

BIRGIT

BIRGIT

3D tehnologije za prikupljanje podataka
Travanj 2025. V2.0



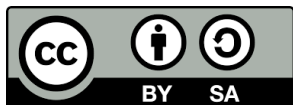
Sufinancira
Europska unija

3D prikupljanje podataka

vlado.cetl@unin.hr

sanja.samanovic@unin.hr

danko.markovinovic@unin.hr



Ishodi učenja

Na kraju ovog modula od sudionika se očekuje da će moći

- Opisati i objasniti 3D tehnologije za prikupljanje geoprostornih podataka
- Opisati načine korištenja podataka dobivenih različitim senzorima (UAV, ALS, TLS, tahimetrija)

3D prikupljanje podataka

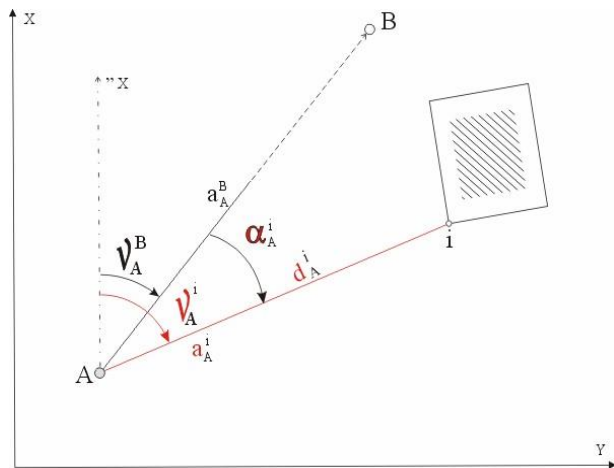
Tahimetrija

Fotogrametrija

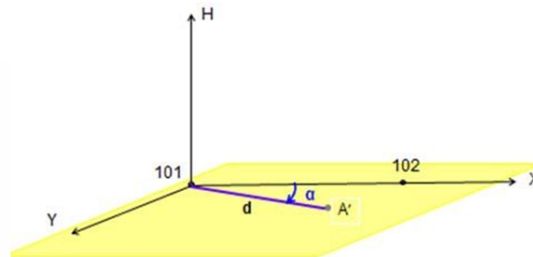
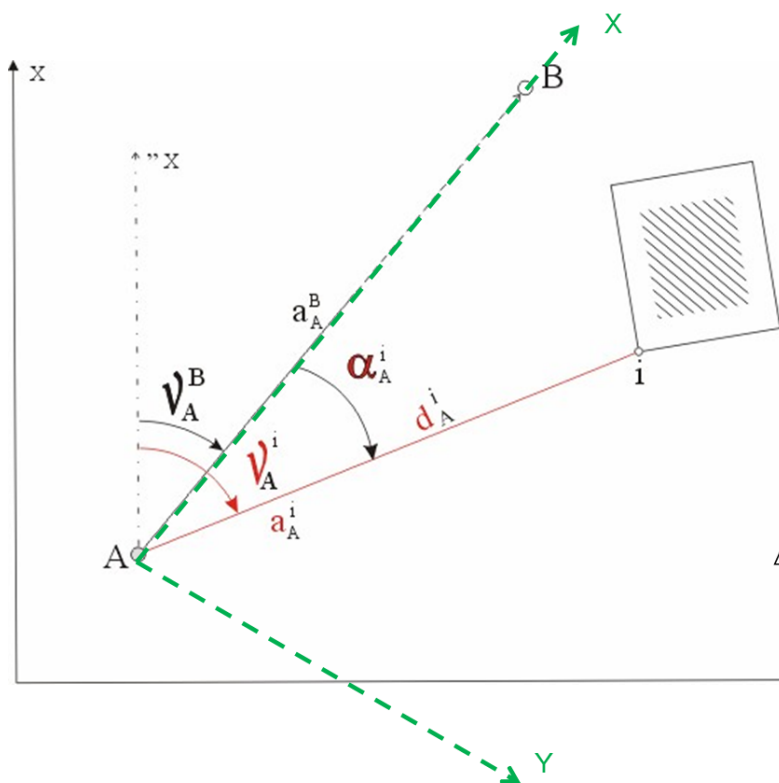
3D laserski skeneri

- Tahimetrija određuje položaj i visinu točke u isto vrijeme
- **Položaj točke određuje se u prostoru koordinata (x,y,H)**
- U **ravnini projekcije položaj** točke određuje se s **relativnim polarnim koordinatama:**
 - **vodoravni kut α**
 - **i vodoravna duljina d**
- Tahimetrija je također poznata kao **polarna metoda mjerenja.**

- U polarnom izmjeri određujemo **relativne** prostorne polarne koordinate detaljnih točaka **(x,y,H)** – u sustavu **(2D + 1D)**
- **Što se mjeri:**
 - **Vodoravni kut** - kut između smjera orijentacije (npr. poligonska strana) i detaljne točke
 - **Udaljenost kosine** između poznate (npr. poligona) i detaljne točke
 - **Kut zenita (ili nagiba)** od poznate do detaljne točke



