

POTENCIJALI AIS SUSTAVA U NAVIGACIJI

Potentials of AIS System in Navigation

UDK 621.396.967:656.61

Stručni članak
Professional paper

Sažetak

Najjednostavnije rečeno, AIS je autonoman i kontinuiran sustav emisije podataka koji radi na veoma visokim frekvencijama (engl. Very High Frequency – VHF) pomorskoga mobilnog opsega. Sustav omogućava automatsku razmjenu podataka između dviju ili više AIS postaja. Pod AIS postajom podrazumijeva se bilo koji objekt koji ima instaliran AIS uređaj. To mogu biti brodovi, zrakoplovi, razne kopnene službe i drugo.

Sustav je u stanju upravljati mnoštvom izvještaja uz veliku brzinu ažuriranja poruka, koristeći se pritom tehnologijom samoorganizirajućega višestrukog pristupa na bazi podjele vremena (engl. Self Organizing Time Division Multiple Access - SOTDMA).

Značenje uspostavljanja sustava može se promatrati iz dva kuta. S jedne strane su brodovi, kojima on omogućuje unapređenje svjesnosti o ukupnoj situaciji u trenutnom okruženju, posebno u izbjegavanju sudara na moru, što je tema ovoga rada, a s druge strane su obalne postaje i unapređenje njihove kontrole određenoga područja i povećanje učinkovitosti njihova rada.

Ključne riječi: AIS, RADAR, ARPA, izbjegavanje sudara, informacija, prednosti.

Summary

To put it simply, AIS is an autonomous and continual system of data emission, operating on very high frequencies (abbr. VHF) of maritime mobile range. The system enables data exchange between two or more AIS stations. AIS station means any object with AIS equipment installed such as ships, planes, different shore services etc.

The system is capable of tackling with a variety of reports at a great speed of data updating using technology of Self Organizing Time Division Multiple Access (abbr. SOTDMA)

The importance of establishing the system can be considered from two angles. On the one hand, there are ships with a system enabling raising awareness on total

situation in the surroundings, particularly aimed at avoiding collision at sea, which is the subject of this paper. On the other hand, there are shore stations and enhancement of their control over the anticipated surroundings and improved efficiency of their work

Key words: AIS, RADAR, ARPA, avoiding collision, information, advantages

1. Uvod

Introduction

AIS sustav prvenstveno je bio zamišljen kao komunikacija na relaciji brod - obala. Nakon prvih istraživanja uvidjela se je i velika mogućnost u komunikacijama brod - brod, tako da je poslije taj način komuniciranja preuzeo primat pa se danas smatra da upravo brodovi, dakle navigacijski časnici, imaju najviše koristi od uvođenja toga suvremenog sustava. Prednosti koje im on donosi prvenstveno je efikasnost izbjegavanja sudara na moru, unapređenje postojećega radarskog sustava, povećana sigurnost plovidbe i pravovremeno dobivanje adekvatnih informacija.

Podaci koje službujući časnik može dobiti AIS uređajem dijele se na one od drugih brodova u okruženju i od obalnih postaja na kopnu (VTS centri, obalne straže).

Podaci što ih odašilju brodovi veoma su važni za izbjegavanje sudara na moru, a oni od obalnih postaja unapređuju sigurnost na moru s pomoću pravodobnih i točnih informacija.

2. Prednosti AIS-a u izbjegavanju sudara na moru

Advantages of AIS in avoiding collision at sea

Pravila o izbjegavanju sudara na moru što ih je 1974. godine donio IMO, obvezuju brodove da se koriste svim raspoloživim sredstvima u otkrivanju opasnosti od sudara i, ako se ona ustanovi, da poduzmu preventivne mjere

* prof. dr. Milorad Rašković, kapetan, Fakultet za pomorstvo Kotor

** dipl. ing. Igor Stanovčić, kapetan, Fakultet za pomorstvo Kotor

radi uspješnog izbjegavanja sudara. Glavno sredstvo, posebno u uvjetima smanjene vidljivosti, jest radarski uređaj na brodu.

Drugo danas dostupno sredstvo je AIS. Pojava AIS sustava nadomjestit će neke nedostatke radarskoga uređaja i stvoriti mogućnosti novoga, efikasnijeg izbjegavanja sudara na moru.

Pritom, AIS uvodi neke novine, kao što su automatska identifikacija radarskih ciljeva i znatno poboljšava već postojeći radarski način rada.

