

Spis treści

| | |
|--|-----------|
| Streszczenie | 9 |
| Summary | 10 |
| Spis oznaczeń | 11 |
| 1. Wprowadzenie | 15 |
| 2. Cel i zakres pracy | 23 |
| 3. Klasyczne metody identyfikacji układów nieliniowych | 31 |
| 3.1. Metody detekcji nieliniowości | 31 |
| 3.1.1. Metoda weryfikacji zasady superpozycji | 34 |
| 3.1.2. Metoda współczynnika MAC | 35 |
| 3.1.3. Metoda badania charakterystyk Nyquista układu | 37 |
| 3.1.4. Metoda badania charakterystyk Bodego | 38 |
| 3.1.5. Metoda zaburzenia postaci drgań | 39 |
| 3.1.6. Metoda przestrzeni fazowej | 40 |
| 3.1.7. Metoda trójwymiarowej reprezentacji tłumienia w obszarach okołorezonansowych | 40 |
| 3.1.8. Metoda zespolonej sprężystości | 41 |
| 3.1.9. Metoda dynamicznej sprężystości | 42 |
| 3.1.10. Metoda funkcji koherencji | 42 |
| 3.1.11. Metoda testu korelacji | 43 |
| 3.1.12. Metoda detekcji harmonicznych | 44 |
| 3.1.13. Metoda przekształcenia Hilberta | 46 |
| 3.1.14. Metoda funkcji korehencji λ | 48 |
| 3.1.15. Metoda współczynnika liniowości | 48 |
| 3.1.16. Metoda funkcji odpowiedzi częstotliwościowych wyższych rzędów ... | 49 |
| 3.1.17. Metoda wymuszenia poliharmonicznego | 50 |
| 3.1.18. Metoda sił resztkowych | 52 |
| 3.2. Metody identyfikacji układów nieliniowych | 53 |
| 3.2.1. Metody linearyzacji | 54 |
| 3.2.2. Metody realizowane w dziedzinie czasu | 56 |
| 3.2.3. Metody realizowane w dziedzinie częstotliwości | 57 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2.4. Metody modalne | 59 |
| 3.2.5. Metody analizy czasowo – częstotliwościowej | 60 |
| 3.2.6. Identyfikacja układów nieliniowych z zastosowaniem sieci neuronowych | 61 |
| 3.2.7. Metody dostrajania modelu strukturalnego | 62 |
| 3.3. Podsumowanie | 63 |
| 4. Metoda diagramów rekurencyjnych | 65 |
| 4.1. Metody doboru parametrów diagramów rekurencyjnych | 67 |
| 4.2. Zawartość informacyjna diagramów rekurencyjnych | 70 |
| 4.3. Modyfikacje metody diagramów rekurencyjnych | 73 |
| 4.3.1. Metoda diagramów rekurencyjności wzajemnej | 74 |
| 4.4. Analiza RQA | 75 |
| 4.4.1. Miary gęstości punktów diagramu rekurencyjnego | 75 |
| 4.4.2. Miary definiowane w oparciu o linie diagonalne diagramu rekurencyjnego | 76 |
| 4.4.3. Miary definiowane w oparciu o linie pionowe diagramu rekurencyjnego | 77 |
| 4.5. Analiza własności układu poruszającego się ruchem jednostajnym po okręgu z zastosowaniem metod diagramów rekurencyjnych i analizy RQA | 78 |
| 4.6. Zastosowanie metod diagramów rekurencyjnych i analizy RQA do badania własności układu rzeczywistego | 85 |
| 4.6.1. Rezultaty badań | 86 |
| 4.7. Podsumowanie | 96 |
| 5. Przetwarzanie sygnałów z zastosowaniem metod regularyzacji | 97 |
| 5.1. Metody detekcji zagadnień źle zdefiniowanych | 99 |
| 5.2. Dyskretny warunek Picarda | 101 |
| 5.3. Metody regularyzacji | 102 |
| 5.3.1. Metoda regularyzacji Tichonowa | 103 |
| 5.3.2. Metody TSVD, TGSVD | 105 |
| 5.3.3. Metody tłumionej dekompozycji SVD i GSVD..... | 105 |
| 5.3.4. Metoda maksymalnej entropii | 105 |
| 5.3.5. Metoda TTLS | 106 |
| 5.4. Transformacja z postaci ogólnej do postaci standardowej | 107 |
| 5.5. Metody doboru optymalnego parametru regularyzacji α w metodzie regularyzacji Tichonowa | 108 |
| 5.5.1. Metoda krzywej L | 108 |
| 5.5.2. Metody wyznaczania współrzędnych narożnika krzywej L na podstawie punktu przecięcia prostej malejącej o dowolnym nachyleniu z krzywą L | 109 |