Brz i učinkovit način prikupljanja prostornih podataka pomoću suvremenih instrumenata

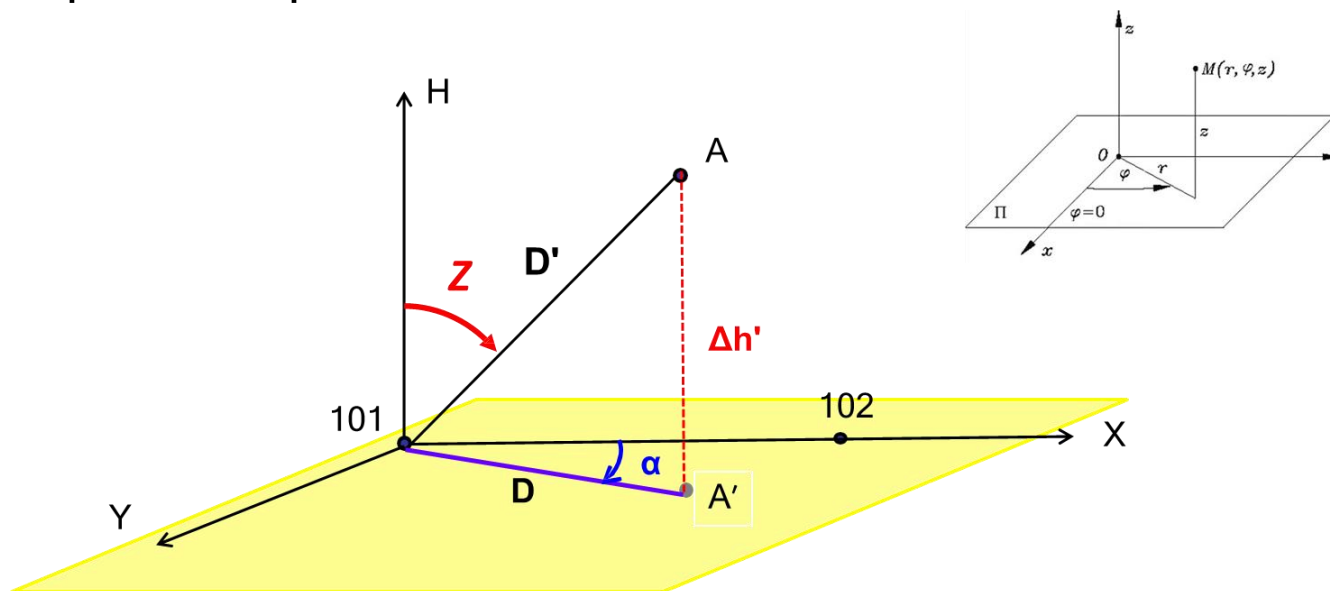


$$v_A^1 = v_A^B + \alpha_A^1$$

$$\Delta y_1 = d_A^1 \cdot \sin v_A^1 \quad y_1 = y_A + \Delta y_1$$

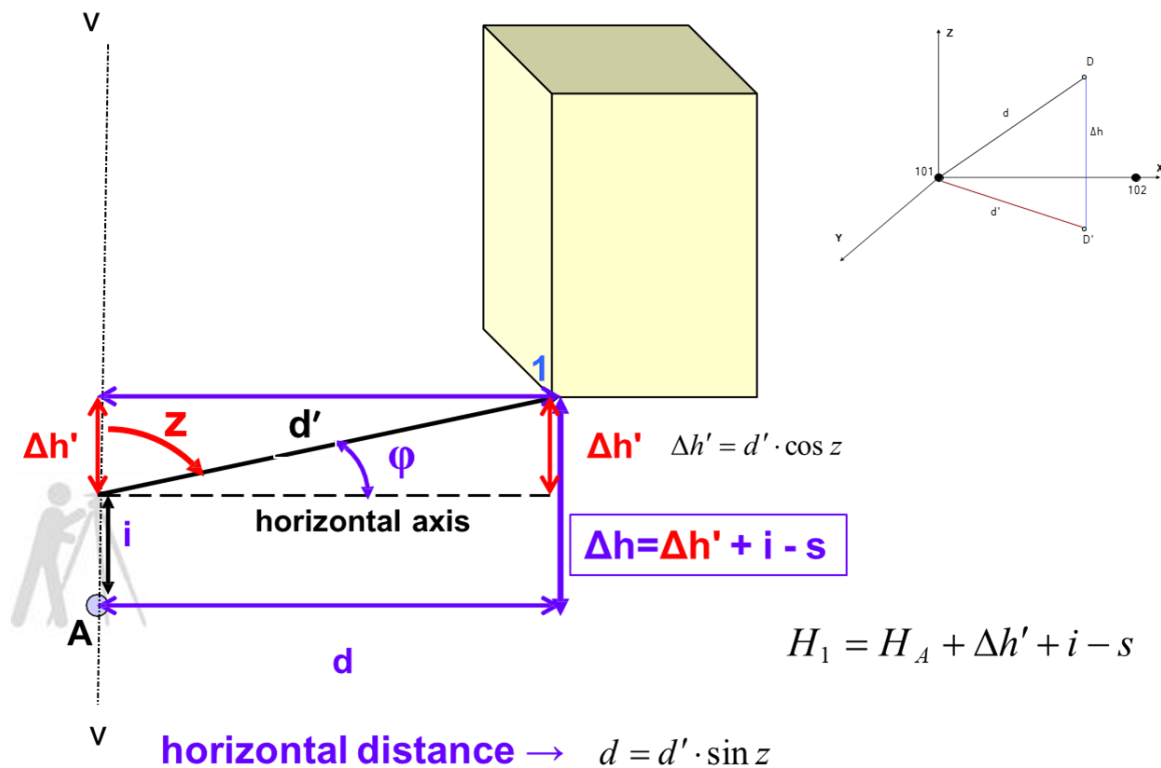
$$\Delta x_1 = d_A^1 \cdot \cos v_A^1 \quad x_1 = x_A + \Delta x_1$$

