



MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE
UNIVERSITATEA DIN PETROȘANI
ȘCOALA DOCTORALĂ



**STUDIUL POSIBILITĂȚILOR DE UTILIZARE A IMAGINILOR
ȘI A TEHNOLOGIEI INFORMAȚIEI ÎN MONITORIZAREA ȘI
CONDUCEREA PROCESELOR DE EXPLOATARE ȘI
VALORIFICARE A RESURSELOR**

Rezumat

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC

PROF.UNIV.DR.ING. NAN MARIN-SILVIU

DOCTORAND

Ing. PLOTOGEA CĂTĂLIN ELIAD

Petroșani

2018

CUPRINS

INTRODUCERE

CAPITOLUL 1. STUDIUL UTILIZĂRII DRONELOR ȘI IMAGINILOR ÎN MONITORIZAREA ȘI CONDUCEREA PROCESELOR INDUSTRIALE

1.1. DRONE INTELIGENTE

1.2. DRONELE ȘI BENEFICIILE LOR ÎN INDUSTRIA MINIERĂ

CAPITOLUL 2. CONSIDERAȚII DE NATURĂ TEHNICĂ ȘI ECONOMICĂ PRIVIND SISTEMELE TEHNOLOGICE MINIERE

2.1. SISTEME TEHNOLOGICE MINIERE

2.2. ANALIZA DE SISTEM

TEHNOLOGICE MINIERE

2.4. SCHEMA TEHNOLOGICĂ A SISTEMULUI „MINĂ SAU CARIERĂ”

2.4.1 Noțiuni principale

2.4.2 Funcția obiectiv a sistemului „mină sau carieră”

2.4.3 Limitarea sistemului „mină sau carieră”

2.4.4 Subsisteme în sistemul „mină sau carieră”

2.4.5 Legăturile subsistemelor în sistemul „mină sau carieră”

2.4.6 Ieșirea sistemului „mină sau carieră”

CAPITOLUL 3. CERCETĂRI PRIVIND BAZELE TEORETICE ȘI EXPERIMENTALE ALE TRANSMITERII ȘI VALORIFICĂRII SEMNALELOR

3.1. SISTEME DE TRANSMISIUNE A INFORMAȚIEI

3.2. SISTEME DE RADIOCOMUNICAȚII

3.2.1 Echipamente de Radio Emisie

3.2.2 Echipamente de Radio Recepție

3.3. TEHNOLOGII RADIO DIGITALE DE ACCES

3.3.1 Tehnologii radio de acces fără fir

3.3.2 Stadiul actual al rețelelor radio digitale de acces

3.4. REȚELE FĂRĂ FIR ȘI TRANSMISIUNI ÎN DIRECT PE DRONE

CAPITOLUL 4. STUDIUL POSIBILITĂȚILOR DE REALIZARE A UNOR ECHIPAMENTE DESTINATE PRELUARII IMAGINILOR. STUDIU DE CAZ

4.1. TERMINOLOGIE DE BAZĂ PENTRU DRONE

4.2. ALEGEREA UNUI CADRU

4.3. MOTOARE, ELICE ȘI PROPULSIE

4.4. PROIECT CONSTRUIRE DRONĂ

4.4.1 Colectarea pieselor

4.4.2 Asamblarea cadrului interior

4.4.3 Fixarea motoarelor

4.4.4 Asamblarea plăcii de distribuție a energiei

4.4.5 Instalarea componentelor electronice

4.4.6 Programarea regulatorului electronic de viteză

4.4.7 Interconectarea componentelor electronice

4.4.8 Legarea transmițătorului radio la receptor

4.4.9 Atașarea carcasei la cadrul dronei

4.4.10 Instalarea bateriei

4.4.11 Configurarea controlerului de zbor

4.4.12 Atașarea elicelor și pregătirea de zbor

CAPITOLUL 5. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND VALORIFICAREA IMAGINILOR ÎN MONITORIZAREA ȘI CONDUCEREA PROCESELOR DIN INDUSTRIA EXTRACTIVĂ