3. Automatska identifikacija radarskih ciljeva

Automatic identification of radar targets

Ciljevi koji su vidljivi na radarskom zaslonu, sada mogu biti u potpunosti identificirani u pogledu njihovih osnovnih podataka (ime broda, pozivni znak, IMO broj i sl.).

U pomorskoj praksi nije rijetko da brodovi moraju komunicirati, i uzajamno se dogovarati o izbjegavanju sudara. U područjima gdje nema velikog prometa brodova to je lagan i jednostavan zadatak. Međutim, u područjima velikog prometa to može biti veoma ozbiljan problem. Slaba vidljivost ili tamna noć stvaraju, gotovo, nepremostive prepreke ispravnoj komunikaciji. U tim okolnostima, do pojave AIS-a, časnik je „vidio“ drugi brod na radarskom ekranu u obliku radarske mete, bez identifikacijskih podataka. Ako je želio komunikaciju s odabranim brodom, morao ga je pozvati koristeći se glasovnom komunikacijom na za to određenim radiokanalima. Da bi ga mogao identificirati i da bi brod kojemu je poziv upućen mogao odgovoriti, morao se u tom pozivu „prepoznati“. To prepoznavanje obavljalo se s pomoću dosta neodređenih termina kao što su: „Brod s moje desne/lijeve strane, udaljen..., plovi u kursu..., brzinom..., na poziciji... itd.“

Takvim načinom pozivanja željenog broda, u većini slučajeva, časnik koji poziva brod, dobivao bi nekoliko istovremenih odgovora od različitih brodova koji su se, na osnovi njegova poziva, smatrali pozvanima. Takve su situacije redovite u područjima gustoga brodskog prometa, u blizini prometnih plovinih puteva, a dodatnu komplikaciju donose relativno male udaljenosti između brodova i njihovi kursevi koji se minimalno razlikuju zbog istoga, utvrđenog toka plovidbe.

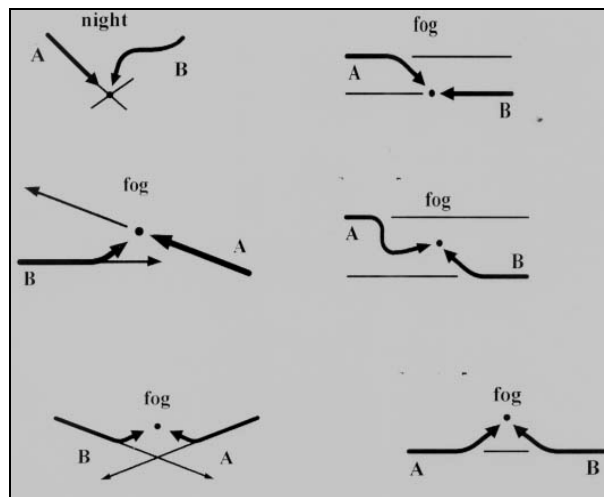
Takav način identifikacije je nesiguran i zahtijeva mnogo vremena, što može biti presudno u izbjegavanju sudara.

AIS instaliran na brodu nadvladava takve poteškoće jer časnik u službi sada zna ime broda i ostale podatke, pa ga može veoma jednostavno pozvati i postići dogovor za buduće akcije.

4. AIS kao sredstvo unapređenja radarskog sustava

AIS as a means of improvement of radar system

Korištenje radarom za izbjegavanje sudara na moru, uz evidentne prednosti, ima i neke nedostatke. Studija Njemačkog pomorsko istražnog savjeta za uzroke sudara na moru u vremenu od 1983. do 1992. godine upozorila je na negativan utjecaj radara u smislu nepotpunih ili pogrešnih podataka, prije svega u uvjetima smanjene vidljivosti i tamnih noći. (Slika 1.)



Slika 1. Neki primjeri sudara na moru koje je ispitivao Njemački pomorski istražni savjet

Figure 1. Some examples of collisions at sea investigated by german marine investigation council

Na slici 1. su prikazane situacije i akcije časnika u službi kojima se navigacija, zbog magle (*fog*) i noći (*night*), samo bazirala na radarskoj slici. Evidentno je da su oni dobivali netočne i neprecizne podatke od radarskog uređaja, što je dovodilo do katastrofalnih posljedica.