Relativni prostorni polarni koordinatni sustav



measured:

- **Slope distance** - Distance D' from known point to point of detail
 - horizontal projection - horizontal length D
 - vertical projection - height difference $\Delta h'$
- **horizontal angle** - α
- **zenith Angle** - Z

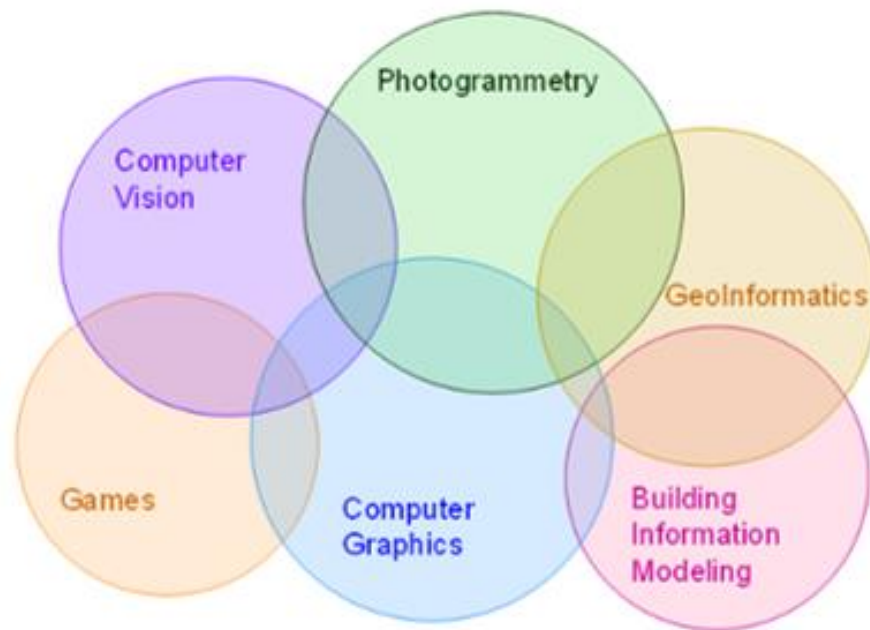


- Detaljno istraživanje
- Tahimetrijska metoda mjerenja - dobivena **horizontalna i vertikalna percepcija terena**
- Instrumenti za tahimetriju su:
 - **TS** - totalna stanica
 - elektrooptički tahimetar I računalo
- Prema točnosti tahimetriju dijelimo na:
 - jednostavna tahimetrija - točnost dm
 - precizna tahimetrija - točnost u cm



MULTIDISCIPLINARNA PRIRODA FOTOGAMETRIJE

Fotogrametrija je visoko priznata disciplina primijenjenih računalnih znanosti, koja surađuje sa susjednim disciplinama.



DEFINICIJE

Fotogrametrija i daljinsko istraživanje je umjetnost, znanost i tehnologija dobivanja pouzdanih informacija iz bezkontaktnog snimanja i drugih senzorskih sustava o Zemlji i njezinoj okolini te drugim fizičkim objektima i procesima putem snimanja, mjerenja, analize i reprezentacije.

