

dr inż. Jerzy GARUS
mgr inż. Józef MAŁECKI
mgr inż. Marcin SZULC
dr inż. Bogdan ŻAK
Akademia Marynarki Wojennej
GDYNIA

ZINTEGROWANY SYSTEM OBSERWACJI I REJESTRACJI OBRAZU TELEWIZYJNEGO, TERMOWIZYJNEGO I RADAROWEGO

Streszczenie

Zintegrowany system obserwacji i rejestracji obrazu telewizyjnego, termowizyjnego i radarowego jest specjalizowanym systemem komputerowym przetwarzającym w czasie rzeczywistym sygnały wizyjne oraz radarowe. Jego zadaniem jest automatyzowanie procesów zbierania, przetwarzania i zobrazowania informacji o sytuacji wokół własnej jednostki pływającej. Umożliwia on obserwację w czasie rzeczywistym, na wielofunkcyjnej konsoli operatorskiej, analogowego obrazu wideo uzyskanego z kamery telewizyjnej i termowizyjnej oraz obrazu radarowego na tle elektronicznej mapy nawigacyjnej.

Integrated System Monitoring and Recording of Television, Thermovision and Radar Image

Summary

Integrated system of monitoring and recording of television, thermovision and radar image is specialised real time computer system converting video and radar signals. The main goal of the system is automation of recording and processing of source information about situation on sea area around own ship. Navigation radar, video images from television and thermovision camera on the background of electronic navigation chart is displayed on the multifunction console.

I. WPROWADZENIE

Zadaniem opracowanego w Instytucie Elektroniki i Elektrotechniki Okrętowej AMW Zintegrowanego Systemu Obserwacji i Rejestracji Obrazu Telewizyjnego, Termowizyjnego i Radarowego (ZSOiR) jest integracja znajdujących się na stanowisku dowodzenia okrętem urządzeń i systemów nawigacyjnych, dostarczając im nowych możliwości. Wdrożenie ZSOiR na jednostkach pływających przyczyni się do zwiększenia skuteczności rozpoznawania i identyfikacji

oraz wizyjnego zobrazowania obiektów nawodnych na podstawie informacji uzyskanych z okrętowych środków obserwacji technicznej. Szybkie rozpoznanie i identyfikacja obiektu ma szczególnie znaczenie podczas akcji ratowniczych prowadzonych w akwenu Morza Bałtyckiego, którego wody przez większość roku są zimne. Jest to również istotne w przypadku wykrywania zanieczyszczeń środowiska morskiego np. plam oleju, jako że, niebagatelne znaczenie ma wykrycie sprawcy „na gorącym uczynku”. System ten, przy współpracy z innymi zautomatyzowanymi systemami, zapewni ciągle monitorowanie i rejestrowanie obrazu wybranego akwenu morskiego. Jego zastosowanie przyczyni się do zwiększenia efektywności rozpoznania, identyfikacji i poszukiwań obiektów nawodnych, szczególnie dla potrzeb ratownictwa morskiego i służb nadzoru ekologicznego.

2. KONCEPCJA ELEKTRONICZNEJ MAPY NAWIGACYJNEJ

2.1. Mapa elektroniczna

W ZSOiR przyjęto, że tło stanowi obraz elektronicznej mapy nawigacyjnej, analogiczny do wyglądu mapy papierowej wraz z możliwością uzyskania dodatkowej informacji o każdym z obiektów wyświetlanych na mapie. Umożliwia to napisane specjalistyczne oprogramowanie aplikacyjne oraz zawartość okrętowej bazy danych hydrograficznych.

Opracowany w ZSOiR system tła nawigacyjnego spełnia wymagania Międzynarodowej Organizacji Hydrograficznej (IHO). System taki zapewnia pełną i systematyczną aktualizację danych. Zapewnia też użytkownikowi możliwości planowania i kontroli ruchu jednostki na morzu oraz pełną informację nawigacyjno-hydrograficzną dotyczącą akwenów pływania, zawartą dotychczas w wielu różnych wydawnictwach i publikacjach nautycznych. Dane dla systemu przechowywane są w postaci wektorowej; obiekty są wprowadzane i przechowywane indywidualnie.

