
Aleksa Tešić

Procena oblačnosti sa noćnih snimaka petničke all-sky kamere za snimanje meteora

Cilj ovog rada je bilo razvijanje i ispitivanje metoda koji će vršiti procenu oblačnosti na slikama all-sky kamere. Metod je razvijan u razvojnom okruženju CodeBlocks, u programskom jeziku C++ i uz korišćene eksterne biblioteke OpenCV koja je služila za obradu slike. Procena oblačnosti je davana na osnovu raspodele intenziteta piksela na ispitivanoj fotografiji i upoređivanje dobijene raspodele sa referentnom vrednošću. Referentna vrednost je raspodela piksela na slikama na kojima je oblačnost već bila poznata, tačnije profili prema kojim su slike sortirane su izrađeni na osnovu 890 već klasifikovanih snimaka. Za potrebe istraživanja klasifikovano je 800 slika. Dobijeni rezultati su pokazali da metod može sa sigurnošću od 100% utvrditi koja slika je vedra, sa sigurnošću od 50% razlikuje koja slika je oblačna a koja ima maglu, sa sigurnošću od 5% određuju slike na kojima je mesečina i sa sigurnošću od 0% fino razlikuje oblačnost.

Uvod

Najvažniji podatak kod lokacije na kojoj je instalirana all-sky kamera je informacija o tome koliko dana u godini je nebo oblačno. Što je broj tih dana manji, to je lokacija bolja. Dodatni problem koji postoji kod petničke all-sky kamere (Bettonvil 2015), na čijim snimcima je istraživanje ovog rada zasnovano, je potreba za klasifikacijom svih snimaka kako bi se odredilo na kojim snimcima postoji mogućnost pojave meteora. Klasifikacija podrazumeva izbacivanje

svih potpuno oblačnih snimaka, jer se na njima sigurno ne mogu naći meteori.

Tradicionalno, klasifikaciju snimaka je vršio čovek, ručno prolazeći kroz bazu dajući svoju procenu o nivou oblačnosti. Ovakav način klasifikacije i procenjivanja je nekonzistentan, najviše zbog ljudske subjektivnosti.

Neka od prethodnih načina istraživanja vezana za određivanje oblačnosti su vršena:

- metodom praćenja satelitskih snimaka (Jia *et al.* 2015),
- pravljenjem neuronskih mreža (Martinis *et al.* 2013),
- mapiranjem neba (Gonzales *et al.* 2012).

U ovom radu razvijena je metoda za procenu oblačnosti na snimcima sa all-sky kamere, koja je zasnovana na klasifikaciji slika na osnovu raspodele intenziteta piksela. Tačnost metode ispitana je upoređivanjem iste grupe snimaka sortiranih i ručno i automatski.

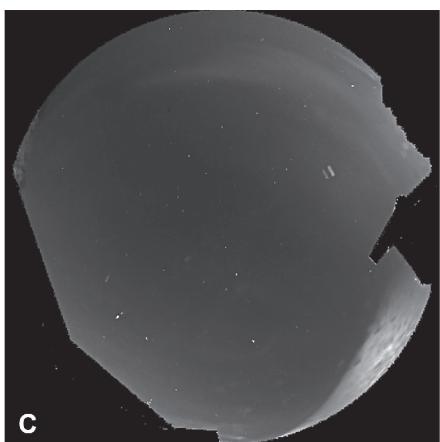
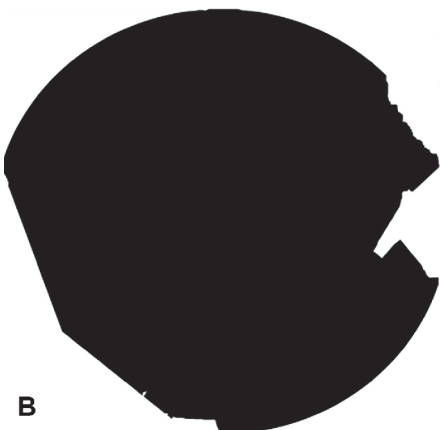
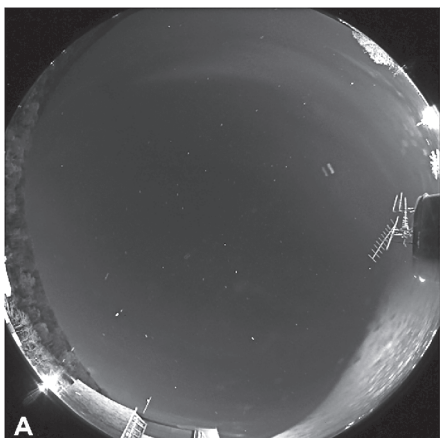
Metod

