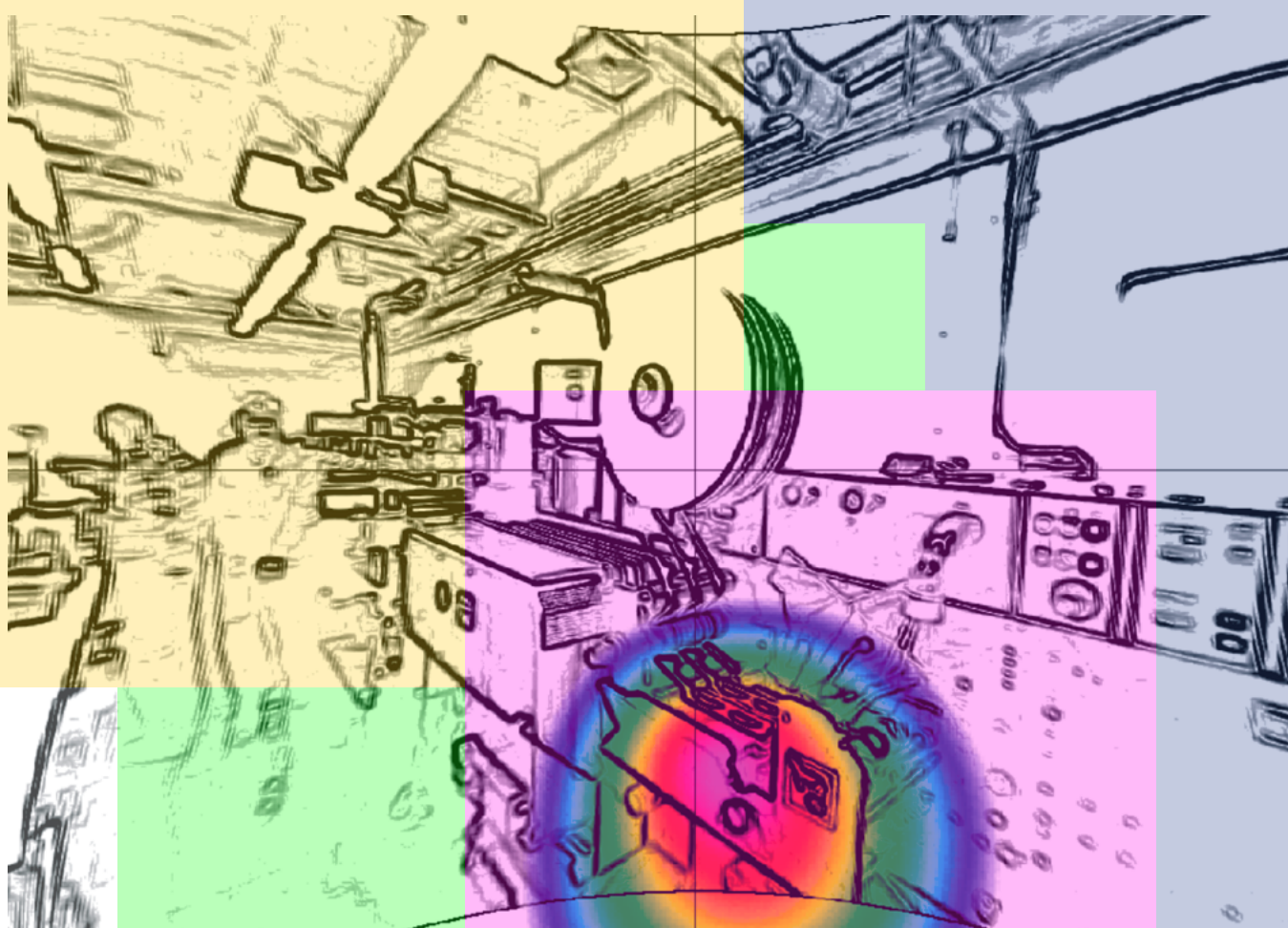


Leszek Morzyński, Grzegorz Szczepański

TECHNIKI OBRAZOWANIA AKUSTYCZNEGO I ICH ZASTOSOWANIA

– materiały informacyjne



Materiały informacyjne CIOP-PIB
Techniki obrazowania akustycznego i ich zastosowania

Opracowano na podstawie wyników V etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2020-2022 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

Projekt II.PB.20 *Techniki obrazowania akustycznego w zwalczaniu zagrożeń akustycznych*

Koordinator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Autor:

dr inż. Leszek Morzyński, mgr inż. Grzegorz Szczepański – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Zagrożeń Wibroakustycznych

Projekt okładki:

