

dr inż. Marcin Mikłasz

Zachodniopomorska Szkoła Biznesu

Systemy Dynamicznego Pozycjonowania w zarządzaniu operacjami morskimi

Streszczenie:

Systemy Dynamicznego Pozycjonowania (DP) są niezbędne dla skutecznego zarządzania operacjami morskimi, szczególnie w branży offshore. Liczne praktyczne zastosowania oraz wysoka dokładność i niezawodność systemów DP stanowią odpowiedź na współczesne wyzwania prowadzenia bezpiecznych i efektywnych operacji morskich. W artykule zaprezentowano sposoby zarządzania operacjami morskimi w oparciu o wykorzystanie systemów DP. Celem artykułu jest przybliżenie czytelnikom pojęcia dynamicznego pozycjonowania statków, gdyż jest to z jednej strony bardzo zaawansowane rozwiązanie łączące informatykę, elektronikę i mechanikę a z drugiej strony pojęcie mało znane osobom spoza branży offshore.

Słowa kluczowe: systemy dynamicznego pozycjonowania, DP, zarządzanie operacjami morskimi

Wstęp

Dynamiczne pozycjonowanie to wg Międzynarodowej Organizacji Morskiej (IMO - International Maritime Organisation) ¹ "jednostka lub statek, który automatycznie utrzymuje swoją pozycję, stałe miejsce lub wcześniej określony tor poruszania, wyłącznie za pomocą siły napędu" (czyli bez użycia kotwic, lin holowniczych itp). Natomiast System Dynamicznego Pozycjonowania IMO definiuje jako: "cała instalacja konieczna do dynamicznego pozycjonowania statku obejmująca następujące podsystemy: układ zasilania (Power system) + układ kontroli DP (DP Control system) + układ napędowy (Thruster system)" ². Systemy DP używane są do:

- • utrzymywania pozycji i kierunku jednostki,
- • zmiany pozycji i kierunku jednostki.

Systemy DP są dziś niezbędne do prowadzenia operacji morskich, szczególnie związanych z górnictwem podmorskim. Zarządzanie takimi operacjami jest skomplikowane i wymaga najwyższych kwalifikacji załogi wykonującej operacje. Przy czym wymagania te ciągle rosną w kontekście eksploracji coraz trudniej dostępnych złóż. Od załogi wymaga się nie tylko wysokich kwalifikacji technicznych (i to z zakresu kilku różnych dziedzin, z których głównymi są: technika morska (budowa okrętów), nawigacja, mechanika, elektronika, informatyka, geologia i górnictwo) ale również szerokich umiejętności miękkich związanych z radzeniem sobie z pracą w bardzo dużym stresie, umiejętnością szybkiego podejmowania decyzji, wielodniową (a nawet wielotygodniową) ciągłą pracą na morzu w trudnych warunkach, pracą w różnych częściach świata w wielonarodowym otoczeniu itp.

¹ Międzynarodowa Organizacja Morska jest organizacją wyspecjalizowaną systemu Narodów Zjednoczonych, zajmującą się sprawami morskimi, a w szczególności bezpieczeństwem na morzu oraz zapobieganiem zanieczyszczeniu środowiska morskigo przez statki.

² International Maritime Organisation Guidelines for Vessels with Dynamic Positioning Systems - Maritime Safety Committee (MSC) Circular 645, 6 June 1994

Wykorzystanie systemów DP pozwala na zarządzanie i prowadzenie operacji morskich w sposób bezpieczny i efektywny znacząco wspomagając operatorów DP - osoby prowadzące i zarządzające operacjamiorskimi na jednostkach. System DP kontroluje pozycję, prędkość, położenie i kierunek ruchu statku przez automatyczną kontrolę napędu jednostki. Podstawą działania systemów DP jest wykorzystanie rozwiązań technologicznych opartych o precyzyjne sterowanie poszczególnymi napędami jednostki (silniki główne, stery strumieniowe, pędniki azymutalne, stery). W tym celu niezbędne jest dostarczenie do systemu informacji o bieżącym położeniu jednostki, siłach jakie na nią działają i zadaniach jakie ma ona wykonać.

Rys historyczny

Pierwszy system DP został użyty w 1957r. w ramach projektu American Mohole³. Technologia ta była następnie zgłębiana w amerykańskim projekcie Deep Sea Drilling Project⁴ i rozwijanym dalej przez różne przedsiębiorstwa na całym świecie. Pierwszy statek wyposażony w system DP zgodny z definicją IMO był statek wiertniczy Eureka⁵.

