

Drone in Sisteme de comunicatii

Proiect realizat de:

Fufezan Andrei Cristian

Grupa 2531 semigrupa 1

Profesor coordonator:

Prof. Rares Calin Buta

Cuprins:

1. Abstract
2. Cum functioneaza semnalul unei drone
3. Sistemul de transmisie OcuSync si GPS
4. Senzorii dronei
5. Dronele FPV Analog
6. Dronele FPV Digitale
7. Inteligenta Artificiala in drone
8. Drone de film

1. Abstract

In acest proiect am decis sa vorbesc despre drone. Cum functioneaza dronele de la cum semnalul radio este preceput de drona si cum functioneaza sistemele si senzorii unei drone pana la diferitele categorii de drone si ce rol au fiecare. De la dronele de consum si cele FPV pana la dronele cu inteligenta artificiala si cele profesionale de cinematografie dronele sunt un instrument care ne fac viata mai simpla dar sunt si o industrie care se dezvolta zilnic.

2. Cum functioneaza semnalul unei drone

Componentele principale care fac posibil controlul dronei de la distanta si fac legatura dintre telecomanda si drona sunt un emitator si un receptor acestea functionand pe unde radio. In telecomanda este un emitator care preia cerintele pilotului si codifica acele cerinte in unde radio care le trimite in receptorul din drona. Acest receptor decodifica semnalul si executa cerintele primite de la telecomanda. Iar dupa executarea cerintelor drona trimite feedback inapoi cu nivelul bateriei si altitudinea sa. Majoritatea dronelor din ziua de azi folosesc benzi de frecventa de 2.4 GHz sau 5.8 GHz. In cazul dronelor FPV analog se folosesc benzi de frecventa cu 2.4 GHz. Iar dronele digitale cu camera folosesc 5.8 GHz. Latimea de banda este un alt aspect important deoarece cu cat latimea de banda este mai mare cu atat transmisia video este de o calitate mai buna. Aceste benzi de frecventa au 8 canale separate iar pe fiecare canla poate fi un pilot separat. Dar in acelasi timp alte dispozitive pot interfera cu aceste benzi de frecventa iar unele canale vor avea mai mult trafic si vor fi inaccesibile pentru pilotul de drona. De asemenea semnalul radio poate interfera si cu alte obiecte fizice cum ar fi cladiri sau copaci, metalul fiind un obstacol destul de mare pentru undele radio. Iar daca drona si pilotul sunt ambii in miscare drona poate avea interferente mai mari si poate sa piarda semnalul mult mai repede ea avand nevoie ca pilotul sa fie intr-un punct static si sa primeasca semnale de la telecomanda pentru o functionare corecta de zbor.

(1)

3. Sistemul de transmisie OcuSync si GPS

GPS (Global Positioning System) acest sistem de navigatie prin satelit permite dronei sa isi determine pozitia exacta. Datele GPS sunt transmise catre drona prin intermediul semnalului radio si sunt utilizate pentru a naviga și a mentine o altitudine constanta. Iar cu ajutorul antenelor care amplifica semnalul radio si permit o comunicare stabila pe distante mai mari drona poate parcurge distante destul de lungi. Iar protocolul OcuSync este protocolul de comunicare al dronelor DJI si este modul in care datele sunt codificate si transmise intre drona si telecomanda. OcuSync 1.0 este prima versiune de OcuSync a fost folosita pentru toate dronele DJI Mavic pana la Mavic 2. Prima versiune de OcuSync are o rezolutie video de 1080p pe distante scurte si 720p pe distante lungi. Transmite o calitate mai slaba pe distante lungi deoarece este mai greu sa transmitsi atat de multe date pe distante mai mari. Pe distante mici sistemul are o viteza de descarcare de 40Mb/s. Sistemul are trei moduri de transmisie iar drona incepe prin a scana dupa interferente locale si alege unul dintre cele trei canale de transmisie: 20MHz, 10MHz iar cel mai mic de 1.4MHz. Iar in timpul zborului drona poate schimba intre aceste trei canale in functie de interferente cea ce face sistemul foarte viabil. O alta problema cu orice sistem de transmisie este latentă. Dar cei de la DJI au creat

un sistem care are o latenta foarte mica. Comenzile telecomenzii au o latenta de 5ms 10ms pentru fotografii si 130ms pentru video. Iar sistemul de transmisie are o distanta de 7km. (4)

