

JŪROS DUGNO TYRIMO SONARU TOBULINIMAS

T. Lenkauskas¹, J. Janutėnienė²

¹*Klaipėdos universitetas, bijūnų g. 17, informatikos inžinerijos katedra, Klaipėda, tomas.lenkauskas@gmail.com*

²*Klaipėdos universitetas, bijūnų g. 17, mechanikos inžinerijos katedra, Klaipėda, jolanta.januteniene@gmail.com*

Anotacija

Uosto akvatorijos ir jūros kelių dugno tyrimai yra labai svarbūs nuolat modernizuojamame ir besiplečiančiame Klaipėdos uoste. Dugno tyrimai šoninės apžvalgos sonaru taip pat labai naudingi geologams, okeonologams ir archeologams, sonaro pagalba randami nuskendę laivai bei didesni iš laivų iškritę objektai, jūros dugno sandara ir jos pokyčiai. Šoninės apžvalgos sonarais išgautų vaizdų kokybei labai didelę įtaką daro sonaro tempimo tolygumas. Net nedideli mechaninių judesių sukelti trikdžiai gali labai stipriai paveikti sonaru išgaunamų vaizdų kokybę. Šiai problemai pašalinti kuriami metodai, aprašantys mechaninius ir programinius sprendimus taikančias sistemas, prisitaikančios dirbti nuolat kintamomis sąlygomis. Sukurta laivo ir sonaro judesių matavimo sistema. Taip pat, tiriant sonaru išgautus vaizdus susiduriama su dominančių objektų atpažinimo sonaro ultragarsinio skenavimo medžiagoje problema, kuri gali būti efektyviai sprendžiama informacinių sistemų pagalba.

RAKTINIAI ŽODŽIAI: uosto dugno tyrimai, sonaras, vaizdų apdorojimas.

Abstract

Examination of the seabed in the waterfront of the port and under the major sea-lanes is very important in the ever expanding port of Klaipėda. Observations of the seabed with sonar equipment are useful for archaeologists, geologists and oceanologists in looking for sank ships and larger objects lost from ships, seabed pattern and its changing. Image quality obtained using side scan sonars are strongly influenced by the sonar tow consistency. Even small sonar disturbances caused by mechanical disturbances can greatly affect the extracted sonar images quality. To eliminate this problem, mechatronic and software solutions suited for efficient work in ever changing environment of Baltic Sea are being developed. Vessel motion measurement system have been designed. System successfully made the experimental measurements and tested system prototype.

KEY WORDS: the harbor bottom surveys, sonar, image processing.

Įvadas

Klaipėdos uostas – labiausiai į šiaurę nutolęs neužšąlantis rytinės Baltijos jūros uostas, į kurį kasmet atplaukia vis didesni laivai. 2011 m. Klaipėdos uoste pasiekta didžiausia krovinių apyvarta per metus – 36,59 mln. t krovinių. Lietuvos jūrų transporto plėtros planuose du labai svarbūs projektai. Tai suskystintų dujų terminalas Klaipėdos uoste, kuris bus baigtas statyti 2014 m ir išorinio giliavandens jūrų uosto statyba Būtingėje arba Klaipėdoje 2020 m. Prieš atliekant statybas, būtina gerai iširti jūros dugną prie Būtingės ir Klaipėdos jūrų uosto [1]. Taip pat Klaipėdos uostą reikia reguliariai gilinti, atnaujinti, nes jis nuolat užnešamas jūros srovių ir pavasarinio atlydžio metu. Todėl atsirado didelis dugno žvalgymo darbų poreikis. Šiems darbams dažniausiai naudojami akustiniai prietaisai. Pats populiariausias jūros dugnui tirti naudojamas prietaisas – šoninės apžvalgos sonaras. 2014 – 2020 metais planuojama daug jūros dugno žvalgymo darbų [1]. Jūros dugno tyrimai yra svarbūs ne tik Baltijos jūros regione, bet ir visame pasaulyje. Naudojant šio tipo prietaisus itin svarbus jo judėjimo tolygumas, kurį labiausiai įtakoja sonarą tempiančio laivo stabilumas. Pasaulio mokslininkai įvairiais būdais tobulina dugno tyrimams reikalingą įrangą ir tyrimo metodikas. Pagrindinės kylančios problemos, tiriant dugną šoninės apžvalgos sonaru:

1. Vandens paviršiaus bangavimo sukeltų nepageidaujamų sonaro judesių slopinimo.
2. Pastovaus gylio palaikymo.
3. Gautų vaizdų apdorojimas.