(<https://www.isprs.org/society/history.aspx>)

- tehnika koja se koristi za izradu 3D modela iz niza 2D fotografija
- uključuje analizu slika i izdvajanje geometrijskih informacija za rekonstrukciju oblika i izgleda fotografiranog objekta ili scene

DVIJE RAZLIČITE VRSTE FOTOGRAMETRIJE

ZRAČNA FOTOGRAMETRIJA

- uključuje snimanje fotografija iz povišenog položaja
- korištenje zrakoplova ili bespilotnih letjelica
- koristi se za izradu karata velikih razmjera, izmjere i praćenje aplikacija
- izmjera zemljišta, urbanističko planiranje, praćenje stanja okoliša i poljoprivreda
- isplativ i učinkovit način za prikupljanje velikih 3D podataka na velikim područjima

TERESTRIČKA FOTOGRAMETRIJA

- odnosi se na situacije u kojima je kamera relativno bliska subjektu koji se snima
- obično se koristi za male i srednje objekte ili scene
- koristi se u kontroliranim uvjetima
- pogodna za primjene koje zahtijevaju detaljna mjerenja i točne 3D modele
- arheologija, dokumentacija o kulturnoj baštini, dizajn proizvoda, forenzika, obrnuti inženjering, virtualna stvarnost

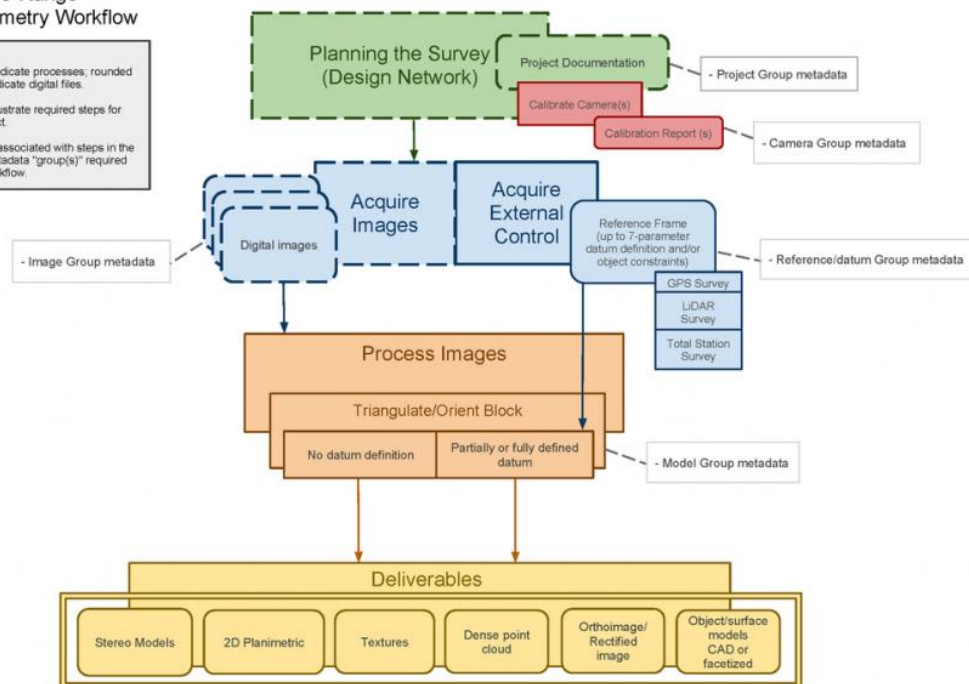
TERESTRIČKA FOTOGRAMETIJA

Područja primjene:

- Arhitektura i građevinarstvo
- Očuvanje kulturne baštine
- arheologija
- Forenzička istraga
- Industrijski dizajn i proizvodnja
- Virtualna stvarnost i igranje
- Medicina i zdravstvena zaštita
- Film i animacija

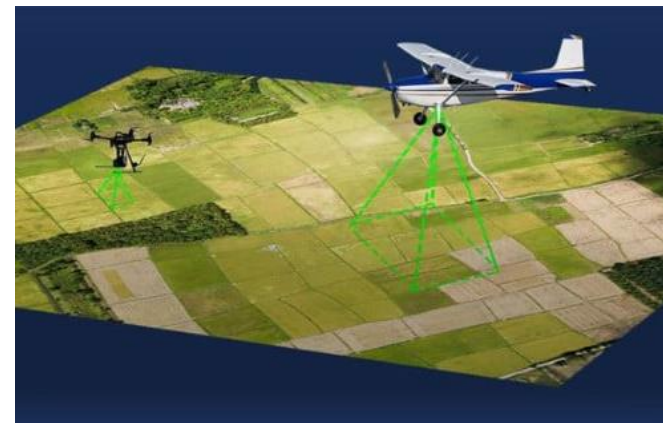
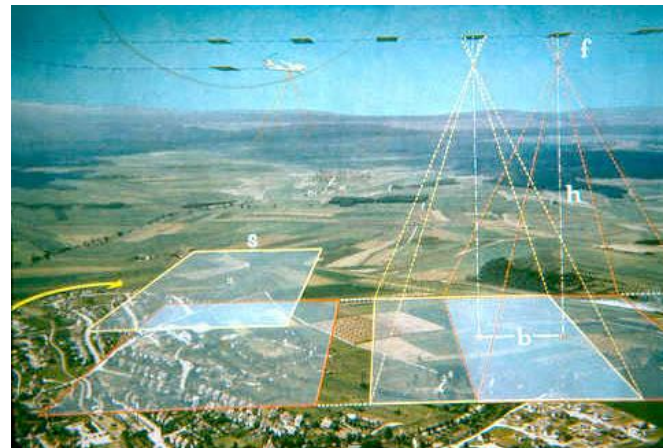
Close-Range Photogrammetry Workflow