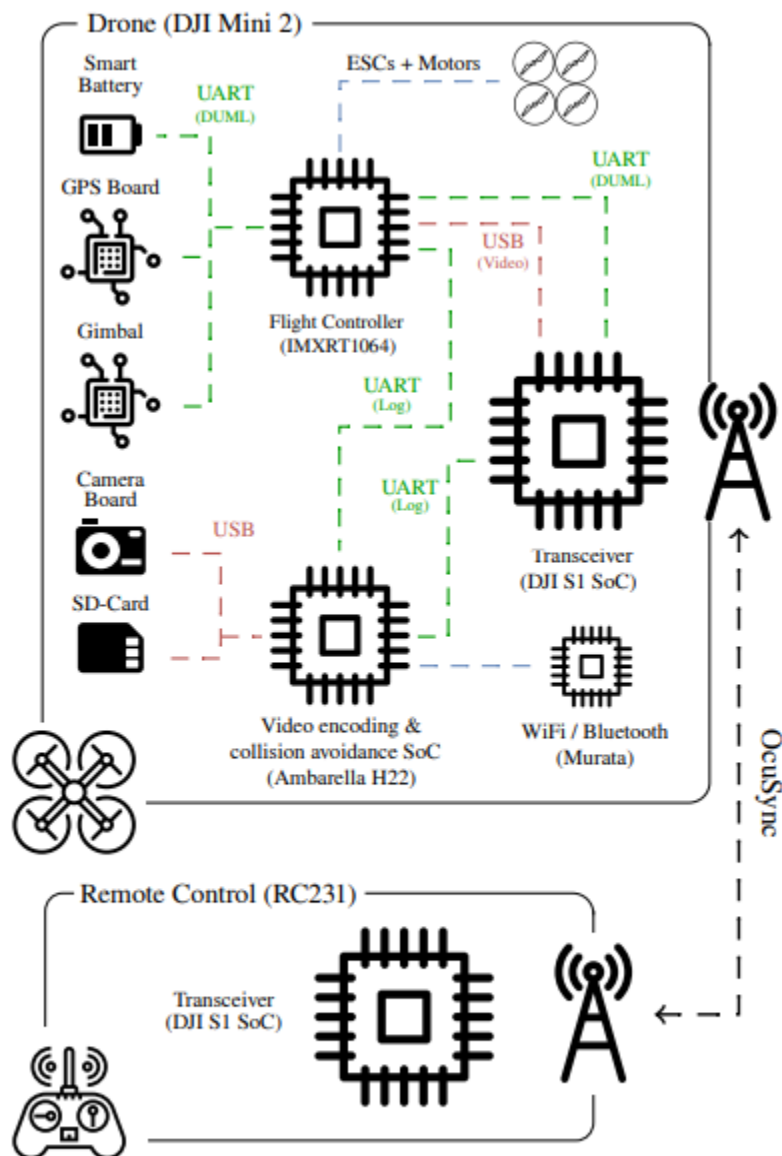


Fig. 3. Schematic overview of a typical DJI drone and its components. This overview shows the basic internal components of a DJI drone, here using a DJI Mini 2 as an example.

Prezentare schematica a unei drone DJI si a componentelor sale. Aceasta figura arata componentele interne de baza ale dronei. Aici se foloseste un DJI Mini 2 ca exemplu. (2)



4. Senzorii dronei

Dronele sunt echipate cu o varietate de senzori precum giroscop care masoara rotatia dronei pe toate cele trei axe, accelerometru care masoara acceleratia liniara a dronei, barometrul care masoara presiunea atmosferica pentru a determina altitudinea si senzori de lumina care sunt folositi pentru stabilizarea imaginii si pentru zborul in conditii de lumina scazuta.

