



Wykorzystanie sonaru skanującego wysokiej częstotliwości w pozyskiwaniu danych obrazowych

ANDRZEJ STATECZNY

Akademia Morska w Szczecinie, 70-500 Szczecin, Wały Chrobrego 1-2

Streszczenie. Głównym elementem systemu obrazowania podwodnego jest sonar nawigacyjny. W artykule przedstawiono unikalne w skali kraju rozwiązanie wdrożenia systemu sonarowego wysokiej częstotliwości pracującego w dwóch wariantach statycznych i w wariantcie dynamicznym. Przedstawiono przykłady pozyskanych obrazów sonarowych wysokiej rozdzielczości.

Słowa kluczowe: geoinformatyka, informacja obrazowa, sonar skanujący

Symbole UKD: 528

Wstęp

Wymagania Międzynarodowej Organizacji Hydrograficznej [1, 2] nakazują wykonanie pełnego przeszukania dna w trakcie prowadzenia prac pomiarowych na akwenach portowych, podejściach do portów, kanałach i innych akwenach ograniczonych głębokością. W tym celu stosuje się zwykle sonary boczne, które pozwalają na pozyskanie informacji obrazowej o obiektach znajdujących się na dnie morskim [4]. Sonary boczne są stosunkowo dobrze poznanymi urządzeniami do przeszukiwania dna [5].

Unikalnym rozwiązaniem w zakresie techniki pomiarów sonarowych jest system sonarowy MS 1000, który może pracować w trzech wariantach. Oprócz funkcji sonaru bocznego system MS 1000 może pracować jako sonar skanujący, pracując na trójnogu umieszczonym na dnie akwenu, pozyskując informacje obrazowe analogicznie jak radar okrężny lub z głowicą na specjalnym wysięgniku do monitorowania ścian budowli hydrotechnicznych.

System sonarowy MS 1000 został zakupiony w ramach realizowanego w Akademii Morskiej w Szczecinie rozwojowego projektu badawczego „Technologia budowy rzeczno systemu informacyjnego” i zainstalowany na jednostce „HYDROGRAF XXI”.

System MS 1000 jest zaawansowanym sonarowym systemem skanującym [3]. W systemie używany jest komputer klasy PC współpracujący z głowicą sonarową pracującą na częstotliwości 675 kHz. System umożliwia wizualizację oraz rejestrację w czasie rzeczywistym obrazu sonarowego. Informacje obrazowe pozyskane za pomocą głowicy sonaru mogą być uzupełnione danymi z zewnętrznych czujników, takich jak systemy pozycjonowania satelitarnego lub urządzenie referencyjne ruchu. Dane sonarowe oznaczone są stemplem czasu ułatwiającym analizę w trakcie postprocesingu. Oprogramowanie sonaru umożliwia eksport danych obrazowych w postaci plików BMP i GeoTIFF, jednakże jedynie jako zapis aktualnie prezentowanego na ekranie obrazu.

W artykule dokonano prezentacji aspektów pozyskiwania wysokorozdzielczej informacji obrazowej za pomocą systemu sonarowego MS 1000 we wszystkich trzech wariantach pracy.

1. Specyfikacja techniczna sonaru skanującego MS 1000

System sonaru skanującego MS 1000 ma możliwość opuszczania i prowadzenia pracy w wariantach statycznym (z pokładu zakotwiczonej jednostki pomiarowej, opuszczanie z nadbrzeża portowego lub pomostu, po zamontowaniu na specjalnej podstawie umieszczonej na dnie), sonar można opuszczać z nadbrzeża lub pomostu na specjalnym wysięgniku do monitorowania stanu ścian nadbrzeża. Istnieje też dynamiczny wariant pracy — jako sonar boczny przy niewielkiej prędkości przemieszczania do 1,5 węzła. System umożliwia pozyskiwanie obrazów sonarowych (sonogramów) wysokiej rozdzielczości. Głowica sonaru posiada wbudowany kompas magnetyczny, którego wskazania są zobrazowane na ekranie operatora sonaru. Oprogramowanie umożliwia mechaniczne przemieszczanie głowicy z przetwornikiem o kąt równy, co najmniej $0,225^\circ$. Rozdzielczość kątowna głowicy sonaru wynosi $0,9^\circ$. Szerokość wiązki sonarowej wynosi 30° . Sonar pracuje z sygnałem hydroakustycznym o częstotliwości 675 kHz. Oprogramowanie umożliwia wybór w trybie przeszukiwania okrężnego 360° z możliwością pracy sektorowej i wyboru kierunku oraz wartości sektora. Waga całego systemu (komputer PC i głowica) wynosi poniżej 10 kg.