Sortiranje snimaka sa all sky kamere izvršava se programom napisanim u programskom jeziku C++, uz korišćenje eksterne biblioteke OpenCV, koja služi za obradu slike. Osnovna ideja je da se učitana slika prebaci u greyscale i da se na nju nanese maska koja će skloniti nepokretne objekte (slika 1). Slika se potom deli na segmente posebnom funkcijom napravljenom za to. U svakom segmentu gleda se raspodela intenziteta piksela i računa prosečan intenzitet slike, koji se upoređuje sa referentnom vrednošću da bi se na osnovu nje izvukao zaključak o oblačnosti.

Referente vrednosti su prosečne raspodele piksela izračunate na slikama poznate oblačnosti.

Aleksa Tešić (1999), Žiča, učenik 3. razreda Gimnazije u Kraljevu

MENTOR: Ivan Glišin, poslovni analitičar, CPU d. o. o, Beograd



Slika 1. Početna slika (A), maska (B) i slika pokrivena maskom (C)

Figure 1. Starting image (A), mask (B), and image covered with mask (C)

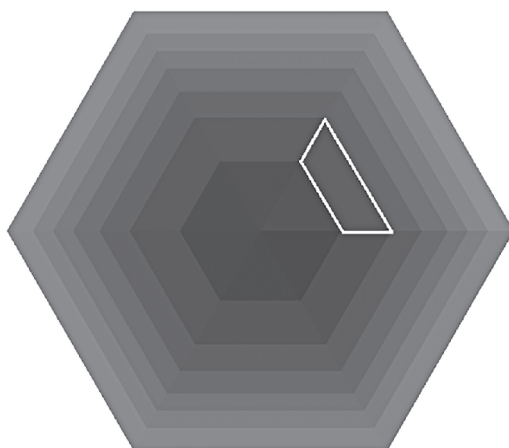
Maska. Biblioteka OpenCV učitane slike interpretira kao $x \times y$ matrice, gde su x i y širina, odnosno dužina slike date u pikselima. Maska je iste veličine kao slika i definiše deo slike koji se analizira i u našem slučaju ista je za sve snimke, pošto je vidno polje kamere fiksno.