Przełomowy rozwój systemów DP datowany jest na lata 70-te i 80-te, kiedy zaczęto uruchamiać wydobywanie surowców na Morzu Północnym. Wtedy to prof. Jens Glad Balchen z Norweskiego Instytutu Technologicznego, często określany ojcem norweskiej cybernetyki zaczął zgłębiać temat od strony naukowej, a równocześnie zainteresował możliwościami jego komercjalizacji norweskie firmy⁶. W 1975r. uruchomiony został projekt Dynpos, w którym uczestniczyły KV (Kongsberg Våpenfabrikk), Simrad, CMI (Christian Michelsen Institute) i SINTEF (The Foundation for Scientific and Industrial Research). Projekt zakończył się pełnym sukcesem i obecnie prawie 80% jednostek używających systemu DP wykorzystuje system opracowany i ciągle rozwijany w Norwegii. Obecnie jego właścicielem jest holding Kongsberg Gruppen (a dokładniej Kongsberg Maritime wchodzący w skład holdingu)⁷.

Wykorzystanie systemu DP w prowadzeniu operacji morskich

Liczna i wciąż zwiększająca się funkcjonalność i coraz lepsza precyzja dostępnych na rynku rozwiązań DP pozwala na prowadzenie coraz bardziej skomplikowanych operacji. Systemy DP służą dzisiaj głównie do utrzymywania jednostek na pozycji w trakcie prowadzenia operacji morskich (np. odwiertów) oraz są wykorzystywane przy podejściach do innych jednostek morskich lub nabrzeży a także dla potrzeb dokładnego poruszania się jednostki po planowanej trasie (np. w trakcie układania rurociągu, rozciągania kabli itp.). Trudno wyobrazić sobie realizację tego typu zadań bez wsparcia jakie zapewnia operatorowi system DP. Dzięki wbudowanym symulatorom każdy operator DP może przed przystąpieniem do operacji odpowiednio się do niej przygotować poprzez przećwiczenie jej na symulatorze. Można też symulować wszelkiego rodzaju awarie i krytyczne zdarzenia co pozwala na przygotowanie się na nieoczekiwane sytuacje, które mogą wydarzyć się w trakcie prowadzenia skomplikowanych operacji na pełnym morzu.

Poprzez odpowiednią komunikację z operatorem systemy DP znacząco wspomagają zarządzanie operacjamiorskimi - w dziedzinach bezpieczeństwa, prowadzenia, nadzorowania i raportowania. Ponieważ systemy DP odpowiadają za kwestie bezpieczeństwa prowadzenia operacji morskich to muszą być niezawodne. Przy czym należy uwzględnić specyfikę pracy jednostek morskich - często w bardzo ekstremalnych warunkach. Dlatego istotnym jest niezawodność działania systemu i odporność na wszelkie możliwe awarie i zagrożenia. Ze względu na niebezpieczeństwo powstania dużych strat materialnych lub utraty życia w wypadku zejścia statku z pozycji stosuje się redundancję, czyli dublowanie urządzeń i systemów a także tworząc systemy składające się z licznych sensorów i systemów referencyjnych. W razie awarii jakiegos urządzenia zastępcze jest

³ https://en.wikipedia.org/wiki/Project_Mohole [dostęp 10.09.2016]

⁴ <http://www.infoplease.com/encyclopedia/science/deep-sea-drilling-project.html> [dostęp 10.09.2016]

⁵ D. Bray: Dynamic Positioning. Oilfield Publications Inc., Houston 2003

⁶ S. Kvaal, P. Ostby: The Jewel in the Crown - Kongsberg Dynamic Positioning Systems 1975-2015. Pax Forlag A/S, Oslo 2015

⁷ <http://www.km.kongsberg.com> [dostęp 10.09.2016]

włączane automatycznie a operator jest informowany za pomocą konsoli. Pozwala to na prowadzenie bardzo skomplikowanych manewrów i operacji w sposób bezpieczny zarówno dla załogi jak i środowiska naturalnego.

Obecnie na świecie ponad 6 tys. jednostek wyposażonych jest w system dynamicznego pozycjonowania i liczba ta cały czas rośnie.

Efektywność działania systemów DP

Szeroko posunięta automatyka, elektronika i informatyka pozwalają na znaczące odciążenie pracy operatora DP skupiając główną jego uwagę na kontrolowaniu i nadzorowaniu systemu, który potrafi w sposób automatyczny sterować olbrzymimi jednostkami poruszając nimi według wcześniej określonego kursu lub utrzymując je na zadanej pozycji. Dzisiejsze systemy DP potrafią utrzymywać jednostkę na pozycji w promieniu 1-2 metrów. Ciężko to sobie wyobrazić patrząc na 300-metrowy tankowiec na pełnym morzu, które nierzadko jest wzburzone.