Giroscopul masoara rata de rotatie a dronei in jurul a trei axe: ruluu, tangaj si deriva. Asta inseamna ca el detecteaza cat de repede se inclina drona în orice directie. Giroscopul este esential pentru stabilizarea dronei. Prin detectarea miscarilor rapide si neintentionate, sistemul de control al zborului poate face ajustari fine pentru a mentine drona intr-o pozitie stabila. Majoritatea dronelor moderne folosesc giroSCOape MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) care sunt mici, usoare si foarte precise. Acestea consta dintr-o masa mica suspendata pe un ax, iar cand drona se roteste, masa tinde sa ramana in aceeasi pozitie, permitand senzorului sa masoare rata de rotatie.

Accelerometru masoara acceleratia liniara a dronei, adica rata cu care isi schimba viteza. Acest lucru include acceleratia in sus si in jos (atunci cand drona urca sau coboara) cat si acceleratia laterala (cand drona se deplaseaza inainte sau inapoi) Accelerometru lucreaza impreuna cu

giroscopul pentru a furniza informatii precise despre miscarea dronei. Aceste date sunt utilizate pentru a stabili drona, a controla altitudinea si pentru a executa manevre complexe. Un accelerometru este creat dintr-o masa mica suspendata de un arc iar cand drona accelereaza masa este impinsa impotriva unui element sensibil iar deplasarea acesteia este masurata.

Barometrul masoara presiunea atmosferica. Schimbarea de altitudine duce la schimbari ale presiunii atmosferice. Prin masurarea acestor schimbari barometrul permite dronei sa estimeze altitudinea sa. Aceasta informatie este cruciala pentru a mentine o altitudine constanta si pentru a executa manevre precise. Barometrele din drone de obicei sunt barometre absolute care masoara presiunea atmosferica totala. Prin compararea presiunii masurate cu o valoare de referinta absoluta drona poate calcula altitudinea sa.

Senzorii de lumina masoara intensitatea luminii ambientale, acesti senzori ajuta la stabilizarea imaginilor capturate de camera dronei. Multe drone sunt echipate cu senzori de lumina care permit zborul în conditii de lumina scazuta sau în interior. Acesti senzori de lumina convertesc intensitatea luminii într-un semnal electric, care este apoi procesat de sistemul de control al dronei.

În concluzie fiecare dintre acesti senzori are un rol foarte vital în capacitatea dronei de a executa o gama larga de manevre si de a captura imagini si videoclipuri de înalta calitate. (3)

5. Dronele FPV Analog

Sunt doua tipuri de transmisie FPV analog si digital. Dronele FPV(First Person View) sunt drone care ofera o experienta mult mai imersiva si mai captivanta de zbor. Totul se realizeaza prin purtarea unor ochelari speciali care ii permit pilotului sa vada lumea prin ochii dronei acesti ochelari afisand un flux video live de la camera dronei. Primele sisteme FPV au fost cele analog care au aparut din dorinta de a crea o experienta mai imersiva de zbor. Primele sisteme analogice erau rudimentare cu o calitate a imaginii foarte slaba si o autonomie limitata. Dar cu dezvoltarea componentelor electronice, sistemele analogice au devenit mai performante, cu o gama mai mare si o calitate a imaginii imbunatatita. Cu toate acestea, au ramas limitate de interferente si de o banda de frecventa ingusta. Dar si în ziua de azi sistemele FPV Analog au foarte multe avantaje cum ar fi costul redus fata de sistemele digitale, sistemele analogice sunt mai ieftine si au o structura mai simpla ceea ce le face mai usor de inteles si de reparat. Iar un alt avantaj ar fi latenta redusa multi piloti de FPV prefera sistemul analog din cauza latentei reduse care este mult mai rapida fata de cea digitala din cauza ca sistemul analog trimite mai putine date pe o banda de frecventa mai ingusta. Cele trei componente principale ale unui kit FPV sunt drona, ochelarii si transmitatorul radio (radio). Fata de dronele normale dronele FPV au o conexiune diferita. Camera dronei capteaza imaginile live si le transmite la VTX(video transmitter). VTX-ul transforma aceste imagini într-un semnal radio care este trimis prin antena. Pilotul foloseste emitatorul radio pentru

a trimite comenzi catre drona, aceste comenzi sunt receptate de drona si controleaza miscarea dronei. Receptorul din ochelari capteaza semnalul video transmis de drona si il afiseaza pe ecran. Desi FPV analog a fost depasit de tehnologia digitala ramane o optiune viabila pentru incepatori. Cele doua diferente dintre o drona normala si una FPV este ca dronele FPV nu au senzori, nu au GPS, nu au functii de siguranta sau moduri automate. Dronele FPV fiind o experinta 100% manula fara pic de ajutor. Iar a 2-a diferenta este conexiunea dintre drona, telecomanda si ochelari.

