

Obsah

| | |
|--|----|
| 1. Úvod | 8 |
| 1.1. Diracův impuls | 8 |
| 1.2. Konvoluce | 9 |
| 1.3. Korelace | 12 |
| 1.4. Forierova řada | 13 |
| 1.5. Fourierova transformace | 14 |
| 1.6. Souvislost konvoluce a Fourierovy transformace | 15 |
| 1.7. Výpočet Fourierovy transformace | 17 |
| 1.8. Hilbertova transformace | 19 |
| | |
| 2. Náhodná veličina | 21 |
| 2.1. Základní pojmy | 21 |
| 2.2. Příklady náhodných veličin a jejich rozdělení | 23 |
| 2.3. Momenty náhodné veličiny | 25 |
| 2.4. Transformace náhodné veličiny | 26 |
| 2.5. Momentová vytvořující funkce | 28 |
| 2.6. Vyhodnocování náhodných jevů | 29 |
| 2.7. Poznámka o statistických rozborech | 31 |
| | |
| 3. Regresní výpočty | 33 |
| 3.1. Výchozí postup | 33 |
| 3.2. Zkrácené sestavení modelu | 34 |
| 3.3. Regrese podle uzavřené křivky | 35 |
| 3.4. Transformace předcházející regresnímu výpočtu | 35 |
| 3.5. Poznámky k tvorbě regresních modelů | 36 |
| 3.6. Pseudoinverzní matice | 37 |
| 3.7. Vícerozměrné regrese u datových bází | 38 |
| 3.8. Příklad užití regresního výpočtu (analýza přejezdu rezonance) | 39 |
| | |
| 4. Náhodné procesy | 41 |
| 4.1. Náhodný proces | 41 |
| 4.2. Dvojice náhodných procesů | 43 |
| 4.3. Ergodické náhodné procesy | 44 |
| 4.4. Spektrální charakteristiky | 46 |
| 4.4.1. Základní pojmy a vztahy | 46 |
| 4.4.2. Souvislosti | 47 |
| 4.4.3. Způsoby ukládání | 48 |
| 4.4.4. Jednostranné spektrum | 49 |
| 4.5. Derivace náhodného procesu | 50 |
| | |
| 5. Zpracování signálů | 52 |
| 5.1. Historické poznámky | 52 |
| 5.2. Volba vzorkování | 54 |
| 5.3. Testy stacionarity | 55 |
| 5.4. Modulace | 56 |
| 5.4.1. Amplitudová modulace | 56 |

| | |
|--|-----------|
| 5.4.2. Fázová modulace | 57 |
| 5.4.3. Praktická použití demodulace | 58 |
| 5.5. Okénka | 60 |
| 5.5.1. Obdélníkové okénko | 61 |
| 5.5.2. Kosinové okénko a jeho modifikace | 61 |
| 5.5.3. Exponenciální okénko | 62 |
| 5.5.4. Waveletové okénko | 62 |
| 5.6. Cepstrum | 63 |
| 5.7. Užití korelační funkce | 64 |
| 5.7.1. Harmonický náhodný proces | 64 |
| 5.7.2. Širokopásmový šum | 65 |
| 5.7.3. Úzkopásmový šum | 65 |
| 5.8. Užití spekter k úpravám signálu | 66 |
| 5.8.1. Buzení od náhodných nerovností povrchu při pojezdu | 66 |
| 5.8.2. Potlačování trendu | 67 |
| 6. Náhodné procesy u mechanických soustav | 69 |
| 6.1. Soustava s jedním vstupem a jedním výstupem | 69 |
| 6.1.1. Frekvenční přenos | 69 |
| 6.1.2. Výpočet charakteristik náhodných procesů | 70 |
| 6.1.3. Koherence | 72 |
| 6.1.4. Aplikace pro mechanickou soustavu s jedním stupněm volnosti | 72 |
| 6.1.5. Analýza náhodných kmitů pomocí momentů | 74 |
| 6.1.6. Příklad - zpracování signálů při experimentální modální analýze | 75 |
| 6.2. Soustava s mnoha vstupy a jediným výstupem | 76 |
| 6.3. Soustava s mnoha vstupy a mnoha výstupy | 77 |
| 6.3.1. Frekvenční přenos | 78 |
| 6.3.2. Výpočet charakteristik náhodných procesů | 79 |
| 7. Základy analýzy chaotického chování | 81 |
| 7.1. Vymezení | 81 |
| 7.2. Příklady | 82 |
| 7.2.1. Logistická funkce | 82 |
| 7.2.2. Turbulentní proudění tekutin | 83 |
| 7.2.3. Časová simulace chování nelineární soustavy | 83 |
| 7.3. Jednorozměrná vývojová zobrazení | 84 |
| 7.3.1. Transformace | 84 |
| 7.3.2. Orbitální graf | 85 |
| 7.4. Vyšetřování oblastí s vzájemně odlišným vývojovým chováním | 85 |
| 7.4.1. Stacionární body a oblast stabilního vývoje | 86 |
| 7.4.2. Oblast bifurkací | 86 |
| 7.4.3. Oblast chaosu | 90 |
| 7.4.4. Oblast divergence | 90 |
| 7.4.5. Jiná grafická znázornění vývoje | 92 |
| 7.5. Prostředky k posuzování stability vývoje | 92 |
| 7.5.1. Fraktální dimenze | 92 |
| 7.5.2. Ljapunovův exponent | 93 |

