

Primjena bespilotnih letjelica u svakodnevnoj praksi

Darko Car, mag. ing. geod. et geoinf.



Slika 1

1. Tehnologija

Sjećate li se svojih dječjih snova o slobodnom letenju? Sada kao stručnjaci u geodetskoj profesiji često se sjetimo tih snova i žalimo što nemamo krila da pogledamo neku situaciju odozgo?

Danas možemo slobodno reći da se ti snovi ostvaruju a to nam omogućavaju razne vrste bespilotnih letjelica kojima ne samo da gledamo već i snimamo koristeći pogled iz ptičje perspektive.

Sve se je pokrenulo kao lavina kada smo prvi put prije 30-tak godina čuli za GPS. U to doba smo radili na prijevodu Trimbllove (Jeff Hurn) knjižice proročanskog naziva "GPS - A Guide to the Next Utility" i iskreno, nismo niti sanjali da čega će razvoj te tehnologije dovesti. Danas je to tek jedan od senzora (osjetila) koji nam omogućava let i snimanje.

Prije par godina sam slušao predavanje prof. Željka Bačića koji je već tada bio uvjeren da će budući geodetski instrumenti biti ugrađeni u mobitele. Danas imamo i puno više od toga ali na našu sreću geodetski posao ne rade instrumenti već stručnjaci a nama samo daju snagu da budemo kvalitetniji i efikasniji u svojim zadacima.

Ako probate shvatiti silnu tehnologiju i znanje koje stoji iza tih, danas već i dječjih igračaka, shvatiti će te kakva je to paukova mreža međuovisnih tehnologija i koliko je ona lomljiva i ovisna o našoj inteligenciji kao i o prirodnom okruženju. Na nama je da ovu čudesnu tehnologiju iskoristimo što kvalitetnije i time učvrstimo geodetsku stuku na poziciji lidera među projektantskim strukama.

1.1. Izbor letjelice:

Bespilotne letjelice su klasificirane prvo po tehnologiji leta i to su sa rotirajućim i fiksnim krilima. Obje vrste imaju dobrih i loših strana te je najbolje odabrati tip letjelice prema vrsti zadataka koje namjeravamo nijma izvršavati.

Letjelice fiksnih krila su energetske puno učinkovitije te je za snimanje većih zadataka to sigurno bolje rješenje. Ako su nam zadatci manje površine tada je multirotor bolje i univerzalnije rješenje.

1.1.1 Fiksno krilo (avioni):

Prednosti: - Duži let
 - Veća brzina leta



Slika 2: Fenix – Milivoj Hucaljuk

- Nedostatci:
- Poletno - slijetna staza
 - Nemogućnost lebdenja
 - Teškoće pri izmjenama senzora
 - Upravlјivost, potrebne pilotske vještine



Slika 3: Hexa 1. - Darko Car

1.1.2 Rotirajuće krilo (multirotori i helikopteri)

Prednosti:

- Upravlјivost
- Polijetanje i slijetanje na male površine (iz ruke)
- Dostupnost i pristupačnost

Nedostatci: - Dužina leta

Općeniti subjektivni dojam je da multirotori imaju značajnu prednost pri izvršavanju svakodnevnih geodetskih zadataka. Njihova glavna prednost je vrlo laka upravljivost, polijetanje i slijetanje na male površine te multifunkcionalnost i nadasve dobavlјivost i cijena.

Time je aerofotogrametrija izašla iz zone ekskluzivnosti i postala svakodnevni alat.

1.2 Senzori:

- Osim klasičnog foto senzora (RGB fotoparat) bespilotne letjelice mogu nositi i ostale senzore od koji su najčešći:

- RGB (vidljivi spektar) kamera
- Video kamera
- NIR (blisko infra crvenom) kamera
- IR (infra crvena) kamera
- LIDAR
- IMU
- RTK GNSS prijamnik



Slika 4: Lidar - 6x9x6 cm

Svi senzori osim klasične video/foto kamere zahtijevaju specijalno dizajnirane letjelice koje su vrlo skupe kao i sami senzori. Kao primjer mogu navesti Yellow Scan Lidar koji u kompletu sa IMU + GNSS sensorom košta oko 90.000 funti. Na tu cijenu treba dodati posebnu letjelicu (multirotor) čija vrijednost često premašuje i 50.000 Eura. Za sada, ta LIDAR rješenja za multirotore su vrlo skupa a često i ograničena malim dometom. U vrlo bliskoj budućnosti očekuju se značajno jeftiniji LIDAR sustavi sa povećanim dometom koji će omogućiti let na sigurnijoj visini sa većom gustoćom točaka (već postoje razvijeni modeli).

