



AZƏRBAYCAN ELM FONDU

Azərbaycan Elm Fondunun
“Qarabağ Azərbaycandır!” məqsədli qrant
müsabiqəsinin (AEF-MQM-QA-1-2021-4(41) qalibi
olmuş layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

1 İLLİK ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **İşğaldan azad edilmiş ərazilərdə davamlı inkişafı və təhlükəsizlik mühitini təmin etmək üçün PUA-ların monitorinqi metodlarının təkmilləşdirilməsi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Abbasov Əli Məhəmməd oğlu**

Qrantın məbləği: **190 000**

Layihənin nömrəsi: **AEF-MQM-QA-1-2021-4(41)-8/01/1-M-01**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **22 noyabr 2022-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **24 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 dekabr 2022-ci il - 01 dekabr 2024-cü il**

Layihənin 1 il üzrə (rüb) məbləği:

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

1 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə cari rübdə yerinə yetirilmiş **elmi işlər**

Hesabat dövründə aşağıdakı işlər görülmüşdür:

- ✓ PUA-ların izlənməsi (monitorinqi) üçün idarəetmə blokunun prototipləri hazırlanmış və korpusa quraşdırılmışdır;
- ✓ Prototiplərin idarə olunması üçün proqram təminatları hazırlanmışdır;
- ✓ Hazırlanmış prototiplərin parametrlərinin optimallaşdırılması üçün tədqiqatlar aparılmışdır;
- ✓ Hazırlanmış prototiplərinin sınaq testləri zamanı çatışmazlıqlar aşkara çıxarılmış və aradan qaldırılmışdır.

PUA-ların (pilotsuz uçan aparatları) hərəkətinin izlənməsi və bu prosesin tənzimlənməsi üsullarını təkmilləşdirmək üçün xüsusi olaraq yaradılmış onlayn internet servisdən istifadə etməklə PUA-nın uçuş trayektoriyası, uçuş hündürlüyü və uçuş sürəti haqqında məlumatların real vaxt rejimində ötürülməsinə imkan verən izləmə modulunun prototipləri hazırlanmışdır.

İzləmə modulu GNSS izləyicisi, GSM modulu və idarəetmə prosessorundan ibarətdir. GNSS izləyicisinin və GSM modulunun istifadəsi PUA-ların on-line rejimdə yerini izləməyə və mobil rabitə şəbəkəsi vasitəsilə lazım olan məlumatları ötürməyə imkan verəcək.

GNSS izləyiciləri (məsələn, GPS, QLOMSS) PUA-nın coğrafi koordinatlarını təyin etmək üçün istifadə olunur. Onlar peyk yerləşdirmə sistemləri əsasında işlənir və PUA-nın istənilən anda uçuş yeri barədə kifayət qədər dəqiq məlumat verirler.

GSM modulları PUA-nın yeri və digər parametrləri haqqında məlumatların ötürülməsi üçün mobil şəbəkə ilə əlaqə yaratmağa imkan verir. Şəbəkə ilə əlaqə yaratmaq üçün 2G, 3G, 4G və hətta darzolaqlı IoT (NB-IoT) kimi texnologiyalardan istifadə edilir.

Hazırlanmış prototiplər aşağıdakı tələblərə cavab verir:

Prototipdə istifadə olunan modullar çevik parametrlərə və PUA-ların müxtəlif konfigurasiyalarına və tələblərinə uyğunlaşdırılma qabiliyyətinə malik olması təmin olunmuşdur.

Modullar təhlükəsiz və etibarlı fəaliyyəti təmin etmək üçün tətbiq olunan təhlükəsizlik, elektromaqnit uyğunluğu (EMC) və digər normalara və standartlara uyğundur.

Bütün bu prosessorlar daxili sistemlərin inkişafı üçün geniş yayılmış seçimdir və PUA-ların izlənməsi üçün GNSS və GSM modulları ilə birlikdə istifadə oluna bilər.

Bu mərhələdə PUA-ların izlənmə blokunun prototipləri hazırlanmış və korpusta quraşdırılmışdır.