5.1. FOTOGRAMETRIE

5.1.1 Elemente de fotogrametrie

5.1.2 Baze optice și fotografice

5.1.3 Fotointerpretarea

5.2. RECUNOAȘTEREA DE FEȚE

5.2.1 Arhitectura unui sistem biometric

5.2.2 Noțiuni teoretice recunoașterea de fețe

5.2.3 Algoritmii de recunoaștere de fețe

CAPITOLUL 6. CERCETĂRI PRIVIND UTILIZAREA ECHIPAMENTELOR CU PROPULSIE ÎN MONITORIZAREA UNOR PARAMETRII DE INFLUENȚĂ ÎN PROCESELE DIN INDUSTRIA EXTRACTIVĂ

6.1. FOTOGRAMETRIE DIN DRONĂ

6.2. IMPLEMENTAREA ALGORITMULUI DE RECUNOAȘTEREA DE FEȚE

6.3. REZULTATE EXPERIMENTALE IDENTIFICARE FEȚE

CAPITOLUL 7. CONCLUZII FINALE, CONTRIBUȚII PERSONALE ȘI DIRECȚII DE CERCETARE

BIBLIOGRAFIE, ANEXE

Dezvoltarea rapidă a științei și tehnologiei, precum și restructurarea industriei extractive miniere, determină schimbări profunde în structura și complexitatea utilajelor folosite în minerit. Unitățile miniere trebuie să confere un grad avansat de mecanizare și automatizare, asigurând astfel o productivitate și siguranță în exploatare mărite.

Utilizarea tehnologiilor informatice moderne în supravegherea și monitorizarea instalațiilor tehnologice de mare complexitate reprezintă o problemă de actualitate. Prin monitorizarea principalilor parametri funcționali ai utilajelor de excavare, transport și depozitare folosind imagini și tehnologia informației, cresc în performanță sistemele de extragere. Aceași tehnologie își găsește utilizarea în situații limită: explozii, incendii, recunoașterea operatorilor dispuși în zonele importante ale instalațiilor de extragere. Informațiile obținute prin prelucrarea imaginilor cu ajutorul tehnologiei informației asigură conducerea operativă eficientă realizată de complexul de extragere. Decizia este optimizată și favorizată de informațiile suplimentare obținute, îmbunătățindu-se astfel conducerea proceselor de exploatare și valorificare a resurselor.

În *Introducere* este motivată alegerea temei, prezenta lucrare abordează aspecte legate de utilizarea vehiculelor aeriene fără pilot pentru culegerea de informații. O altă problemă abordată pe larg și pentru prima dată țară noastră în acest domeniu de activitate o reprezintă domeniile de aplicare. Sunt elaborate de asemenea, aspectele teoretice și experimentale ale transmiterii și valorificării semnalelor, modalitățile de alegere și construcție a acestor tipuri de vehicule. Pe baza imaginilor obținute sunt dezvoltate cercetări experimentale în domeniul monitorizării și conducerii proceselor din industria extractivă. Se iau în calcul aspectele legate de recunoașterea feței operatorilor umani, precum și monitorizarea parametrilor de influență tehnologici asupra performanțelor în exploatarea complexelor de extragere.

Primul capitol al lucrării intitulat *Studiul utilizării dronelor și imaginilor în monitorizarea și conducerea proceselor industriale* prezintă succint stadiul actual al utilizării dronelor în diferite arii tehnologice. Dronele s-au dovedit a fi metoda excelentă de a descoperi noi domenii de interes și un instrument indispensabil în procesul de extracție. Aceste vehicule aeriene fără pilot (UAV) au început să aibă din ce în ce mai multă inteligență artificială, fiind echipate cu o multitudine de senzori, aparate de fotografiat sau camere video, dispozitive de comunicații specializate. În industria minieră dronele pot vizita zone greu accesibile și/sau periculoase și pot colecta date importante în siguranță, cum ar fi datele geologice și topografice, condițiile meteorologice, imagistica termică, colectarea probelor. De asemenea, ele pot să facă fotografii din mai multe unghiuri, permițând dezvoltarea unui model 3D din fotografii.