In FPV telecomanda dronei este denumita de piloti ca radio (rol doar de emitor) deoarece aceasta emite semnale radio catre drona iar aceste semnale sunt preluate inapoi de ochelari, ochelarii avand rol de receptor. Un avantaj mare la aceste emitatoare radio este faptul ca mai multe drone se pot conecta la un singur radio. De exemplu daca un radio foloseste un protocol ELRS toate dronele cu protocol ELRS se pot conecta la acel emitor radio.

In lumea dronelor FPV putine companii ofera drone sigure si stabile pentru incepatori, multe drone fiind construite de piloti cu componente cumparate online de la cadrul dronei si controlerul de zbor pana la ochelarii FPV. Dar compania BETAFPV din China a creat mai multe kituri ready-to-fly FPV care sa introduca orice incepator in lumea de FPV. Iar unul dintre aceste kituri este Aquila16 FPV Kit. Acest kit este pentru incepatori dar cu niste tehnologii destul de avansate pentru o drona atat de mica. In primul rand este un kit pe transmisie analog cea ce il face perfect pentru orice incepator din cauza pretului redus. Un alt avantaj este bateria modulara de 1100 mAh care ofera o durata de zbor de 7-8 minute cea ce este foarte bine pentru o drona FPV, majoritatea bateriilor oferind doar 4-5 minute de zbor. Drona vine echipata si cu un senzor de flux optic care ii permite dronei sa isi mentina altitudinea constanta la o distanta de 3 metri fata de sol. Iar un ultim avantaj ar fi ochelarii FPV VR03 Goggles care ofera o transmisie video pana la 200 de metri si care vin integrati cu un DVR (Digital Video Recorder) care ii permit pilotului sa isi inregistreze zborurile. Transmitatorul radio folosind protocolul radio ELRS 3.0 acesta permitand sa se conecteze cu majoritatea dronelor analog.



Dar cele mai mari dezavantaj la aceasta drona este camera aceasta avand o rezolutie de 640x480 pixeli iar cu transmisia analog si la cea mai mica interferenta imaginea se poate bruia aparand foarte mult zgomot. (5)

6. Dronele FPV Digitale

Sistemul de drone digital este urmatorul pas in lumea FPV-ului. Sistemul digital DJI FPV este cel mai puternic sistem de pana acum acesta a fost creat pentru industria dronelor de curse. Acest sistem este format din DJI FPV Air Unit Module, DJI FPV Camera, DJI FPV Goggles, si DJI FPV Remote Controller. Toate aceste componente sunt imbunatatite cu cele mai bune componente si cu cele mai bune caracteristici de pe piata. Acest sistem remodeland cu totul lumea digitala a FPV-ului oferind o rezolutie HD foarte inalta cu o latenta foarte redusa. Distanța de transmisie este de 28ms la 4km asta permitand o transmisie video de latenta scazuta si distanta maxima de transmisie.

Ochelarii DJI FPV Goggles 3 pot sa receptioneze imagini cu o calitate de 720p la 120fps. Acest sistem avand 8 canale asta permite ca 8 piloti sa zboare simultan. Sistemul poate inregistra la o calitate video de 1080p la 60fps cu iar emitatorul radio are o latenta scazuta de 7ms cea ce face o conexiune foarte fina intre DJI FPV RC si DJI FPV Air Unit. Toate aceste tehnologii sunt integrate intr-un singur pachet.