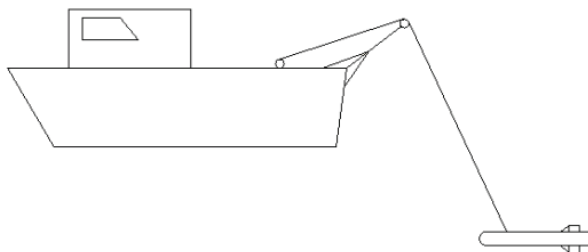
Vienas iš būdų slopinti laivo judesį, perduodamą trosu tempiamam sonarui – sukurti sistemą, kuri tai atliktų matuodama laivo judesius ir keisdama trosu ilgį užtikrintų tolygų sonaro tempimą. Labai panašią sistemą kuria Kuchler S., et al [2, 3] jos pagrindinis tikslas – atviroje jūroje naudojamo krano stabilizavimas. Panašios sistemos tyrimus atlieka ir Wenlin Y., et al [4], tik sistema jau naudojama prie laivo prijungto bepi- ločio povandeninio laivo stabilizavimui. Sistema reikalinga robotui esant prie pat vandens paviršiaus. Sarker

G., et al [5] tokią sistemą taiko gręžimo darbuose atviroje jūroje. Sukuriama stabili platforma, iš kurios gręžiamas jūros dugnas. Yra ir daugiau panašių sistemų [6],[7].

Kita tyrimų kryptis sonaru išgaunamų vaizdų kokybės kėlimas pasitelkiant programines priemones. Vienas iš pavyzdžių [8] parengti programiniai įrankiai, kurie ištaiso vaizdų šviesumo nuokrypius ir užpildo vaizduose atsirandančias tuščias eilutes. Kituose darbuose eksperimentuojama su vaizdų kokybės gerinimu ir svarbių objektų automatinėje paieškoje [9,10]. Klaipėdos universitete taip pat buvo kuriami metodai objektų paieškai sonarais fiksuotuose vaizduose [11]. Ne mažiau svarbūs ir darbo sąlygų ilgamečiai tyrimai Baltijos Jūros regione, kurie parodė, kad bendras banguotumas Baltijos jūroje didėja nežymiai, tačiau atskiruose regionuose jis gali greitai kisti[12].

1. Bangų kompensavimo sistema

Siekiant išvengti vertikalios laivo švytavimo sukeltų trukdžių, siūloma laive įrengti mechatroninę sistemą, kuri kompensuotų jūros bangavimo sukeltą vertikalų laivo švytavimą. Sistemos esmė – išmatuoti laivo vertikalų judėjimą ir naudojant mechanines priemones, priešingu judesiu kompensuoti šį judesį ir taip sukurti stabilią platformą.



