

MODIFIKOVANA METODA MODELA RAZLIČITOSTI PRIMENJENA ZA DETEKCIJU ZGRADA

V. Zeljković¹, A. Dorado², Ž. Trpovski¹ and E. Izquierdo²

¹Fakultet tehničkih nauka D. Obradovića 6, 21000 Novi Sad, ²Department of Electronic Engineering, Queen Mary, University of London, London E1 4NS, United Kingdom

Abstract – Predstavljena je tehnika za detekciju zgrada u realnim video sekvencama. Tehnika kombinuje fazi (fuzzy) klasifikaciju sa modifikovanim metodom modela različitosti radi detektovanja promenljivih površina u spoljnoj sredini. Predložena tehnika koristi informacije dobijene iz video sekvenci u cilju poboljšanja preciznosti klasifikacionih rezultata. Testirana je u uslovima različitog osvetljenja. Postignuti su zadovoljavajući i obećavajući rezultati.

1. UVOD

U ovom radu predstavljena je tehnika za klasifikaciju i detekciju zgrada koja koristi informacije dobijene iz osnovnih karakteristika video signala.

Tehnika se bazira na dva jednostavna opažanja:

- 1) Verovatnoća prisustva karakteristika koje odgovaraju uzorku “zgrada” veća je u statičkim regijama jer su zgrade po svojoj prirodi čvrsti statički objekti;
- 2) Pogrešna klasifikacija može se umanjiti uklanjanjem piksela koji pripadaju promenljivim regijama. Ove regije mogu da sadrže objekte koji su različiti od zgrada ali koji imaju visok stepen sličnosti.

Postojeći pristupi za klasifikaciju zgrada koriste Bayesian-ov okvir rada za korišćenje svojstava slike putem perceptualnog grupisanja [1], binarnih Bayesian-ovih hijerarhijskih klasifikatora [2], ili primenom ekstrakcije zgrada pomoću vektorskih mašina [3].

U odeljku 2 predstavljen je postupak detekcije kao i modifikovani model različitosti. Odeljak 3 sadrži opis procesa za detekciju zgrada. U odeljku 4 predstavljeni su izabrani rezultati eksperimenata. U odeljku 5 dat je zaključak.

2. DETEKCIJA PROMENLJIVIH REGIJA

Postojeći algoritmi za detekciju promenljivih regija u video sekvencama veoma teško razlikuju stvarne promene od promena nastalih usled fluktuacije osvetljenja koje su česta pojava u spoljašnjim uslovima [4]-[6].

Koristeći prozor W fiksne veličine i na poziciji I i kliznu masku A_i kojom se prelazi preko W u svakom frejmu, detektuju se strukturne promene u sekvenci slika I koja ima N frejmova.

2.1. Metod modela različitosti

U [5] Skifstad i Jain koriste odnos intenziteta piksela unutar maske A_i između dva frejma za procenu varijanse piksela

$$\sigma_i^2:$$

$$\sigma_i^2 = \frac{1}{\text{card}\{A_i\}} \sum_{m \in A_i} \left(\frac{B_m}{C_m} - \mu_{A_i} \right)^2, \quad i = 1..n, \quad (1)$$

gde je B_m referentni frejm pozadine, koji ne sadrži pokretne površine, C_m je tekući frejm, a μ_{A_i} je srednja vrednost odnosa intenziteta piksela u okviru A_i . Ako je $\sigma_i^2 \geq \varepsilon$ (odgovarajući prag), centar A_i označava se kao promenljiva regija.

Međutim, eksperimenti su pokazali da je ovaj metod osetljiv na brze i velike promene osvetljenja jer se tada neki pikseli pogrešno detektuju kao da pripadaju promenljivim regijama.