Anna Antoniszewska

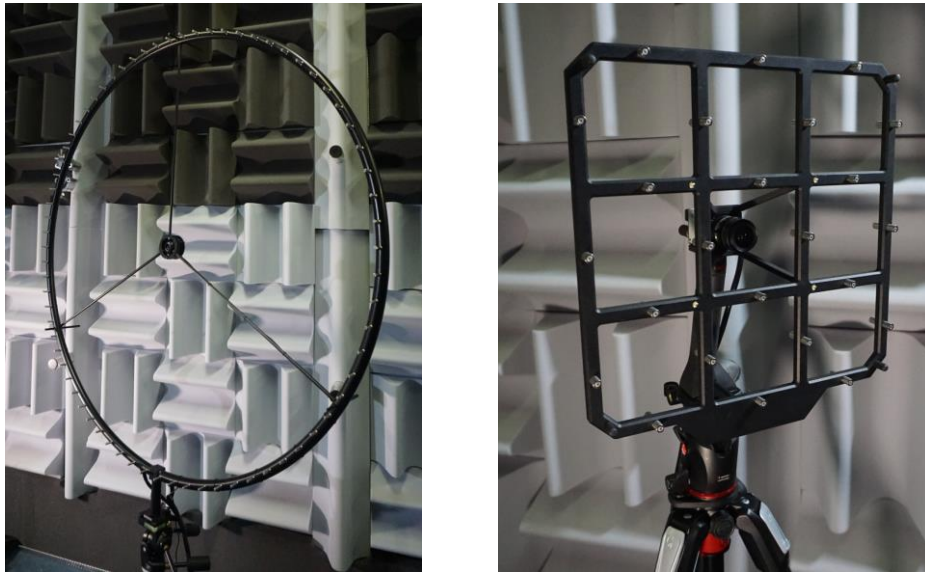
© Copyright by
Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
Warszawa 2021

CIOP  **PIB**

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa
tel. (48-22) 623 36 98, www.ciop.pl

Obrazowanie akustyczne lub inaczej wizualizacja dźwięku, umożliwia prezentację w formie graficznej zjawisk akustycznych. Techniki te są wykorzystywane przede wszystkim do określenia położenia źródeł energii akustycznej, a w bardziej zaawansowanych rozwiązaniach do oceny dróg propagacji energii akustycznej. W przypadku złożonych lub rozległych maszyn, czy też całych zakładów przemysłowych obrazowanie umożliwia identyfikację źródeł hałasu, co często jest bardzo trudne do wykonania z zastosowaniem tradycyjnych technik pomiarowych. Otwiera możliwości redukcji hałasu u źródła jego powstawania, jak również może stanowić dobre narzędzie diagnostyczne do oceny stanu maszyn i urządzeń, gdyż często powstawanie hałasu jest przyczyną uszkodzeń ich elementów. Metody obrazowania akustycznego pozwalają również w sposób dokładniejszy niż zwykłe pomiary mikrofonowe ocenić właściwości i poprawność działania zabezpieczeń przeciwhałasowych (obudów, przegród), gdyż są w stanie wskazać miejsca tzw. przecieków akustycznych powstających na skutek nieprawidłowej konstrukcji zabezpieczenia czy też wad materiałowych. Powszechniejsze zastosowanie w przemyśle technik obrazowania akustycznego może zatem przyczynić się nie tylko do poprawy warunków pracy, ale również w niektórych przypadkach zapobiegać wypadkom przy pracy (wykrycie niesprawnego elementu zanim nastąpi awaria) oraz przyczyniać się do poprawy konkurencyjności polskich przedsiębiorstw przez ulepszanie produktów pod względem akustycznym (przede wszystkim przez obniżenie generowanego hałasu, ale metody te mogą również być przydatne w poprawie jakości akustycznej produktów).

Techniki obrazowania akustycznego obecnie najczęściej stosowane w praktyce przemysłowej związanej z ograniczaniem hałasu to technika kształtowania wiązki lub inaczej beamforming (angielskie określenie tej techniki, obecnie często stosowane w Polsce) oraz technika bezpośredniej wizualizacji dźwięku w szczególności metodą skaningową z wykorzystaniem bezpośredniego pomiaru prędkości akustycznej/natężenia dźwięku. Urządzenia do obrazowania akustycznego techniką beamformingu, mające matrycę mikrofonową sprzężoną z kamerą wizyjną są powszechnie nazywane kamerami akustycznymi. Matryce mikrofonowe kamer akustycznych mogą mieć różny kształt i wielkość, od których zależą właściwości kamer akustycznych i możliwości ich zastosowania. Przykłady matryc mikrofonowych przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Kamery akustyczne – matryce mikrofonowe