2 pav. Sonaro sistema naudojanti gervę

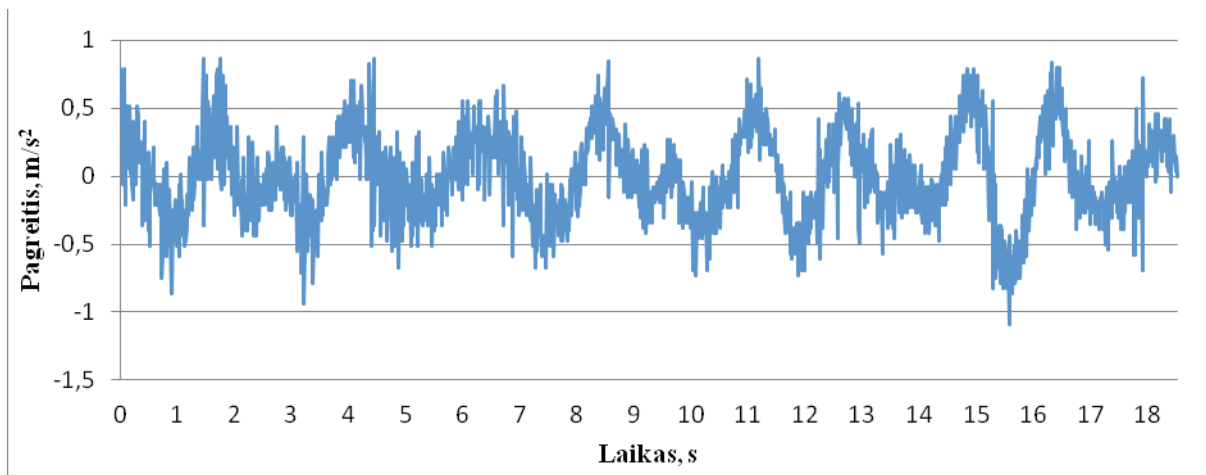
Sonaro stabilizavimo sistemos prototipas – sistema naudojanti laivo gale įrengtą gervę, sonaro kabelį ir variklį, skirtą sonaro kabelio ilgiui reguliuoti [4]. Sistemos bendra schema pavaizduota 2 pav.. Tokios sistemos privalumas tas kad ji naudoja jau esamą laivo įrangą. Tokia sistema nenaudoja stabilizuojamos platformos. Dažniausiai prie laivo gervės montuojami lėtaeigiai, mažą tikslumą turintys kintančios srovės elektriniai varikliai [6]. Norint tiksliai valdyti sonaro kabelio ilgį, reikia prie gervės esantį variklį pakeisti į greitą ir tiksliai valdomą nuolatinės įtampos variklį, kartu su poslinkį matuojančiu skaitmeniniu potenciometru [6].

Laivo judesius fiksuojantys jutikliai bus įrengiami laive, kuo arčiau gervės viršūnės. Jutiklių sistemą sudaro trijų ašių akcelerometras ir trijų ašių giroskopas, siekiant padidinti nuskaitomų duomenų tikslumą sistema gali būti papildyta papildomais akcelerometrais.

2. Matavimų sistemos projektavimas ir realaus prototipo kūrimas

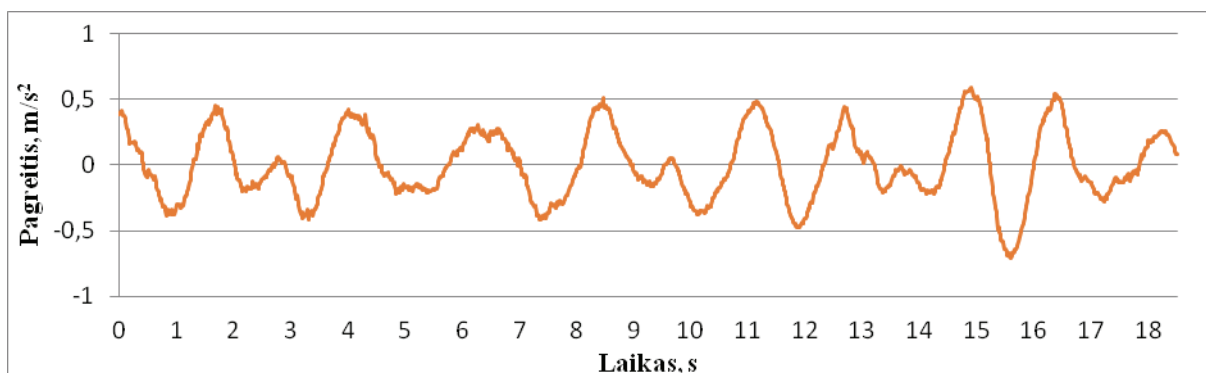
Pagrindinė šoninės apžvalgos sonaro sistemų problema – sonarą reikia tempti itin tolygiai. Kadangi Lietuvoje dažniausiai tiriami labai seklūs vandenys, tyrimams negali būti naudojami dideli, stabiliai plaukiantys laivai. Nenaudojant jokių papildomų sistemų, tyrimams naudojamu laivu galima plaukti ir kokybiškai tirti jūros dugną tik esant labai mažam jūros bangavimui (kai bangos aukštis iki 0,5 m). Norint užtikrinti tolygų sonaro tempimą plaukiant per banguotą jūrą, reikia sukurti sistemą, kuri galėtų tiksliai fiksuoti jūros bangų sukeltus laivo ir jo tempiamo šoninės apžvalgos sonaro judesius, kurie iškraipo sonaru išgaunamus vaizdus.