SIM800 GSM modulu və NEO-6 GPS modulu əsasında yuxarıdakı sxem üçün nümunə kodu

```
#include <TinyGPS++.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(13, 12, 11, 10, 9, 8);

static const int RXPin = 4, TXPin = 3;
static const uint32_t GPSBaud = 9600;
// The TinyGPS++ object
TinyGPSPlus gps;
int temp=0,i;
// The serial connection to the GPS device
SoftwareSerial ss(RXPin, TXPin);
String stringVal = "";
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  ss.begin(GPSBaud);
  lcd.begin(16,2);
```

```

pinMode(13,OUTPUT);
digitalWrite(13,LOW);
lcd.print("Vehicle Tracking");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(" System ");
delay(2000);
gsm_init();
lcd.clear();
Serial.println("AT+CNMI=2,2,0,0,0");
lcd.print("GPS Initializing");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(" No GPS Range ");
delay(2000);
lcd.clear();
lcd.print("GPS Range Found");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("GPS is Ready");
delay(2000);
lcd.clear();
lcd.print("System Ready");
temp=0;
}

void loop()
{
serialEvent();

    while(temp)
    {
        while (ss.available() > 0)
        {
            gps.encode(ss.read());
            if (gps.location.isUpdated())
            {
                temp=0;
                digitalWrite(13,HIGH);
                tracking();
            }
            if(!temp)
                break;
        }
        digitalWrite(13,LOW);
    }
}

void serialEvent()
{
while(Serial.available()>0)
{
if(Serial.find("Track Vehicle"))
{
temp=1;
break;
}
else
{

```

```

    temp=0;
  }
}
}
void gsm_init()
{
  lcd.clear();
  lcd.print("Finding Module..");
  boolean at_flag=1;
  while(at_flag)
  {
    Serial.println("AT");
    delay(1);
    while(Serial.available(>0)
    {
      if(Serial.find("OK"))
        at_flag=0;
    }

    delay(1000);
  }
  lcd.clear();
  lcd.print("Module Connected..");
  delay(1000);
  lcd.clear();
  lcd.print("Disabling ECHO");
  boolean echo_flag=1;
  while(echo_flag)
  {
    Serial.println("ATE0");
    while(Serial.available(>0)
    {
      if(Serial.find("OK"))
        echo_flag=0;
    }
    delay(1000);
  }
  lcd.clear();
  lcd.print("Echo OFF");
  delay(1000);
  lcd.clear();
  lcd.print("Finding Network..");
  boolean net_flag=1;
  while(net_flag)
  {
    Serial.println("AT+CPIN?");
    while(Serial.available(>0)
    {
      if(Serial.find("+CPIN: READY"))
        net_flag=0;
    }
    delay(1000);
  }
  lcd.clear();
  lcd.print("Network Found..");

```

```

    delay(1000);
    lcd.clear();
}
void init_sms()
{
    Serial.println("AT+CMGF=1");
    delay(400);
    Serial.println("AT+CMGS=\`850xxxxxx\`"); // use your 10 digit cell no. here
    delay(400);
}
void send_data(String message)
{
    Serial.print(message);
    delay(200);
}
void send_sms()
{
    Serial.write(26);
}
void lcd_status()
{
    lcd.clear();
    lcd.print("Message Sent");
    delay(2000);
    lcd.clear();
    lcd.print("System Ready");
    return;
}
void tracking()
{
    init_sms();
    send_data("Vehicle Tracking Alert:");
    Serial.println(" ");
    send_data("Your Vehicle Current Location is:");
    Serial.println(" ");
    Serial.print("Latitude: ");
    Serial.print(gps.location.lat(), 6);
    Serial.print("\n Longitude: ");
    Serial.println(gps.location.lng(), 6);

    // https://www.google.com/maps/@8.2630696,77.3022699,14z
    Serial.print("https://www.google.com/maps/@");
    Serial.print(gps.location.lat(), 6);
    Serial.print(',');
    Serial.print(gps.location.lng(), 6);
    Serial.print(",14z");
    send_sms();
    delay(2000);
    lcd_status();
}
}

```

Beləliklə, Arduino istifadə edən GPS əsaslı PUA izləmə sistemi asanlıqla sınaqdan keçirilə bilər.