Svi današnji jeftiniji LIDAR sustavi imaju siguran domet od 100m što bi uz faktor sigurnosti značilo da letjelica mora letjeti na 50-70m odnosno postoji mogućnost sudara sa visokim drvećem ili umjetnim objektima. Povećanjem dometa i visine leta na 150m sa vrlo velikom sigurnošću bi se izbjegli svi objekti.

2. Snimanje iz zraka:



Slika 5: Plan leta - HIDREL Novo Čiče - CADCOM d.o.o.

2.1. Planiranje leta

- Planiranje leta za jednostavne zadatke svelo se je na par klikova na ekranu pametnog telefona i to direktno na terenu. Programski alati dostupni su nam na svim platformama pametnih telefona i vrlo često su besplatni. Dapače, ti programi nam omogućavaju i vrlo jednostavno planiranje kao i postavljanje orijentacijskih i kontrolnih točaka jer sami imaju ugrađeni GPS uređaj koji nas precizno locira na planu leta.

Za veliku većinu naših svakodnevnih zadataka koji ne prelaze par hektra ovakvo terensko planiranje je sasvim zadovoljavajuće. Bitan faktor je veličina zadatka čime je povezan i broj potrebnih letova zbog izmjena baterija.

Za veće zadatke koji zahtijevaju promjenu visine leta i izmjene baterija potrebno je pažljivo planiranje te je to potrebno izraditi u kancelariji da se izbjegnu eventualne pogreške koje vrlo često završavaju nepredviđenim i opasnim situacijama. Smišljeno planiranim letom možemo pokriti i vrlo velike površine koje su usporedive sa snimanjem iz zraka uz pomoć klasičnih zrakoplova i velikim kalibriranim kamerama.

2.2. Dozvola za let

- Posebna dozvola za let nije potrebna osim u slučaju kada trebamo snimati unutar područja kontroliranog zračnog prostora. Procedura izdavanja suglasnosti kontrole zračnog prometa vrlo je jednostavna te nakon ispunjenja obrasca "Zahtjev za odobrenje izvođenja letaćkih operacija sustavima bespilotnih zrakoplova" koji se nalazi na službenoj stranici Hrvatske agencije za civilno zrakoplovstvo "www.ccaa.hr" u roku od 8 dana dobivate suglasnost uz precizne upute o proceduri leta.

2.3. Dopuštenje za snimanje iz zraka

- Dopuštenje za snimanje iz zraka izdaje DGU. Na njihovoj stranici nalazi se formular

zahtijeva za izdavanje odobrenja. Uz nešto vještine i sreće možete doći do njega te ga ispuniti i uz 30kn državnih biljega predati u pisarnicu. Nažalost to vam neće osigurati snimanje jer odluka ovisi o subjektivnoj odluci birokratskog aparata.

Srećom, u uredbi o snimanju iz zraka (NN 80/2016) predviđeno je takozvano "ciljano snimanje" pojedinih objekata uz odobrenje vlasnika. Obzirom da je većina naših poslova vezana uz objekte i terene koji su u vlasništvu naručitelja zadatka možemo temeljem članka 4. stavaka 3. te iste uredbe slobodno snimati bez suglasnosti DGU ali uz suglasnost vlasnika i njegovo preuzimanje odgovornosti za snimljeni materijal. Po obavljenom snimanju materijal moramo predati na pregled u DGU.

Članak 4

"3. Ciljano snimanje iz zraka pojedinih industrijskih, gospodarskih, poljoprivrednih lokacija i građevina za potrebe vlasnika, odnosno korisnika lokacije i građevine može se obaviti sustavima bespilotnih zrakoplova u skladu s propisima o sustavima bespilotnih zrakoplova bez Odobrenja za snimanje iz zraka izdanog od strane Državne geodetske uprave kada se obavlja unutar granica navedene lokacije i građevine u svrhu praćenja stanja izgrađenosti, oštećenosti odnosno zaštite."

2.4. Aerofotogrametrijsko snimanje bespilotnom letjelicom

- Po pribavljanju svih dokumenta i izradi plana leta možemo izvršiti let i snimanje iz zraka. Let je pametno planirati u dobrim atmosferskim uvjetima te treba pričekati miran

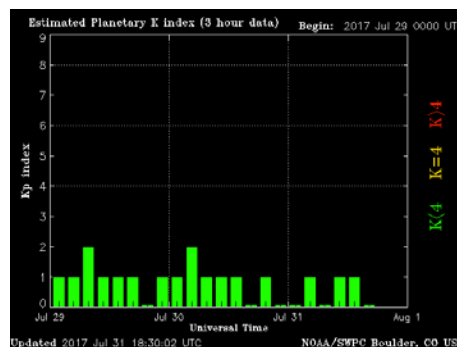


Slika 6: Snimanje za DOF Kali

i sunčan dan.

