

Celem projektu jest **opracowanie systemu diagnostycznego opartego na Sztucznej Inteligencji do identyfikacji delaminacji w laminatach kompozytowych** wzmocnionych włóknami węglowymi. Chcielibyśmy zbadać problem delaminacji (rozwarstwień), ponieważ jest to jeden z najbardziej niebezpiecznych rodzajów uszkodzeń. Metodologia zaproponowana w projekcie może jednak zostać rozszerzona na inne rodzaje uszkodzeń. Wybór laminatów wzmocnionych włóknami węglowymi jest podyktowany wysokim stosunkiem wytrzymałości do masy i szerokim zakresem zastosowań.

Duża liczba badań nad zjawiskiem propagacji fal Lamba sugeruje, że ten rodzaj fal sprężystych można zastosować do identyfikacji uszkodzeń. Anomalie propagacji fal spowodowane delaminacją można zaobserwować przy użyciu specjalistycznej aparatury. Jednak ze względu na skomplikowane wzorce propagujących fal, trudno jest opracować uniwersalną metodologię przetwarzania sygnałów umożliwiającą wiarygodne oszacowania wielkości uszkodzenia. Powoduje to, że postępy w dziedzinie **monitorowania stanu technicznego konstrukcji (SHM)** i **badń nieniszczących (NDT)** oparte na falach sprężystych są powolne. W związku z tym przeprowadzone zostaną studia wykonalności alternatywnego podejścia opartego na **architekturach głębokich sieci neuronowych**.

Algorytmy głębokiego uczenia się, które wykorzystują głębokie sieci neuronowe, są klasyfikowane jako podzbiór sztucznej inteligencji. Algorytmy te mogą uczyć się na podstawie danych i przewidywać. Oznacza to, że jeśli mamy dane wejściowe i wyjściowe, głęboka sieć neuronowa może znaleźć relacje między tymi dwoma zbiorami. Głębokie uczenie zyskało ostatnio ogromny wzrost wydajności i znajduje wiele zastosowań. Dzieje się tak ze względu na zwiększoną moc obliczeniową komputerów, która umożliwia stosowanie głębszych sieci neuronowych, co z kolei prowadzi do lepszego przewidywania tych sieci.

Dlaczego sztuczna inteligencja? Uważamy, że podejście oparte na sztucznej inteligencji może być bardziej odpowiednie dla złożonego problemu analizy korelacji między anomaliami fal sprężystych a uszkodzeniami niż konwencjonalne metody przetwarzania sygnałów. Dzięki zastosowaniu konwencjonalnych metod przetwarzania sygnałów można wykryć i zlokalizować uszkodzenia w elemencie konstrukcyjnym. Jednak oszacowanie rozmiaru uszkodzenia jest bardzo trudne do osiągnięcia, szczególnie w przypadku wielu uszkodzeń obecnych w analizowanej strukturze.

Oczekuje się, że podejście oparte na sztucznej inteligencji pomoże przyspieszyć postępy w opracowywaniu niezawodnych systemów NDT/SHM opartych na falach sprężystych. Aby to osiągnąć, konieczne jest wykonanie następujących zadań, które są proponowane w projekcie:

- opracować wysoce równoległy kod rozwiązywania zagadnienia zjawiska propagacji fal sprężystych,
- wygenerować duży zbiór przykładów do trenowania nadzorowanego,
- zastosować głęboką sieć neuronową do identyfikacji uszkodzeń,
- oszacować dokładność zastosowanej głębokiej sieci neuronowej.

Najważniejszą częścią projektu jest obliczenie **dużego zestawu danych dotyczących wzorców fal sprężystych** w interakcji z delaminacjami. Zbiór danych umożliwi badanie różnych architektur głębokich sieci neuronowych, metod klasyfikacji i rozpoznawania wzorców w celu identyfikacji lokalizacji i wielkości delaminacji na wczesnym etapie rozwoju. Niemniej jednak niezbędne jest wdrożenie metody numerycznej, która pomoże wygenerować takie zbiory danych w rozsądnym czasie. **Opracujemy równoległą implementację kodu**, która umożliwi obliczenia na jednostkach wielordzeniowych w celu przyspieszenia czasu obliczeń.

W tym projekcie **zaproponujemy i ocenimy kilka architektur głębokich sieci neuronowych**. Wytrenowane sieci neuronowe będą testowane na pełnych polach fal zmierzonych eksperymentalnie na powierzchni laminatów kompozytowych z umieszczonymi wewnątrz wkładkami teflonowymi symulującymi delaminacje. W ten sposób oszacujemy dokładność zastosowanej głębokiej sieci neuronowej.

Zastosowanie systemów SHM przyczyni się do zwiększenia bezpieczeństwa użytkowanych konstrukcji i zmniejszenia kosztów napraw.