Podela na segmente i razvrstavanje piksela. Kružno vidno polje kamere deli se koncentričnim pravilnim mnogouglovima na segmente na kojima će se kasnije vršiti merenja oblačnosti (slika 2). Mnogouglovi se definišu zadavanjem broja temena i podelom po poluprečniku vidnog polja. Tako je svaki segment određen sa svoja četiri temena u polarnom koordinatnom sistemu, pomoću promenljivih r i α , gde je r udaljenost tačke od koordinatnog početka, a α je ugao koji tačka zaklapa sa x-osom. Upisivanja polarnih koordinata za zadato r i α data su pseudokodom:

```

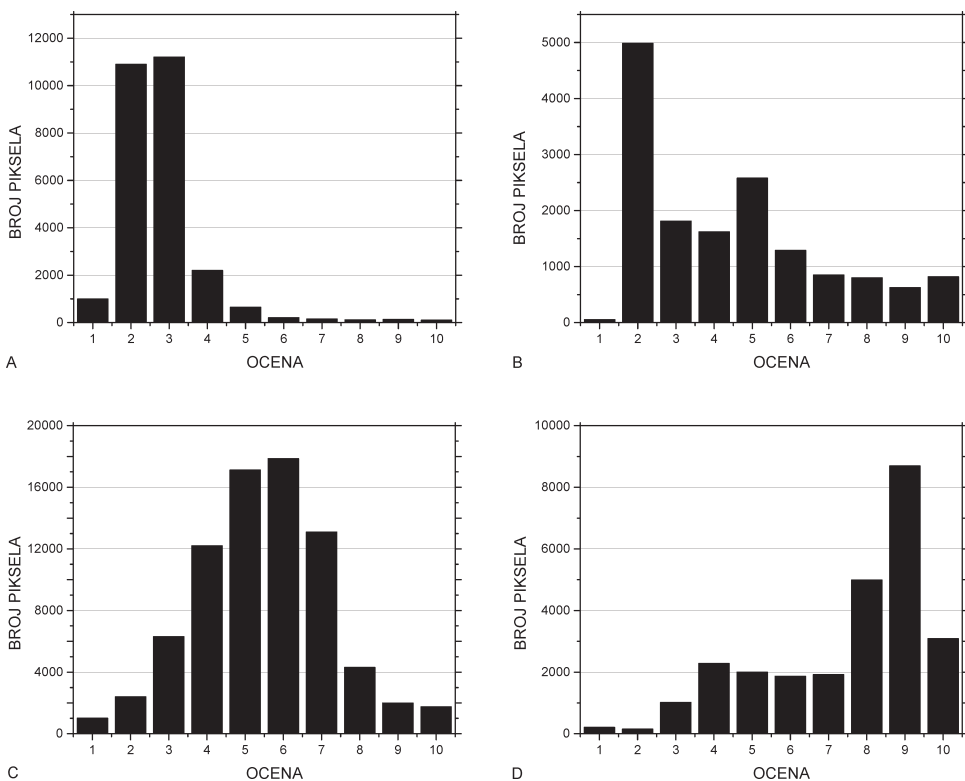
alpha = 30 stepeni;
r = 2;
niz_tačaka = prazan;
while (alpha = 360 stepeni) do
begin
    Tačka t(alpha, r);
    alpha = alpha + 30 stepeni;
    stavi_u_niz_tačaka(t);
end;

```



Slika 2. Primer podela na segmente

Figure 2. Example of division using segments



Slika 3. Raspodela piksela za četiri najčešća slučaja: A – vedro bez mesečine, B – vedro sa mesečinom, C – oblačno i D – maglovito.

Figure 3. Distributions of pixels for the four most common types of pictures: A – clear sky, B – clear sky with full moon, C – cloudy, and D – foggy.

Ovim procedurom za svaku vrednost r možemo napraviti niz koordinata. Jednostavnom transformacijom:

$$x = r \cos \alpha$$

$$y = r \sin \alpha$$

dobijamo Dekartove koordinate. Tako dobijamo nove nizove koji umesto polarnih sadrže Dekartove koordinate. Da bismo dobili koordinate temena segmenata, spajamo dva susedna niza. Potom proveravamo da li se određena tačka, odnosno piksel, nalazi unutar izabranog segmenta.

Raspodela intenziteta piksela po segmentima. Kako imamo grayscale sliku, pikseli imaju intenzitete između 0 i 255, gde je 0 potpuno crn piksel, a 255 potpuno beo. Budući da znamo koji se pikseli nalaze u određenom kvadrantu, za svaki kvadrant pravimo niz od 256 elemenata, gde

indeksi niza idu od 0 do 255. Ovim postupkom dobijemo intenzitete piksela na svakom segmentu. Kako svaki segment ima svoj mod (indeks na kom ima najviše elemenata, „vrh” raspodele), možemo odrediti prosečan mod za svaku sliku (Glišin, usmena konverzacija).

Zatim se modovima dodeljuju ocene od 1 do 10 po sledećem pravilu:

- 0–25, ocena 1
- 25–50, ocena 2
- 50–75, ocena 3
- 75–100, ocena 4
- 100–125, ocena 5
- 125–150, ocena 6
- 150–175, ocena 7
- 175–200, ocena 8
- 200–225, ocena 9
- 225–255, ocena 10

Rezultati testiranja

Testiranje algoritma na 890 unapred sortiranih slika ukazali su na četiri tipične raspodele: za vedro nebo bez mesečine, vedro nebo sa mesečinom, oblačno nebo i maglovito nebo (slika 3).