Accidentele din industria minieră pot fi prevenite dacă dronelor sunt incluse în gestionarea lor operațională. Siguranța este o preocupare primordială, iar cu aplicații specifice, dronele pot fi utilizate pentru identificarea riscurilor potențiale și a zonelor periculoase într-o exploatare minieră. Sunt extrem de utile în pierderi de zgomot, deteriorări ale zidului, situri de explorare și foraj sau stații de procesare. Nu mai este nevoie de efectuarea fizică a unei misiuni de explorare pe un teritoriu nou, atunci când o dronă poate ieși afară și să privească. Dacă datele sunt promițătoare, atunci echipa poate continua. Această abordare este mai sigură și mai puțin invazivă pentru lucrători și mai ieftină pentru industrie.

În cel de-al doilea capitol intitulat *Considerații de natură tehnică și economică privind sistemele tehnologice miniere* este prezentat procesul de analiză a performanțelor unui complex de extragere, ținându-se cont de un ansamblu de factori care influențează eficiența tehnologiei. Monitorizarea ca și proces reprezintă o soluție care poate să asigure creșterea siguranței în

funcționare, respectiv eficiență economică. Se dorește să fie măsurați un număr cât mai mare de parametri cum ar fi: vibrațiile, temperatura, calitatea lubrifierii, presiuni, tensiuni, curenți etc. Monitorizarea în combinație cu datele de proces asigură posibilitatea anticipării unor probleme asociate utilajului urmărit. În analiza datelor pentru anticiparea unor acțiuni corective trebuie să existe o raționalitate tehnică bazată pe cunoașterea dobândită în exploatarea acestor categorii de mașini și nu trebuie uitată mentenanța acestora, lucru extrem de important.

Adoptarea unor sisteme de mentenanță moderne și parcurgerea unor procese de modernizare asigură creșterea duratei de viață a utilajelor. Creșterea apare chiar dacă unele se apropie de durata maximă de exploatare, iar altele au depășit această limită. Adoptarea acestei strategii este validă deoarece și în alte țări cu industrie minieră dezvoltată s-a prelungit durata de viață a unor utilaje de mare complexitate. Se poate exemplifica în acest sens excavatoarele cu rotor. Prin monitorizarea funcționării, prelucrarea datelor și aplicarea unor măsuri de modernizare s-a asigurat succesul demersului de prelungire a utilizării în exploatarea acestor echipamente. În acest sens ajută utilizarea imaginilor și a tehnologiei informației în monitorizarea și conducerea proceselor de exploatare și valorificare a resurselor. Ele reprezintă un demers necesar și de mare complexitate cu efecte importante în creșterea performanțelor în exploatarea complexelor de extragere, creșterea siguranței în timpul funcționării și creșterea numărului de intervenții operative în cazuri majore cum ar fi accidente, incendii, explozii, pierderea stabilității utilajelor.

Capitolul 3, *Cercetări privind bazele teoretice și experimentale ale transmiterii și valorificării semnalelor*, face o prezentare a sistemelor de transmisiuni a informației, a modului de transmitere al semnalelor în sistemele de radiocomunicații și sunt descrise sumar diferitele tehnologii de acces fără fir. Transmiterea informației prin aer se realizează folosind propagarea undelor electro-magnetice din gama radio frecvență, unde radio ($3 \cdot 10^4 \dots 4 \cdot 10^{10}$ Hz). Tehnologiile de acces folosite în trecutul apropiat, prezent sau în curs de dezvoltare se dovedesc a fi de o extrem de mare diversitate. Se merge de la tehnologii cablate la tehnologii fără fir, de la tehnologii cu rată mică de transmitere a datelor (câțiva kbps) la cele de rată mare (spre 1Gbps), de la arii de acoperire sub 1 metru până la tehnologii care acoperă arii mari cu raze peste 100 km.