Key:
Rectangular shapes indicate processes; rounded rectangular shapes indicate digital files.
Dashed boundaries illustrate required steps for any close-range project.
Peripheral text boxes associated with steps in the model indicate the metadata "group(s)" required for that step in the workflow.

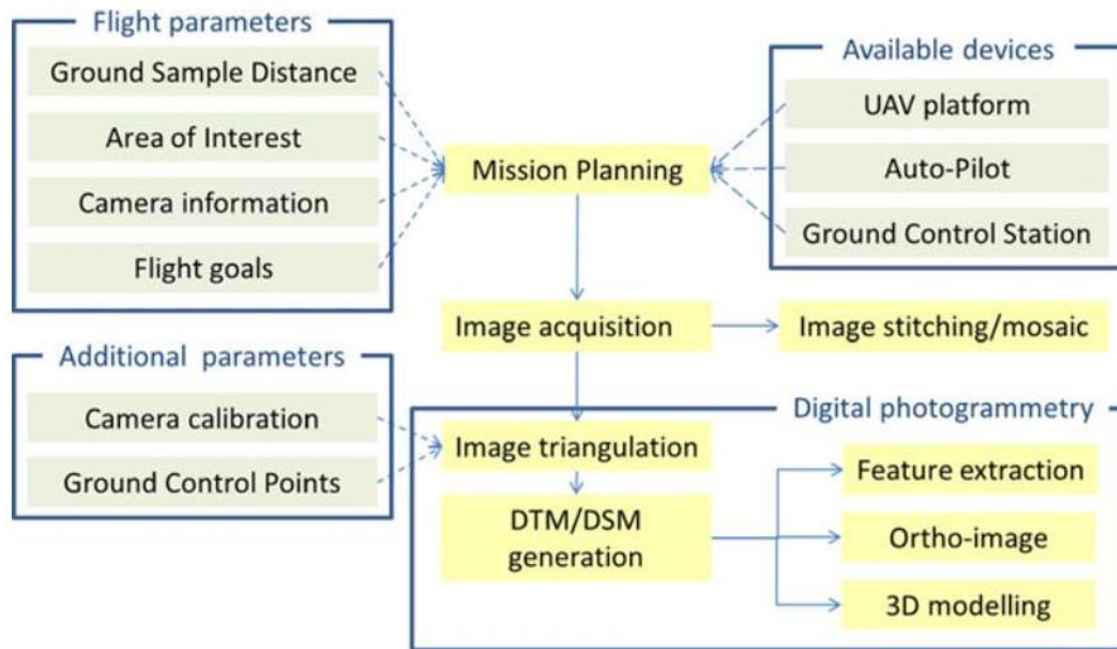


ZRAČNA FOTOGRAMETRIJA

- uključuje snimanje fotografija iz povišenog položaja
- korištenje zrakoplova ili bespilotnih letjelica
- koristi se za izradu karata velikih razmjera, izmjere i praćenje aplikacija
- izmjera zemljišta, urbanističko planiranje, praćenje stanja okoliša i poljoprivrede
- isplativ i učinkovit način za prikupljanje velikih 3D podataka na velikim područjima



