

dr hab. inż. Bartłomiej Dyniewicz

Zakład Technologii Inteligentnych, Pracownia Sterowania i Dynamiki Układów

Optimalizacja struktur mechanicznych metamateriałów z wykorzystaniem inteligentnych metod losowych

Dyscyplina: mechanika lub informatyka (w zależności od przygotowania i preferencji doktoranta)

Praktyka inżynierska pokazuje, że obecnie wykorzystywane inteligentne materiały tłumiące mają istotne wady, które zawężają ich potencjalne zastosowania komercyjne. Najistotniejsze z nich to wysoka masa oraz konieczność użycia dodatkowych układów sterujących. Odpowiedzią na wspomniane problemy mogą okazać się mechaniczne metamateriały o własnościach niespotykanych w naturze, niskim ciężarze własnym oraz pełnej autonomiczności działania. Nietypowe własności mechaniczne metamateriałów wynikają z ich topologicznej i geometrycznej struktury, a w mniejszym stopniu z własności materiału nośnika, z którego są wykonane. Funkcjonalność proponowanych samoaktywujących się mechanicznych metamateriałów opiera się na ich programowanej sprężystej niestabilności, wynikającej z wyboczeniowej deformacji struktury poddanej zewnętrznemu wymuszeniu. Poprawnie zaprojektowana struktura geometryczna metamateriału pozwoli na realizację bistabilnej strategii sterowania.

Celem pracy doktorskiej jest optymalizacja struktur mechanicznych metamateriałów, które będą naśladować zachowanie dwustanowych strategii działania. Wszystkie poszukiwane przez nas struktury mają wspólną cechę, polegającą na pewnym ukierunkowaniu działania, w zależności od obciążenia. W jednym kierunku materiał musi mieć wysoki poziom tłumienia, natomiast w kierunku przeciwnym możliwie najniższy. Poszukiwanie rozwiązania zadania zalicza się do zadań odwrotnych. Polega na rozwiązaniu problemu minimalizacji funkcji celu, którą jest miara odległości wynikowych charakterystyk materiałowych od założonych krzywych.

Ogólnie postawione zadanie optymalizacji zawiera trzy grupy zmiennych: 1) zmienne opisujące topologię struktury materiału, 2) zmienne opisujące charakterystyki geometryczne: rozmieszczenie węzłów, pola przekrojów elementów, 3) stałe materiałowe oraz parametry reologiczne materiału. Tak skomplikowany układ zmiennych decyzyjnych definiuje funkcjonal niewypukły. W związku z tym wszelkie klasyczne metody gradientowe rozwiązania z zasady zawodzą. Zaproponowano więc metody losowe, ze zmodyfikowanym losowaniem zmiennych z otoczenia aktualnego rozwiązania. Rozwiązanie zadania odwrotnego jest kosztowne numerycznie. Z uwagi na niejednoznaczność rozwiązań, obszar decyzji dopuszczalnych musi być starannie dobrany. Z jednej strony wyeliminuje się rozwiązania niesatysfakcjonujące, z drugiej strony znacznie zredukuje ciężar obliczeniowy zadania. Proponuje się rozdzielenie procesu minimalizacji na zadania prowadzone niezależnie, z okresową wymianą informacji o rozwiązaniach suboptymalnych. Każde z zadań może być rozwiązywane na oddzielnych procesorach i wzajemnie korygowane przez moduł zarządzający.

Do zadań doktoranta będzie należało opracowanie szczegółowego opisu teoretycznego oraz numerycznego zadania optymalizacji, a następnie sformułowanie i rozwiązanie problemu optymalizacji, opracowanie algorytmów realizujących optymalizację wykorzystującą metody losowe oraz przygotowanie procedur numerycznych i ich oprogramowanie.