



IZAZOVI INTEGRACIJE SENZORSKIH SUSTAVA NA KOPTERE I NJIHOVA PRIMJENA

Anja Batina, univ. bacc. ing. geod. et geoinf.

Josip Gulin, univ. bacc. ing. geod. et geoinf.

Domagoj Čota, univ. bacc. ing. geod. et geoinf.

Zaton, 13. lipnja 2015.

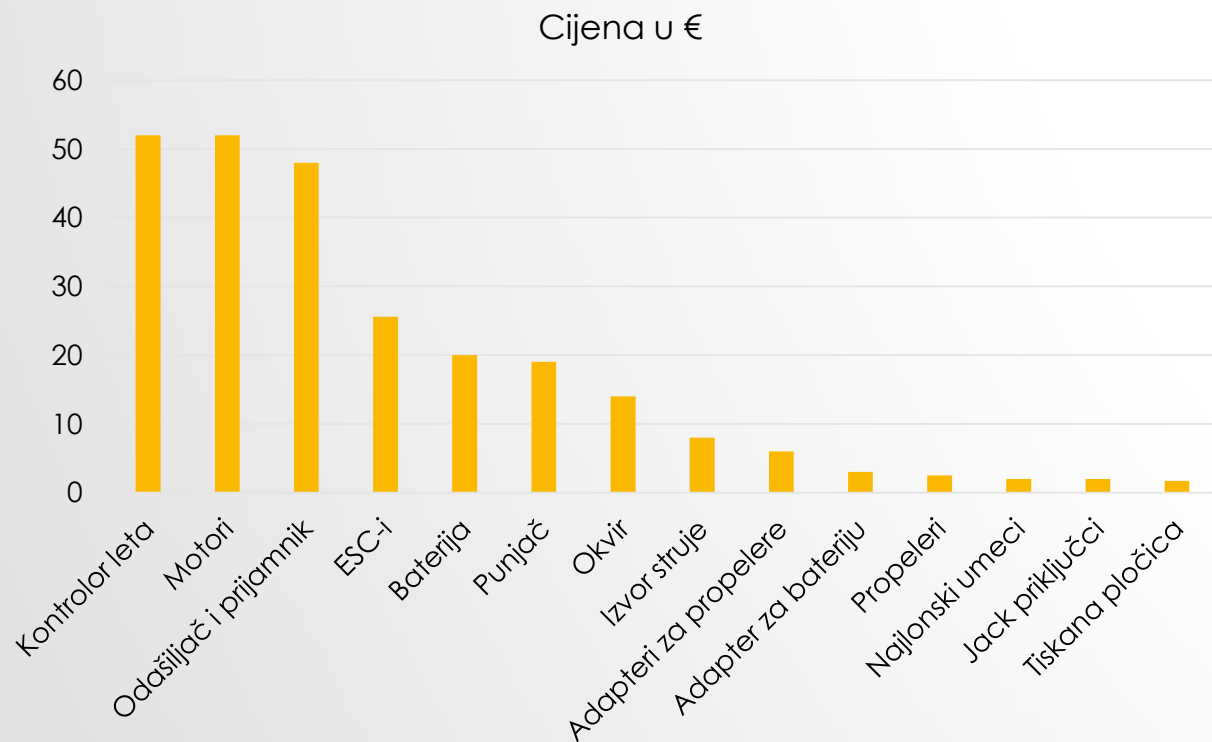
SADRŽAJ

- samostalna izrada koptera
- integracija senzora
- izgradnja vs. nabavka gotovog uređaja
- primjena
- studije slučaja

IZGRADNJA KOPTERA

- okvir, 4 motora, 4 elektronička kontrolora brzine vrtnje, sustav za kontrolu leta, radio odašiljač i prijamnik, 4 propelera (2 u smjeru kazaljke na satu, 2 obrnuto), baterija, punjač za bateriju
 - dodatni dijelovi: adapter za bateriju, adapteri za propelere, visoki i niski najlonski umetci, jack priključci
 - alat: lemilica, odvijač, hex ključ, kliješta, pištolj s vrućim ljepilom
- koraci:
 - spajanje okvira
 - postavljanje motora i spajanje ESC-a i tiskane pločice
 - ugradnja elektronike
 - kalibracija odašiljača
 - ugradnja propelera