Mapy wektorowe, stosowane w ZSOiR, wykorzystują do wygenerowania obrazu dane zawarte w bazie danych. Cyfrową informację do wypełnienia bazy danych dostarcza jej dystrybutor - Szefostwo Hydrografii MW. Szczegółowość obrazu mapy na ekranie zależy jedynie od zawartości bazy danych a nie od skali pierwotnych map papierowych. Obiekty kartograficzne lub struktury są wprowadzane i przechowywane indywidualnie, w formie obszarów, linii bądź punktów, określonych konkretnymi współrzędnymi. Każda struktura jest określona serią współrzędnych geograficznych w jednolitym układzie odniesienia (np. WGS-84), wraz z atrybutami wskazującymi jej cechy charakterystyczne.

W wersji prototypowej ZSOiR jako tło nawigacyjne wykorzystano zestaw wektorowych map nawigacyjnych opracowanych w IEiEO¹ i używanych na okrętach MW w zintegrowanych systemów nawigacyjnych - ZNSO. Dokładny opis systemu ZNSO przedstawiono w pracy [2].

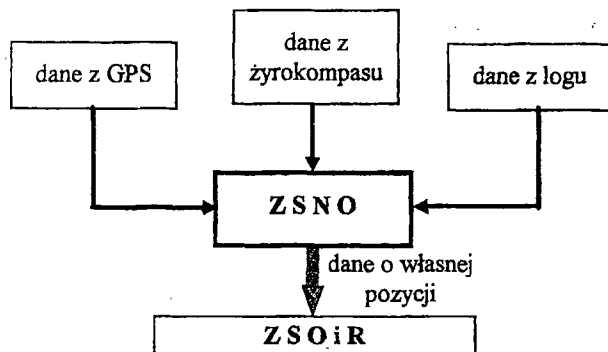
¹ W instytucie Elektroniki i Elektrotechniki Okrętowej AMW, w latach 1994/95 zrealizowano projekt celowy p.t. „Zintegrowany System Nawigacji Okrętu (ZSNO). ZSNO umożliwia:

- określenie estymowanych parametrów nawigacyjnych okrętu;
- sterowanie po zadanej trajektorii;
- zobrazowanie ruchu okrętu na tle elektronicznej mapy nawigacyjnej.

Od 1996 roku ZNSO jest wdrażany na okręty MW.

2.2. Zobrazowanie ruchu jednostki własnej

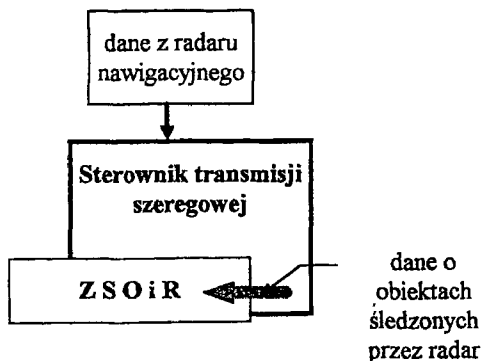
Zobrazowanie parametrów ruchu własnej jednostki w ZSOiR na tle mapy nawigacyjnej dokonane jest w oparciu o dane nawigacyjne uzyskane z urządzeń i systemów okrętowych - m.in. z ZSNO. Przykładową konfigurację zasilania informacyjnego ZSOiR przedstawia rys. 1. Dane nawigacyjne przesyłane są w standardzie RS-232.



Rys. 1. Informacja źródłowa parametrów ruchu jednostki własnej

2.3. Zobrazowanie obrazu radarowego

Jednostka wskaźnikowa radaru nawigacyjnego (BridgeMaster II BM-250) wypracowuje dane cyfrowe dotyczące śledzonych obiektów w formatach określonych przez NMEA 0183 (National Marine Electronic Association), w formie standardowych depech, w standardzie RS-232C [4]. Cyfrowa współpraca między radarem a ZSOiR jest zrealizowana sprzętowo poprzez mikroprocesorowy sterownik transmisji danych zawierający dedykowane procedury obsługi transmisji (rys. 2). Szeregowe wyjście radaru połączone jest za pomocą dwuprzewodowego łącza z w wejściem sterownika transmisji. Transmisja odbywa się w trybie asynchronicznym



Rys. 2. Połączenie ZSOiR z radarem nawigacyjnym

i polega na cyklicznym (co 1 obrót anteny - ok. 2 s) podawaniu na złącze depech zawierających dane o obiektach prowadzonych przez radar [1, 2].