Alınan nümunənin parametrlərinin optimallaşdırılması üzrə aparılan tədqiqatlar nəticəsində çəkisini azaltmaq imkanı müəyyən edilmişdir ki, bu da uçuş çəkisi (faydalı yük) kimi PUA parametrinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərən cəhətdir.

Korpussuz yaradılmış ilk prototipin çəkisi 25 qramdır.

Optimallaşdırma işləri prosesində müvafiq araşdırmalar aparılmış və mövcud GPS modulunun daha yüngül və funksional GNSS BN-220 modulu ilə əvəz edilməsi barədə qərar qəbul edilmişdir.

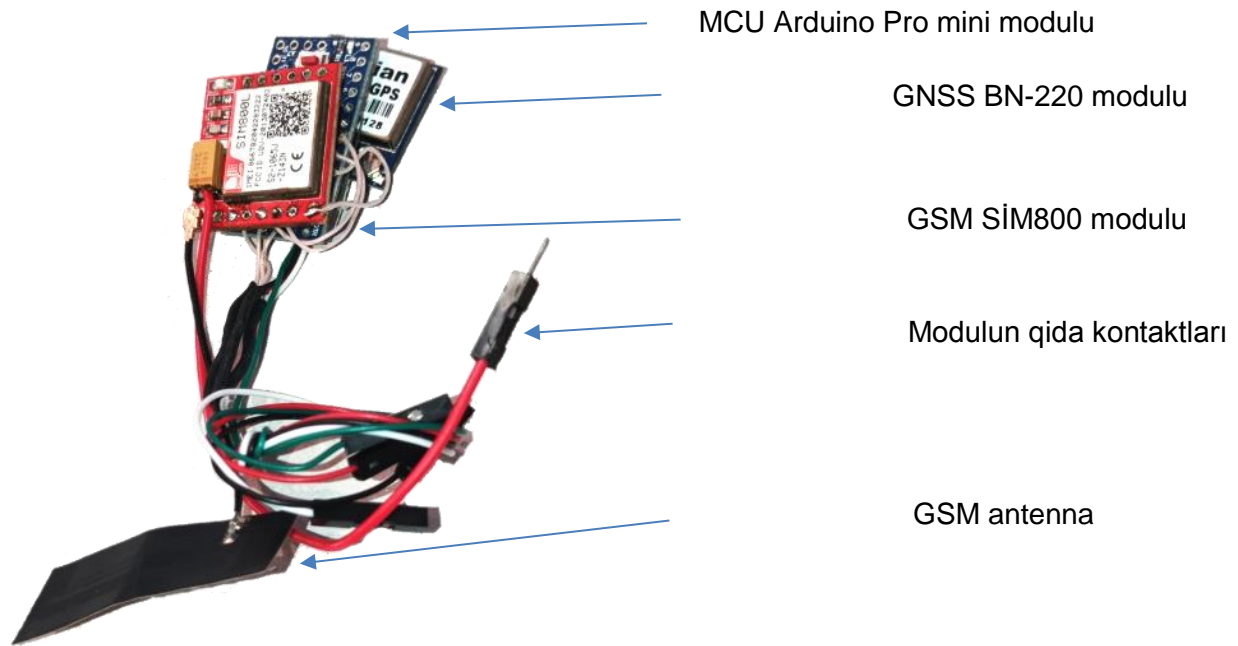


Xüsusiyyətlər:

Parameter	Specification	
Electrical Characteristics	Chipset	u-blox M8030-KT
	Receiving Format	GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou, QZSS and SBAS
	Frequency	GPS L1, GLONASS L1, BeiDou B1, SBAS L1, Galileo E1
	Channels	72 Searching Channel
Sensitivity	Tracking	-167dBm
	Reacquisition	-160dBm
	Cold start	-148dBm
	Hot start	-156dBm
Accuracy	Position Horizontal	2.0 m CEP 2D RMS SBAS Enable (Typical Open Sky)
	Velocity	0.1m/sec 95% (SA off)
	Timing	1us synchronized to GPS time
Acquisition Time	Cold Start	26s
	Warm start	25s
	Hot start	1s
Data and Update Rate	Support Rate	4800bps to 921600bps, Default 9600bps
	Data Level	TTL or RS-232, Default TTL level
	Data Protocol	NMEA-0183 or UBX, Default NMEA-0183
	Single	GNSS 1Hz-18Hz
	Concurrent GNSS	1Hz-10Hz, Default 1Hz
Operational Limits	Altitude	50,000m Max
	Velocity	515m/s Max
	Acceleration	Less than 4g