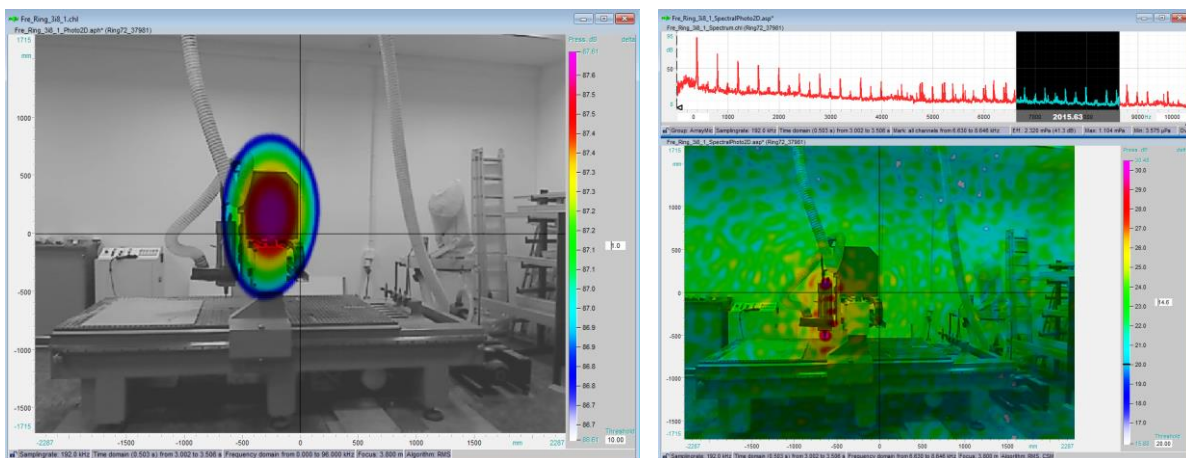
Przykładem systemu pomiarowego do bezpośredniej wizualizacji dźwięku metodą skaningową z wykorzystaniem pomiaru prędkości akustycznej/natężenia dźwięku jest system pomiarowy Scan & Paint 3D (rys. 2). Wykorzystano w nim trójwymiarowy znacznik oraz stereoskopową kamerę podczerwieni do automatycznego śledzenia sondy pomiarowej w przestrzeni wokół badanego obiektu, co umożliwia powiązanie informacji o hałasie z miejscem jego pomiaru.



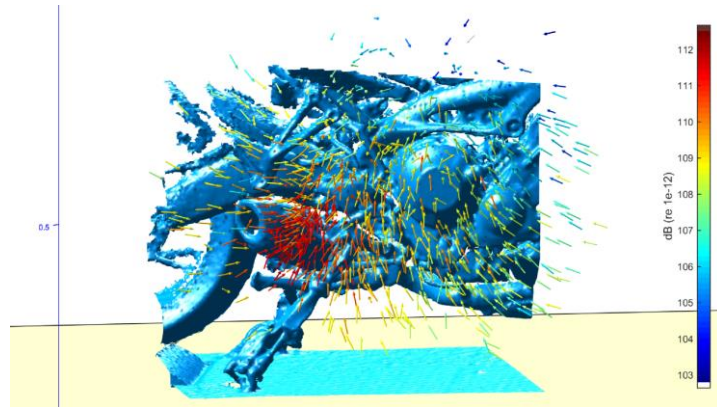
Rys. 2. System pomiarowy Scan & Paint 3D

Kamery akustyczne umożliwiają wizualizację różnych źródeł hałasu (zarówno ze względu na rozmiar, jak i parametry wytwarzanego przez nie hałasu), w zależności od rodzaju i wielkości zastosowanej w kamerze matrycy mikrofonowej, przy czym niektóre rodzaje hałasu (np. tonalne, wąskopasmowe) są trudne do właściwej wizualizacji za pomocą techniki beamformingu. System do bezpośredniej wizualizacji dźwięku metodą skaningową umożliwia sporządzenie bardzo dokładnych wizualizacji parametrów pola akustycznego w przestrzeni trójwymiarowej obrazujących rozprzestrzenianie się hałasu (energii akustycznej) w przestrzeni, jednak może być stosowany jedynie do hałasów o charakterze stacjonarnym, czyli takich, których parametry nie zmieniają się w czasie wykonywania pomiaru.