DJI FPV Air Unit 1080p Aerial Recording este cea mai buna si compacta unitate de zbor. Aceasta unitate de zbor iti imbunatateste experienta de zbor cu inovatii modern cum ar fi un sistem foarte puternic de transmisie, un receptor de telecomanda integrat si tehnologia cu multe antene.

Receptorul pentru telecomanda integrat ii permite utilizatorului sa faca o conexiune instantă între unitatea de zbor si telecomanda fara a cumpara receptoare aditionale ceea ce reduce timpul pregatirii pentru zbor foarte. Tehnologia cu multe antene permite ca unitatea de zbor sa aiba doua antene ambele din ele fiind si receptoare si transmiatoare ceea ce asigura acoperirea larga a semnalului pentru transmiterea fiabila a imaginii. (6)

7. AI in drone

La doar 135 de grame DJI NEO este cea mai usoara si compacta drona de la DJI de pana acum. Aceasta drona poate sa decoleze din palma si nu este nevoie de telecomanda pentru a o controla.

Din cauza inteligentei artificiale pe care drona o foloseste, aceasta poate sa urmareasca subiectul si poate utiliza diferite quickshoturi pentru orice situatie. Fie ca mergi cu bicicleta, skateboardul sau barca Neo tine pasul ca propriul videograf personal si se asigura ca utilizatorul este in centrul atentiei. Echipat cu algoritmi AI, Neo poate urmări subiectul in cadru astfel sa puteti configura cu usurinta fotografii si videoclipuri cinematice si dinamice. DJI Neo poate filma automat cu sase moduri inteligente de fotografie oferind unghiuri dinamice pentru a crea imagini creative. Dar drona nu are niciun fel de sensor aceasta bazandu-se in totalitate pe algoritmi AI.

Compact si foarte capabila drona poate zbura singura dar poate fi controlata cu o telecomanda RC dar se poate conecta si la ochelarii FPV de la DJI pentru o experienta de zbor mai imersiva pentru fanii FPV. Dar aceasta drona se poate pilota doar cu telefonul prin aplicatia DJI Fly.

DJI Neo are un senzor de imagine de 0.5 inch pentru captarea fotografiilor de 12MP. Combinat cu algoritmi puternici de stabilizare de la DJI, poate capta videoclipuri la o calitate de 4K UHD stabilizate direct din camera. Si poate inregistra videoclipuri la o calitate de 4K la 30 FPS.

DJI Neo vine cu o memorie de stocare interna de 22 GB aceasta nu este compatibila cu carduri de memorie. Iar bateria de dronă este un alt plus de la DJI. Drona poate filma videoclipuri de 40 de minute cu o calitate de 4K la 30 FPS sau videoclipuri de 55 de minute cu o calitate de 1080p la 60 FPS.

Un alt plus al dronă este ca poate inregistra audio cu un microfon extern pe care il are utilizatorul. Microfonul DJI Mic 2 se poate conecta prin Bluetooth la drona sau chiar telefonul mobil poate fi folosit ca microfon extern in timp ce drona filmeaza utilizatorul.

Aceasta drona este cea mai usoara, compacta si inteligenta drona de la DJI. Pentru un pret redus avem un produs pentru orice situatie si pentru orice fan de fotografie si drone. (7)



8. Drona de film

Drona de cinema sunt drone profesionale folosite in industria de filme si seriale. Aceste drone sunt diferite fata de cele de consum deoarece ai nevoie de o autorizatie speciala din cauza ca sunt mult mai mari si mai greu de controlat decat dronele normale. O drona de film este o drona care are este echipata cu o camera de 360 de grade si poate capta imagini captivante pentru experiente de realitate virtuala, transportand publicul in locatii si perspective care înainte erau de neatins.

Această tehnologie detine un potential imens pentru productiile de filme documentare si continut educational. DJI si de aceasta data vine cu un nou model de drone construit special pentru industria de cinema.

DJI Inspire este gama de drone produsa de DJI pentru cinema.