- Lagani vjetar do 20km/sat ne predstavlja veći problem osim veće potrošnje struje te sve letove treba planirati na 50% kapaciteta baterije tako da sigurno ostajemo u marginama najdužeg mogućeg leta.

- Mjesto polijetanja također treba planirati tako da bude na povišenom mjestu zbog optičke vidljivosti letjelice tijekom cijelog zadatka.
- Zbog mogućnosti gubitka komunikacije sa letjelicom svakom planu leta treba kao zadnju točku postaviti poletišta.
- Neposredno prije polijetanja potrebno je provjeriti stanje Sunčevog vjetra na internet stranici "http://www.n3kl.org/sun/images/noaa_kp_3d.gif". U slučaju da je u tijeku Sunčana oluja bolje je odgoditi snimanje jer može doći do ozbiljnih poremećaja radio komunikacija kao i GPS lokacije.
- Letački tim se mora sastojati od barem 2 člana i to upravitelja letjelice (pilota) i observatora koji mora nadzirati let optičkim praćenjem letjelice.
- Prije polijetanja potrebno je provjeriti stanje svih sustava (check lista), skinuti poklopac sa objektiva kamere i započeti ciklus snimanja.



Slika 7: Stanje Sunčevog vjetra

- KRENITE U MISIJU

3. Kompjuterska obrada:

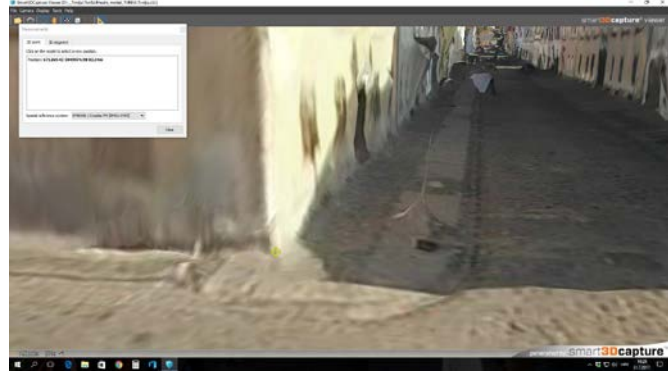
3.1. Programska rješenja- Kompjuterski programi su prilagođeni obradi velikog broja fotografija snimljenih nekalibriranom kamerom. Svi prijašnji zahtjevi i specifikacije opreme zastarijeli su jer novi programi intenzivnim matematičkim rješenjima



Slika 8: 3D model – Tvrđa Osijek, izrada : CADCOM d.o.o.

kompensiraju nedostatke kamera i time omogućavaju često i superiorna svojstva izrađenih modela. Rezultat snimanja i primarne obrade fotografija je gusti oblak točaka koji se može kombinirati sa oblakom dobivenim drugim metodama kao što je lasersko skeniranje. Nadalje programska rješenja omogućavaju 3D restituciju detalja na modelu dobivenom iz oblaka točaka. Za razliku od klasične aerofotogrametrije ovi modeli su vidljivi i ispod drveća kao i ispod streha zbog kamera sa širokokutnim objektivima i niskog leta.

Sada imamo ono što smo mogli samo sanjati, model virtualne stvarnosti zamrznut u trenutku snimanja. Taj model možemo na miru mjeriti, iscrtavati potrebne detalje, danima tjednima i godinama nakon trenutka snimanja. Na taj način smo jako skratili vrijeme potrebno za terensko prikupljanje podataka i gotovo u potpunosti isključili potrebu za eventualnim dopunama snimaka zbog propuštenih detalja jer ih NEMA.



Slika 9: Očitavanje koordinate ugla zgrade

Klasičnu geodetsku situaciju možemo u potpunosti izraditi restitucijom u nekom od programa koji omogućava takvu 3D restituciju. Dodatnu kvalitetu predstavlja i digitalni ortofoto plan visoke rezolucije (DOF VR) koji možemo staviti u podlogu te na taj način značajno doprinjeti kvaliteti geodetske podloge. U velikom broju slučajeva geodetsku podlogu možemo zamjeniti DOF VR-om (1-5cm) dopunjenom kotama i slojnim planom jer je sav ostali sadržaj u potpunosti razumljiv.