| | |
|--|------------|
| 5.5.3. Metoda GCV | 113 |
| 5.5.4. Metoda quasi-optymalna | 113 |
| 5.6. Metodologia przeprowadzania identyfikacji i poprawiania zdefiniowania zagadnień źle zdefiniowanych | 115 |
| 5.7. Zastosowanie metod regularyzacji w przetwarzaniu obrazów | 115 |
| 5.7.1. Macierz modelująca szum | 118 |
| 5.7.2. Rozmywający szum „atmosferyczny” | 118 |
| 5.7.3. Zakłócenia spowodowane ruchem obiektu lub kamery | 119 |
| 5.7.4. Brak ostrości obiektu | 119 |
| 5.7.5. Szum współogniskowy | 120 |
| 5.7.6. Filtracja obrazu testowego o znanych własnościach statystycznych | 120 |
| 5.7.7. Filtracja obrazu o rozmiarze 512 × 512 pikseli obciążonego szumem o znanych własnościach statystycznych | 123 |
| 5.8. Podsumowanie | 127 |
| 6. Operacyjna metoda identyfikacji nieliniowych układów mechanicznych | 129 |
| 6.1. Analiza wrażliwości metody | 133 |
| 6.2. Podsumowanie | 145 |
| 7. Weryfikacja algorytmów opracowanych metod i ich implementacji | 147 |
| 7.1. Badania eksperymentalne parametrów układu zawieszenia samochodu osobowego | 147 |
| 7.1.1. Uproszczony schemat układu zawieszenia koła samochodu | 148 |
| 7.1.2. Badanie widmowych charakterystyk dynamicznych amortyzatora samochodowego | 149 |
| 7.2. Symulacja dynamicznego zachowania układu zawieszenia samochodu osobowego | 154 |
| 7.3. Weryfikacja zaimplementowanych procedur detekcji nieliniowych własności badanych układów | 158 |
| 7.4. Weryfikacja poprawności działania oprogramowania realizującego identyfikację parametrów układów nieliniowych na podstawie pomiarów operacyjnych | 158 |
| 7.5. Podsumowanie | 162 |
| 8. Identyfikacja parametrów układów eksperymentalnych | 165 |
| 8.1. Identyfikacja parametrów laboratoryjnej maszyny wirnikowej | 165 |
| 8.1.1. Identyfikacja parametrów układu sprężystego posadowienia wału | 166 |
| 8.1.2. Identyfikacja parametrów maszyny wirnikowej | 170 |
| 8.2. Identyfikacja parametrów układu zawieszenia korpusu maszyny wibracyjnej pracującej w warunkach eksploatacyjnych | 176 |
| 8.2.1. Identyfikacji parametrów „oryginalnego” układu zawieszenia korpusu eksperymentalnej maszyny wibracyjnej | 176 |

| | |
|---|------------|
| 8.2.2. Identyfikacji parametrów układu zawieszenia korpusu maszyny wibracyjnej z nieliniowym tłumikiem drgań | 181 |
| 8.3. Podsumowanie | 184 |
| 9. Identyfikacja parametrów układów rzeczywistych | 187 |
| 9.1. Identyfikacja parametrów zawieszenia samolotu Skytruck | 187 |
| 9.2. Identyfikacja parametrów wybranych elementów wiszącego mostu stalowego | 194 |
| 9.3. Podsumowanie | 213 |
| 10. Wnioski i uwagi końcowe | 215 |
| 11. Literatura | 219 |