

Binarna analiza obrazów z tomografii ultradźwiękowej

Binary analysis of the CT images

Streszczenie

W artykule przedstawiono możliwość binarnej analizy obrazu uzyskanego z tomografu ultradźwiękowego dla badanych elementów betonowych dostępnych jednostronnie. Pokazano jak wygląda „obróbka” danych cyfrowych i ich wizualizacja w postaci zobrazowań, które podlegają dalszej analizie. Przeprowadzona w ten sposób analiza stwarza wiele możliwości dokładniejszej interpretacji otrzymanych wyników badań, na przykład poprzez zbudowanie histogramu w 3D przedstawiającego obraz w postaci funkcji jasności. W pracy przedstawiono jedynie kilka z wielu możliwych operacji, jakich można dokonać przy użyciu programu Wolfram Mathematica do binarnej analizy obrazu z tomografii ultradźwiękowej elementów betonowych dostępnych jednostronnie i stały się one przyczynkiem do dalszych badań.

Słowa kluczowe: badania nieniszczące; ultradźwięki; analiza obrazów

Abstract

The article presents the possibility of a binary image analysis obtained with ultrasound tomography for tested concrete elements available unilaterally. It shows how looks the “processing” of digital data and their visualization as images which are subject to further analysis. The analysis carried out in this way creates many possibilities for more accurate interpretation of the obtained results, for example by constructing a histogram in 3D representing the image as a function of brightness. This paper presents only a few of the many possible operations that can be made by using Wolfram Mathematica to binary image analysis of ultrasonic tomography of concrete elements available unilaterally and they became a contribution to the further research.

Keywords: non-destructive testing; ultrasound; analysis of the CT images

Wstęp

Metoda tomografii ultradźwiękowej jest jedną z najnowszych metod akustycznych wykorzystywana do badań niszczących elementów betonowych dostępnych jednostronnie. Zobrazowania uzyskane za pomocą tomografu ultradźwiękowego dostarczają informacji na temat wnętrza badanego elementu betonowego dostępnego jednostronnie, w szczególności o wadach materiałowych w nim występujących. Urządzenie to pozwala na uzyskanie barwnego obrazu (zobrazowań), który pokazuje ewentualne, istniejące nieciągłości we wnętrzu elementu w postaci np. pęknięć, wtrąceń, czy pustek powietrznych. Niezwykle ważna w przebiegu badań jest prawidłowa interpretacja uzyskanych zobrazowań i ich analiza [1-4]. Stąd nadal trwają prace i poszukiwane są metody dokładniejszej analizy tych zobrazowań.

Przeprowadzone badania, otrzymane wyniki i ich analiza

Badania przeprowadzono na trzech elementach betonowych przy użyciu tomografu ultradźwiękowego MIRA A1040, co pokazano na rysunku 1. Tomograf składa się z 48 punktowych głowic ultradźwiękowych z zastosowaniem suchego kontaktu. Częstotliwość generowanych fal ultradźwiękowych to 50 kHz.

Na każdym elemencie betonowym zaznaczono siatkę pomiarową, po 300 punktów pomiarowych (rys. 1c). W wyniku przeprowadzonych badań, w sposób pokazany na rysunku 1d, uzyskano dla każdego punktu pomiarowego cztery następujące pliki danych cyfrowych: plik z obrazem (mapa bitowa), plik *.bin, plik *.lbv oraz plik *.cfg.

Do „obróbki” danych wykorzystano plik *.bin. Jest to plik zawierający dane binarne, w którym znajduje się zapisany tomogram. Wielkość pliku zależy od rozmiaru tomogramu w pikselach, uzyskanego w trakcie przeprowadzanych badań. W danych pokazanych w Trybie Mapy (Map Mode) wielkość tomogramu jest ustalona pikselami o rozmiarze 216 x 432. Natomiast w Trybie Podglądu (View Mode) są możliwe dwa warianty: 416 x 432 piksele (z wyłączonym A-scanem) lub 296 x 432 (z włączonym A-scanem). Jeden piksel zapisany jest przez 4 bajty, w 256 możliwych poziomach szarości.