Oprogramowanie sonaru jest oprogramowaniem w pełni zintegrowanym z sonarem opartym na systemie operacyjnym Windows XP lub Vista i umożliwia:

- wymiarowanie celu podwodnego (dł., szer., wys.) bezpośrednio na ekranie operatora sonaru zarówno podczas pracy sonaru, jak i w postprocesingu;

- zmianę wzmocnienia sygnału hydroakustycznego;
- zmianę zakresu pomiarowego, wprowadzanie i uwzględnianie przez sonar prędkości rozchodzenia się dźwięku w wodzie;
- współpracę z odbiornikiem GPS/DGPS/RTK, wykorzystując protokół transmisji NMEA 0183;
- wyświetlanie informacji o pozycji geograficznej zlokalizowanych celów i tworzenie mapki sytuacyjnej bazującej na odwzorowaniu UTM z możliwością wyboru dowolnej strefy i odwzorowaniu Mercatora;
- określanie odległości w [m] oraz kierunku pomiędzy dwoma dowolnie wybranymi punktami zobrazowania oraz rejestrację danych z możliwością wyboru przez operatora sonaru miejsca zapisu;
- możliwość odtwarzania zapisanych danych w ramach post-processingu, zmianę wartości kątowej sektora przeszukiwania oraz określania jego kierunku;
- możliwość tworzenia plików georeferencyjnych.

Wszystkie podłączenia do komputera sterującego realizowane są za pomocą łącza USB 2.0.

Zestaw sonaru i oprogramowania jest zestawem przenośnym i możliwym do zastosowania zarówno na małych jednostkach pływających, jak i z nabrzeża portowego lub pomostu.

2. Warianty pracy systemu sonarowego MS 1000

Jak wspomniano, system sonarowy MS 1000 może pracować w dwóch wariantach statycznych jako sonar skanujący obrotową głowicą oraz w wariantcie dynamicznym jako sonar boczny z nieruchomą głowicą.

1.1. Statyczny wariant pracy z wykorzystaniem trójnogu

Specjalna konstrukcja — trójnóg — umożliwia wykorzystanie sonaru w wariantcie stacjonarnym na dnie sondowanego akwenu. Głowica umieszczona jest prostopadle do dna i prostopadle do linii wody. Jeśli głowica sonaru jest zainstalowana na trójnogu w stałej pozycji o znanych współrzędnych, to system umożliwi obliczenie współrzędnych skanowanego obszaru. Jeśli położenie głowicy sonaru nie jest znane, lecz znane jest położenie dwu punktów referencyjnych w oknie obrazowym, to można obliczyć współrzędne głowicy.

Obraz tworzony jest w trakcie ruchu obrotowego anteny sonaru z prędkością dopasowywaną do potrzeb użytkownika. Wariant z zastosowaniem trójnogu jest korzystny w procesie naprowadzania nurka na obiekt, natomiast przy opracowywaniu mapy sonarowej dna występuje problem korelacji poszczególnych obrazów, gdyż nie jest znana dokładna pozycja położenia trójnogu na dnie akwenu.

1.2. Statyczny wariant pracy z nabrzeża

Głowica sonaru znajduje się na specjalnej konstrukcji — wysięgniku umożliwiającym wykonywanie inspekcji nabrzeży lub pomostów. Głowica umieszczona jest prostopadle do nabrzeża i równolegle do linii wody. Antena sonaru, podobnie jak w wariantcie na trójnogu, wprowadzana jest w ruch obrotowy przez silnik krokowy. Budowa mozaiki ilustrującej ścianę monitorowanej budowli polega na złożeniu poszczególnych obrazów przy wykorzystaniu markerów umieszczonych na nabrzeżu.

1.3. Dynamiczny wariant pracy z burty jednostki

Głowica sonaru umieszczona jest na specjalnej konstrukcji — maszcie znajdującym się przy burcie jednostki pomiarowej w trybie pracy jako sonar boczny. Maszt sonaru zapewnia możliwość zamocowania odbiornika GPS/DGPS/RKT na wysokości około dwóch metrów od lustra wody. Głowica umieszczona jest prostopadle do dna i prostopadle do linii wody. Jeśli odbiornik GPS jest przyłączony, to oprogramowanie sonaru umożliwia uzyskanie informacji o szerokości/długości geograficznej obiektów w akwencie skanowania.