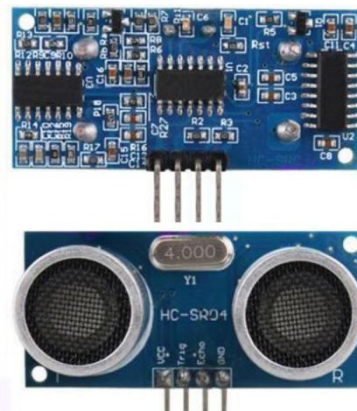
IZGRADNJA KOPTERA



$\Sigma \approx 250 \text{ €}$

INTEGRACIJA SENZORA

- GNSS: U-blox NEO-M8
- senzor udaljenosti: HC-SR04
- INS: Invesense MPU-6050
- kamera

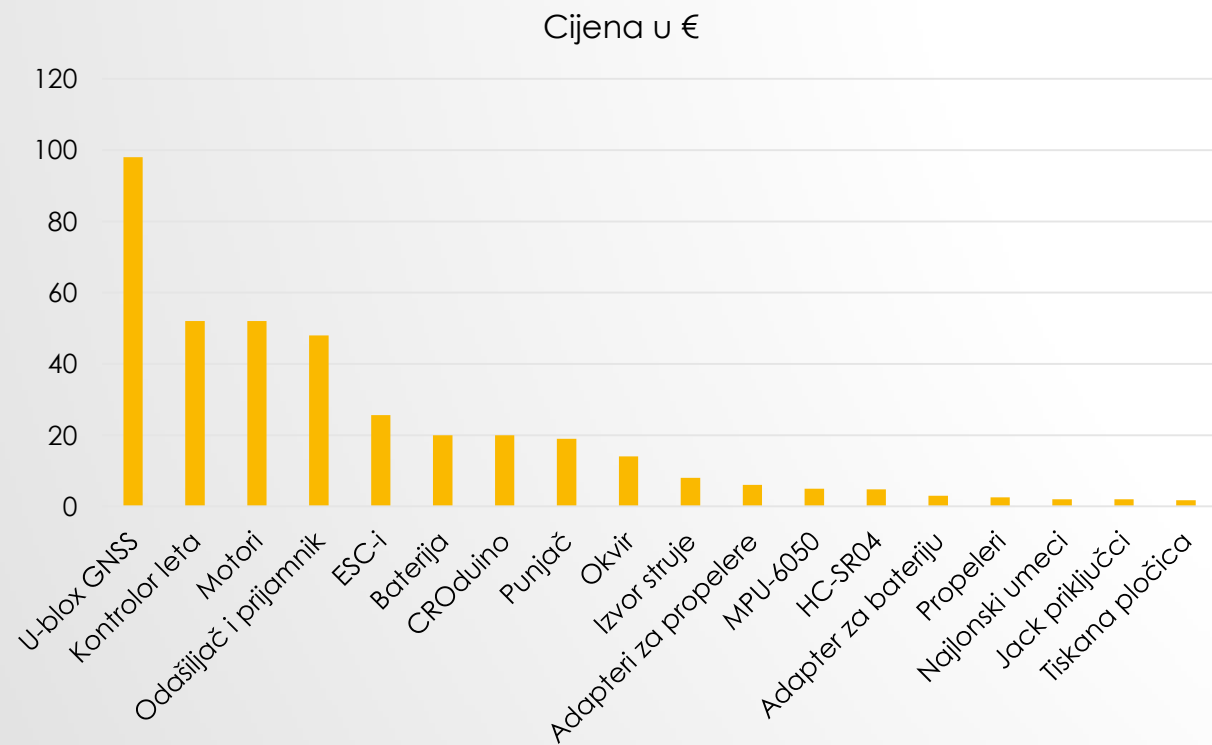


- Croduino razvojna pločica



Croduino razvojna pločica (Izvor: URL 1)

INTEGRACIJA SENZORA



$\Sigma \approx 470 \text{ €}$



Phantom 2 Vision+ (Izvor: URL 2)