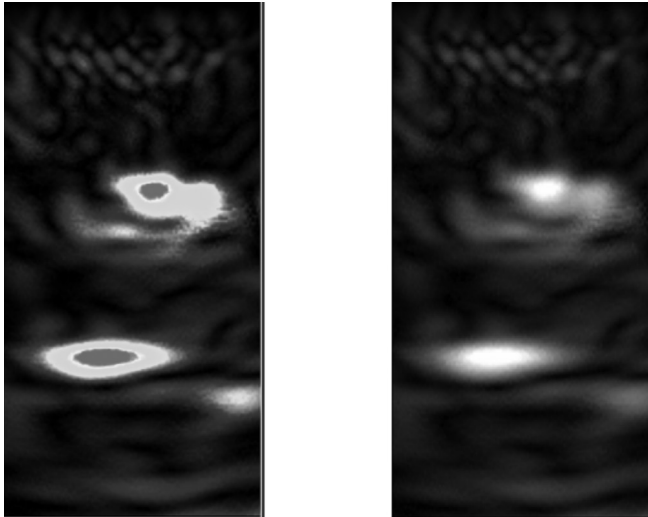
W przeprowadzonych badaniach użyto Trybu Mapy, a więc wielkość pliku jest ustalona pikselami: 216 x 432. Z powyższej informacji wynika, iż obraz ten składa się 93 312 elementów w skali szarości od 0 (czarny) do 256 (biały) [5]. Dla porównania na rysunku 2 przedstawiono przykładowe zobrazowanie dla pojedynczego pomiaru w elemencie betonowym uzyskane z programu załączonego do urządzenia badawczego MIRA A1040.

Z pliku *.bin, po odpowiednim zaimportowaniu go do

Mgr inż. Małgorzata Głąb; dr hab. inż. Krzysztof Schabowicz – Politechnika Wroclawska.

Autor korespondencyjny/Corresponding author: k.schabowicz@pwr.edu.pl

Uzyskany tomogram w skali szarości (B-scan) jest odbiciem lustrzanym właściwego obrazu. Po lustrzanym odbiciu otrzymano zobrazowanie właściwe, które jest zgodne ze zobrazowaniem uzyskanym wprost z urządzenia w Trybie Mapy, co pokazano na rysunku 7. Uzyskany w ten sposób obraz jest prawidłowym B-scanem. Natomiast uzyskanie takiego zobrazowania w skali szarości daje dobre możliwości jego analizy, a w szczególności określenia położenia danej nieciągłości i jej rozmiaru w badanym elemencie. Pozwala to na dokładniejsze zinterpretowanie wyników przeprowadzonych badań.

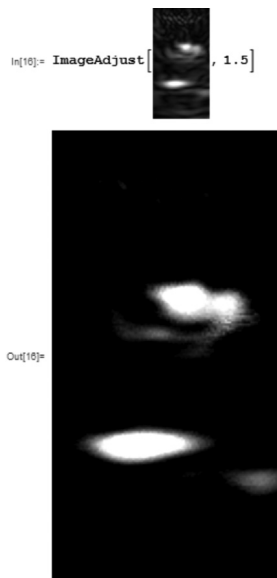


Rys. 7. Porównanie obrazów (obraz z tomografu – po lewej stronie, obraz z programu Wolfram Mathematica – po prawej stronie)

Fig. 7. Comparison of images (image from CT – on the left side, image from Wolfram Mathematica – on the right side)

Aplikacja zobrazowania w środowisko Wolfram Mathematica stwarza możliwość przeprowadzenia wielu operacji. Na uzyskane zobrazowanie można nakładać różnego typu filtry, a także dostosowywać odpowiednio kontrast w celu usunięcia szumów. Poniżej przedstawiono przykład dopasowania lepszego kontrastu w uzyskanym wcześniej zobrazowaniu (rys. 8). Dzięki takiemu zabiegowi można jeszcze dokładniej określić granicę występującej nieciągłości.

Program Wolfram Mathematica daje również możliwość stworzenia zobrazowania binarnego na podstawie danych



Rys. 8. Obraz ze skorygowanym kontrastem

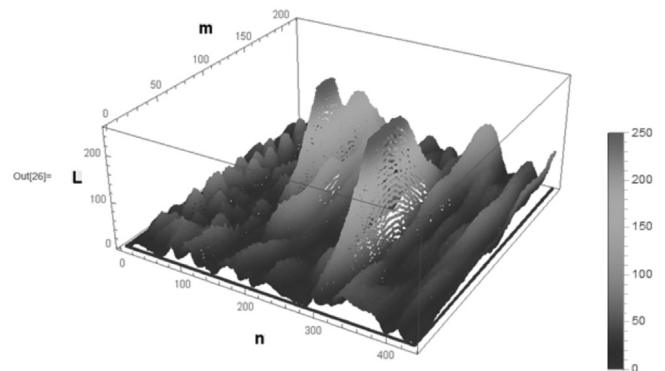
Fig. 8. The image with improved contrast