Primul model DJI Inspire 1 lansat in 2014 este o platforma profesionala de filmare si fotografie aeriana care este gata de zbor direct din cutie. Echipata cu o camera cu un obiectiv de 20mm si un brat gimbal stabilizat pe 3 axe poate inregistra fotografii de 12mp si videoclipuri de 4K. Ce face aceasta drona unica este terenul de aterizare care se ridica in timpul zborului oferind camerei o

vedere clara de 360 de grade lumii din jur. Telecomanda avansata permite dronei sa fie stabila si usor de pilotat si in interior si in exterior. Iar sistemul Vision Positioning System ii permite sa isi mentina pozitia la altitudini joase chiar si fara GPS. Inspire 1 are o viteza maxima de zbor de 22m/s (80 km/h) si o durata maxima de zbor de 18 minute. (8)



Al 2-lea model DJI Inspire 2 lansat in 2016 ia tot ce era bun la Inspire 1 si il imbunatateste. Sistemul de procesare a imaginilor a fost actualizat de la CineCore 2.0 la CineCore 2.1 inregistrand videoclipuri si poze cu o calitate de 6K. Inspire 2 are o viteza maxima de zbor de 26 m/s (94 km/h). Bateria a fost si aceasta imbunatatita permitand o durata maxima de zbor de 27 de minute.

Dar ce mai are in plus DJI Inspire 2 sunt modurile inteligente de zbor si detectarea obstacolelor. Inspire 2 poate detecta obstacole de pana la 30 de metri folosind sistemul sau de viziune in timp ce zboara la o viteza de 54 km/h. Drona are de asemenea si senzori cu infrarosu orientati in sus care scaneaza dupa obstacole la 5 metri in sus, adaugand protectie pentru spatii inchise. Iar modul inteligent de zbor Spotlight Pro Intelligent Mode este un mod de urmarire care permite pilotilor sa captureze imagini complexe. Foloseste algoritmi avansati de urmarire vizuala pentru a se bloca pe un subiect in timpul zborului, indiferent in ce directie zboara drona creand fotografii si filmari incredibile si foarte dinamice. Daca gimbalul se apropie de atingerea limitelor de rotatie drona se va roti in aceasi directie fara a afecta controlul zborului. (9)



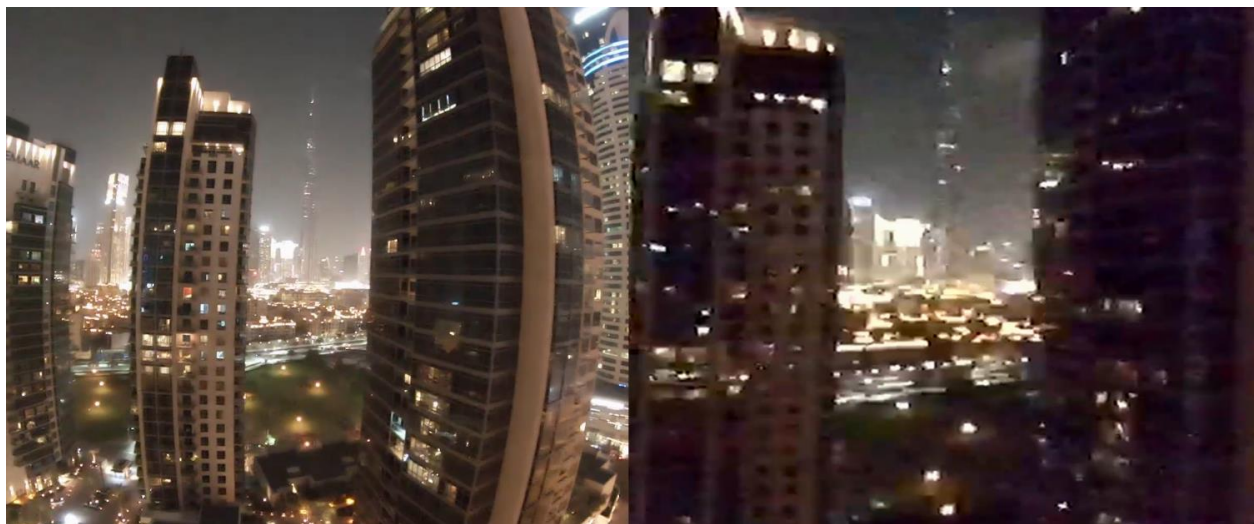
A 3-lea model DJI Inspire 3 lansat in 2023. Aceasta drona cum ii spune si sloganul iti permite sa stapanesti nevazutul (Master the unseen). Inspire 3 este cel mai bun si imbunatatit model din gama Inspire venind cu foarte multe functii dar si cu imbunatatiri la functiile vechi. In varful cinematografiei aeriene DJI Inspire 3 ofera o eficienta si calitate fara egal. Aceasta drona cu camera le ofera pachetul complet producatorilor de film profesionisti sa stapaneasca nevazutul. Inspire 3 adopta un nou design fluid care ia in considerare pe deplin aerodinamica pentru a reduce rezistenta aerului. Cu o manevrabilitate puternica si un control receptiv si un sistem cu baterii duble Inspire 3 poate sa ajunga la viteze de 26 m/s (94 km/h) si cu o durata maxima de zbor de 28 de minute.

