

TOMASZ KRUKOWICZ
STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

„Modele neuronowe w systemach aktywnej redukcji hałasu ze sprzężeniem do przodu i nieliniową pierwotną ścieżką sygnału”

Rozprawa doktorska podejmuje problematykę zjawisk nieliniowych w systemach aktywnej redukcji hałasu. Hałas jest najpowszechniej występującym czynnikiem szkodliwym w środowisku pracy. Z tego powodu metody ograniczanie narażenia na hałas pracowników jest przedmiotem wielu badań. Coraz bardziej znaczącym kierunkiem badań są próby zastosowania rozwiązań technicznych w postaci aktywnych metod redukcji hałasu. Metody te opierają się na destruktywnej interferencji fal akustycznych, w wyniku której następuje obniżenie wartości ciśnienia akustycznego w zadanym obszarze.

Przedmiotem badań w niniejszej rozprawie doktorskiej są zjawiska nieliniowe w pierwotnej ścieżce sygnału systemu ze sprzężeniem do przodu. Zjawiska te powodują powstawanie wyższych harmoniczných w widmie sygnału kompensowanego, których kompensacja z wykorzystaniem kontrolerów o liniowej strukturze jest trudna do osiągnięcia. Celem pracy jest zbadanie możliwości wykorzystania modeli neuronowych do sterowania wtórną ścieżką sygnału dla poprawy skuteczności takich systemów. W rozprawie przedstawiono koncepcję zastosowania neuronowego modelu NARMAX (Nonlinear Autoregressive Moving Average with Exogenous Input) jako adaptacyjnego kontrolera systemu aktywnej redukcji hałasu. Kontroler bazuje na strukturze jednokierunkowej neuronowe sigmoidalnej wielowarstwowej sieci neuronowej. W pracy zaproponowano również metodę uczenia sieci neuronowej wykorzystującą algorytm wstecznej propagacji błędu, która uwzględnia wpływ wtórnej ścieżki sygnału. Przyjęto, że wtórna ścieżka sygnału może być modelowana z dostateczną dokładnością strukturą nierekursywną w postaci liniowego filtru cyfrowego ze skończoną odpowiedzią impulsową.

Zaproponowana koncepcja wykorzystania neuronowego modelu NARMAX została zweryfikowana poprzez symulacje numeryczne działania systemu aktywnej redukcji hałasu oraz przez badania doświadczalne. W obydwu etapach weryfikacji wykorzystano sinusoidalne sygnały pobudzające. W trakcie badań symulacyjnych pierwotną ścieżką sygnału modelowano strukturą Wienera. W badaniach doświadczalnych zjawiska nieliniowe uzyskano umieszczając w falowodzie przegrodę wykonaną z blachy mosiężnej. Wyniki symulacji numerycznych są zbieżne z wynikami badań laboratoryjnych i

potwierdzają tezę pierwszą rozprawy.

Równolegle w pracy analizowano skuteczność adaptacyjnego kontrolera systemu aktywnej redukcji hałasu opartego na sieci neuronowej radialnej uczonej algorytmem wykorzystującym bezpośrednią metodę Lapunowa badania stabilności układów dynamicznych nieliniowych. W wyniku przeprowadzonej analizy zaproponowano modyfikację badanego algorytmu polegającą na wprowadzeniu współczynnika zmniejszającego szybkość adaptacji.

Skuteczności algorytmu przed i po jego modyfikacji porównano wykonując symulacje numeryczne, w których pierwotną i wtórną ścieżkę sygnału modelowano filtrami o skończonej odpowiedzi impulsowej. Symulacje numeryczne wykonano wykorzystując sygnału o charakterze procesów stochastycznych. Wyniki symulacji numerycznych potwierdzają tezę drugą rozprawy.