

Celem tego projektu jest opracowanie metody rekonstrukcji przestrzennego rozkładu prędkości dźwięku w tkankach miękkich dla obrazowania ultradźwiękowego. Prędkość dźwięku w tkankach miękkich jest w zakresie od 1460 m/s w tkance tłuszczowej do ponad 1600 m/s w tkance mięśniowej. W standardowym obrazowaniu ultradźwiękowym w trybie odbiciowym (pulse-echo) dokładna prędkość dźwięku nie jest znana. W związku z tym, dla potrzeb rekonstrukcji obrazów przyjmuje się że jest ona jednorodna i równa 1540 m/s. To założenie oczywiście prowadzi do powstania aberracji tj. pogorszenia jakości obrazów: rozmycia, zmniejszenia kontrastu, geometrycznych zniekształceń, itp.

Metoda rekonstrukcji prędkości dźwięku w obrazowaniu ultradźwiękowym dostarczy podstawowych informacji o badanych tkankach. Informacje te, do tej pory niedostępne w urządzeniach pracujących w trybie pulse-echo, mogą być wykorzystane na wiele sposobów. Po pierwsze, umożliwią one poprawę jakości obrazów w aparatach ultradźwiękowych pracujących w trybie pulse-echo. Tego typu urządzenia są szeroko stosowane w diagnostyce medycznej z powodu ich nieinwazyjności, nieszkodliwości, uniwersalności, rozdzielczości czasowej i relatywnie niskich kosztów. Istotna redukcja aberracji w tak rozpowszechnionej technice obrazowania z pewnością przełoży się na ogólny wzrost jakości procesów diagnostycznych. Po drugie, prędkość dźwięku odzwierciedla mechaniczne własności badanego obiektu. W związku z tym, zrekonstruowane mapy prędkości dźwięku mogą dostarczyć dodatkowe informacje diagnostyczne.

Użyteczność informacji o prędkości dźwięku nie jest ograniczona do zastosowań medycznych. Metoda rekonstrukcji prędkości dźwięku może przynieść podobne korzyści w badaniach nieniszczących. Rozwój metody rekonstrukcji prędkości dźwięku dla ultradźwiękowego obrazowania odbiciowego może mieć pozytywny wpływ na takie dziedziny jak diagnostyka medyczna, kontrola jakości w zastosowaniach przemysłowych (poprodukcyjna kontrola jakości spawów, detekcja defektów, itp.) oraz procedury kontroli bezpieczeństwa eksploatacji infrastruktury (np. badanie stanu szyn, kół i osi kolejowych, elementów konstrukcyjnych budynków, itp.).

Podejmowano wiele prób rozwiązania problemu korekcji aberracji spowodowanych niewłaściwie dobraną prędkością dźwięku. Niektóre z opracowanych technik bazują na założeniu istnienia płytko położonej nieregularnej warstwy wprowadzającej dodatkowe opóźnienia czasowe. Rozwiązaniem dla tak postawionego problemu jest znalezienie i skompensowanie tych opóźnień. Inne podejście polega na wielokrotnej rekonstrukcji obrazów z wykorzystaniem różnych wartości prędkości dźwięku. Prędkość dźwięku użyta przy rekonstrukcji obrazu o najlepszej ostrości jest uważana za średnią prędkość dźwięku w badanym obiekcie. Założenia upraszczające zastosowane w ww. metodach ograniczają ich efektywność. Najnowsze rozwiązanie wykorzystuje opóźnienia czasowe uzyskane z fazy zrekonstruowanego sygnału ech ultradźwiękowych. Następnie na podstawie opóźnień obliczane są lokalne wartości prędkości dźwięku, co jest realizowane poprzez rozwiązanie zagadnienia odwrotnego poprzez odwracanie macierzy. Mimo, że ta metoda daje obiecujące rezultaty, jest obliczeniowo złożona, co uniemożliwia jej zastosowanie w systemach czasu rzeczywistego jeżeli rozdzielczość danych wejściowych nie zostanie znacząco zmniejszona.

Informacja o rozkładzie prędkości dźwięku w badanym obiekcie jest niesiona przez sygnały, które przeszły przez ten obiekt. Zgodnie z literaturą, informacja ta może być wydobyta z fazy ech powracających z obiektu. Opracowaliśmy model matematyczny, który umożliwia wyznaczenie lokalnej prędkości dźwięku przy umiarkowanej złożoności obliczeniowej. Praca w ramach projektu będzie się koncentrować na weryfikacji i poprawie zaproponowanego modelu matematycznego, jak również na optymalizacji jego implementacji.