| | |
|---|-----|
| 8. Chaotické chování u složitějších soustav | 96 |
| 8.1. Vícerozměrná vývojová zobrazení | 96 |
| 8.1.1. Mandelbrotova množina | 96 |
| 8.1.2. Arnoldovo zobrazení | 97 |
| 8.1.3. Henonovo zobrazení | 98 |
| 8.1.4. Ulamovo zobrazení | 99 |
| 8.2. Vývojové zobrazení u mechanických soustav | 101 |
| 8.2.1. Použití metody numerické integrace pohybových rovnic | 101 |
| 8.2.2. Vývojové zobrazení bez potřeby numerické integrace | 102 |
| 8.3. Příklady chaotického chování u mechanických soustav | 104 |
| 8.3.1. Rotor s anizotropní tuhostí ložisek | 104 |
| 8.3.2. Trískový obráběcí stroj | 106 |
| | |
| 9. Příklady s naprogramovaným řešením | 109 |
| 9.1. Identifikace útlumu z obálky přechodového děje | 110 |
| 9.2. Generátor náhodných čísel a příklad rovnoměrného rozdělení | 110 |
| 9.3. Generátor normalizovaného normálního rozdělení | 111 |
| 9.4. Výpočet momentů náhodné veličiny | 112 |
| 9.5. Přeběh kmitavé soustavy s jedním stupněm volnosti přes rezonanci | 113 |
| 9.6. Manipulace s náhodnými procesy v časové a frekvenční oblasti | 115 |
| 9.7. Zrcadlení a přechod z časové do frekvenční oblasti a naopak | 117 |
| 9.8. Testy stacionarity | 117 |
| 9.9. Průměrovaná autokorelace sinusového signálu s náhodnou fází | 119 |
| 9.10. Určení zpoždění signálu pomocí vzájemné korelace | 120 |
| 9.11. Waveletové okénko | 121 |
| 9.12. Cepstrum | 123 |
| 9.13. Srovnání výsledků získaných pomocí FFT s analytickými na příkladu úzkopásmového šumu | 124 |
| 9.14. Průměrování komplexního přenosu | 125 |
| 9.15. Přepočítání časového průběhu zrychlení na výchylku | 126 |
| 9.16. Syntéza časového průběhu výchylky při pojezdu po vozovce o dané spektrální výkonové hustotě | 127 |
| 9.17. Vliv vypuštění nízkofrekvenční složky na průběh signálu | 129 |
| 9.18. Hranice fraktálního bazénu Mandelbrotovy množiny | 130 |
| 9.19. Henonova mapa | 132 |
| 9.20. Ulamova mapa | 133 |
| 9.21. Analýza pohybu narážející částice metodou integrace pohybových rovnic | 134 |
| 9.22. Vývojové zobrazení pro pohyb částice narážející na pevnou stěnu | 135 |
| 9.23. Vývojové zobrazení typu logistické funkce | 138 |
| | |
| Seznam literatury | 140 |