Način rada AIS sustava većinu će tih nedostataka otkloniti. Nedostaci radarskog sustava pritom se odnose na prirodu valova kojima se radar koristi i na mogućnost netočnih informacija koje pruža. Ti radarski nedostaci su: stvaranje radarske sjenke, razdvajanje objekata po kutu i udaljenosti, mogućnost dvosmislenog tumačenja objekata na radarskoj slici, rad radara u raznim vremenskim uvjetima, „sirovi“ radarski ciljevi, radarske informacije i praćenje i predviđanje kretanja radarskih ciljeva.

Radarske sjenke. U obalnim i lučkim vodama radarsko praćenje brodova može često biti onemogućeno blizinom obale i/ili kopnenih, lučkih postrojenja koja stvaraju sjenku, to jest ne dopuštaju prolasku elektromagnetnih valova koje emitira radarski uređaj. Sličan učinak može biti i kad veći brod „zakloni“ manji. Posljedica je pritom da časnik u službi izgubi brod (metu)

na radarskom displeju, što onemogućuje precizno praćenje ukupnoga prometnog stanja. Način rada AIS-a, to jest priroda VHF valova, daje mogućnost praćenja objekata u sjenci (izrazita osobina refleksije VHF valova), što je povećan stupanj sigurnosti u plovidbi. Uz to način rada AIS sustava omogućuje detekciju ciljeva koji su zaklonjeni nekim preprekama (ciljevi iza manjih otoka i dr.), pa se kaže da sustav „vidi iza prepreka“. Tako je na području Juneau Alaska, 2000. godine ustanovljeno da su brodovi „Regal Princess“ i „Sea Princess“, na međusobnoj udaljenosti od 6,3 nautičke milje i između kojih se nalazio otok (Douglas Island) visine od 760 m, imali uspješnu identifikaciju koristeći se AIS-om.

Razdvajanje objekata po udaljenosti i kutu. Ako se dva objekta nalaze radijalno na nekoj udaljenosti od broda, na radaru mogu biti prikazana kao jedan ili dva razdvojena objekta. Kako će biti prikazani, ovisi o dužini emisijskog impulsa radara, veličini objekta i međusobnoj udaljenosti. U praksi je često „sedinjavanje“ objekata, tako da časnik na radarskom ekranu vidi mrlju kao jedan objekt, što ga može dovesti u zabunu i inicirati pogrešne postupke.

Također, ako su dva objekta na maloj međusobnoj udaljenosti, to jest ako ih horizontalna širina radarskoga snopa (razdvajanje po kutu) istodobno obuhvati, oni će na ekranu biti prikazani kao jedan objekt, što je opet problem za navigacijsku sigurnost.

Uspostavljanjem AIS-a na brodovima potpuno će se otkloniti ti problemi. Naime, bez obzira na to na kojoj se međusobnoj udaljenosti dva objekta nalaze, oni će slati samostalne AIS izvještaje, i ti će se očitovati časniku u službi na izabranom displeju (AIS-a, ARP-e, ECDIS-a) tako da unatoč tomu što on vidi na radaru jedan objekt, shvatit će da su to dva objekta i imat će sve dodatne informacije koje se redovito šalju u AIS izvještajima.

Takvim načinom rada otklonjena je **dvosmislenost tumačenja radarske slike** jer sustav daje potpunu preciznost i sigurnost, na osnovi kojih će časnik procijeniti trenutnu situaciju u plovnom području.

Smanjenje utjecaja vremenskih prilika na praćenje brodova. Sigurna navigacija zasnovana na radarskom praćenju brodova, često je bila ometana vremenskim neprikladnostima. Radarski sustav nije imun na hidrometeorološko stanje u okruženju. Visoki morski valovi, kiša, snijeg, pješčane oluje, pa i niski oblaci umnogome slabe radarsku sliku, a samim tim i čitav sustav čine nesigurnim. AIS, koristeći se VHF transmisijom, nije podložan takvim smetnjama, pa je zato veoma važan činitelj za praćenje brodova radi izbjegavanja sudara na moru, posebno u područjima gdje su loši vremenski uvjeti česta pojava. U takvim područjima postoji velika opasnost da se objekt ne može vidjeti na ekranu, što se posebno odnosi na dimenzijski manje brodove, ali će službujući časnik uz pomoć AIS-a znati za pojavu nekoga objekta u danom području.