2.2. Modifikovan metod modela različitosti

Navedeni nedostatak značajno je umanjn primenom poboljšanog i pojednostavljenog metoda modela različitosti za detekciju promena, predstavljenog u [7]. Metod se pokazao invarijantnim na ekstremne promene osvetljenja na nivou piksela. Varijansa ${}^I\sigma_i^2$ definiše se kao

$${}^I\sigma_i^2 = \frac{1}{\text{card}\{A_i\}} \sum_{m \in A_i} \left(\frac{B_m}{C_m} K_i - \text{median}\{A_i\} \right)^2, \quad (2)$$

gde $\text{median}\{A_i\}$ estimira medijan vrednost svih piksela koji pripadaju A_i , a K_i je adaptivni koeficijent koji kompenzuje brze i velike promene osvetljenja. K_i je definisan kao

$$K_i = \frac{\sum_{m \in A_i} C_m}{\sum_{m \in A_i} C_{1m}} = \frac{\mu_i}{\mu_1}, \quad (3)$$

gde je C_{1m} intenzitet piksela prvog frejma u sekvenci. Ako je ${}^I\sigma_i^2 \geq \varepsilon$ centar A_i se označava kao promenjena regija.

Detekcija promena primenjuje filter I_b na svaki piksel tekućeg frejma I_m

$$\hat{I}_m(x, y) = \begin{cases} 255 & \text{if } I_m^b(x, y) = 255 \\ I_m(x, y) & \text{otherwise} \end{cases}, \quad (4)$$

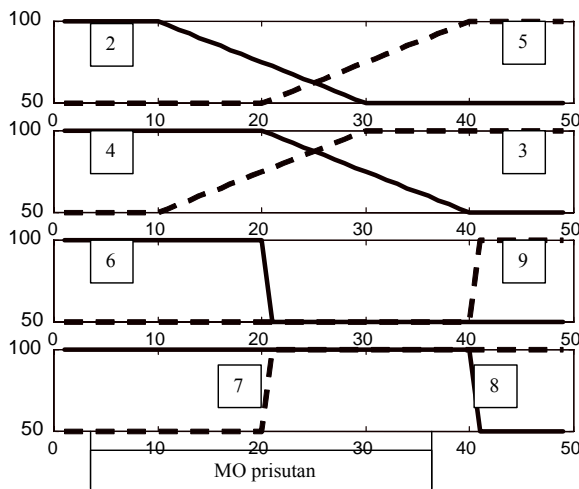
gde \hat{I}_m sadrži samo statičke površine. Na ovaj način locirani su pikseli sa promenama i formirana binarna slika I_b koja sadrži bele i crne piksele. Beli pikseli predstavljaju promenljive, a crni statičke regije u slici.

2.3. Poređenje sa drugim postupcima

Postupak modela različitosti, opisan u [5] otporan je na promene osvetljenja do određenog nivoa (približno 10% promene). Uvođenje koeficijenta K_i dovelo je do povećanja osetljivosti visoko iznad pomenutog nivoa (do 50%).

Modifikovani metod modela različitosti za detekciju promena primenjen je za analizu video sekvence koja sadrži 49 monohromatskih slika dimenzija 640×480 piksela sa 256 nivoa sivog (8 bita). Primenjen je prozor W od 5×60 piksela.

Za usrednjavanje je korišćena klizna maska A_i dimenzija 3×3 piksela. Optimalna vrednost praga ($\varepsilon = 0.1$) određena je eksperimentalnim putem.



Sl. 1. Detekcije promene osvetljenja (u %)

Izvršeno je nekoliko eksperimenata sa različitim promenama osvetljenja. Neki od rezultata prikazani su na slici 1. Na primer, rečkava linija 3 na drugom dijagramu ukazuje na povećanje osvetljenja od 50% do 100% od originalne vrednosti. Promena osvetljenja prisutna je od 11. do 30. frejma (0.8s). Skraćeni pregled rezultata dat je u Tabeli 1.

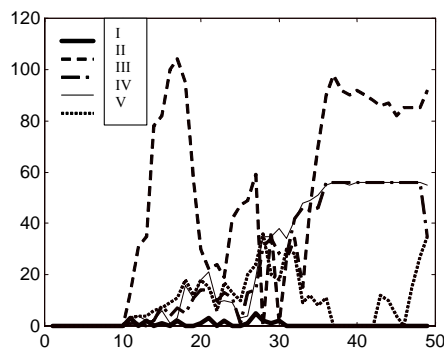
Tabela 1. Poređenje među izabranim metodama:

- I – Modifikovani model različitosti
- II – Morfološka detekcija ivica [4]
- III – Selektivno osvežavanje pozadine [4]
- IV – Detekcija promena [6]
- V – Model različitosti [5]