$\approx 1000 \text{ €}$

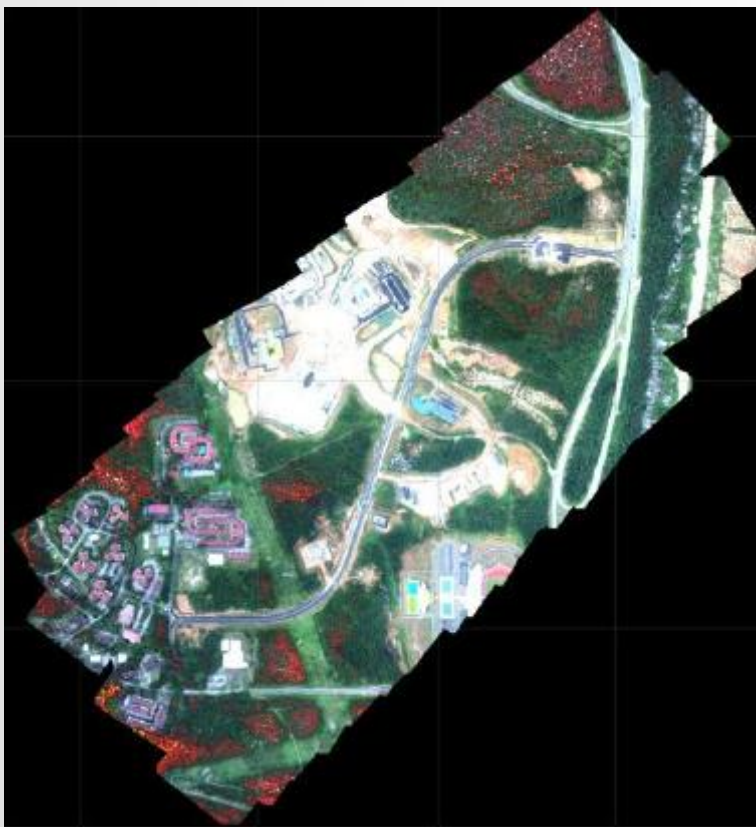


...integracijom koptera s INS-om,
GNSS-om i kamerom, razvile su
se brojne primjene koptera...

PRIMJENA KOPTERA

- vojska
- nadzor i izviđanje kriznih situacija, državnih granica, minski sumnjivih površina
- filmska industrija
- rekreacija
- geodezija
 - aerofotogrametrija
 - daljinska istraživanja
 - izrada DOF-a i DEM-a
- georeferencirani video

PRIMJENA KOPTERA



Primjer DOF-a izrađenog kvadkopterom (Izvor: Tahar i dr., 2012)

The screenshot displays a georeferenced video of a road intersection. The video is overlaid with a grid and various traffic signs, including a 'STOP' sign and a '600 m' sign. A data panel on the right provides details about the location and the signs. The data panel includes a table of 'Opisni podatci' (Descriptive data) and a table of 'VRIJEDNOSTI' (Values).

Opisni podatci:	
Imena	
Foto	
Šifra znaka	
Podtip znaka	
Dimenzije znaka	
Usklađenost s pravilnikom	
Da li odgovara pravilniku	<input checked="" type="checkbox"/>
Opće stanje znaka	<input type="checkbox"/>
Objekt na kome je postavljen znak	3
Razlog zamjene postavljenog znaka	STUP
Da li postavljeni znak postoji	<input checked="" type="checkbox"/>
Datum postavljanja	
Nadležnost	ZUC Virovitica
Vizualna ocjena	5
Kategorizacija oeste	Županijska
Postavio	
Da li je u smjeru vožnje	<input checked="" type="checkbox"/>
Učvršćenje	<input type="checkbox"/>
Da li je ispravan	<input checked="" type="checkbox"/>
Retronefleksija	
Klasa	
Način postavljanja	samostalan
Datum pregleda	
Kontrolni pregled	
Dopunska ploča	Institut prometa i veza
Proizvođač folije	NE
Proizvođač znaka	
Kut. postavljanja	164

Primjer georeferenciranog videa (Izvor: URL 3)

