

Zbornik radova 28-30. rujna 1992. str. 254-257
LJUBLJANA 24. MAR - 6000
Zadar, 28-30. rujna 1992. str. 254-257

Mirjana Cević, Darko Stipaničev, Ivica Mandić

VIDNI SUSTAVI U VOĐENJU ROBOTIZIRANE RONILICE*

VISION SYSTEMS IN REMOTELY OPERATED VEHICLE CONTROL

SAŽETAK

Daljinski upravljane ronilice osnova su suvremenog sustava za istraživanje podmorja. Kvaliteta vođenja podvodnih vozila nerijetko ovisi o raspoloženju operatera na matičnom brodu, pa se primjenom inteligentnog vođenja temeljenog na vidnim sustavima nastoji postići što veći stupanj autonomnosti robotizirane ronilice.

Predloženi strojni model vidnog sustava temelji se na biološkom modelu kod kojih informacija o granicama kontrasta sačinjava najveći dio vidnog signala.

Spomenuto je nekoliko modela za iznalaženje rubova, a posebno je eksperimentalnim rezultatima ilustriran algoritam temeljen na teoriji neizrazitih skupova.

ABSTRACT

Modern systems for underwater exploration are based on remotely operated vehicle. As control quality of operated vehicle depends on operator's mood, the recent trend is to improve it using vision based control systems.

Proposed vision based control system has its origin in biological model of human vision where contrast information is one of the most important. From that point of view special attention is given to edge detection.

In this paper algorithm based on fuzzy set theory is particularly described and illustrated.

UVOD

Iskorištavanje podmorskih resursa izazov je za privredu svih pomorski orjentiranih zemalja, pa je logično da prikupljanje i obrada podataka o podmorju predstavljaju nezaobilaznu točku u razvoju takvog sustava. Posljednje desetljeće obilježeno je naglim razvojem daljinski upravljanih vozila bez ljudske posade pogodnih za vizualno pretraživanje podmorja, inspeksijske radove, postavljanje cjevovoda i slično. Na efikasnost i kvalitet obavljenog posla nužno utječu psihofizičke osobine različitih operatera koje su dosta podložne vanjskim utjecajima i mijenjaju se tokom radnog vremena.

Krajnji cilj vođenja temeljenog na vidnim sustavima ostvarenje je mogućnosti inteligentnog upravljanja ronilicom bez pomoći operatera. To podrazumijeva kreiranje baze znanja uz pomoć koje sustav može ispravno reagirati na određene situacije.

Analogni model stvarnog svijeta predstavljen 2D slikom sadrži ogroman broj informacija na temelju kojih se teško izvršavaju više intelektualne funkcije kao što su planiranje i zaključivanje. Zato je potrebno odbaciti zalihost i istaknuti korisne informacije u slici.

Ispitivanjem bioloških vidnih sustava došlo se do zaključka da je pronalaženje rubova vrlo bitan korak u procesu gledanja. Za prepoznavanje scene na slici, kao krajnjem cilju procesa obrade, slika sa izdvojenim rubovima nosi daleko veću informaciju o sadržaju scene od neobrađene slike, pa je u mnogim eksperimentalnim vidnim sustavima pronalaženje rubova početni korak analize slike.

U ovom radu, nakon kratkog opisa čovjekovog vidnog sustava i osnovnih karakteristika na njemu temeljenog sustava za vođenje robotizirane ronilice, opisane su opće karakteristike pojedinih operatera za izdvajanje rubova i prikazani su eksperimentalni rezultati dobijeni korištenjem neizrazitog algoritma.

* Rad je nastao u okviru istraživanja na projektu 2-05-206 "Inteligentni sustav za prikupljanje i obradu podataka o podmorju-ISPOPOP"

VIDNI SUSTAVI ČOVJEKA I STROJA

Podražljivost i reagiranje na vanjske podražaje značajke su života i osobine živih bića. U viših živih bića razvili su se zato sustavi određenih osjetnih organa. Svjetlost, kao jedan od najsnažnijih podražaja u prirodi, u životinjskom svijetu uvjetovala je razvitak posebnog osjetila vida koje omogućuje orijentaciju u vanjskoj sredini (uočavanje pogibelji, pronalazak hrane i sl.).