Antena sonaru w tym wariantcie jest nieruchoma, a obraz tworzony jest w trakcie ruchu jednostki pomiarowej. Jest to typowy wariant pracy jako sonar boczny, w tym wypadku umieszczony nieruchomo przy burcie jednostki.

2. Wykorzystanie pozyskanej informacji obrazowej w systemach geoinformatycznych

Informacja obrazowa pozyskana za pomocą systemu sonarowego może być wykorzystana w rozmaity sposób. Może ona służyć do rozpoznawania obiektów lub tworzenia sonarowych map dna. Oprogramowanie do budowy mozaiki obrazów sonarowych systemu MS 1000 jest w trakcie opracowywania. Istotnym problemem jest korelowanie obrazów pozyskanych bez informacji o pozycji głowicy sonaru. W procesie łączenia poszczególnych obrazów wykorzystywane są specjalne znaczniki.

Prezentowany system sonarowy jest aktualnie wdrażany na jednostce pomiarowej Akademii Morskiej w Szczecinie „HYDROGRAF XXI”. „Hydrograf XXI” jest jednostką pływającą o napędzie hybrydowym.

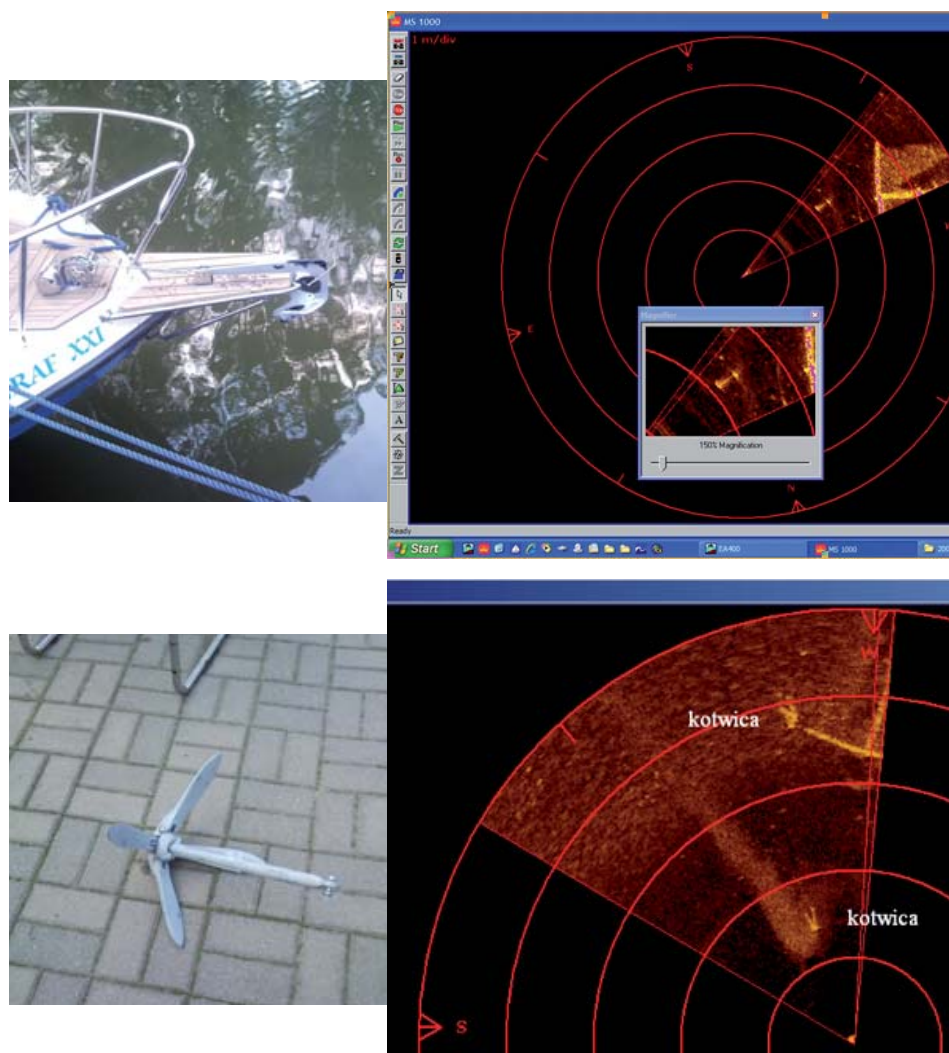
Napęd elektryczny jednostki tworzą dwa silniki elektryczne zasilane napięciem 24 V o mocy po 2 kW każdy, bateria akumulatorów napędowych 1150 Ah oraz agregat prądowórczy uruchamiany w razie potrzeby. Dzięki napędowi elektrycznemu jednostka może precyzyjnie manewrować w trakcie prowadzenia prac hydrograficznych, w tym również na akwenach chronionych i w strefach z zakazem używania silników spalinowych.