STUDIJE SLUČAJA - AEROFOTOGRAMetriJA

- usporedba vremena, kompleksnosti, izvedivosti, cijene planiranja misije leta, provođenja snimanja i obrade prikupljenih podataka uz definirane zahtjeve površine i GSD-a
- zahtjevi i karakteristike snimanja (Barilar i Dokoza, 2015):

Snimanje:	manje k.o.	koridora ceste	arheološkog nalazišta
Svrha snimanja	Katastarska izmjera	Podloga za izradu glavnog projekta	Dokumentiranje arheološkog nalazišta
Dimenzije (m x m)	2500 x 4000	13000 x 100	350 x 400
Površina (ha)	1000	130	14
Zahtijevani GSD (cm)	< 20	< 10	< 5

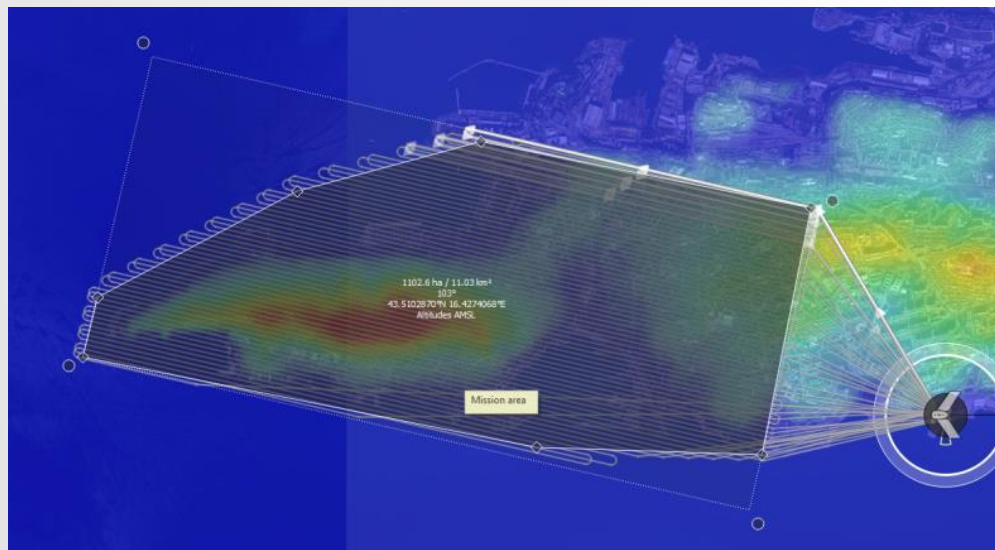
KARAKTERISTIKE PHANTOM 2 VISION+

Težina (s kamerom i baterijom)	1242 g
Dijagonalni raspon od motora do motora	35 cm
Baterija	LiPo, 5200 mAh
Kamera	14 MP (4384 x 3288)
Veličina senzora	6,17 mm x 4,55 mm
Fokalna udaljenost	5 mm
Max vrijeme leta	25 min
Max brzina leta	54 km/h
Doseg radio linka	do 800 m
GSD	do 2 cm (po pikselu)
Relativna točnost ortomozaika/3D modela	1 x GSD
Apsolutna horizontalna točnost	2-4 cm
Apsolutna vertikalna točnost	2-6 cm
Automatsko 3D planiranje leta	da



Phantom 2 Vision+ (Izvor: URL 2)