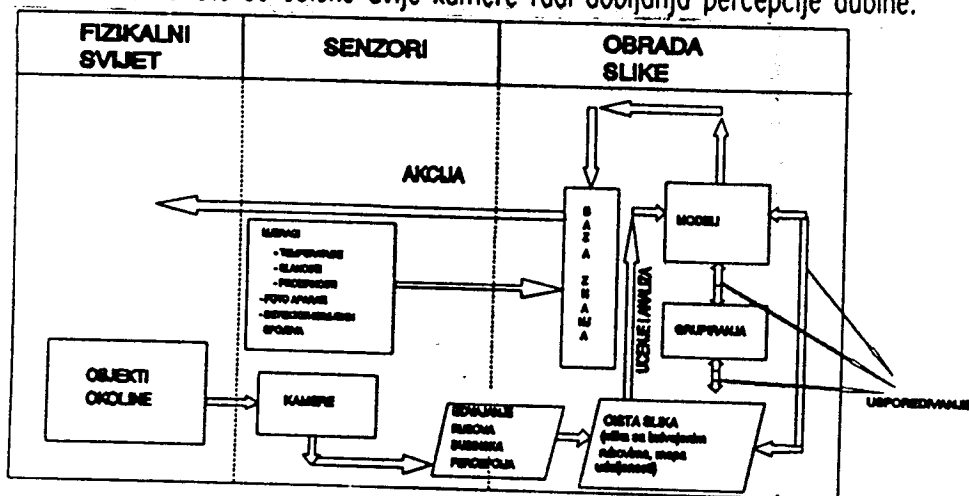
Iako ne postoji opće prihvaćeni pristup pri projektiranju vidnog sustava jer se odgovarajuće teorije postavljaju ovisno o problemu, sasvim je logično da uzor bude onaj najsavršeniji u prirodi – ljudski sustav vida. Razlikujemo tri osnovna dijelka ovisno o mjestu odvijanja određenih fizikalnih procesa koji sudjeluju u stvaranju vidne informacije. To su:

- fizička okolina
- senzorski dio
- mozak

Svjetlo reflektirano sa različitih oblika iz fizičke okoline ulazna je informacija senzorskog dijela ljudskog vidnog sustava koju živčane stanice šalju, u obliku vidnog signala, do mozga. Vidnu koru mozga dijelimo na primarno i asocijacijsko područje [1]. Primarna vidna kora odgovorna je za svjestan vid dok živčane stanice asocijacijskog područja obavljaju mnogo složenije obrasce kao što su prepoznavanje geometrijskih oblika ili prepoznavanje slova i riječi.

Područja podraživosti neurona kod primarne vidne kore javljaju se duž oštih granica vidne slike, pa nije čudno zašto je metodama isticanja rubova u analizi slike posvećena tolika pažnja.

Umjetni vidni sustav izraden je na sličnom principu. Cilj nam je iskoristiti ga za autonomno vođenje ronilice kod kojeg se zadaje samo konačni globalni cilj, a sve radnje za postizavanje tog cilja odvijaju se samostalno, bez učešća operatera. Primjer bi bilo izdavanje naredbe: "Pronađi izgubljeni objekt u XY području!", koju bi sustav izvršavao sam, razbijajući naredbu na sastavne dijelove, kreirajući globalni plan zadatka i izvršavajući pojedine zadatke samostalno [2]. Shematski prikaz takvog vidnog sustava dan je na Slici 1. Kao senzorski dio koriste se obično dvije kamere radi dobijanja percepcije dubine.



Slika 1. Vidni sustav za upravljanje podvodnim vozilom

Preslikavajući biološki model obrade slike, funkciju primarne vidne kore obavljale bi različite metode izdvajanja rubova. Za potrebe vođenja daljinski upravljano podvodnog vozila proučeno je više algoritama za izdvajanje rubova čemu je posvećeno slijedeće poglavlje. Izdvajanjem rubova odbacujemo zalihost koja smeta u uspostavljanju odnosa među oblicima u sceni. Time je funkcija ovog dijela vidnog sustava ispunjena.