TIJEK RADA ZRAČNE FOTOGRAMETRIJE

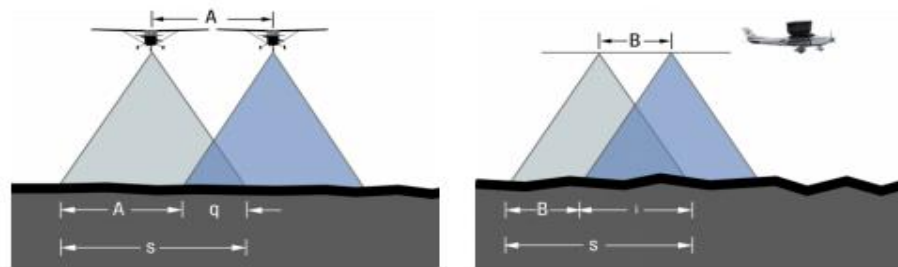


Planiranje leta

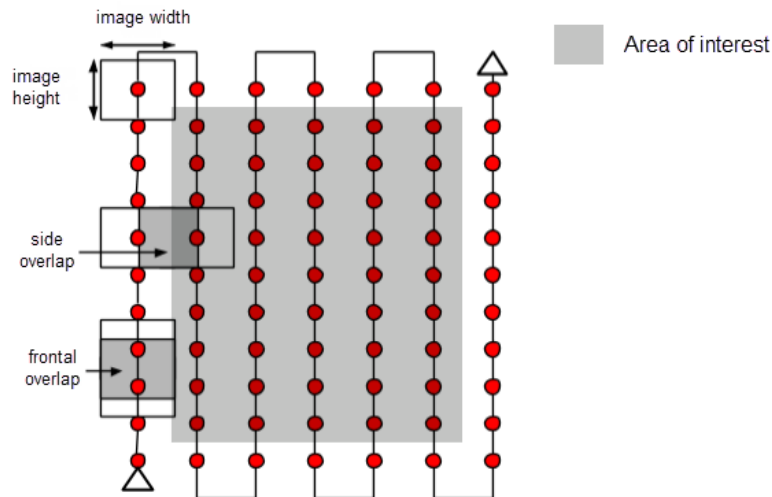
Fotogrametrija iz zraka zahtijeva planiranje leta kako bi se optimizirala pokrivenost slike i preklapanje.

Softver za planiranje leta pomaže u određivanju:

- putanje leta
- preklapanje i područje primjene (q i i)
- Udaljenost uzorka tla (GSD)
- visina leta
- Zemaljske kontrolne točke (GCP-ovi)



aka



PREDNJA I SJEDIŠNJA LAGOVA

KALIBRACIJA KAMERA

Geometrija slike koja prolazi kroz sustav kamere definirana je **postupkom umjeravanja**.

Rezultat kalibracije su **elementi unutarnje orijentacije**.

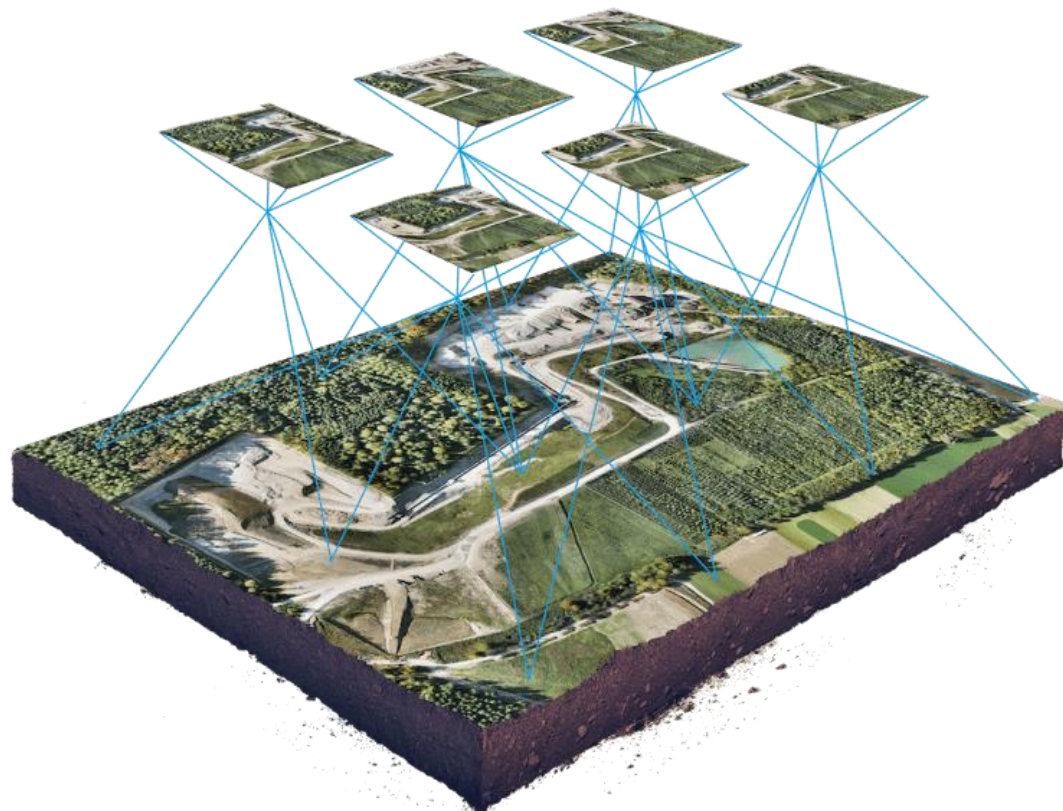
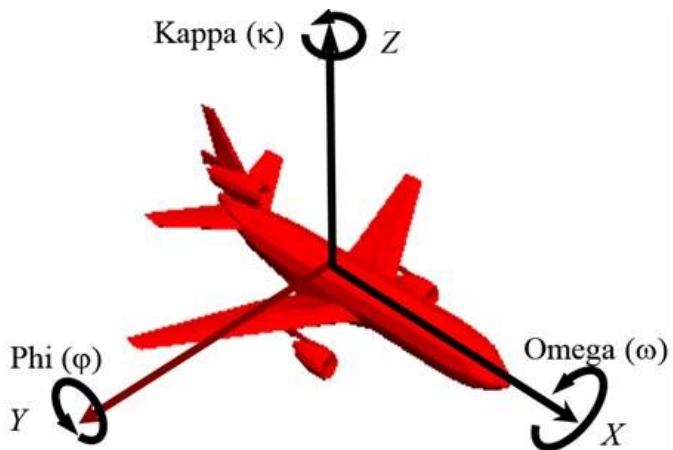
Smatra se da **mjerna kamera** ima poznate elemente unutarnje orijentacije.