Prva testiranja su pokazala da ovakav način obrade slika prepoznaje vedre slike sa nekih 10% greške, ali ne može da odredi razliku između različitih nivoa oblačnosti (25%, 50%, 75% i 100% pokrivenosti slike oblacima).

Kada program obradi neki folder sa slikama, pronaći će sve vedre slike, ali će uključiti i 10% slika koje su oblačne. Ovaj višak slika ne pravi nikakvu štetu, jer će, čak i da program uključi slike koje nisu vedre, njihov broj biti znatno manji od broja koji bismo imali ako slike ne bismo proveravali automatski.

Zaključak i konačni rezultati

Testiranje na 800 slika koje nisu korišćene pri pravljenju profila dobijeni su sledeći rezultati:

- 100% uspešnosti u pronalaženju vedrih fotografija, uz već navedeni procenat greške od 10%.
- 50% uspešnosti u razlikovanju oblačnih i fotografija na kojima je magla.
- 5% uspešnosti u određivanju fotografija na kojima je mesečina.
- 0% uspešnosti u finom razlikovanju oblačnosti.

Ipak, pokazalo se da je najveća mana ove metode potreba za ogromnim brojem snimaka koji su već pregledani, što dovodi do problema sa korišćenjem kamere tamo gde nema nikakvih sortiranih slika, jer se ovakva obrada zasniva samo na statistici, što više već sortiranih slika imamo, to će nam precizniji program biti.

Dalji rad i moguća unapređenja. Ako se reši problem sa preciznim određivanjem oblač-

nosti, moguće je napraviti potuno automatizovano sortiranje slika sa bilo koje all-sky kamere. Potrebno je ovu verziju programa staviti na testiranje sa mnogo većim brojem slika da bi se dobili rezultati koji su potrebni za preciznije kalibrisanje algoritma za sortiranje.

Kombinujući funkcije za ocenjivanje i funkcije za crtanje mnogouglova, moguće je napraviti grafički prikaz promene oblačnosti tokom dana u real-time brzini.

Zahvalnost. Milenku Gavriću na izradi programa za generisanje maske, i Petničkoj meteorološkoj grupi na ustupljenim snimcima.

Literatura

Bettonvil F. 2015. POGLED, Petnica bolide all-sky camera device. Instruction manual v1.0. Petnička meteorska grupa, Istraživačka stanica Petnica, 14000 Valjevo

Gonzales Y., López C., Cuevas E. 2012. Automatic Observation of Cloudiness: Analysis of All-Sky Images. *WMO Technical Conference on Meteorological and Environmental instruments and Methods of observations Brussels (Belgium), 2012*, str. 1-6.

Jia Y., Yongqiang Y., Liyong L., Xuan Q., Hongshuai W. 2015. Cloud Cover Measurement from All-Sky Nighttime Images. *Journal of Physics: Conference Series*, **595**: 012040.

Martinis C., Wilson J., Zabłowski P., Baumgardner J., Aballay L., Garcia B., Rastori P., Otero L. 2013. A New Method to Estimate Cloud Cover Fraction over El Leoncito Observatory from an All-Sky Imager Designed for Upper Atmosphere Studies. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, **125**: 56.

OpenCV library: <http://opencv.org/> Poslednji pristup sajtu: 6.9.2017.

Aleksa Tešić

Estimation of Cloud Coverage from Night-Time Images Taken by Petnica's All-Sky Meteor Camera

The purpose of this project was the development and testing of a method for the estimation of cloud coverage from pictures made by an all-sky camera in Petnica (Bettonvil 2015). The method was developed in CodeBlocks IDE, using the C++ programming language and OpenCV library for C++, which was used for im-

age processing. Estimation of cloud coverage was determined by the distribution of pixels based on their intensity. The distribution from the currently observed picture was compared with the known distribution profiles which were based on 890 already classified pictures (Figure 3). For the needs of this research, 800 more pictures were sorted, using the developed method and distribution profiles. Results showed that this method has a 90% accuracy in determining which pictures have a clear sky, 50% accuracy in differentiating foggy pictures from cloudy pictures, 5% accuracy in determining pictures with a full moon and 0% accuracy in the fine differentiation of cloud coverage. 