Rysunek 1. Załadunek tankowca na polu

Źródło: <http://www.offshore-technology.com/projects/texaco/texaco7.html>

Rzeczywiste dane docierające do systemu są mocno zaszumione i niejednoznaczne (np. jeden żyrokompas może wskazywać obrót o 1 stopień w lewo a drugi o 1 stopień w prawo). System musi na bieżąco podejmować decyzje, które dane są bardziej wiarygodne i nadawać im większą wagę. Dodatkowe zaszumienie wynika ze sposobu transmisji danych (za pomocą sygnałów elektrycznych), skokowych, jednorazowych nietypowych odczytach, impulsach, błędów modelu matematycznego, który trzeba na bieżąco aktualizować i poprawiać, histerezy i bezwładności pędników itp. W celu odpowiedniego złagodzenia systemu i poprawy sterowności stosuje się filtr Kalmana⁸. Dzięki temu możliwym jest automatyczne sterowanie z dużą dokładnością olbrzymimi jednostkami morskimi nawet w trakcie niekorzystnych warunków pogodowych.

Efektywność prowadzenia operacji morskich przy wykorzystaniu systemów DP jest bardzo wysoka. System DP i model matematyczny jednostki dopracowuje się dzisiaj do takiej dokładności, że nawet w przypadku awarii utraty bieżących informacji zwrotnych (np. z pędników lub z systemów referencyjnych) system DP potrafi utrzymać pozycję przez określony przez towarzystwa klasyfikacyjne czas (nawet do kilkudziesięciu minut) bazując tylko na informacjach z przeszłości i obliczeniach tego, co się wydarzy z predykcji pozycji i obrotu.

⁸ R. E. Kalman: A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems. Journal of Basic Engineering, Volume 82, Issue 1, 35-45 (Mar 01, 1960)

Funkcjonalność systemów DP w kontekście zarządzania operacjami morskimi

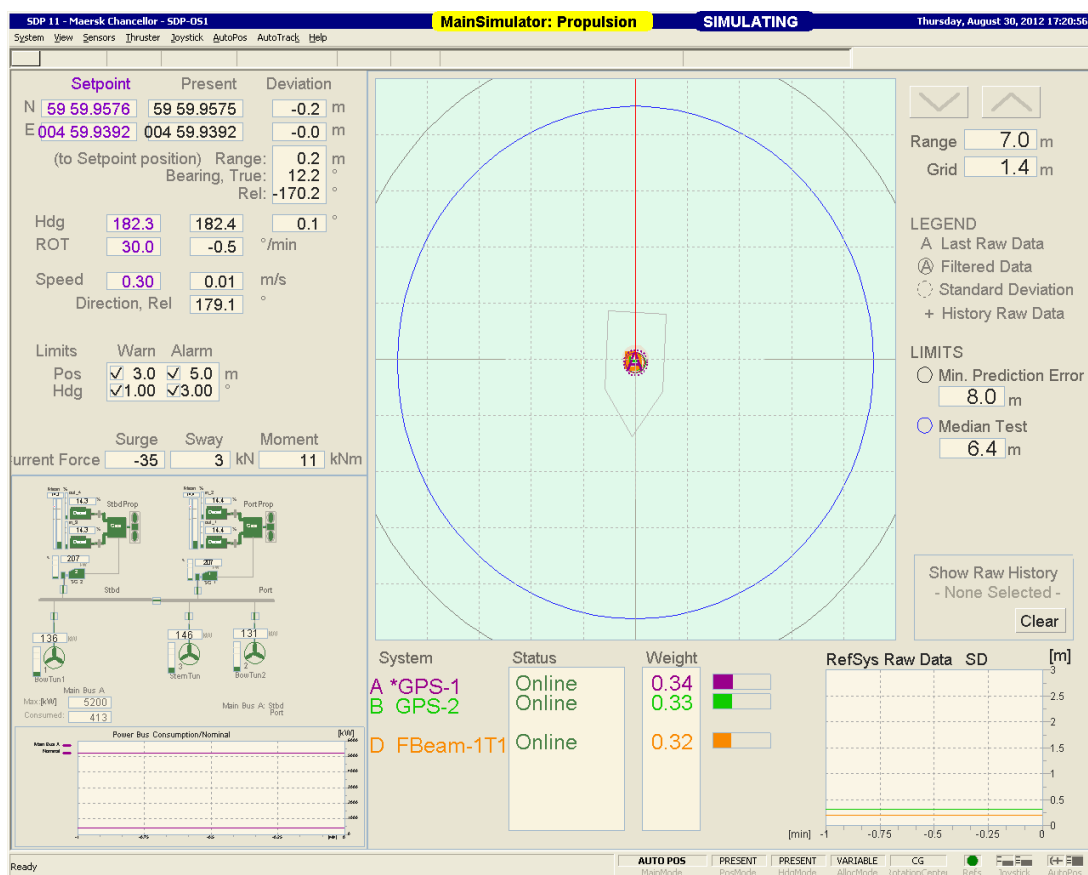
Analizując pracę systemu DP można wyróżnić najważniejsze pełnione przez systemy DP funkcje:

- Black-out prevention - zapobieganie przeciążeniu systemu zasilania - czyli takie dobieranie parametrów pracy pędników aby zapobiec przeciążeniu i utracie zasilania;
- Human-machine interface - komunikacja systemu z operatorem poprzez odpowiednie interfejsy w postaci konsoli, lampek kontrolnych, przycisków, joysticka, widoków na monitorze itd., co umożliwia operatorowi komunikację z systemem i zarządzanie pracą systemu oraz pracą jednostki morskiej (np. ręczne sterowanie pędnikami statku);
- Alarms and messages - alarmowanie i informowanie operatora o zdarzeniach zachodzących w systemie i związanych z prowadzoną operacją i stanem jednostki, co pozwala na bieżącą ocenę prowadzonej operacji i warunków jej towarzyszących;
- Built-in trainer - wbudowany tryb treningowy pozwalający doskonalić umiejętności operatora poprzez symulowanie pracy systemu DP oraz umożliwiający przygotowanie się do prowadzenia rzeczywistej operacji;
- Consequence analysis - ciągła analiza zagrożeń i możliwych zdarzeń, sprawdzanie czy jednostka może utrzymać pozycję w przypadku wystąpienia najgorszej pojedynczej awarii (worst case single failure) typu utrata najważniejszego pędnika, grupy pędników (jeżeli takie są na jednostce), sekcji zasilania itp. i w razie wykrycia zagrożenia automatyczne informowanie operatora, co pozwala na lepsze zarządzanie prowadzoną operacją i wspomaga podjęcie decyzji o ew. przerwaniu operacji;
- Capability analysis - analiza warunków środowiskowych i informowanie w przypadku wykrycia zagrożeń (np. zbyt silny wiatr) - co może doprowadzić do awaryjnego przerwania wykonywanej operacji;
- Motion prediction - symulacja dryfowania jednostki (kierunku, prędkości) w przypadku niewystarczającej mocy pędników w porównaniu do panujących lub zadanych warunków pogodowych, co pozwala na ocenę przez operatora potencjalnych zagrożeń w przypadku utraty pozycji (np. uderzenie w platformę wiertniczą);
- Chart display - wyświetlanie map, wykresów i innych mimik informujących o warunkach i miejscu prowadzonej operacji morskiej (np. mapa głębokości), co znacząco wspomaga pracę operatora i dostarcza mu w przystępny sposób licznych informacji związanych z prowadzoną operacją wraz z ich ew. automatyczną interpretacją (np. ostrzeżenie przed wpłynięciem na płyciznę itp.);
- Data logging system (DP Recorder) - dokumentowanie prowadzonych operacji i danych zbieranych przez system w celu ich archiwizacji i ew. późniejszej analizy np. w przypadku incydentu;
- Remote diagnostic - zdalna diagnoza przez jednostki serwisowe w przypadku wykrycia nieprawidłowości w pracy systemu.



Rysunek 2. Stanowisko operatora systemu dynamicznego pozycjonowania

Źródło: <http://www.km.kongsberg.com>



Rysunek 3. Typowy zrzut ekranu interfejsu systemu dynamicznego pozycjonowania

Źródło: <http://www.km.kongsberg.com>

Wykorzystanie systemów DP w zarządzaniu operacjami morskimi

Systemy DP są najczęściej wykorzystywane do wspomagania następujących operacji morskich:

- Offshore Loading - czyli załadunku na morzu ropy na tankowiec z platformy wiertniczej, boi lub jednostki wiertniczej;
- Cable Laying - czyli układanie kabli na dnie;
- Pipe Laying - czyli układanie rurociągów na dnie;
- Trenching - czyli kopanie w dnie rowu np. dla potrzeb ułożenia rurociągu lub kabla;
- Dredging - czyli pogłębianie np. torów wodnych;
- Drilling - czyli wiercenie w dnie morza np. w celu wydobywania surowców.