În mod uzual, sistemul de control de la distanță al dronei este un dispozitiv de comunicații fără fir care utilizează banda de frecvență de 5,8 GHz. Unele dintre cele mai recente drone apărute pe piață pot zbura și fi controlate de la o distanță de până la 7 km. Produsele cum ar fi extinderea razei de filmare în prim plan (FPV – eng. First Person View) sunt foarte populare, ele împing distanța chiar mai departe. Filmarea în direct (live) video FPV unul dintre principalele motive pentru care dronele au devenit atât de populare. Această transmisie video în direct, împreună cu camere de înaltă calitate, permit dronelor să fie utilizate în multe moduri pozitive în multe sectoare.

Cu o antenă receptoare omnidirecțională corespunzătoare polarizată circular se poate primi semnal video FPV aproximativ egal în orice direcție de la transmițătorul FPV. Distanța maximă de primire a semnalului video depinde de emițătorul și receptorul utilizat. Calitatea video va deveni granulată sau se pierde videoclipul atunci când receptorul și transmițătorul se depărtează unul de celălalt. Cu transmițătorul omnidirecțional și antena corespunzătoare, va putea urmări un semnal video live de la maxim 2,4 km. Pentru distanțe mai mari este necesară utilizarea unui transmițător și receptor FPV mai puternic. Astfel, pentru a dubla distanța, va trebui ca puterea să crească de patru ori. Cu cât transmițătorul video este mai puternic, cu atât mai mult va consuma bateria aparatului zburător. Un alt mod pentru extinderea razei de înregistrări video

cu ajutorul dronelor este alegerea unei antene receptor care permite un anumit câștig. Se poate alege o antena direcțională sau unidirecțională. Câștigul antenei este o măsură relativă a capacității antenei de a direcționa sau de a concentra energia de frecvență radio într-o anumită direcție sau model. Astfel sunt necesari 6 decibeli pentru a da dublu gama de imagini live pe dronă. Pentru extinderea în afara modelului de radiație îngustă care trebuie preluat de receptor se poate utiliza un sistem de urmărire a antenei direcționale a dronei. Aceste sisteme se învârtesc și se urmăresc pe măsură ce drona zboară, însă au ca dezavantaj faptul că sunt destul de scumpe.

Dronele civile au de obicei o rază de zbor sau de transmisie video în direct scurtă. În metoda tradițională de control a dronelor sunt necesare trei echipamente distincte de control (radiocomandă, emițător video, modem telemetrie). Toate sunt limitate ca distanță de transmisie. O altă metodă este controlul prin internet folosind rețeaua de date mobile (GSM/3G/4G). Ea permite utilizarea dronelor în medii cu obstrucții de vizibilitate, urban sau montan. Astfel, se poate coordona drona la distanțe foarte mari și se poate efectua topografie/agricultură pe suprafețe mari, problema cu interferențele e rezolvată, de asemenea.

În capitolul 4, *Studiul posibilităților de realizare a unor echipamente destinate preluării imaginilor. Studiu de caz*, este prezentată o modalitate de realizarea fizică a unor echipamente destinate preluării imaginilor. Pentru aceasta este necesară dezvoltarea unui scenariu, interpretat ca un „drum inițiativ” din momentul manifestării intenției (definirii obiectivului) până la realizarea fizică (a obiectului). Întregul parcurs este prezentat ca o succesiune de etape promovate de un „maestru” unui „ucenic”.

Studiul posibilităților de realizare a unei drone destinate preluării imaginilor cu referire la industria extragerii și valorificării resurselor este un demers cu caracteristici de originalitate pentru țara noastră. Întregul drum ce urmează a fi parcurs pornește cu etapa stabilirii unor elemente de terminologie specifică, fără de care demersul în realizarea acestui obiectiv este greu de imaginat. Sunt abordate și dezvoltate o serie de probleme bine indentificate și cu o gradualitate remarcabilă prezentate, cum ar fi: alegerea cadrului, motoare, elice și propulsie etc.