STUDIJE SLUČAJA - AEROFOTOGRAMETRIJA



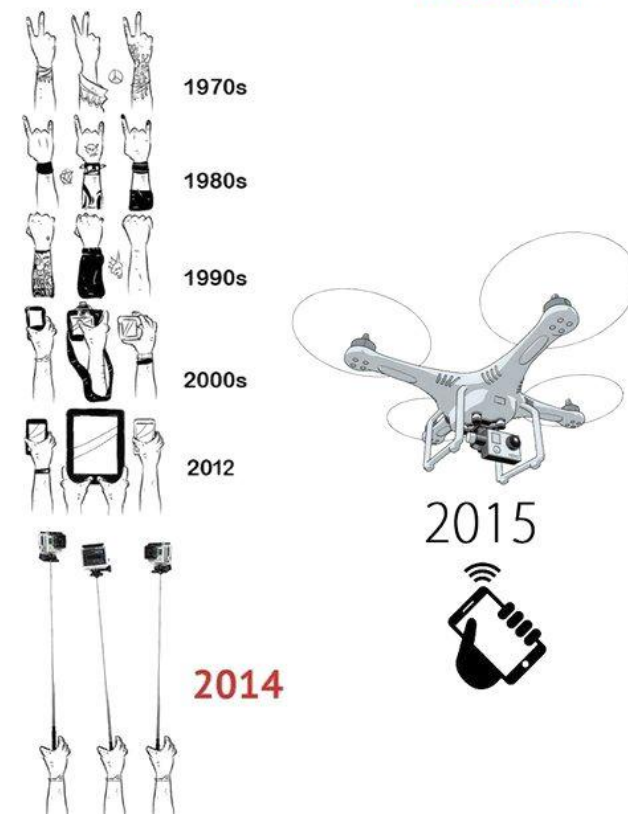
Slučajevi	1	2	3
Površina (ha)	1000	130	14
GSD (cm)	< 20	< 10	< 5
Visina leta (m)	460	230	115
Područje pokrivanja jedne snimke (ha)	11	5,5	2,5
Uzdužno/poprečno preklapanje (%)	70/75	75/75	50/70
Broj letova	11	8	1
Vrijeme snimanja (h:min)	4:30	3:00	0:10
Cijena snimanja (kn)	50000	6500	4200
Cijena obrade (kn)	20000	3120	2800
Ukupna cijena (kn)	70000	9620	7000

BATINA, GULIN, ČOTA: IZAZOVI INTEGRACIJE SENZORSKIH SUSTAVA NA KOPTERE I NJIHOVA PRIMJENA XVIII. SUSRETI HRVATSKI GEODETA U ZATONU, 13. LIPNJA 2015.

ZAKLJUČAK

- „Dajte im da lete i stvorit će novo tržište za daljinska istraživanja u vašoj zemlji.” (Colomina i Molina, 2008)
- cijena samostalnog sastavljanja niža od nabavke gotovog koptera, ali su potrebna tehnička znanja na području elektroničkih komponenti i ograničen vremenski period
- upotreba *ready-to-fly* uređaja se preporuča za konkretne zadaće profesionalne svrhe i točniju, precizniju i zadovoljavajuću izmjeru
- definiranje zakonskih regulativa, razvoj tehnologije i sve povoljniji omjer uloženog i dobivenog ostavlja prostor za sve širu primjenu bespilotnih letjelica u geodeziji

ROCK CONCERT AUDIENCE EVOLUTION



LITERATURA

- Barilar, M., Dokoza, T. (2015): Snimanje iz zraka – usporedba aviona i bespilotnih letjelica, seminarski rad, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Colomina, I., Molina, P. (2014): Unmanned Aerial Systems for Photogrammetry and Remote Sensing: A review, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 92, 79-97.
- Tahar, K.N., Ahmad, A., Wan Mohd Akib, W.A.A., Wan Mohd, W.M.N. (2012): A New Approach on Production of Slope Map Using Autonomous Unmanned Aerial Vehicle, International Journal of Physical Sciences, 7 (42), 5678-5686.
- URL 1: Croduino razvojna pločica, <http://www.netokracija.com/croduino-radiona-org-99042>, (05.03.2015.)
- URL 2: DJI Phantom 2 Vision+, <http://www.dji.com/product/phantom-2-vision-plus>, (21.04.2015.)
- URL 3: Automatizacija prometnog GIS-a primjenom računalnog vida, <http://www.zemris.fer.hr/~ssegvic/mastif/pubs/arca09.pdf>, (11.12.2014.)



HVALA NA POZORNOSTI!

BATINA, GULIN, ČOTA: IZAZOVI INTEGRACIJE SENZORSKIH SUSTAVA NA KOPTERE I NJIHOVA PRIMJENA
XVIII. SUSRETI HRVATSKI GEODETA U ZATONU, 13. LIPNJA 2015.