Oczywiście w zależności od przeznaczenia systemy DP wyposażone są w rozbudowaną, dedykowaną danemu trybowi pracy funkcjonalnością, konfigurowaną na etapie budowy jednostki i wyposażania jej w specjalistyczne systemy i wyposażenie. Pozwala to na zarządzanie prowadzonymi przez jednostki operacjami w sposób bezpieczny i niezwykle efektywny.

Jednostki najczęściej wyposażane w systemy DP to jednostki związane z górnictwem podmorskim (drill ships, semisub rigs, FSUs/FPSOs, mine sweepers, shuttle tankers), statki wspomagające górnictwo podmorskie (flotels, platform supply vessels, supply vessels, anchor handling tug supply vessels), specjalistyczne statki wykorzystywane przy budowie instalacji morskich (cable-laying and maintenance vessels, crane vessels, diving support vessels, dredging vessels, pipe laying vessels, rock dumping vessels, ROV support vessels, heavy lift vessels, jack up barge), statki badawcze (maritime research vessels, survey vessels), statki wycieczkowe (cruise ships, mega yachts) a także okręty i instalacje wojskowe (w tym nawet nawodne wyrzutnie rakiet kosmicznych)⁹.

⁹ np. Ocean Oddysey

Przyszłość

Mimo dominującej na rynku DP pozycji firmy Kongsberg liczne przedsiębiorstwa prowadzą zaawansowane prace nad nowymi rozwiązaniami z zakresu zastosowań systemów DP. Koncern Royal Dutch Shell w ostatnim czasie pracuje nad systemami autonomicznego zarządzania jednostkami morskimi i prowadzonymi przez nie operacjami, co w niedalekiej przyszłości może doprowadzić do znaczącego ograniczenia załogi na jednostkach związanych z górnictwem podmorskim. W dobie obecnego kryzysu na rynku offshore determinowanego niskimi cenami ropy na światowych rynkach prace te nabierają szczególnego znaczenia i mogą wygenerować znaczące oszczędności dla przedsiębiorstwa w ramach ograniczania kosztów osobowych. Testowe jednostki, których tradycyjne wersje wymagały 25-30 osobowej załogi, są obsługiwane przez 3-4 załogantów. Osiągnięto to poprzez szeroką automatyzację pracy jednostki oraz analizę i redukcję/zastąpienie instalacji, które wymagają obsługi lub regularnego serwisowania (np. eliminacja jak największej liczby pomp).

Inne rozwiązania są projektowane w koncernie Rolls-Royce. Trwają tam prace nad zdalnym łączeniem się z jednostkami i zdalną pracą operatorów DP na odległość. Operator taki mógłby operować z lądu i poprzez łączność satelitarną zarządzałby prowadzoną operacją na jednostce a po jej zakończeniu mógłby przełączyć się na kolejną jednostkę i kontynuować swoją pracę nadzorując kolejną operację. W pracy byłby dodatkowo wspomagany przez rzeczywistość wirtualną i gogle, które dostarczałyby mu widok z jednostki, na której zdalnie w danej chwili pracuje (z kamer zamontowanych na jednostce oraz z dronów, które będzie mógł aktywować do lotu).

Podsumowanie

W artykule przedstawiono podstawowe informacje na temat systemów dynamicznego pozycjonowania i ich zastosowaniach w zarządzaniu operacjami morskimi. Liczne możliwości praktyczne oraz wysoka efektywność działania sprawiają, że systemy DP są wykorzystywane przez jednostki związane z górnictwem podmorskim jak i coraz częściej przez jednostki transportowe. Prowadzi to do opracowywania dalszych sposobów wykorzystania systemów DP oraz implikuje prowadzenie dalszych prac badawczych mających na celu podniesienie skuteczności i efektywności działania tego typu systemów. Cały czas powstają nowe aplikacje umożliwiające szersze zastosowanie DP w zarządzaniu operacjami morskimi. Spory wysiłek wkładany jest również w poprawę niezawodności i bezpieczeństwa działania DP, a także w minimalizowanie zużycia zasobów w zależności od typu prowadzonej operacji (Green DP). Wraz z kolejnymi wersjami systemów DP obniżane są również koszty wdrożenia i eksploatacji systemu na jednostkach (kolejne generacje systemów są coraz tańsze).

Dynamic Positioning Systems in the management of maritime operations

Summary:

The dynamic positioning systems (DP) are increasing use in the offshore operations. Exactly localization of the vessels and precise thrusters control allows to create sophisticated solutions for safety and efficient management of maritime operations. The article presents the main idea and applications of dynamic positioning systems.

Keywords: dynamic positioning systems, DP, management of maritime operations.