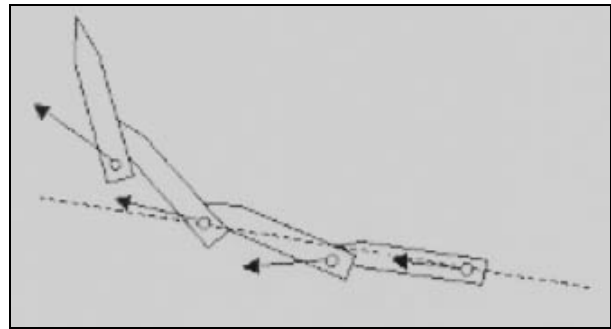
„Sirovost“ radarskih ciljeva. Radarska slika ne daje istinitu sliku objekata u smislu njihove veličine. Tako, gledajući iz azimutalne perspektive i ovisno o prirodi i udaljenosti objekta, radarski eho može biti znatno manji za veće udaljenosti ili znatno povećan na srednjim udaljenostima za isti objekt. Ta veličina predstavlja funkciju širine snopa koji emitira radarska antena.

Netočna predodžba o realnoj veličini objekta posebno je zastupljena kad su to veliki brodovi, kao što su tankeri. Tad će časnik u službi na radarskom ekranu dobiti cilj kao rezultat odbijenih radarskih valova, i to samo s krmenog brodskog dijela, gdje je nadgrađe visoko, ali ne i sa sredine broda.

AIS uređaj prima, u okviru statičkih podataka, podatke o veličini brodova u okruženju. To je veoma važno jer se za određivanje akcije izbjegavanja sudara na moru mora uzeti u obzir i veličina broda koji se izbjegava (veći brodovi imaju smanjene sposobnosti manevra).

Problemi radarskih informacija. Zbog već spomenute „sirovosti“ radarske slike, a ovisno o rezoluciji radarskog zaslona, praćenje brodova samo uz pomoć radara u dosta situacija može dati pogrešne podatke. Te se pogreške često odnose i na određivanje kursa kroz vodu broda koji se prati, koji ne mora biti jednak kao kurs preko dna.

Kad brod mijenja kurs, brodski trup obavlja dvije akcije, dva gibanja. Naime, kad se on kreće naprijed i kormilo postavi u desnu stranu, posljedica je toga da se brod počne okretati oko svoje točke rotacije (eng. *Pivot Point*). (Slika 2.)



Slika 2. Pozicija radarske antene pri promjeni brodskega kursa

Figure 2. Position of radar when altering the course

Na slici smjer brodskega pramca predočuje kurs kroz vodu, a smjer predstavljen strjelicom predočuje kurs preko dna.

Točka rotacije broda u gibanju naprijed nalazi se približno na 1/3 brodske duljine računajući od pramca. U početku okreta taj centar se još uvijek giba ravno (kurs preko dna), dok pramčani dio počinje skretati u desnu stranu, a krmeni dio u lijevu. Posljedica takva gibanja je da čitav brod počinje mijenjati kurs preko dna u desnu stranu. U početku promjene kursa, krmeni dio, na kojemu se većinom nalazi brodska nadgrađe, što znači da je radarska refleksija od tog dijela dominantna, pomiče se u smjeru suprotnom stvarnoj promjeni kursa. To može stvoriti poteškoću časniku u službi u pogledu trenutnog otkrivanja stvarnog smjera manevriranja drugoga broda. Tako može velikim tankerima, dužine veće od 300 m, doći do promjene kursa kroz vodu od 40 do 60 i da protekne 4-5 min, a da radar promjenu kursa ne otkrije. Poduzimanje akcije u izbjegavanju sudara na moru na osnovi takve procjene, može dovesti brod u neposrednu opasnost.