U dijelu analognom vidnom asocijacijskom području spadaju različite procedure sa ciljem prepoznavanja među kojima se izdvoje uspoređivanje, nezaobilazno u uspostavljanju odnosa fizičkog svijeta preslikanog u slici sa svijetom modela, pohranjenim u bazi znanja.

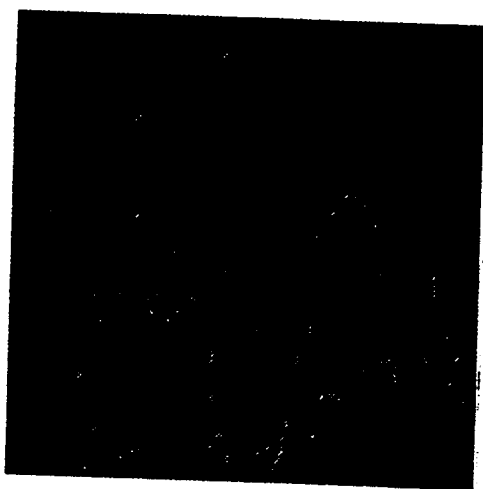
Za potrebe uspoređivanja najčešće se simbolom opisuje neko invarijantno svojstvo objekta, npr. oblik. Dinamičkim predstavljanjem invarijantnih svojstava omogućava se učenje novih oblika i kreiranje novih modela.

Nakon prepoznavanja objekata scene, vrlo lako se prenose i sva ostala svojstva nevidnog karaktera (tvrdoća, zvuk) sa poznatog objekta na nepoznati. Završni dio je donošenje konačnog zaključka o okolini na temelju kojeg se planiraju akcije i djelovanje ronilice [3].

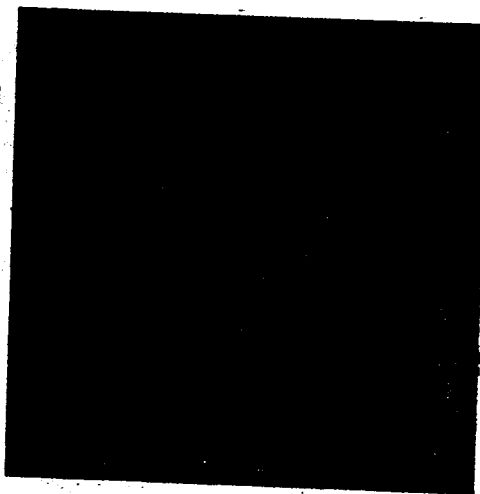
POSTUPCI IZDVAJANJA RUBOVA I PRIKAZ EKSPERIMENTALNIH REZULTATA TEMELJEN NA PRIMJENI NEIZRAZITOG ALGORITMA

Rubove definiramo kao mjesta nagle promjene intenziteta. U dosadašnjoj praksi operatore za izdvajanje rubova dijelimo u dvije skupine [4]. Operatori prve skupine temelje se na primjeni derivacije funkcije intenziteta pomoću koje se rubovi izdvajaju kao maksimumi prve odnosno prolazi kroz nulu druge derivacije. Takvi su npr. Robertsov za prvu i Modestinov detektor druge derivacije. Operatori druge skupine promatraju svaki element slike u odnosu na njegovu okolinu. Vrijednost intenziteta dobije se na temelju razlike u intenzitetima susjednih elemenata. Tipični predstavnici takvih operatora su Kirschov, Previtov i Sobelov.

a)



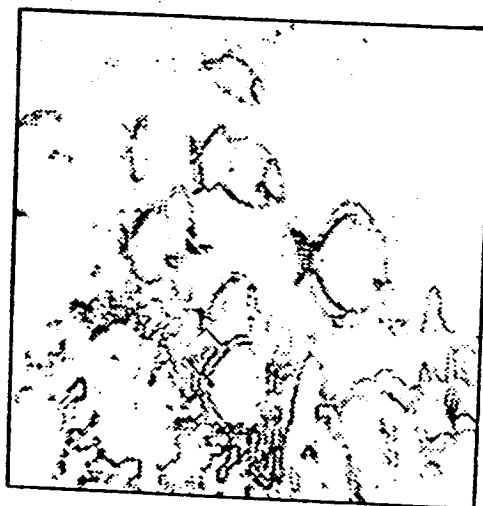
b)



c)



d)



Slika 2. Osnovna scena podmorja (a), scena pripremljena za primjenu neizrazitog algoritma (b) rezultati izdvajanja primarnih (c) i sekundarnih rubova (d).