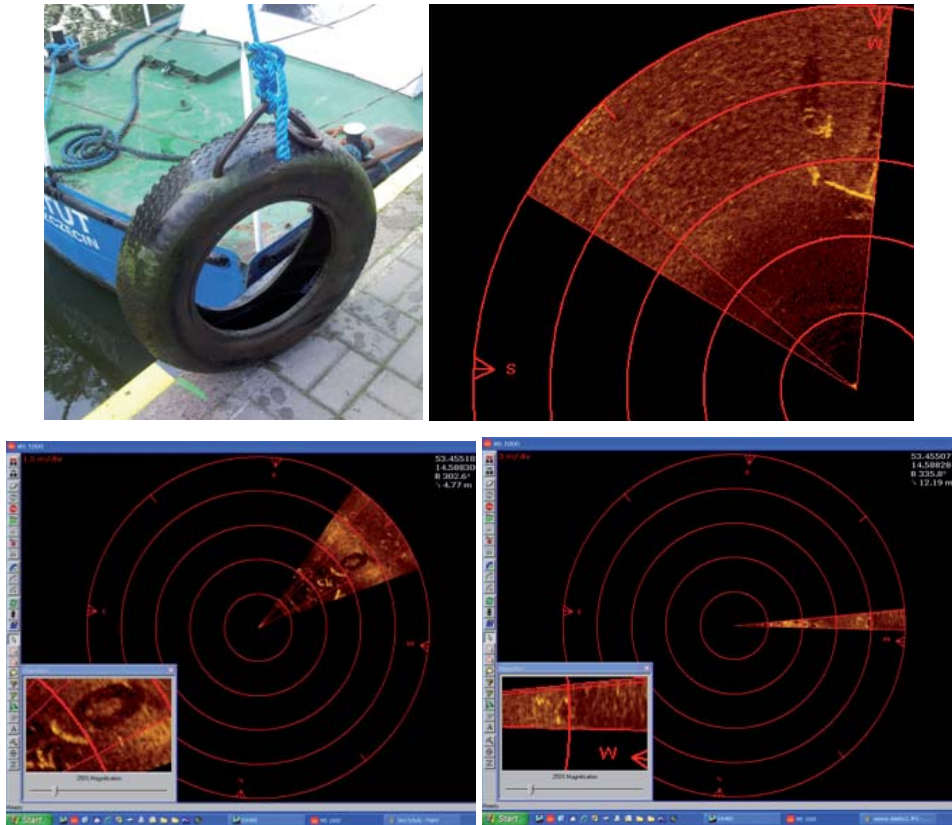
Rys. 1. Jednostka badawcza Akademii Morskiej w Szczecinie — „HYDROGRAF XXI”

Napęd spalinowy tworzy silnik uciągowy Yamaha 50 KM. Napęd spalinowy przeznaczony jest do wykorzystania na akwenach morskich lub akwenach zwiększonego ruchu i umożliwia osiągnięcie prędkości powyżej 8 węzłów (około 15 km/h). Jednostka posiada certyfikat do pływania po wewnętrznych wodach morskich i jest w pełni wyposażona w sprzęt nawigacyjny umożliwiając pracę zarówno w dzień jak i w nocy.

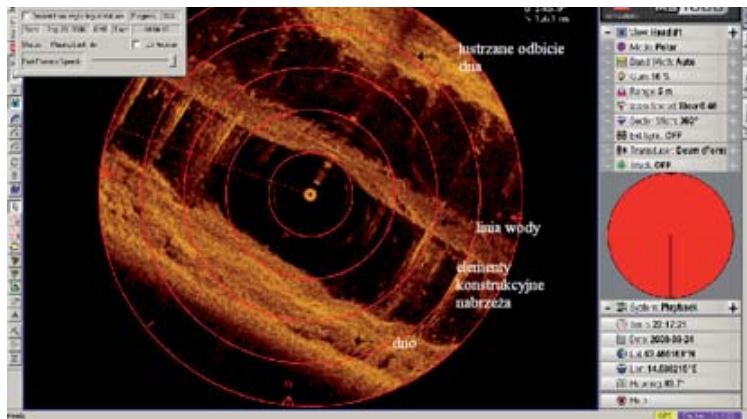
Przykłady obrazów sonarowych i ich rzeczywistych obiektów przedstawiono na rysunkach 2-4.