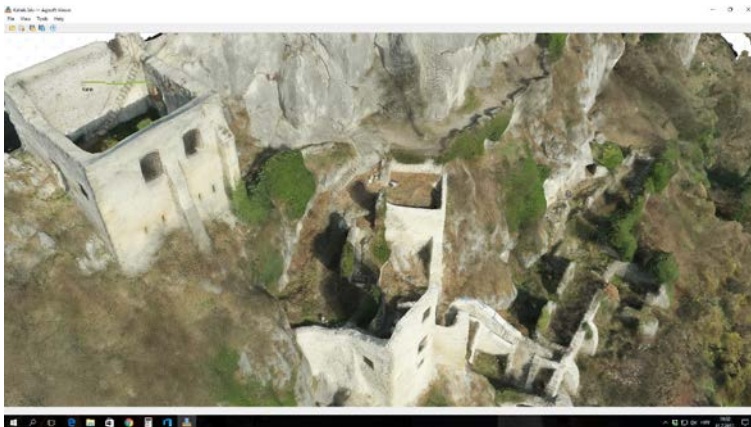
Kvalitetom i položajnom točnošću tako izrađene geodetske podloge u potpunosti zadovoljavaju sve zahtjeve podloga za projektiranje i odgovaraju klasičnim podloga uz dodatnu vrijednost i mogućnost jednostavne naknadne dopune.



Slika 10: DOF VR (2cm) - Batimetrija - Plaža CRIKVENICA, CADCOM d.o.o.

4. Proizvodi koje možemo izraditi:

- Klasična geodetska situacija bilo kojeg mjerila sa slojnim planom.
- Digitalni ortofoto (DOF VR) visoke rezolucije (čak do 5mm).
- 3D oblak točaka.
- Visoko vjerni osjenčeni i mjerni 3D model.

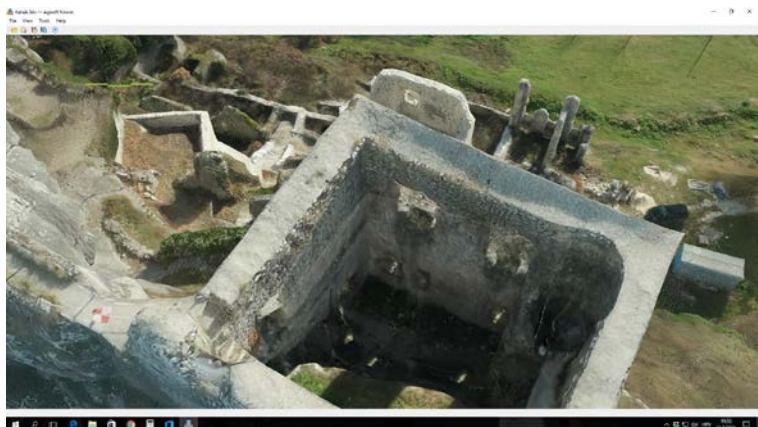


Slika 11: Kalnik 3D – CADCOM d.o.o

Lista proizvoda je sigurno duža od navedene koja je produkt vlastitog iskustva.

Bespilotne letjelice su izvanredno rješenje za snimanje svih teško dostupnih terena i objekata, izrada brzih ortofoto planova u izvanrednim situacijama (poplave, požari). Posebno bih istaknuo

izrade modela objekata kulturnog naslijeđa jer uz vrlo male troškove možemo u potpunosti snimiti stanje kao i izraditi 3D modele objekata svih vrsta bez opasnosti od oštećenja.