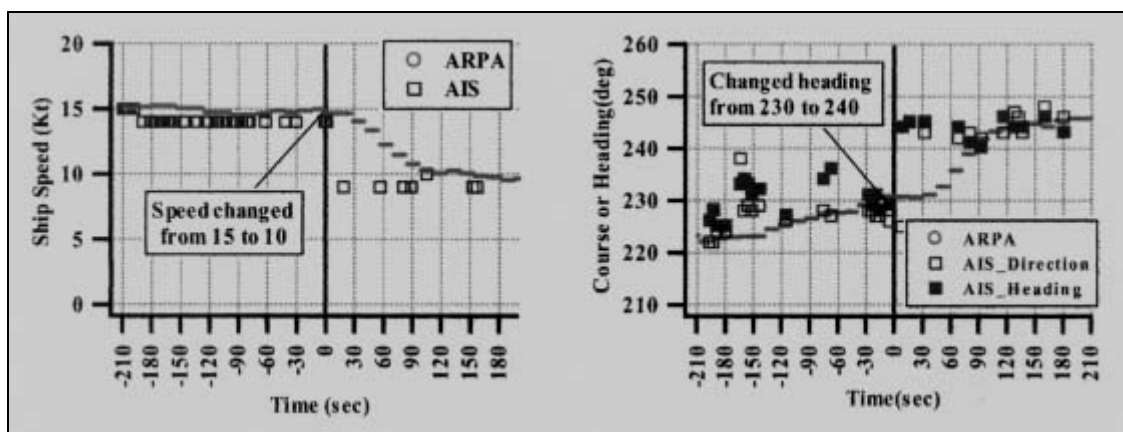
AIS preko sustava slanja dinamičkih informacija i visokog stupnja njihova ažuriranja, pomaže službujućem časniku da realno shvati situaciju i donese pravilne odluke, ili ispravi u određenim momentima netočne radarske informacije, što povećava stupanj sigurnosti navigacije.

Praćenje i predviđanje kretanja radarskih ciljeva.

Rad je radara bitno unaprijeđen automatskim sredstvom za pilotiranje brodova u okruženju (ARPA). ARPA je radar s računalom koji je u stanju da, na osnovi relativnog gibanja radarskih ciljeva na zaslonu, izračuna njihov relativan kurs i relativnu brzinu, i prikaže ih u obliku vektora. Ti podatci daju mogućnost da se pronalaze najbliže točke prolaska izabranog objekta nedaleko od vlastitog broda (CPA) i vrijeme kad će se taj prolazak dogoditi (TCPA). ARPA daje mogućnost i predočavanja pravih kurseva i brzina objekata. Ti podatci glavni su parametri u određivanju rizika sudara, a samim tim i akcije izbjegavanja. Dobiveni podatci, CPA i TCPA validni

su jedino ako praćeni objekt i vlastiti brod zadrže isti kurs i istu brzinu. Ako objekti koji se prate mijenjaju kurs i/ili brzinu, potrebno je određeno vrijeme da bi ARPA izračunala nove vrijednosti željenih parametara. Suvremeni ARPA uređaji imaju kapacitet praćenja 20 ciljeva sa stupnjem ažuriranja od 3 sekunde. Međutim, da bi krenulo praćenje, potrebno je oko 15 okretaja radarske antene, pri čemu dobivene vrijednosti, to jest vektore, treba uzimati u razmatranje s određenom rezervom jer su samo približno točni. Tako, ako neki objekt mijenja kurs i/ili brzinu, potrebno je određeno vrijeme da bi tu promjenu ARPA detektirala. To vrijeme može iznositi i do 120 s, što u područjima gustog prometa i današnjih brzina brodova predstavlja zakašnjenje koje može ugroziti sigurnost broda.

Na slici 3. dani su podatci do kojih se došlo u seriji proba u kojima je bila uključena ARPA i u kojima se uključio AIS. Pritom su bila praćena dva broda od kojih je jedan brod otkrivao drugi, komparativno s ARP-om i AIS-om.



Slika 3. Usporedba AIS i ARPA podataka
Figure 3. Comparison with AIS and ARPA data

Udaljenost između brodova bila je 12 nautičkih milja. Proba se odnosila na vrijeme potrebno da brod koji „motri“ drugi, otkrije njegove promjene brzine i kursa koristeći se pri tome podacima dobivenima od ARPA i AIS uređaja.

U prvom slučaju došlo je do promjene brzine praćenoga broda, i to s 15 čv brzina je smanjena na 10 čv. U drugom slučaju došlo je do promjene kursa praćenoga broda, tako da je brod plovio prvotno u kursu od 230°, a zatim ga je promijenio u 240°. U oba slučaja promjene su nastupile u nultom vremenu ($T=0$).

Probe su pokazale da je ARP-i, za detektiranje promjene brzine promatranoga broda potrebno 100 s. Tu detekciju AIS je obavio u okviru 20 s.