Power consumption	VCC DC Voltage	3.0V-5.5V, Typical: 5.0V
	Current Capture	50mA@5.0V
Mechanical Specifications	Dimension	22mm*20mm*6mm
	Weight	5.3g
	Connector	1.00mm spacing between the 4pins patch seat
Environment	Operating temp	-40 °C ~ +85°C
	Storage Temp	-40°C ~ +105°C
LED	built-in LED	TX LED:blue.The data output, TX LED flashing
		PPS LED:red.PPS LED not bright when GPS not fixed,flashing when fixed

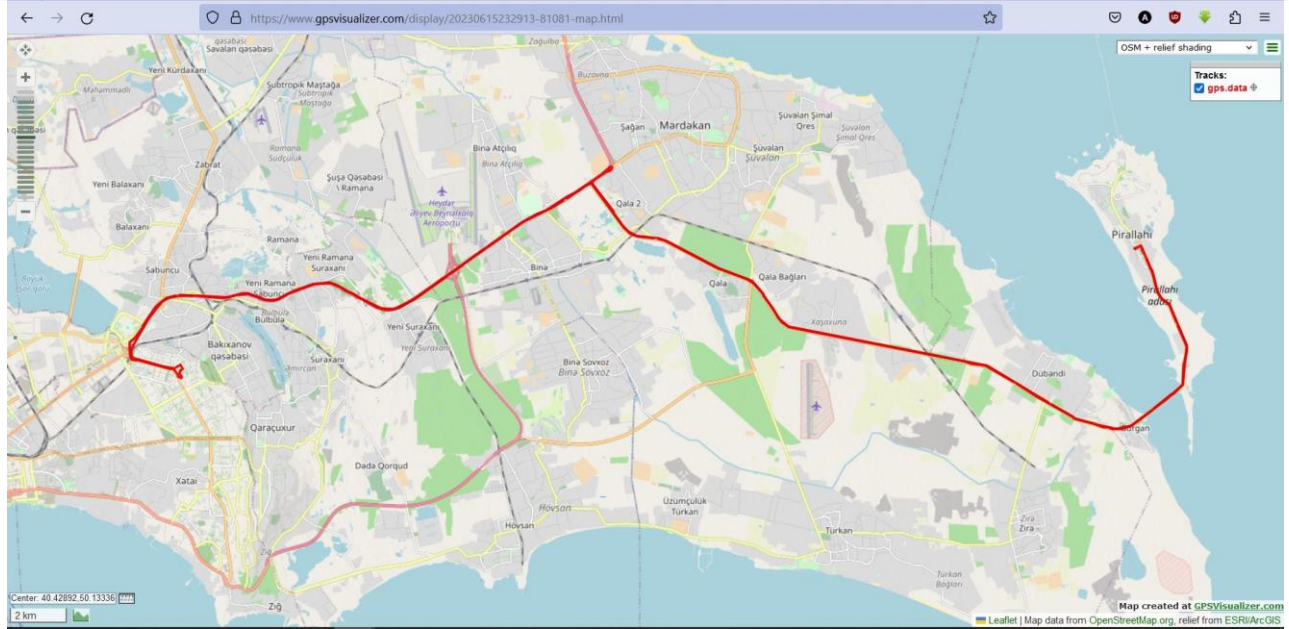
Nəticədə idarəetmə blokunun çəkisinin 15 qrama qədər azaldılmasına nail olunmuşdur:



İzləmə blokunun korpussuz yığılmış 2-ci variantı

İkinci prototiplə yer sınaq testləri aparılmışdır.

Aşağıdakı ekran görüntüsündə xəritədə obyektin ona quraşdırılmış izləyici ilə yol boyu necə hərəkət etdiyini görmək olar.



Havada sınaq testləri aparmaq üçün PUA-dan istifadə etmək tələb olunur.