Pastrand configuratia clasica transformabila a seriei Inspire, Inspire 3 foloseste un nou design care suporta rotire la 360 de grade dar si structura Tilt Boost. Cand terenul de aterizare este coborat bratul gimbal accepta fotografii si filmari fara obstacole la 80 de grade in sus.

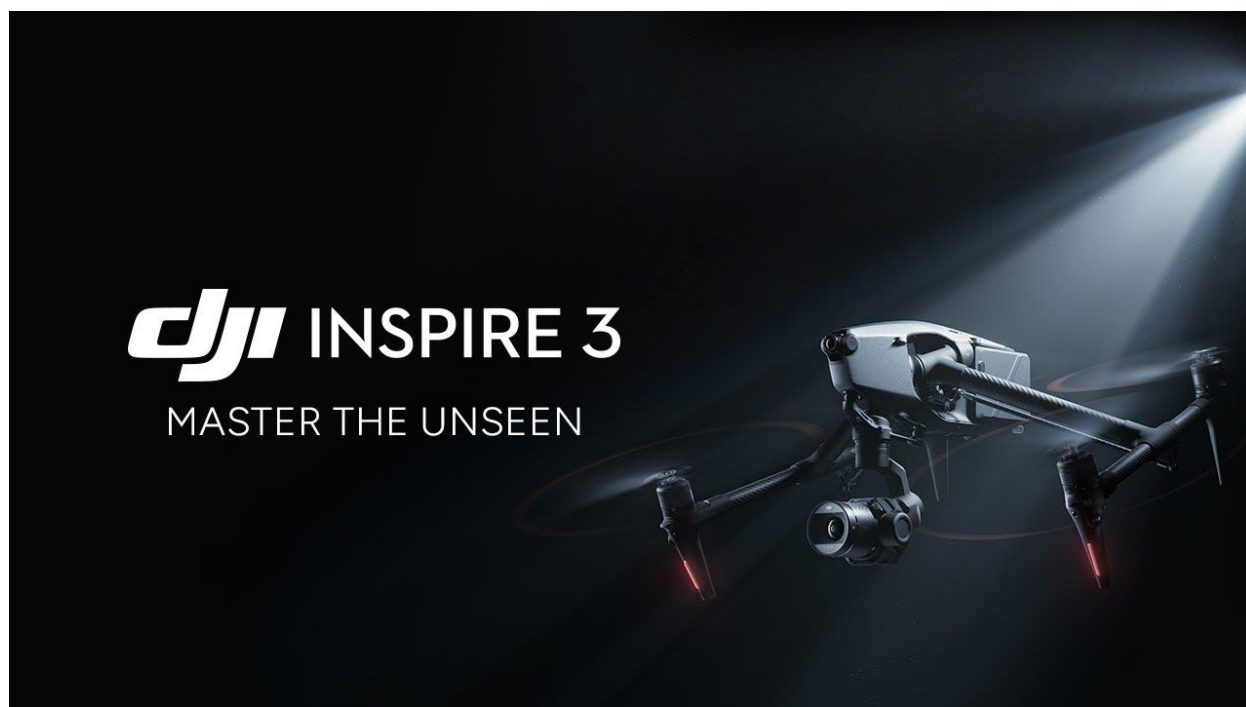
Orientarea cu antene duble care sunt si in partea din fata cat si in partea din spate ofera o distanta mult mai mare de transmisie de date de pana la 15 km. O alta functie inteligenta a dronei este Waypoint Pro.