Proiectul construirii unei drone reprezintă o abordarea care are două valențe ce se completează reciproc. Prima valență este de natură științifică, urmărind clarificarea opțiunilor și a modalităților de alegere între acestea, utilizând criterii și recomandări valoroase. A doua valență, la fel de importantă este de natură didactică (pedagogică) și are o arhitectură care centează întreaga construcție, într-o discuție consistentă, între un maestru (cel ce asigură învățarea) și un ucenic (cel care dorește să învețe). Drumul până la finalizare este destul de lung, dar și destul de captivant, astfel încât cineva bine pregătit în inginerie se va descurca relativ ușor.

Întregul echipament destinat preluării, transmiterii, stocării și prelucrării a imaginilor trebuie încorporat într-un element unitar care poate fi ușor transportat de către un operator ce este specializat în valorificarea imaginilor în vederea utilizării acestor informații la luarea deciziilor de natură operativă și de monitorizare a complexului de extragere. Echipamentul a fost denumit „Trusă pentru preluarea și prelucrarea imaginilor” și este recomandat să intre în dotarea companiilor interesate, dar mai ales celor care asigură extragerea și valorificarea resurselor minerale.

Capitolul 5 intitulat *Cercetări experimentale privind valorificarea imaginilor în monitorizarea și conducerea proceselor din industria extractivă* are două părți, prima parte se axează pe fotogrametrie. Înregistrarea fotografică și numerică a terenului oferă un volum imens de informații. Prelucrarea automată a acestor datelor constituie o preocupare încă de la apariția

fotogrametriei. În prezent, prin crearea sistemelor și aparaturii automate de exploatare a înregistrărilor, fotogrametria aparține domeniului teoriei informațiilor. Fotointerpretarea este metodologia de extragere și clasificare a informației tematice continute de fotograme sau de perechile de fotograme care alcatuiesc cuplul stereoscopic, fiind condiționată de acumularea prealabilă a unor cunoștințe referitoare la realitatea socio-economică și fizică, tipurile morfologice și condițiile specifice unui subiect al studiului. Prin analiza fotogrametrică se poate obține un model digital altimetric sau un model 3D digital terestru pe care se pot face măsurători precise. Rezultatul interpretării imaginilor este condiționat de rezoluția senzorului, natura detaliilor, perioada înregistrărilor, modul de înregistrare și de însușirea modelului optic realizat de operator.

Cea de-a doua parte prezintă o modalitate de utilizare a dronelor pentru a simplifica recunoașterea feței și pentru a face mult mai eficientă munca în echipă. UAV-urile pot fi utilizate de organizații comerciale, industriale și de servicii pentru a asigura o supraveghere instantanee în mai multe locații instantaneu. Astfel se elimină necesitatea supravegherii umane sau petrecând ore nesfârșite de căutare a informațiilor înregistrate. Evenimentele nedorite din industria minieră, mai exact accidentele de muncă, pot fi evitate prin introducerea dronelor în gestionarea operațională a personalului. Principalele motive care au implicații unanime și cauzează majoritatea accidentelor sunt condiții de siguranță nesigure, echipamente periculoase, metode nesigure de lucru sau lipsă de formare adecvată, atitudine proastă sau neatenție în ceea ce privește siguranța, sau izolare, abatere bruscă de la comportamentul prescris.

În această lucrare este prezentat un sistemul biometric de recunoaștere de fețe bazat pe analiza detaliată a imaginilor. Metoda folosită de extragere a componentelor semnificative din imaginile cu fețe este obținută prin Analiza în Componente Independente (ICA-Independent Component Analysis), metodă folosită în multe domenii ale ingineriei ce are ca avantaje extragerea caracteristicilor rapidă și reducerea volumului de date. Sistemele biometrice cu recunoaștere de fețe au un grad de acceptabilitate ridicat deoarece sunt sisteme neinvazive, iar achiziția trăsăturilor biometrice nu deranjează utilizatorul. O problemă care a intervenit în sistemele de autentificare pe bază de trăsături biometrice a fost aceea că trăsăturile biometrice se modifică în timp. Acest fapt presupune modificarea trăsăturilor biometrice ale utilizatorului autentic de la achiziție la achiziție. Unui utilizator autentic i se pot achiziționa imagini ale feței diferite atunci când sunt date condiții diferite la timpi diferiți. Aceste condiții diferite pot fi datorate de o altă iluminare a încăperii în care are loc achiziția sau de poziția subiectului în momentul respectiv. De aceea, sistemul biometric cu recunoaștere de fețe trebuie să fie capabil să recunoască persoana autentică indiferent de aceste schimbări.