Za vrijeme potrebno da se otkriju promjene kursa rezultati su još više na strani AIS-a. Tako ARP treba 100 s, a AIS je promjenu otkrio u okviru nekoliko sekunda.

Nesumnjivo je osjetna prednost koju AIS unosi u sustav izbjegavanja sudara na moru.

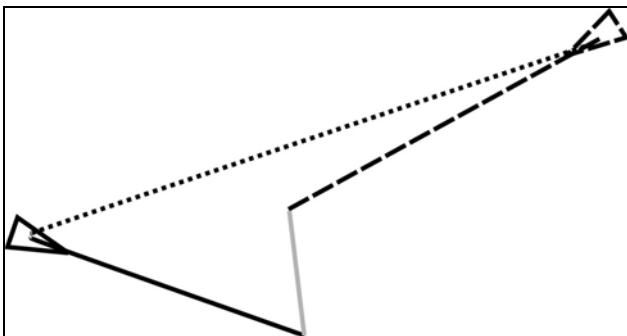
AIS podatci su „stvarniji“ jer se dobivaju od instrumenata praćenoga broda, i to gotovo u realnom vremenu. ARPA dolazi do ovih podataka uzastopnim snimanjima praćenoga objekta, kojega krajnji rezultati znatno kasne za realnim vremenom.

Također, značajno povećanje sigurnosti u izbjegavanju sudara na moru AIS će donijeti kroz mogućnost predviđanja budućih gibanja praćenih objekata, što sustav RADAR/ARP-e nije bio u stanju.

Ako brod ima uređaj za određivanje intenziteta promjene kursa (ROT), i ako je povezan s AIS-om, tada je to dodatni element navigacijske sigurnosti u smislu mogućnosti predviđanja promjene putanje (kursa) objekata koji se prate.

Intenzitet promjene kursa izražava se stupnjevima u minuti ($^{\circ}/\text{min}$) i ima predznak „+“ ako je promjena kursa na desnu stranu, ili „-“ ako je promjena kursa na lijevu stranu.

Na slici 4. je predviđanje situacije kad se kurs uzima kao stalna, nepromjenjiva vrijednost, to jest onako kako ARPA obavlja kalkulaciju.



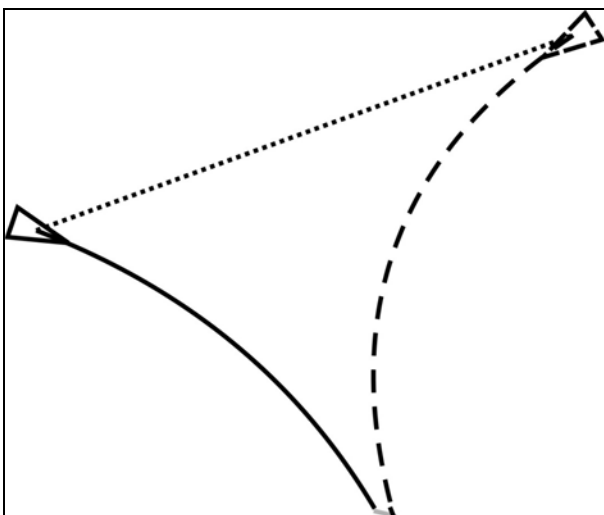
Slika 4. Grafičko određivanje (T)CPA bez uključene ROT korekcije

Figure 4. Graphical (T) CPA identification without ROT correction

U ovoj situaciji križanja kurseva, crna crta predočuje pravocrtno predviđanje puta vlastitog broda koji se giba brzinom od 12 čv u kursu od 110°. Praćenje i pravocrtno predviđanje puta objekta (drugog broda) predočeno je isprekidanom crtom, kojega brzina iznosi 15 čv, a kurs 240°. Trenutno izmjeren azimut drugoga broda iznosi 70°, a udaljenost od vlastitog broda je 2 nautičke milje (točka crta).

U takvoj pravocrtnoj projekciji predviđanja gibanja brodova, to jest u kalkulaciji koju obavi ARPA uređaj, dobiva se vrijednosti CPA od 0,4 nautičke milje i TCPA od 4,8 min (siva crta).

U istovjetnoj situaciji križanja kurseva, samo s uključenjem ROT korekcije, dobivaju se bitno različiti rezultati. (Slika 5.)