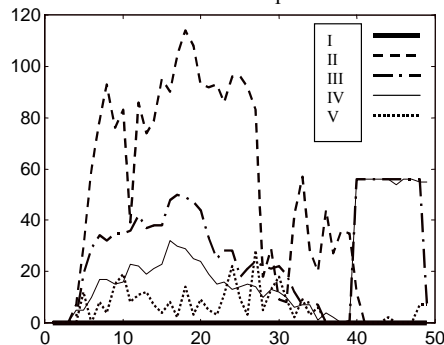
Istinito pozitivni (TP) i lažno pozitivni (FP) pikseli odgovaraju procentu korektnih detekcija i lažnih detekcija u W , respektivno. P je preciznost.

Rezultati[%]	I	II	III	IV	V
TP	100	96.97	100	100	90.90
FP	0	81.25	75	81.25	56.25
P	100	54.41	57.14	55.17	61.77
TP	100	54.55	0	93.94	81.81
FP	0	25	56.25	62.25	0
P	100	68.57	0	60.14	100

Modifikovani metod uvek detektuje promene i nema lažnih detekcija.



Sl. 2. Rezultati za eksperiment #2



Sl. 3. Rezultati za eksperiment #9

Slike 2 i 3 ilustruju ponašanje pomenutih metoda u uslovima različitog osvetljenja. Na osi x predstavljeni su redni brojevi procesiranih frejmova, a y osa prikazuje apsolutnu razliku broja detektovanih piksela koji pripadaju promenjenim regijama u W , između normalne sekvence i sekvence sa pomenutim promenama osvetljenja.

3. DETEKCIJA ZGRADA

3.1. Klasifikacija zgrada

U ovom poglavlju predstavljen je problem klasifikacije karakteristika niskog nivoa ekstraktovanih iz video za detekciju i klasifikaciju zgrada.

Neka $\mathbf{x} = (x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1N}, x_{2N}, \dots, x_{MN})$ predstavlja sliku ili frejm, $\mathbf{f} = \{\mathbf{f}^{(1)}, \dots, \mathbf{f}^{(n)}\}$ skup karakteristika gde je \mathbf{f} funkcija slike \mathbf{x} , $E^t = (e_1^t, \dots, e_s^t)$ je uzorak uzet iz vektora karakteristika $\mathbf{f}^{(t)}$, i $Y = \{B, NB\}$ je skup klasa (B: Građevina, NB: Nije građevina). Problem klasifikacije građevina izložen je kao funkcija učenja

$$g(\mathbf{x}) = E^t \mapsto Y, \quad (5)$$

gde su Y simboli koji identifikuju klase i predstavljaju semantičku interpretaciju uzorka E^t .

$g(\mathbf{x})$ se može razložiti u K specijalizovanih klasifikatora sa po jednom klasom

$$g_j(\mathbf{x}) = E^t \mapsto y_j, 1 \leq j \leq K \quad (6)$$

Kasnije, fuzzy model se izdvaja iz skupa karakteristika $\mathbf{f}^{(t)}$ u cilju aproksimacije svake funkcije $g_j(\mathbf{x})$ skupom

$R_j = \{R_{j1}, \dots, R_{jC}\}$ if-then pravila koja imaju sledeću strukturu:

$${}^w R_{jk} : \text{If } e_i^t \text{ is } A_i^k \text{ then } Y \text{ is } y_j \quad (7)$$

e_i^t se vezuje za poseban tip ivica i A_i^k je lingvistička oznaka koja se koristi za transformaciju vrednosti iz kontinualnog u diskretni domen. Stoga, $g_j(\mathbf{x})$ je sumiran po pravilu R na sledeći način:

$$g(\mathbf{x}) \approx R = \bigvee_{j=1, k=1}^{M, C} {}^w R_{jk} \quad (8)$$

gde je $w \in [0,1]$ težinski faktor pravila

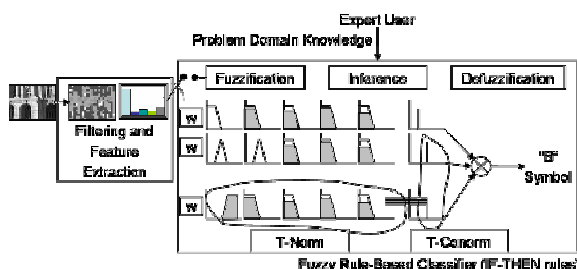
Nakon nekoliko eksperimenata utvrđeno je da većina pogrešnih klasifikacija građevina u realnim sekvencama nastaje usled pojave objekata koji nisu građevine a imaju sličnu raspodelu ivica. Većina ovih objekata su pokretni objekti. Zbog toga je ova tehnika unapređena integracijom metode poboljšanja koja detektuje pokretne objekte.

3.2. Proces klasifikacije i detekcije

Klasifikator zgrada koristi skup if-then pravila i fuzzy reasoning metod. Pravila imaju nekoliko prethodnih članova i jedan sledstveni član prema jednačini 7.

Fuzzy reasoning metod sastoji se od tri faze:

- 1) Fuzifikacija pretvara vrednosti karakteristika iz kontinualnog u diskretni domen koristeći funkcije članice.
- 2) Inferencija kombinuje fazi skupove i koristi fazi pravila za određivanje klase ovih karakteristika Ova kombinacija zahteva T-Norm operator. Značaj pojedinih pravila podešava se težinskim faktorima. Ako se klasa javi u više od jednom pravilu, traži se T-Conorm operator.
- 3) defuzifikacija u kojoj se rezultat transformiše iz fazi u realni domen. Slika 4 sumira ceo proces klasifikacije zgrada i detekcije.



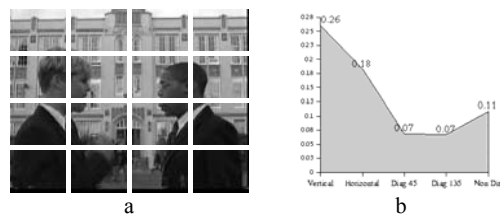
Sl. 4. Proces klasifikacije i detekcije

3.3. Poboljšana detekcija zgrada

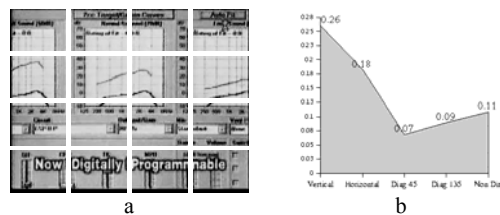
Rezultati procesa poboljšani su korišćenjem preprocesiranja: filtracijom, selekcijom i izdvajanjem odgovarajućih karakteristika. Pokretni objekti eliminisani su iz analize da bi se smanjila verovatnoća pogrešne klasifikacije.

Naslikama 5.a i 6.a prikazani su frejmovi koji se klasifikuju se kao slike sa zgradama. Posmatrajući histograme ivica podslike na Sl. 5.b i 6.b, koji doprinose rezultatima klasifikacije, zaključujemo da zaista imaju sličnu

raspodelu. Ovaj tip greške u klasifikaciji prevazilazi se primenom predloženog metoda.

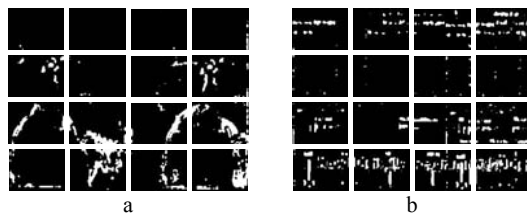


Sl. 5. Primer slike sa zgradom. a. Video frejm. b. histogram ivica podslike u redu 1 i koloni 3.



Sl. 6. Primer pogrešne klasifikacije zgrade. a. Video frejm. b. histogram ivica podslike u redu 4 i koloni 3.

Na slikama 7.a i 7.b pokretni objekti označeni su belim pikselima u binarnoj slici, a statička pozadina označena je crnim pikselima. Ova informacija izdvojena je iz analizirane video sekvence.



Sl. 7. Detekcija pokretnih objekata korišćenjem poboljšane metode modela različitosti. Slike a i b predstavljaju binarne slike video frejmova sa slike 5 i 6, respektivno.