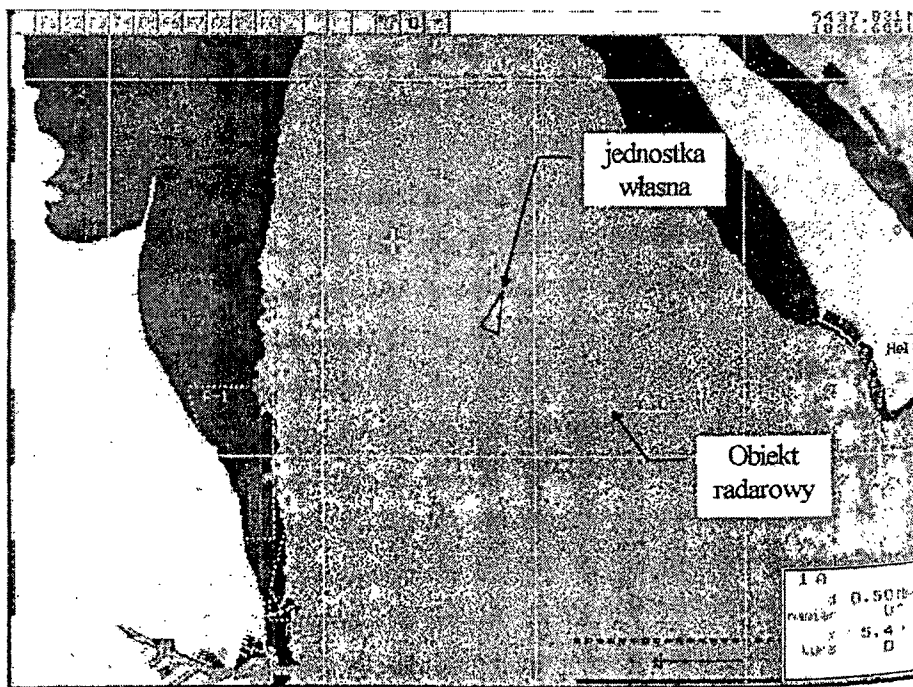
Dane przesyłane są na zewnątrz radaru, bez względu na ilość celów, automatycznie w postaci kolejno następujących po sobie trzech typów depezy: RAOSD, RARSD, RATTM.

Depesza RAOSD zawiera dane dotyczące parametrów nawigacyjnych własnego okrętu. W depeszy RARSD znajdują się parametry dotyczące ustawień sytemu radarowego (BM-250). Dane zawarte w depeszy RATTM dotyczą parametrów obiektu w stosunku do aktualnej pozycji własnego okrętu. Liczba depezy RATTM jest uzależniona od ilości obiektów podlegających przesyłaniu (śledzonych). Znaki redakcyjne i danych w depeszach zapisane są w kodzie ASCII. Oprogramowanie wygenerowane do odbioru celów z radaru przez sterownik bazuje na następujących parametrach transmisji narzuconych bezpośrednio przez standard MNEA 0183 [2, 4]:

- transmisja asynchroniczna z 1 bitem stopu;
- prędkość transmisji - 4800 bodów;
- długość znaku - 8 bitów (najstarszy bit - $b_7 = 0$);
- parzystość - bez badania parzystości.