Proiectat special pentru cinematografia aeriana, Waypoint Pro permite planificarea rutei de zbor si planificarea fotografiilor cu o gama larga de setari personalizate. Cu noile moduri Repeatable Routes si Dolly 3D o experienta de fotografie automata poate fi obtinuta foarte usor. Modul Repeatable Routes permite repetarea rutei de zbor exact cu aceiasi parametrii setati de la viteza si altitudine pana la unghiul gimbalului si setarile camerei. Iar modul Dolly 3D poate simula o macara sau o camera pe cablu pe platourile de filmare trecand cu mult peste limitarile acelor dispozitive.

Dupa planificarea rutei de zbor cinematograful poate controla manual drona de-a lungul rutei inainte si inapoi in timp ce poate modifica parametri precum viteza, unghiul camerei si multe altele in functie de situatie. Acest lucru face miscarile complicate ale camerei cinematografice mai usoare si mai eficiente. Modul Spotlight Pro a fost imbunatatit de la Inspire 2 si ofera mai multe posibilitati de fotografie. Bazat pe algoritmi avansati de machine-learning Inspire 3 acum permite recunoasterea si blocarea automata pe subiecte precum oameni, masini si barci cu o precizie mai mare decat a predecesorului sau. Inspire 3 mai este echipat cu 9 senzori care permit detectarea obstacolelor in toate directiile si ofera o protectie mai mare de zbor. Inspire 3 are si o camera FPV de noapte care poate transmite live cu o calitate de 1080p la 60FPS. Aici se pot vedea doua poze cea din stanga fiind facut cu Inspire 3 iar cea din dreapta cu Inspire 2.



Dar cea mai puternica componenta la aceasta drona este camera. Cu o camera de 8K la 75FPS aceasta camera este construita special pentru Inspire 3. Cea mai usoara camera pe un gimbal cu 3 axe X9-8K Air duce cinematografia aeriana la urmatorul nivel. Dispune de cel recent sistem de procesare de la DJI, CineCore 3.0 care accepta inregistrarea videoclipurilor de pana la 8K la 25FPS precum si 8K la 75FPS. 8K inseamna inregistrari aeriene de ultra-inalta rezolutie care pastreaza calitatea si textura imaginii aproape de cea a ochiului uman. Cu o claritate si rezolutie care uimeste publicul din cinematografe. (10)



Dronele au evoluat foarte mult in ultimii ani si este o tehnologie care se dezvoltă constant. In acest proiect am discutat doar despre dronele de consum dar mai sunt si cele de agricultura, constructii si cele militare. Care deschid noi posibilitati si oportunitati de dezvoltare in lumea dronelor si a inteligentei artificiale.

Bibliografie:

DJI USER MANUAL: https://dl.djicdn.com/downloads/mini-se/20210630R/DJI_Mini_SE_User_Manual_v1.0_RO.pdf

Drone Security: https://www.ndss-symposium.org/wp-content/uploads/2023/02/ndss2023_f217_paper.pdf

Utilizarea echipamentelor de tip UAV: <http://ugr.ro/opinii/utilizarea-echipamentelor-de-tip-uav-in-lucrarile-de-masuratori-terestre-si-inginerie-civila>

DJI Digital: <https://www.dji.com/global/fpv>

DJI OcuSystem: <https://store.dji.bg/en/blog/what-is-dji-ocusync-and-how-does-it-work>

Aquila 16: <https://betafpv.com/products/aquila16-fpv-kit>

DJI NEO: <https://www.dji.com/global/neo>

DJI INSPIRE 1: <https://www.drohnenstore24.de/images/gallery/PDF/DJIT6004K-Quickstart.pdf>

DJI INSPIRE 2: <https://www.gpslands.co.id/wp-content/uploads/2021/05/GLIS-DJI-Inspire-2.pdf>

DJI INSPIRE 3: https://www.dji.com/global/inspire-3?site=brandsite&from=landing_page