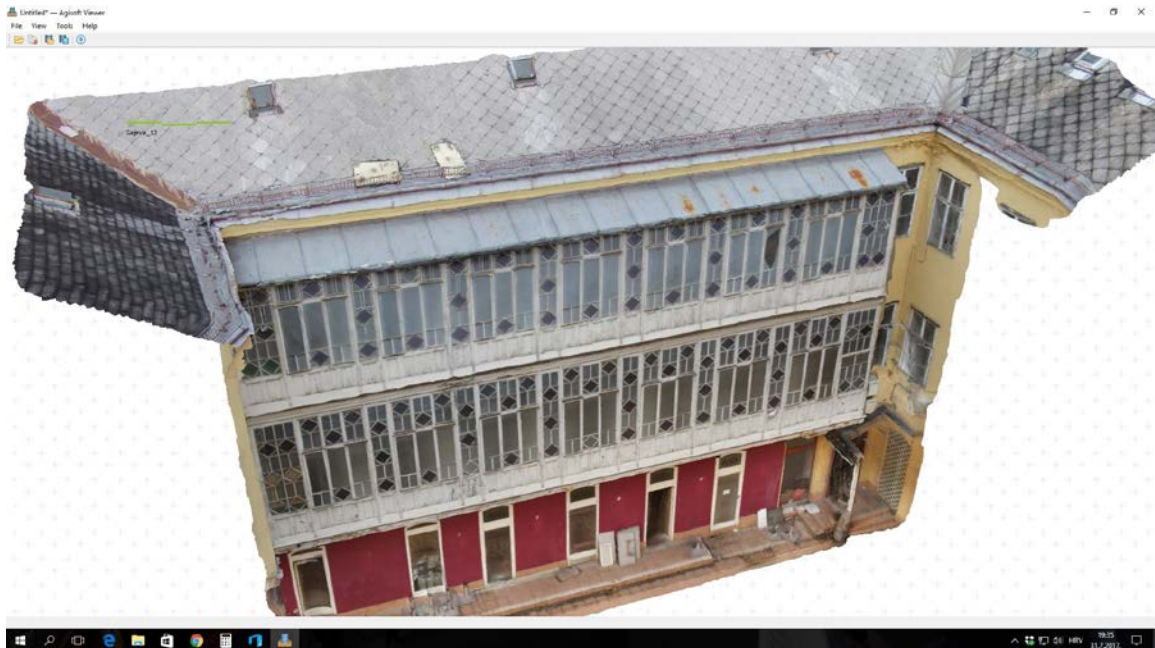


Slika 12: Kalnik, skriveni grad – CADCOM d.o.o.

5. Krajnji korisnici

- Sve podloge se izrađuju na zahtjev naručitelja. Zbog programskih rješenja koja trenutno koriste većina naših građevinaca i arhitekata u ovom trenutku 3D modeli još ne mogu doći do svog punog izražaja ali sve se ubrzano mijena te imamo i svjetlih primjera da naručitelj traži 3D oblak točaka (Tablinum d.o.o.).

Za sada je neophodno da smo u mogućnosti izraditi standardnu AutoCad podlogu a sve ostalo nudimo kao dodatak koji naprednim korisnicima može omogućiti kvalitetnije projektiranje.



Slika 13: 3D model - dvorišna fasada Gajeva 12 - CADCOM d.o.o.

6. Zaključak:

- Vrlo je realno očekivanje da će vremenom veći broj tvrtki ovladati ovom tehnologijom. Uz relativno mala ulaganja može se pribaviti osnovna oprema za snimanje i kompjutersku obradu. Uz malo pionirske odvažnosti, poznavanja tehnologije, entuzijazma i slobodnog vremena, prve ohrabrujuće rezultate možete postići u roku od par tjedana ili mjeseci.
- Tehnologija se razvija takvom brzinom da danas ne možemo sa sigurnošću reći da već za godinu dana nećemo imati neko potpuno novo rješenje. Iz tog razloga je problematika zakona i pravilnika rješiva izradom novih pravilnika koji neće ograničavati razvoj tehnologije već će definirati samo kvalitetu traženih produkata.

Darko Car, mag.ing.geod. et geoinf.
ovl.31



Trajanje izlaganja : 18 min.

Literatura: - Narodne Novine 80/2016

Ključne riječi: 3D modeli, Bepilotne letjelice, DOF VR (visoke rezolucije), Oblak točaka

Title: THE UAV IN REGULAR SURVEYING PRACTICE

Abstract:

- Our dreams of capturing the survey data from the sky came true by the massive technology development in the recent decades. With the reasonable investment in hardware, software and personal education, nowadays we can use Photogrammetry in our common surveying projects.
- Good choice of the UAV and computer software enables us to produce our regular maps but gives us the opportunity to make the advanced products like Point Clouds, Orthophotos, Rendered 3D Models and many more.
- Flying permit is needed just for the controlled flying space (nearby airports and above 300m) while Photographing permit that is controlled by the SGA is somewhat catchy issue. There is a solution by the Article 4, Line 3 of Regulation of the Air Photography that gives us a chance to take the shooting without the permit in case that it can be specified as the AIMED photo session ordered by the owner of the photographed object, land, building site etc.
- Our Advanced products are still slightly ahead of time since there is no many Civil Engineers or Architects that can make a use of it, but in the short time they will be learned about the possibilities and use.