Sekwencje znaków występujących w każdej z depezy są następujące:

```
"$"  
<POLE ADRESOWE>  
[", " <DANE>  
.....  
[", " <DANE>  
["* " <SUMA KONTROLNA>  
<CR> <LF>
```

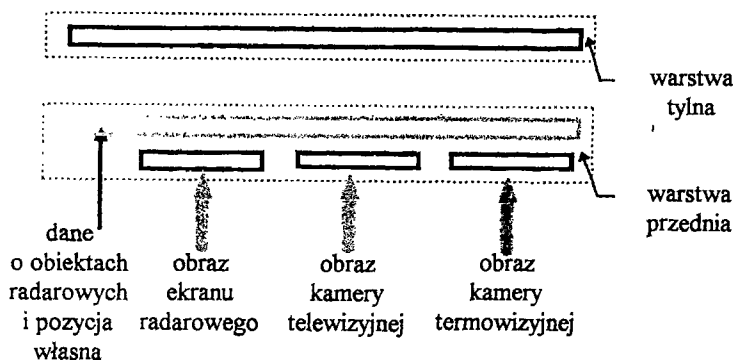


Rys. 3. Tło nawigacyjne wyświetlane na ekranie ZSOiR

Oprogramowanie transmisyjne wykonanego sterownika odbiera dane ze złącza szeregowego i wydziela z porcji danych depesze dotyczące obiektów (RATTM). Następnie przesyła wybrane pola depeszy do ZSOiR, który wyświetla je na tle mapy nawigacyjnej na ekranie monitora (rys. 3), stanowiąc aktywne tło systemu. Obiekty wyświetlane na ekranie posiadają wektory określające kurs i prędkość (proporcjonalnie do skali wyświetlanej skali mapy). Na życzenie operatora parametry obiektów śledzonych przez radar radarowe wyświetlone są w oddzielnym oknie tekstowym.

3. ZOBRAZOWANIE SYGNAŁÓW WIZYJNYCH

Sygnały wizyjne z kamer telewizyjnej i termowizyjnej podłączone są do ZSOiR przez integralny sterownik interfejsu wideo. Struktura funkcjonalna wyświetlania w ZSOiR przedstawiona jest na rys. 4. Wyświetlanie na ekranie monitora systemu odbywa się pod kontrolą oprogramowania systemowego X Windows. Wyświetlany obraz składa się z dwóch warstw:



Rys. 4. Schemat funkcjonalny wyświetlania obrazów w systemie

tylnej i przedniej. Wyświetlana warstwa tylna stanowi jednocześnie tło ekranu z możliwością zmiany skali i zawiera obraz wektorowej mapy nawigacyjnej. Na nią nakładana jest przezroczysta warstwa przednia. Obraz obu warstw przedstawia rys. 3. Warstwa przednia zawiera pozycję własnego okrętu wraz z sytuacją radiolokacyjną w zasięgu działania radaru. W tej warstwie jest wyświetlany również graficzny interfejs użytkownika pozwalający