Proces unutarnje orijentacije uključuje

- elementi unutarnje orijentacije kamere
- elementi unutarnje orijentacije slike

AEROTRIANGULACIJA

Određivanje geometrijskog odnosa između zračnih snimaka snimljenih tijekom zračne fotogrametrije i njihovih odgovarajućih položaja u 3D prostoru.



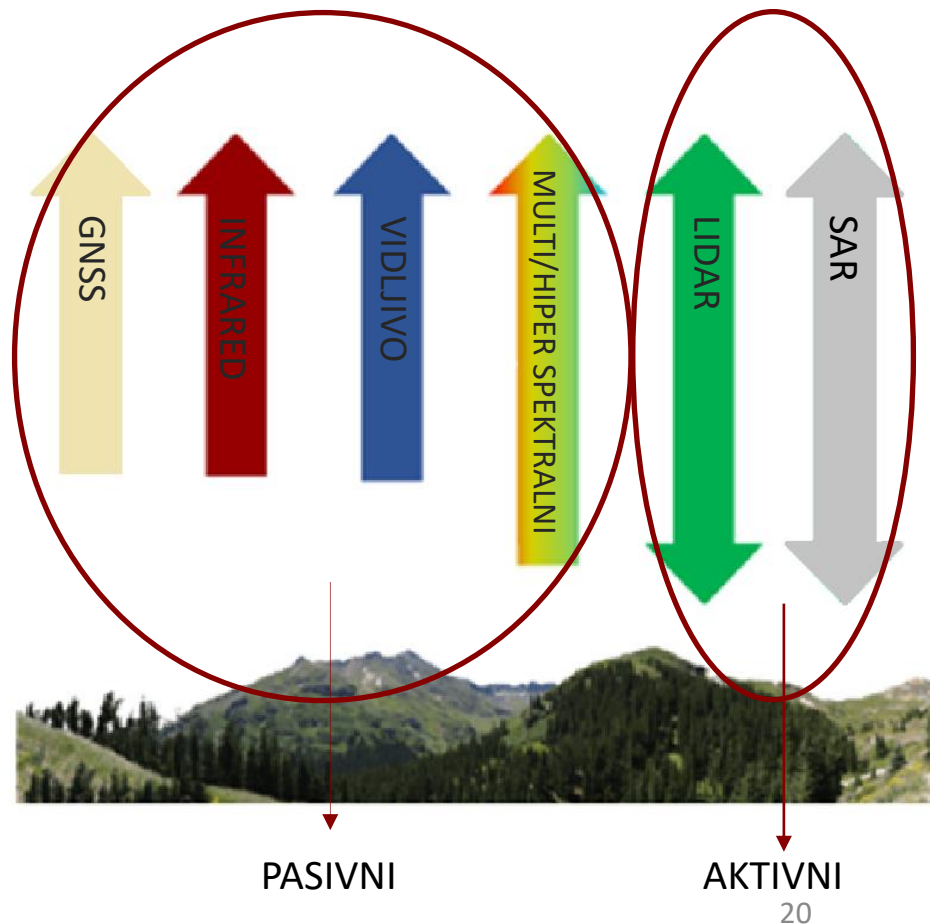
SENZORI

uređaji koji se upotrebljavaju za snimanje slika ili podataka s mjesta koje se promatra

- Više senzora na jednoj platformi
- **piktometrija** – sustavi namijenjeni za snimanje kosih slika iz različitih kutova

Izbor senzora ovisi o specifičnim zahtjevima fotogrametrijskog projekta, uključujući željenu kvalitetu podataka, razlučivost, točnost, spektralne informacije i uvjete okoline.