Klaipėdos universiteto LabView laboratorijoje parengta ir išbandyta duomenų rinkimo sistema naudojanti modernią ir itin tikslią National Instruments (NI) techninę ir programinę įrangą. Matavimo metu judesių fiksavimui naudotas tik akcelerometras. Matavimų dažnis - 80 Hz. Šiuo atveju aktualios tik akcelerometro Z ašimi nuskaitytos reikšmės. Jūros bangavimas – nedidelis, sąlygos tyrimams tinkamos. Matavimo rezultatai pateikiami 3 paveiksle.



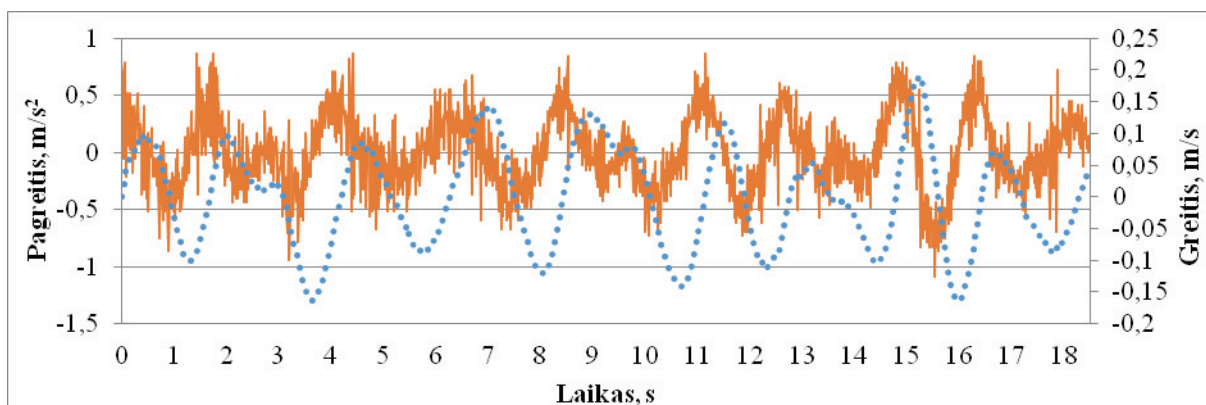
3 pav. Pirmojo matavimo metu akselerometru surinkti duomenys

Matome, kad akselerometru surinkti duomenys nėra tolygūs. Taip yra todėl, kad dideliu dažniu veikiančias akselerometras fiksuoja laivo variklio ir kitas vibracijas. Naudojant programinį žemo dažnio filtrą, kuris išlygina didelius akselerometru nuskaitytų duomenų šuolius, gauname daug tolygiau kintančius duomenis. Filtru apdoroti duomenys pavaizduoti 4 paveiksle.



4 pav. Pagreičiai, pritaikius žemo dažnio filtrą

Sekančiame etape apskaičiuojame koku greičiu laivas juda vertikalia ašimi. Skaičiavimų rezultatai pateikiami 5 pav. (linija – pagreitis, punktyrinė linija - greitis) Matome, kad greičiai yra nedideli, neviršija 0,2 m/s. Nors matavimai buvo atliekami geromis sąlygomis, galima teigti, kad esant didesniai banguotumui, sonaro stabilizavimui užtektų šiuolaikinių elektros variklių greičio ir pagreičio.