Slika 5. Grafičko određivanje (T)CPA uključujući ROT korekciju

Figure 5. Graphical (T) CPA identification with ROT correction

Luk obojen crnom bojom na slici predočava predviđenu putanju vlastitog broda, koji se giba brzinom od 12 čv u kursu od 110° i intenzitetom promjene kursa (ROT) od +5° u minuti (skretanje u desnu stranu), dakle

uključujući ROT korekciju. Izmjereni trenutni azimut drugog broda, kao i u prethodnom slučaju, iznosi 70°, a udaljenost je 2 nautičke milje (točka crta).

Praćeni objekt (brod) giba se brzinom od 15 čv u kursu od 240° intenzitetom promjene kursa od -10° u min (skretanje u lijevu stranu). Isprekidani luk predstavlja predviđenu putanju drugoga broda uključujući ROT korekciju. U tom slučaju vrijednost CPA iznosi svega 0,06 nautičkih milja, što je visoko alarmantna situacija, a vrijednost TCPA je 7,9 min.

Navedeni primjeri jasno pokazuju velik potencijal koji ima AIS kad u sklopu svojih dinamičkih podataka šalje i ROT podatke drugim brodovima u okruženju. Treba napomenuti da su intervali ažuriranja tih podataka gotovo u realnom vremenu. S tim podacima službujući časnik ima mogućnost realno predvidjeti putanju brodova koje prati, što daje veći stupanj sigurnosti navigacije.

5. Zaključak

Conclusion

U SOLAS konvenciji, glava V., odredba br. 19 kaže se sljedeće:

„Svi brodovi od 300 BRT i veći uposljeni na međunarodnim putovanjima i teretni brodovi od 500 BRT i veći koji nisu uposljeni na međunarodnim putovanjima i putnički brodovi nezavisno od veličine **moraju biti** opremljeni sa AIS-om do sljedećih rokova:...” (Istaknuli autori.)

Ti su rokovi bili, u pojedinim slučajevima, najkasnije do 31. 12. 2004., što znači da se spomenuta kategorija brodova već uvelike koristi AIS sustavom.

Sustav pruža neovisan izvor informacija koje su od ključne važnosti za časnika u službi, a radi sigurne navigacije. Sada navigatori nisu ograničeni samo na podatke koje dobivaju od RADAR-a/ARP-e, već se koriste i podacima koje dobivaju od AIS-a; detaljniji su i bliži „realnom vremenu“.

Treba napomenuti da je cjelokupni sustav još u ranoj operativnoj fazi i da se može očekivati široka uporaba ne samo u izbjegavanju sudara na moru nego i u drugim aspektima i mogućnostima koje AIS pruža.

Literatura

References

1. IALA, guidelines on the universal Automatic Identification System (AIS), Volume 1, Part I - Operational Issues; Edition 1.1, Saint Germain en Laye - France, dec. 2002
2. IALA, guidelines on the universal Automatic Identification System (AIS), Volume 1, Part II - Technical Issues; Edition 1.1, Saint Germain en Laye - France, dec. 2002
3. IALA, Technical Clarifications on ITU recommendation, ITU-R M.1371-1, Edition 1.4, Saint Germain en Laye - France, dec. 2003

4. IALA, Guidelines on AIS as a VTS tool, Saint Germain en Laye – France, dec. 2001
5. U. S. Coast Guard Research and Development Center, Automatic Identification System (AIS) user requirements, dec. 2000
6. Swedish Maritime Administration, Automatic Identification System for Ships in the Future, feb. 2004
7. Capt./Senior pilot Benny Petterson, The implication of AIS – Automatic Identification System (Transponders) on the Ship and Shore, FNI, Sweden, 2003
8. Capt. Evgeny Komrakov, *Systems for the Display and Processing of AIS Transponder Information*, Transas Ltd., St. Petersburg, Russia, 2003
9. Transportation Research Board of the National Academies, Shipboard Automatic Identification System Displays, Washington, D.C., 2003
10. Milorad Rašković, *Terestrička i elektronska navigacija*, Fakultet za pomorstvo – Kotor, 2001.
11. Rikard Kjellberg, Capacity and Throughput using a Self Organized Time Multiple Access VHF Data Link in Surveillance Applications, Dep. of Computer and System Sciences, University of Stockholm, Sweden, apr. 1998 (<http://www.gpcsweden.com>)

Rukopis primljen: 26. 4. 2007.

Želite li

prednost u moru konkurencije?

Oglasite se u časopisu Naše more!

www.nasemore.com