavku perfektní rekonstrukce pro filtry použité v bance filtrů. Proč se v bance filtrů používá decimace a interpolace?
83. Vysvětlete stručně postup návrhu dvoupásmové banky filtrů s perfektní rekonstrukcí. Jsou přenosové funkce filtrů použitých v dvoupásmové bance filtrů libovolné nebo jsou vázány nějakými podmínkami?
84. Vysvětlete pojem kvadraturní zrcadlové filtry a načrtněte jejich frekvenční charakteristiky.