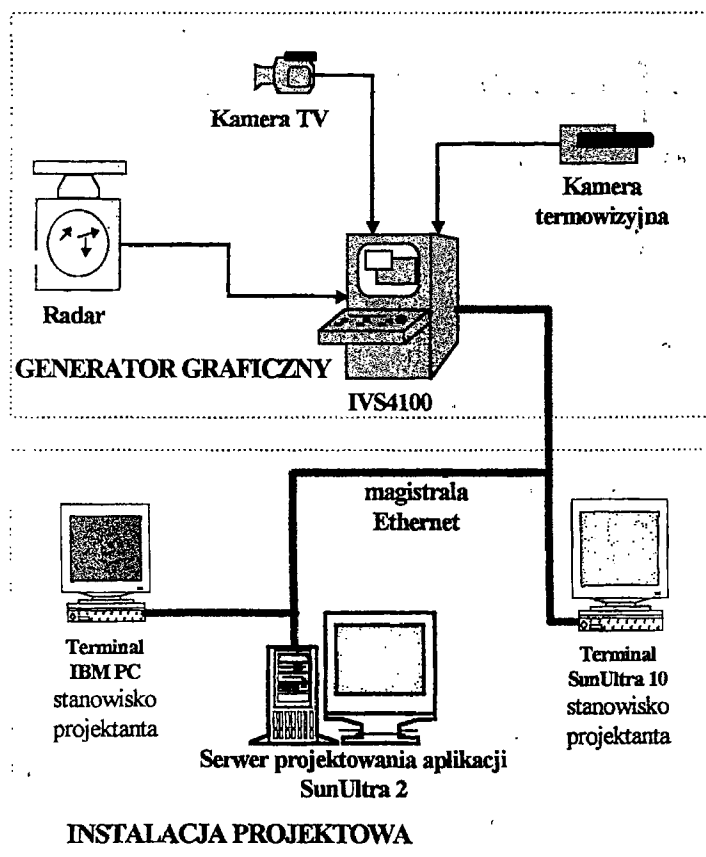


Rys. 5. Zarejestrowany kadr z kamery TV

na wykonywanie operacji realizujących podstawowe funkcje ZSOiR (np. zmiana skali zobrazonej mapy, wyświetlanie obiektów nawigacyjnych itd.). Na tle obu warstw wyświetlane są okna zawierające obrazy wizyjne z dołączonych sensorów (kamery, radar). Każdy obraz wyświetlany jest w osobnym oknie. Przykładowy kadr obrazu z kamery telewizyjnej przedstawiony jest na rys. 5. Oprogramowanie pozwala na zmianę wielkości i położenia okna. Kamery zamontowane na okręcie są stabilizowane i mają możliwość ruchu w dwóch płaszczyznach - poziomej i pionowej. Mają też możliwość zoomowania obrazu oraz zdalnego sterowania bezpośrednio ze stanowiska operatorskiego (z konsoli ZSOiR). Wybrane sekwencje obrazów wizyjnych z kamer mogą być rejestrowane i archiwizowane celem ich późniejszego wykorzystania.

4. LABORATORYJNE STANOWISKO PROJEKTOWANIA OKRĘTOWYCH SYSTEMÓW OBSERWACJI I REJESTRACJI OBRAZÓW

W czasie prac nad opracowaniem modelu systemu ZSOiR zaprojektowano i wyposażono laboratoryjne środowisko do prac projektowo-programowych tworzących wynikowe aplikacje, gotowe



Rys. 6. Sprzętowa struktura laboratoryjnej wersji generatora graficznego - ZSOiR

do zastosowania w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych [5].

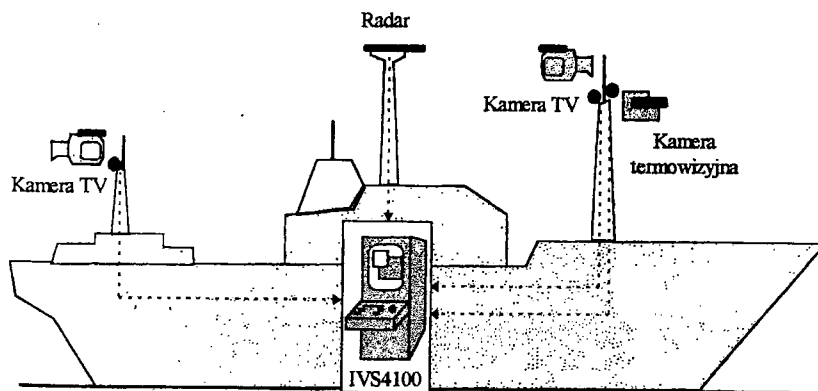
Laboratoryjne środowisko budowy aplikacji programowych (rys.6) podzielono na:

- narzędzia tworzenia i kompilacji kodu źródłowego (INSTALACJA PROJEKTOWA);
- środowisko uruchamiania i testowania oprogramowania (GENERATOR GRAFICZNY);

Instalacja projektowa oparta jest na obiektowym modelowaniu systemów (język C++) co daje w efekcie wydajne środowisko budowy i tworzenia systemów informatycznych. Poza narzędziami firmowymi tworzenia i uruchamiania oprogramowania laboratoryjny model systemu daje projektantowi środowisko sprzętowo-programowe identyczne ze środowiskiem docelowej eksploatacji systemu. Pozwala to na pełniejsze przetestowanie systemu i zminimalizowanie ilości błędów wykrywanych na etapie eksploatacji próbnej oraz użytkowej.