Svi navedeni operatori izdvajaju određene točke kao rubne, a ostale pridružuju strukturama objekata ili pozadine. Na slici postoje različite vrste prijelaza, od oštih rubova do zasjenjenih područja čiji su rubovi blago izraženi i ne predstavljaju konture stvarnih objekata. Na taj način oni unose pogrešnu informaciju o sadržaju scene. Korištenjem neizrazitog algoritma moguće je razlikovati jače od slabije izraženih rubova. U tom slučaju izraženijim rubovima pridjeljuju se veća težina pri definiranju objekata u sceni.

U okviru istraživanja na projektu ISPOPOP razradili smo i prilagodili algoritam opisan u [5] potrebama istraživanja podmorja. Eksperimentalni rezultati prikazani su na Slici 2. Priprema slike za obradu obuhvaća pridjeljivanje karakteristične funkcije različitim intenzitetima ovisno o vrijednostima koje imaju u histogramu. Minimalnim vrijednostima histograma pridružuje se najveći stupanj neodređenosti. Većini ostalih elemenata, uz dodatni utjecaj klasifikacijskog operatora, pridružuju se vrijednosti na rubovima intervala tako da svijetli dijelovi postaju još svjetliji, a tamni tamniji. Za izdvajanje rubova korištena je operacija "edge detection" (EDG) čiji su detalji opisani u [5]. Kao što Slika 2. ovim postupkom moguće je izdvojiti samo rubove određenog stupnja izražajnosti, te na taj način smanjiti ili povećati količinu informacija koju obradena slika nosi. Ovako pripremljena slika osnova je za daljnji postupak prepoznavanja objekata scene.

ZAKLJUČAK

U sadašnjoj fazi razvoja vidnog sustava za vodenje daljinski upravljano podvodnog vozila predstavljeni algoritam uz dodatne informacije o dubinskoj percepciji predstavlja temelj za primjenu nadzornog daljinskog vodenja. Pojavljivanje bilo kakve zatvorene konture ili konture koja prelazi preko vidnog polja ronilice predstavlja uočeno tijelo ili objekt izdvojen iz jednolike strukture morske vode. To je ujedno i potencijalna opasnost za izazivanje sudara, pa se generiranjem zvučnog ili svjetlosnog signala operater upozorava na opasnost ili se pokreću samozaštitni mehanizmi izbjegavanja prepreke.

Opisani algoritam izdvajanja rubova koristi se kao osnova eksperimentalnog vidnog sustava vodenja ronilice.

LITERATURA

- [1] A. C. Guyton: Medicinska fiziologija, Medicinska knjiga, Beograd-Zagreb, 1985
- [2] D. Stipaničev, I. Mandić, J. Marasović, Z. Torba, M. Cecić: Temeljne odrednice inteligentnog sustava za prikupljanje i obradu podataka o podmorju, Zbornik radova KOREMA, Zagreb, 1992.
- [3] D. Stipaničev: Inteligentno vodenje daljinski upravljane ronilice, 34. simpozij ELMAR-a, Zadar, 1992.
- [4] D. Mišljenčević, I. Marsić: Umjetna inteligencija, Školska knjiga, Zagreb 1991.
- [5] M. M. Gupta, G. I. Knopf, P. N. Nikiforuk: Edge perception using fuzzy logic, in M. Cupa and T. Ytamakowa (ed): Fuzzy computing: Theory, Hardware and Applications, North, 1988, 35-51.

Mirjana Cecić, Dr. Darko Stipaničev, Dr. Ivica Mandić
Laboratorij za inteligentne sustave i robotiku
Katedra za automatiku
Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje SPLIT
tel. 563-777, fax. 563-877