Rys. 9. Obraz binarny

Fig. 9. Binary image

cyfrowych (piksele mają wartości 0 lub 1). Na rysunku 9 przedstawiono utworzony obraz binarny z otrzymanego „surowego” B-scanu poprzez zastąpienie wszystkich wartości powyżej ustalonego globalnie progu (funkcja programu Wolfram Mathematica). Próg po przekroczeniu którego piksele przyjmują wartość równą 1 (biały) można ustalić samodzielnie. Pozostałe wartości, poniżej tego progu, przyjmują wartość równą 0 (czarny). Operacja ta daje możliwość dokonania bardzo interesującej analizy danego zobrazowania, na przykład poprzez zbudowanie histogramu w 3D, czyli przedstawienie danego obrazu w postaci funkcji jasności. Wykres, gdzie obraz potraktowany jest jako funkcja przedstawiono na rysunku 10.



Rys. 10. Obraz przedstawiony jako funkcja jasności

Fig. 10. The image presented as a function of brightness

Jak widać na powyższym rysunku m – jest liczbą kolumn obrazu (216), n – jest liczbą wierszy obrazu (432), natomiast L przedstawia wartość funkcji, czyli poziom jasności danego piksela. Można w ten sposób określić jasność każdego z 93 312 pikseli, tworzących obraz, co jest bardzo ciekawą możliwością analizy uzyskanego wcześniej obrazu. Piksele osiągają najwyższe wartości (kolor czerwony) na zobrazowaniu w miejscu występowania nieciągłości i dna badanego elementu, ponieważ w tych miejscach wystąpiło największe odbicie fal i obraz w tych obszarach jest najjaśniejszy.

Każde uzyskane zobrazowanie można potraktować jako funkcję i przedstawić na wykresie jasności. Dzięki temu możliwe jest określenie jasności, intensywności danego piksela w określonym, dokładnym jego położeniu na obrazie i przedstawienie tego na czytelnym wykresie.

Podsumowanie

W artykule przedstawiono możliwości binarnej analizy obrazu uzyskanego z tomografu ultradźwiękowego dla przebadanych elementów betonowych dostępnych jednostronnie przy pomocy programu Wolfram Mathematica. Na podstawie „obróbki” uzyskanych z badań danych cyfrowych wykonano zobrazowania, które posłużyły do dalszej analizy. Analiza taka daje większe możliwości dokładniejszej interpretacji otrzymanych wyników badań, między innymi poprzez zbudowanie histogramu w 3D, czyli przedstawienie danego obrazu w postaci funkcji jasności. Należy podkreślić, że w pracy przedstawiono jedynie kilka z wielu możliwych operacji, jakich można dokonać przy użyciu programu Wolfram Mathematica do binarnej analizy obrazu z tomografii ultradźwiękowej i są one przyczynkiem do dalszych prac i rozwijania tego sposobu analizy wyników badań.

Literatura

- [1] Schabowicz K., Methodology for non-destructive identification of thickness of unilaterally accessible concrete elements by means of state-of-the art acoustic techniques, *Journal of Civil Engineering and Management*, 19 (3) (2013), pp. 325-334.
- [2] Schabowicz K., Modern acoustic techniques for testing concrete structures accessible from one side only, 15, 2015, pp. 1149-1159.
- [3] Schabowicz K., Ultrasonic tomography – The latest nondestructive technique for testing concrete members – Description, test methodology, application example, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 14, 2014, pp. 295-303.
- [4] Schabowicz K., Suvorov V.A., Nondestructive testing of a bottom surface and construction of its profile by ultrasonic tomography, *Russian Journal of Nondestructive Testing*, 50, 2014, pp. 109-119.
- [5] Tadeusiewicz R., Korohoda P., Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, 1990.
- [6] Informacja ze strony www.acsys.ru
- [7] Tomasz Gorzelańczyk, Krzysztof Schabowicz: Nieniszczące badania płyt włóknisto-cementowych metodą dielektryczną, *Przegląd Spawalnictwa*, 11/2014, s. 24-27.
- [8] Jacek Szelażek: Próbki szklane grawerowane laserowo jako wzorce dwójłomności w badaniach ultradźwiękowych, *Przegląd Spawalnictwa*, 11/2014, s. 11-13.