

Karakterisering av ultraljudsfält med kvantitativ schlierenavbildning

Robin Wikstedt

Denna undersökning beskriver en metod för att kvantitativt rekonstruera tryckfält i transparenta medier med hjälp av schlieren-teknik, med särskilt fokus på högintensiva ultraljudsfält. Genom att kombinera klassisk optik, projektionsteori och materialfysik kan ett tvådimensionellt schlierenfotografi översättas till ett tredimensionellt fält av momentana tryck värden, vilket möjliggör karakterisering av komplexa akustiska fält utan invasiva sensorer.

Schlieren-avbildning bygger på att brytningsindex varierar i rummet, vilket kan bero på exempelvis temperatur, material innehåll eller tryck. I ultraljudsfallet är tryck den dominerande faktorn, men metoden kan anpassas för andra storheter.

Processen inleds med kalibrering av bildens intensitet till brytningsindexgradienten, följt av integration för att erhålla brytningsindexfältet. Vid cylindrisk symmetri används Abel-inversion; annars kombineras Radon-transform och tomografisk rekonstruktion från flera vinklar. Därefter omvandlas brytningsindex till densitet via Gladstone–Dale-relationen och slutligen till tryck genom en tillståndsekvation för mediet. I luft kan idealgaslagen användas, medan vatten kräver empiriska modeller och vid höga tryck iterativa justeringar.

Metoden är särskilt användbar när akustiska fält är för intensiva för konventionella sensorer eller när kontaktfria mätningar önskas. Efter initial kalibrering kan mätningar och analys utföras snabbt och delvis automatiserat, vilket möjliggör jämförelser av fältkaraktistika vid varierande spänningsnivåer eller kopplingsmedium. Begränsningar innefattar krav på noggrann kännedom om mediets egenskaper, optiska komponenters inverkan på upplösning samt praktiska svårigheter vid mätning av komplexa tredimensionella fält