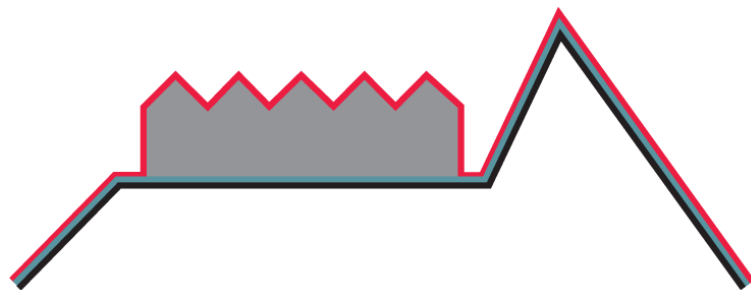
INTEGRACIJA RAZLIČITIH SENSORA – JAČANJE ANALIZA



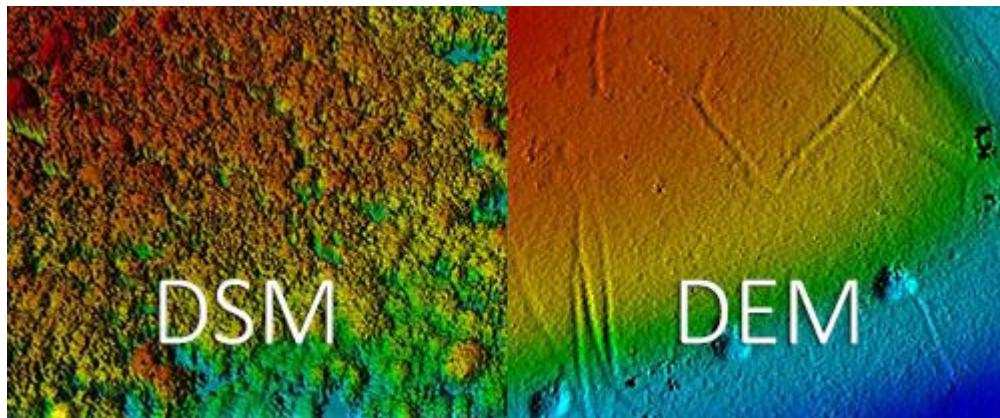
DIGITALNI MODELI

Digital Terrain Model (DTM) - gola zemljana površina uklanjanjenih nadzemnih značajki poput zgrada, drveća i vegetacije

Digital Surface Model (DSM)- predstavlja Zemljinu površinu uključujući i prirodni teren i nadzemne značajke kao što su zgrade, vegetacija i infrastruktura



- Digital Surface Model
- Digital Terrain Model



ORTOFOTO

Ortofoto - georeferencirane zračne snimke koje su geometrijski ispravljene kako bi se uklonila izobličenja uzrokovana reljefom terena, perspektivom kamere i izobličenjem objektiva

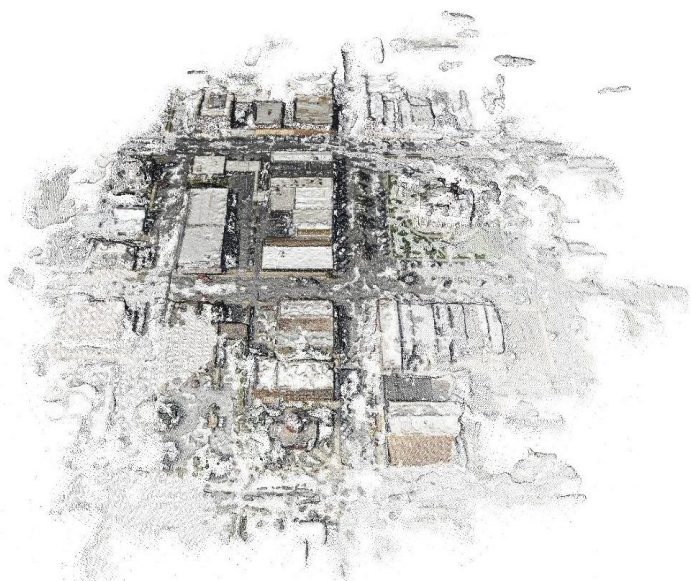
Thru Ortofoto - osim ispravljanja geometrijskih distorzija, pravi ortofoto kompenzira varijacije reljefa terena podešavanjem vrijednosti piksela kako bi predstavljali površinu tla kao da je snimljena izravno iznad glave.



Usporedba tradicionalnog (lijevo) i
istinitog (desno) ortofota

3D OBLAK TOČAKA

Prikupljanje točaka podataka u trodimenzionalnom prostoru koje predstavljaju koordinate objekata.



Podaci oblaka točaka (s informacijama o boji) koji proizlaze iz serije zračnih fotografija



Triangulirana nepravilna mreža prekrivena na vrhu

<https://gis.stackexchange.com/questions/189700/creating-photogrammetric-point-cloud-of-an-object-from-distributed-photographs-h>

Hvala na pažnji



Financirano sredstvima Europske unije. Izneseni stavovi i mišljenja su stavovi i mišljenja autora i ne moraju se podudarati sa stavovima i mišljenjima Europske unije ili Europske izvršne agencije za obrazovanje i kulturu (EACEA). Ni Europska unija ni EACEA ne mogu se smatrati odgovornima za njih.