Capitolul 6 are titlul *Cercetări privind utilizarea echipamentelor cu propulsie în monitorizarea unor parametri de influență în procesele din industria extractivă* și prezintă rezultate experimentale obținute prin analiza fotogrametrică a unor imagini preluate cu drona și punerea în practică a sistemului de recunoaștere a fețelor descris anterior.

Utilizarea quadcopterelelor și multirotoarelor în cartografia fotogrametrică este încă în stadiile foarte timpurii. Fotogrametria este știința măsurării fotografiilor, iar rezultatul final este de obicei o hartă, un desen sau un model 3D al unei anumite mase de obiecte sau terenuri din lumea reală. Pentru a crea hărți 3D din fotogrametria aeriană, camera este montată pe dronă și este de obicei îndreptată vertical spre pământ. Folosind fotogrametria pentru a crea modele 3D de monumente sau statui, camera este montată orizontal pe UAV. Sunt suprapuse multiple fotografii

(de la 80 la 90% suprapuse) ale solului sau ale modelului deoarece drona zboară de-a lungul unei căi de zbor programate autonome, numită punct de parcurs. Ce este minunat în ceea ce privește crearea imaginilor de fotogrametrie 3D este faptul că nu e nevoie de senzori speciali pe dronă, doar o cameră normală performantă. O dronă de calitate și camera foto sunt esențiale, împreună cu software-ul 3D de calitate pentru a prelucra fotografiile ulterior. Fotografii trebuie făcute la intervale precise de timp între 0,5 secunde sau o secundă. A fost prezentată o modalitate de procesare a imaginilor colectate cu ajutorul unei drone cu software-ul Agisoft PhotoScan versiunea profesională. Agisoft PhotoScan este un program software autonom de fotogrametrie, care efectuează procesarea fotogrametrică a imaginilor digitale și generează date spațiale 3D. Această soluție avansată de modelare 3D bazată pe imagini este menită să creeze o experiență profesională cu un conținut de calitate din imagini statice și funcționează cu imagini arbitrare și este eficient atât în condiții controlate, cât și necontrolate. Fotografii pot să fie luate din orice poziție, cu condiția ca obiectul care urmează să fie reconstruit să fie vizibil pe cel puțin două fotografii. Atât alinierea imaginii cât și reconstrucția modelului 3D sunt complet automatizate.

În general, obiectivul final al procesării fotografiilor este de a construi o suprafață 3D, iar procedura de procesare include mai multe etape. Prima etapă este alinierea camerei, următoarea etapă generează un nor dens, care este construit de PhotoScan bazat pe camera estimată pozițiile și imaginile. Norul dens poate fi editat și clasificat înainte de export sau trecerea la etapa următoare. În cea de-a treia etapă se generează modelele 3D de suprafețe. Modelul 3D de plasă poligonală reprezintă suprafața obiectului bazată pe norul de puncte dens sau rar. Modelul de elevație digitală (DEM) poate fi construit în proiecții geografice, planare sau cilindrice în funcție de alegerea utilizatorului. În ultima etapă, după ce suprafața este reconstruită, ea poate fi texturată sau pot fi generat modelul de ortomozaic.

În cariera minieră Husnicioara din județul Mehedinți au fost colectate o serie de imagini cu ajutorul unei drone. Ele au fost utilizate ulterior pentru a realiza cartografierea unei porțiuni din terenul ocupat de vasta carieră de exploatare minieră. Din cauza faptului că drona utilizată nu avea autonomia necesară acoperirii întregii suprafețe, s-au ales 2 porțiuni de interes. S-a fotografiat zona activă de excavare și depozitul central de carbune. Pentru zona activă de excavare s-au selectat 222 de imagini pentru a realiza analiza cartografică a terenului ales. Imaginile au fost captate de la altitudinea de 175 metri. Aceeași analiză a fost făcută și în depozitul central de cărbune din cariera Husnicioara, județul Mehedinți, 81 de poze au ajutat la crearea modelului cartografic.