4. EKSPERIMENTALNI REZULTATI

Metoda klasifikacije zgrada primenjena je na preko 3000 frejmova iz skupa video sekvenci slučajno izabranih iz TRECVID video baze. Karakteristike su izdvojene iz ključnog i dodatnih frejmova pomoću deskriptora histograma ivica [8]. Izvršena je statistička evaluacija rezultata na osnovu količine korektno klasifikovanih slika (TP) ili pogrešno klasifikovanih slika (FP). Rezultati su prikazani u Tabeli 2. Preciznost je značajno povećana kombinacijom detekcije pokretnih objekata (CRD) bazirane na poboljšanoj metodi modela različitosti sa klasifikacijom zgrada na osnovu ivica (EBIC).

Tabela 2. Rezultati preciznosti (P) [%]

Metoda	TP	FP	P
EBIC	77.70	21.96	77.97
EBIC+CRD	89.54	10.12	89.84

5. ZAKLJUČAK I DALJI RAD

Predstavljena je tehnika poboljšane klasifikacije zgrada. Koristi dodatnu informaciju iz sekvence slika i primenjuje

jednostavni, brzi i efikasni metod za detekciju pokretnih objekata.

Modifikovani metod modela različitosti testiran je na realnim video sekvencama u uslovima promenljivog osvetljenja. Dobijeni su zadovoljavajući i obećavajući rezultati. Nezavisan je na promene osvetljenja, dok su druge metode jako osetljive na ove promene. Uvek uspeva da detektuje pokretne objekte u uslovima promene osvetljenja.

Uklanjanjem piksela koji pripadaju pokretnim objektima, smanjena je pogrešna klasifikacija i znatno je povećana preciznost.

LITERATURA

- [1] Q. Iqbal and J.K. Aggarwal, "Applying perceptual grouping to content-based image retrieval: Building image," *IEEE Int'l Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR99)*, vol. 1, pp. 42-48, Jun 1999.
- [2] A. Vailaya, M.A.T. Figueiredo, A.K. Jain, and H-J. Zhang, "Image classification for content-based indexing," *IEEE Trans. on Image Processing*, vol. 10, no. 1, pp. 117-130, 2001.
- [3] Y-N. Wang, L-B. Chen, and B-G. Hu, "Semantic extraction of the building images using support vector machines," in *Proc. IEEE Int'l Conf. on Machine Learning and Cybernetics*, Beijing, Nov 2002, vol. 3, pp. 1608-1613.
- [4] M. Fathy and M.Y. Siyal, "An image detection technique based on morphological edge detection and background differencing for real-time traffic analysis," *Pattern Recognition Letters*, vol. 16, pp. 1321-1330, 1995.
- [5] K. Skifstad and R. Jain, "Illumination independent change detection for real world image sequences," *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*, vol. 46, pp. 387-399, 1989.
- [6] G.L. Foresti and C. Regazzoni, "A change detection method for multiple object localization in real scenes," in *Proc. 20th Int'l Conf. on Industrial Electronics, Control and Instrumentation*, Sep 1994, vol. 2, pp. 984-987.
- [7] Z. ZELJKOVIC, Z. TRPOVSKI, and V. SENK, "Improved illumination independent moving object detection in real world video sequences," in *Proc. 4th EURASIP Conf. focused on Video/Image Processing and Multimedia Communications*, Jul 2003, vol. 2, pp. 473-476.
- [8] Y. CHOI, C. S. WON, Y. M. RO, and B.S. MANJUNATH, "Texture descriptors," in *Introduction to MPEG-7, Multimedia Content Description Interface*, B.S. MANJUNATH, P. SALEMBIER, and T. SIKORA, Eds., chapter 14, pp. 213-229, Wiley, 2002.

Abstract – A technique for detection of building images in real-world video sequences is presented. It combines fuzzy rule-based classification with a modified shading model method for changing region detection in outdoor environment. Proposed technique uses information extracted from video features to improve precision in classification results. It has been tested on sequences under various lighting conditions. Satisfactory and promising results have been achieved.

A MODIFIED SHADING MODEL METHOD FOR BUILDING DETECTION

V. Zeljković, A. Dorado, Ž. Trpovski and E. Izquierdo