Rys. 2. Obrazy kotwic w rzeczywistości i na sonogramie (zakres 7,5 m; wzmacnienie 15%, szybkość skanowania 0,45 s)

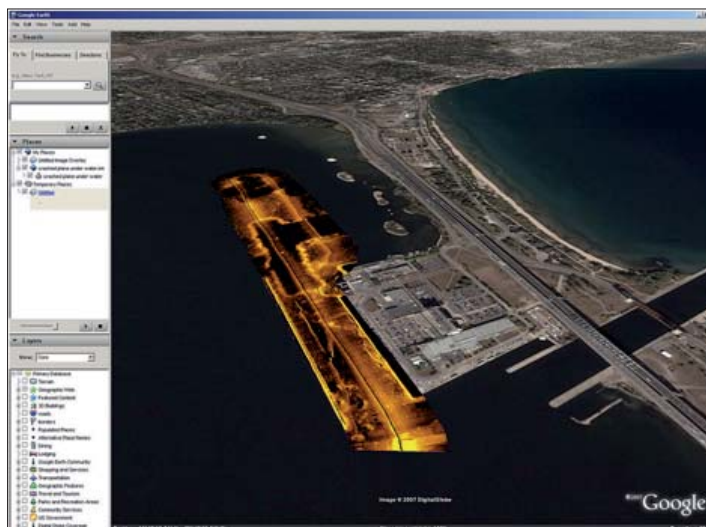


Rys. 3. Obrazy opony samochodowej w rzeczywistości i na sonogramie (zakres 10 m; wzmacnienie 15%; prędkość skanowania 0,45 s)



Rys. 4. Elementy konstrukcji nabrzeża na obrazie sonarowym (zakres 5 m; wzmacnienie 5 %, prędkość skanowania 0,45 s).

Na rysunku 5 przedstawiono przykład możliwości połączenia informacji obrazowej pozyskanej z sonaru z informacją obrazową pozyskaną metodami fotogrametrycznymi.



Rys. 5. Przykład kompozycji mozaiki sonarowej i ortofotomapy (pobrano z <http://www.chesapeake-tech.com/images/product-pages/swm-google-earth.jpg>)

Podsumowanie

W artykule przedstawiono prototypowe wdrożenie systemu sonarowego MS 1000 na jednostce badawczej Akademii Morskiej w Szczecinie. System znajduje się w trakcie wdrażania, ale uzyskiwane rezultaty są bardzo obiecujące.

Podstawowym problemem wykorzystania systemu sonarowego MS 1000 jest konieczność opracowania oprogramowania do automatycznego mozaikowania obrazów sonarowych, w tym do korelacji obrazów pozbawionych lokalizacji przestrzennej.

Artykuł wpłynął do redakcji 1.07.2009 r. Zweryfikowaną wersję po recenzji otrzymano w sierpniu 2009 r.

LITERATURA

- [1] *IHO Standards for Hydrographic Surveys SP S-44*, 5th Edition, February 2008.
- [2] *IHO Manual on Hydrography (M-13)*, 1st Edition, May 2005.
- [3] *Operation manual MS 1000. PC Based Sonar Procesor*, Kongsberg Mestotech Ltd., 2008.

-
- [4] A. STATECZNY (red.), *Metody nawigacji porównawczej*, Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Gdańsk, 2004.
- [5] A. STEPNOWSKI, *Systemy akustycznego monitoringu środowiska morskiego*, Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Gdańsk, 2001.

A. STATECZNY

Using high-frequency scanning sonar for acquiring image data

Abstract. Navigational sonar is the main element of an underwater imaging system. In the article there has been presented a solution, unique on the national scale, of implementing a high-frequency sonar system working in two variants, a static and a dynamic one. There have been presented examples of obtained high-resolution sonar images.

Keywords: Geoinformatics, image information, scanning sonar

Universal Decimal Classification: 528