Experimentările in SITU cuprinse în „Studiul de caz” aplicat în cariera Husnicioara pune în evidență că cercetările și rezultatele de natură teoretică și experimentală desfășurate pe parcursul celor trei ani de studiu sunt pe deplin aplicabile și conduc la date veridice și utile celor interesați de monitorizare și conducerea proceselor într-o carieră de lignit reală. Demersul prezentat, imaginile culese cu drone și prelucrate cu softuri specializate sunt evidente și pune în relief superioritatea și avantajele acestei noi tehnologii.

Aplicarea bazei teoretice dezvoltată în lucrare, în cazul experimentului de recunoaștere, în cariera Husnicioara pune în evidență că soluțiile propuse sunt pe deplin aplicabil și în rezolvarea cu succes a acestei probleme. Utilizând imagini preluate cu ajutorul unei drone și prelucrate cu un soft specializat la fața locului în timp real, se obține recunoașterea feței celui cărui a s-a preluat imaginea în mod explicit.

În cazul aplicațiilor de recunoaștere a fețelor, abordarea modulară este strâns legată de tehnicile care își propun extragerea unei semnături bazate pe procesare locală. Se urmăresc niște puncte reprezentative (ochi, nas, gură). Inițial, imaginea este captată de către senzor (camera). Imaginea captată a feței va fi citită de sistem. După etapa de citire, această imagine nou rezultată va trebui să fie aliniată la un set prestabilit de 3 puncte corespunzătoare pupilelor și centrului gurii. Imaginea feței aliniată se va taia la o dimensiune prestabilită pentru a memora doar partea de interes, și anume fața propriu-zisă. Următoarea etapă constă în redimensionarea acestei imagini. Este nevoie de o imagine care să ocupe puțin spațiu și să fie de dimensiune mică. Aceasta pentru a putea fi serializată și analizată cu ICA mai ușor în vederea obținerii bazei de date cu fețe primitive. Ultima etapă din acest algoritm de preprocesare îl constituie aducerea la varianță 1, îmbunătățindu-se astfel contrastul imaginii. Imaginea astfel obținută se va serializa și se va proiecta pe baza cu fețe primitive. Proiectarea pe bază reprezintă produsul scalar dintre imaginea preprocesată a feței persoanei care dorește să se identifice și baza de analiză. În urma acestui proces se va obține o semnătură care reprezintă de fapt trăsăturile persoanei. Această semnătură va fi comparată cu cea existentă în baza de date a semnăturilor. Se poate ca semnătura din etapa de identificare și cea existentă în bază, memorată în cadrul etapei de înrolare, să nu coincidă. Atunci persoana care este supusă identificării nu este persoana care s-a înrolat. Dacă semnăturile sunt asemănătoare atunci înseamnă că persoana există în baza de date și este recunoscută de sistem.

Recunoașterea de fețe utilizând drone asigură mai multă eficiență muncii în echipă. În acest sens în industria minieră, mai exact accidentele de muncă, pot fi evitate într-o măsură mai mare dacă se introduc drone pentru gestionarea operațională a personalului. Recunoașterea feței are la bază sistemul biometric ce este construit pe analiza detaliată a imaginilor. Arhitectura unui sistem biometric se compune dintr-o serie de module cum ar fi: senzor pentru colectarea datelor, algoritm de procesare, bază de date, procedură de comparare și procedură de decizie. Toate acestea sunt fundamentate prin elemente teoretice și de experiment.