5 pav. Laivo greičiai ir pagreičiai

Išvados

Didžiausią įtaką šoninės apžvalgos sonaru gaunamų vaizdų kokybei daro sonarą tempiančio laivo švytavimai. Suprojektuota matavimų sistema, kuri realiu laiku matuoja laivo judėjimą. Mechaninei sistemos daliai siūlome pritaikyti laivo gale esančią gervę, kuri paprastai naudojama sonaro nuleidimui. Pasitelkiant sistemos duomenis galima sumažinti laivo švytavimų įtaką sonaro judėjimui, taip būtų gaunami kokybiškesni jūros dugno vaizdai. Taip pat būtų galima atlikti tyrimus daugiau valandų per metus.

Padėka

Autoriai dėkoja projektui Nr.VP1-3.1-ŠMM-08-K-01-019 „Lietuvos jūrinio sektoriaus technologijų ir aplinkos tyrimų plėtra“ už paramą atliekant tyrimą.

Literatūra

1. Oficiali Klaipėdos uosto interneto svetainė [interaktyvus]. [žiūrėta 2014-03-20]. Prieiga per internetą: <<http://www.portofklaipeda.lt/>>.
2. S. Kuchler, T. Mahl, J. Neupert, K. Schneider, O Sawodny. 2010 Active Control for an Offshore Crane Using Prediction of the Vessel's Motion. TRANSACTIONS ON MECHATRONICS, vol. 16, No. 2, p. 297-309.
3. O. Sawodny, S. Kuchler. Nonlinear control of an active heave compensation system with time-delay. International Conference on Control Applications, 2010, p. 1313-1318.
4. Y. Wenlin, Z. Zhuying, Z. Aiqun. 2008. Research on an Active Heave Compensation System for Remotely Operated Vehicle. International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation, p. 407-410.
5. G. Sarker, G. Myers, T. Williams, D. Goldberg. Comparison of heave-motion compensation systems on scientific ocean drilling ship and their effects on wireline logging data. Proceeding of: offshore Technology Conference, 2006.
6. J. E. Adamson. Efficient heave motion compensation for cable-suspended systems. Underwater Intervention, 2003.
7. A. Huster, H. Bergstrom, J. Gosior, D. White. Design and operational performance of a standalone passive heave compensation system for a work class ROV. Proceeding of: OCEANS, 2009, MTS/IEEE Biloxi - Marine Technology for Our Future: Global and Local Challenges.
8. Yet-Chung Chang, Shu-Kun Hsu, Ching-Hui Tsai. 2010. SIDESCAN SONAR IMAGE PROCESSING: CORRECTING BRIGHTNESS VARIATION AND PATCHING GAPS. Journal of Marine Science and Technology, vol. 18, No. 6, p. 785-789.
9. C. J. Brown, J. A. Sameoto, S. J. Smith. Multiple methods, maps, and management applications: Purpose made seafloor maps in support of ocean management. Journal of Sea Research, 2012, vol. 72, p. 1-13.
10. G. Masetti, B. Calder. Remote identification of a shipwreck site from MBES backscatter. Journal of Environmental Management, 2012, vol. 111, p. 44-52.
11. A. Andziulis, G. Gaigals, T. Lenkauskas, E. Visakavičius, S. Jakovlev, T. Eglynas, V. Beniušis. Comparison of two image processing techniques for objects detection on the sea floor. Proceedings of the 15th International Conference. Transport Means 2011. p. 62-64. ISSN 1822-296X.
12. L. Kelpšaitė, I. Dailidienė, T. Soomere. Changes in wave dynamics at the south-eastern coast of the Baltic Proper during 1993- 2008. Boreal environment research 16. 2011. P. 220-232.

JŪROS DUGNO TYRIMO SONARU TOBULINIMAS

T. Lenkauskas, J. Janutėnienė

Summary

In this article, main problems of seabed research using side scan sonar are studied. The biggest influence to the side scan sonar high quality images is done by towing vessel motion disturbances, caused by rough sea waves. In this paper a successfully designed and manufactured motion detection measurement system that detects towing vessel and side scan sonar motions was tested in real life operations. The side scan sonar prototype control parameters were estimated and calculations were made. A side scan sonar system prototype that is suitable for seafloor imaging in shallow waters was designed. It uses mechanical stabilization using DC motor and the motion measurement system. In the future, more experimental data will be collected and additional research will be conducted to further improve the presented system. These improvements will increase number of days per year that sonar system can be used.