Środowisko sprzętowe generatora graficznego - ZSOiR jest zgodne ze środowiskiem projektowym i zapewnia pełną przenoszalność oprogramowania. Z punktu widzenia tworzenia oprogramowania aplikacyjnego było rzeczą pożądaną czasowe włączenie w skład zestawu laboratoryjnego elementów środowiska eksploatacji docelowej. Pozwoliło to na zwiększenie skuteczności testowania oraz sprawdzenia systemu w warunkach zbliżonych do przewidzianych w docelowym zastosowaniu.

W wyniku prac projektowo-programowych modelu laboratoryjnego powstał prototyp systemu obserwacji i rejestracji obrazu telewizyjnego, termowizyjnego i radarowego - którego konfiguracja, w wersji przewidzianej do zastosowania na okrętach, przedstawiona jest na rys. 7.



Rys. 7. Konfiguracja okrętowego systemu obserwacji i rejestracji obrazu

5. POSDUMOWANIE

Wygenerowane w I EiEO oprogramowanie zintegrowanego systemu obserwacji i rejestracji obrazu bazuje na środowisku narzędziowym pracującym pod systemem operacyjnym SOLARIS v. 2.6. W pracach nad oprogramowaniem wykorzystano system komputerowy oparty na sprzęcie firmy Sun Microsystems - stacja Sun Ultra 2 oraz stacje robocze Sun Ultra 10 i IBM PC (instalacja projektowania aplikacji) oraz firmy BARCO - stacja graficzna IVS 4100 (generator graficzny), połączonych w sieć lokalną. Tak zbudowana platforma sprzętowa umożliwia tworzenie oprogramowania graficznego w zakresie prezentacji sytuacji nawigacyjnej, cyfrowego przetwarzania sygnału radarowego, obrazów wideo z kamery TV i termowizyjnej oraz zobrazowanie ruchu jednostki własnej w czasie rzeczywistym na tle elektronicznej mapy nawigacyjnej.

Opracowany i zbudowany w Instytucie Elektroniki i Elektrotechniki Okrętowej AMW prototyp Zintegrowanego Systemu Obserwacji i Rejestracji Obrazu Telewizyjnego, Termowizyjnego i Radarowego w postaci konsoli wielofunkcyjnej, przeszedł pozytywnie próby laboratoryjne i poddawany jest obecnie próbom eksploatacyjnym na okrętach MW. Zastosowane środowisko informatyczne pozwala na osiągnięcie kompatybilności sprzętowej i programowej z istniejącymi rozwiązaniami obowiązującymi dla zautomatyzowanych systemów okrętowych w Marynarce Wojennej. Jego wdrożenie na okręty przyczyni się do zwiększenia efektywności wykonywania przez nie zadań ratowniczych i rozpoznawczych oraz dotyczących ochrony środowiska morskiego.

LITERATURA

- [1] Garus J., Małecki J., Studański R., *Radar nawigacyjny jako źródło danych wejściowych dla okrętowego systemu zbierania i zobrazowania informacji taktycznych*, Materiały IX Konferencji Naukowej „Sterowanie i regulacja w radiolokacji i obiektach latających” t. 1 s. 43-50, Jelenia Góra 16 -18 czerwca 1998 r.
- [2] Garus J., Szalek R., Żak B., *Nawigacyjny automatyczny nakreślacz drogi „NAND-R”*, Materiały Konferencji Naukowo-Technicznej „AUTOMATYZACJA - NOWOŚCI I PERSPEKTYWY „AUTOMATION'98”, s. 313 - 320, Warszawa 1998 r.
- [3] Garus J., Małecki J., Szalek R. *Okrętowy zestaw komputerowy wspomagający pracę nawigatora*, Materiały XI Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Rola nawigacji w zabezpieczeniu działalności ludzkiej na morzu”, cz. I s.149-158, Gdynia 1998 r.
- [4] NMEA 0183, Standard for Interfacing Marine Electronic Devices, ver. 2.00
- [5] Garus J., Małecki J., Szulc M., i inni, *Generator graficzny obrazu radarowego, telewizyjnego i termowizyjnego - projekt wstępny*, Sprawozdanie z realizacji pracy b r, stron 34, Biblioteka Główna AMW GDYNIA 1997 R.

Pracę wykonano w ramach projektu celowego Nr 148-119/C-T00/97 częściowo finansowanego przez Komitet Badań Naukowych.