Dronele sunt o tehnologie adecvată pentru a fi utilizate în diferite sectoare ale industriei miniere. Ele pot oferi informații în timp real, fiind capabile să zboare în diferite zone și să asigure interacțiunea video sau audio necesară. UAV-urile pot avea un impact major în industria minieră în ceea ce privește productivitatea, costul și eficiența în următorii ani. Există multe utilizări diferite pentru drone în explorarea, extracția și întreținerea minelor. Unele companii le folosesc doar pentru a localiza puncte de interes și pentru a schimba terenul, dar pot fi folosite în multe alte moduri. Acestea pot acționa ca suport aerian pentru generarea eșantionului, primul ajutor, cartografiere, întreținere, supraveghere. Dronele s-au dovedit a fi instrumente inestimabile.

În urma finalizării cercetărilor se pot menționa o serie de contribuții cu caracter original dintre care sunt amintite cele reprezentative:

1. Realizarea unei documentări sintetice asupra literaturii de specialitate cu privire la parametrii principali, construcția și exploatarea vehiculelor aeriene fără pilot destinate preluării imaginilor necesare monitorizării și conducerii proceselor de extragere și valorificare a resurselor minerale utile;
2. Dezvoltarea și analiza unui concept denumit „Dronă Inteligentă” utilizabilă în minerit cu avantaje certe și cu eficiență de natură tehnică și economică;
3. Abordarea sistemică a întregii osaturi destinate extragerii și valorificării resurselor minerale, respectiv lucrări complexe de extragere, operatori umani, aspecte economice și de securitate;

4. Dezvoltarea modelului de analiză tehnico-economică utilizând funcția obiectiv a sistemului mina subterană sau cariera;
5. Elaborarea unei cercetări teoretice și experimentale asupra transmiterii și valorificării semnalelor;
6. Studiul tehnologiilor radio digitale de acces prin reliefa domeniului de aplicare, avantaje, dezavantaje și limite determinate de fiecare tehnologie în parte;
7. Conceperea unor rețele de transmisie a semnalului în direct de pe drone utilizabil în industria minieră;
8. Elaborarea pentru prima dată la noi în țară a unui studiu privind construcția unei drone destinate preluării imaginilor din procese ce se desfășoară în industria extractivă;
9. Elaborarea unui ghid pentru realizarea unei drone în detaliu pas cu pas într-o manieră originală printr-un dialog dintre un „maestru și un ucenic” și realizarea fizică a acestei drone;
10. Conceperea și realizarea proiectului denumit ”Trusă pentru preluarea și prelucrarea imaginilor” utilizabilă tuturor companiilor interesate, dar mai ales complexelor de extragere din domeniul substanțelor minerale utile a produselor petroliere și a gazelor naturale;
11. Elaborarea pentru prima dată a unui studiu detaliat privind posibilitățile de utilizare a imaginilor și a tehnologiei informației în monitorizarea și conducerea proceselor din industria extractivă;
12. Punerea bazelor teoretice pentru recunoașterea feței operatorilor umani utilizând imagini preluate cu ajutorul dronelor;
13. Efectuarea unui studiu de caz pentru determinarea unor parametrii geometrici și a configurației, în cariera Husnicioara cu ajutorul imaginilor preluate cu o dronă și prelucrate în timp real cu softuri specializate;
14. Efectuarea pentru prima dată la noi în țară a unui experiment privind validarea metodei de recunoaștere a feței din imagini preluate de o dronă și prelucrate în mod adecvat în timp real în carieră;

În baza cercetărilor întreprinse prin finalizarea lucrărilor se desprind o serie de direcții de cercetare viitoare cum ar fi:

1. efectuarea de cercetări experimentale in SITU pentru determinarea elementelor concordante, rezultate în urma elaborării studiilor teoretice și de laborator privind utilizarea imaginilor preluate cu ajutorul dronelor și transmise și prelucrate cu tehnologia informației;
2. realizarea unor cercetări privind introducerea imaginilor preluate de către drone în activități de mentenanță și conducere a proceselor din cariere și din minele subterane;
3. studiu modului de utilizare a dronelor în accidente în industria minieră în vederea elaborării unor proceduri și norme adecvate;
4. cercetări privind utilizarea dronelor în situații de explozii și dezastre naturale în vederea elaborării unor proceduri și norme adecvate.