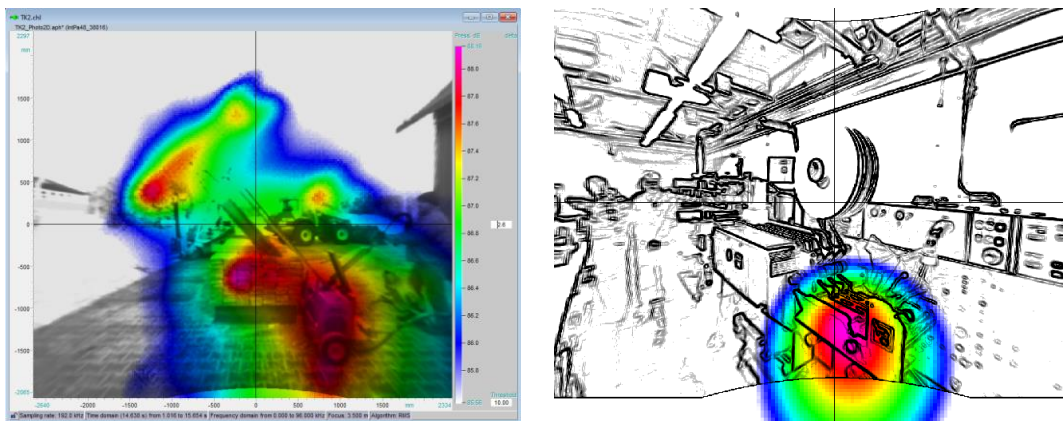
Do wykonywania wizualizacji dźwięku, na podstawie zarejestrowanych w trakcie pomiarów sygnałów, służy oprogramowanie danego przyrządu pomiarowego. Podstawową formą wizualizacji jest przedstawienie rozkładu wybranego parametru akustycznego (np. poziomu ciśnienia akustycznego) w formie płaskiej, barwnej mapy nałożonej na zdjęcie badanego obiektu. Taka wizualizacja nazywana jest potocznie zdjęciem akustycznym lub zdjęciem widmowym (jeśli prezentuje dane o hałasie dla wybranego zakresu częstotliwości). Systemy pomiarowe takie jak Scan & Paint 3D umożliwiają również prezentację informacji o hałasie w postaci grafiki przestrzennej nałożonej na trójwymiarowy model badanego obiektu. Na rysunkach 3–6 przedstawiono wyniki wizualizacji hałasu różnych źródeł wykonane każdą z omówionych technik.



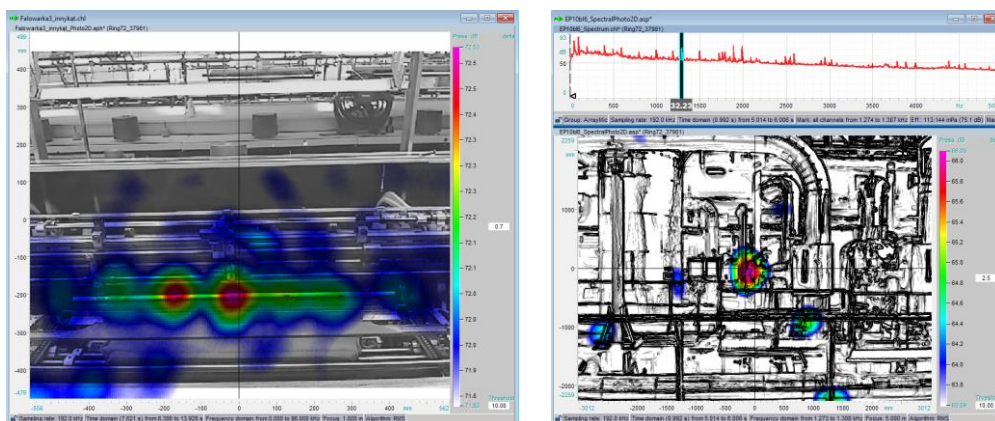
Rys. 3. Wizualizacja hałasu frezarki CNC wykonana z wykorzystaniem kamery akustycznej – zdjęcie akustyczne (po lewej) i zdjęcie widmowe dla wybranego zakresu częstotliwości (po prawej) obrazujące rozkład poziomu ciśnienia akustycznego



Rys. 4. Wizualizacja wykonana systemem do bezpośredniej wizualizacji dźwięku techniką skaningową – rozkład wektorów natężenia dźwięku wokół układu napędowego motocykla



Rys. 5. Wizualizacje hałasu przy przecinaniu pakietu desek płytą mobilną (po lewej) oraz hałasu drukarki fleksograficznej (po prawej) wykonane z wykorzystaniem kamer akustycznych



Rys. 6. Wizualizacje hałasu falowniki dziewiarskiej (po lewej) oraz dużej instalacji przemysłowej (po prawej) wykonane z wykorzystaniem kamer akustycznych