Yuxarıda deyilənlərin nəticəsi olaraq, güman etmək olar ki, GSM və GNSS modulundan istifadə edən izləmə texnologiyası istifadə oluna bilər və bu texnologiya bir sıra üstünlüklərə malikdir ki, onlardan biri artıq yaradılmış əhəmiyyətli infrastrukturudur və digəri isə daha da inkişaf etdiriləcək IoT texnologiyasıdır.

Yuxarıda sadalanan üstünlüklərlə yanaşı, çatışmazlıqlar da vardır. Bunlar aşağıdakılardır:

1. *Siqnalın hansısa bir müddət üçün yoxa çıxma ehtimalı.*
Əgər LTE ümumi təhlükəsizlik və izləmə həllinin yeganə komponentdirsə, bu halda müəyyən risklər vardır.
2. *"Rouminq" problemi (bir operatordan digərinə keçid) vardır.* İstehsal zamanı telekommunikasiya operatorlarının bütün mövcud şəbəkələrində işləməyi təmin etmək üçün iş görülməlidir.

Hansı kanalların istifadə oluna biləcəyinə dair məhdudiyyətlər vardır. İnfrastrukturun GSM antenalarının aşağı fokuslanması o deməkdir ki, daxili hündürlük məhdudiyyətini aradan qaldırmaq lazımdır.

2	Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (cari rüb üçün, faizlə qiymətləndirməli) <i>80% (Tədqiqat üçün tələb olunan PUA-lar təchiz olunmadığından (alınmadığından) illik planı 100% yerinə yetirmək mümkün olmamışdır)</i>
3	Hesabat dövründə alınmış elmi nəticələr , onların yenilik dərəcəsi <ul style="list-style-type: none"> - PUA-ların izlənməsi (monitorinqi) üçün idarəetmə blokunun prototipləri hazırlanmışdır; - Prototiplərin idarə olunması üçün proqram təminatları hazırlanmışdır; - Hazırlanmış prototiplərin parametrlərinin optimallaşdırılması üçün tədqiqatlar aparılmış və optimal variant müəyyən olunmuşdur.
4	Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmalar

	Mikrokontrollerin proqramlaşdırılması; radio-elektronika; telekommunikasiya şəbəkələri və qurğuları; uçan aparatların layihələndirilməsi, konstruksiyası və istehsalı; uçan aparatların və onların sistemlərinin sınağı, onlara nəzarət; uçan aparatların və onların sistemlərinin istismarı; hesablama texnikasının və idarəetmə sistemlərinin element və qurğuları
5	Layihə üzrə elmi nəşrlər (məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materialları, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə) (<i>surətlərini əlavə etməli!</i>)
	<p>Hesabat dövründə 3 elmi məqalə çap olunmuşdur:</p> <p>A. Аббасов, Р. Р. Рзаев, И. Ахмедов, А. Алмасов, Т. Габиббейли, “Управление квадрокоптером в условиях наземного мониторинга с применением нейро-сетевых и нечетких методов моделирования”, <i>Нечеткие системы и мягкие вычисления</i>, 18:1 (2023), 47–62, https://doi.org/10.26456/fssc110</p> <p>Abbasov Ə.M., Həbibbəyli T.H., Əliyev M.E. Structured Neural Network Based Quadcopter Control Under Overland Monitoring // Lecture Notes in Networks and Systems, Intelligent and Fuzzy Systems, Intelligence and Sustainable Future, Proceeding of the INFUS 2023 Conference, Volume 1, pp. 577-585. https://doi.org/10.1007/978-3-031-39774-5_64</p> <p>A.M. Abbasov, R.R. Rzayev and T.H. Habibbayli, "Formation of the Flight Path of a Quadcopter under Overland Monitoring by the Hybrid Modeling System," 2023 5th International Conference on Problems of Cybernetics and Informatics (PCI), Baku, Azerbaijan, 2023, pp. 1-4, doi: 10.1109/PCI60110.2023.10326005, https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=10326005&isnumber=10325917</p>
6	İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər Yoxdur
7	Layihə üzrə ezamiyyətlər Yoxdur
8	Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak Yoxdur
9	Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak Yoxdur
10	Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminarlar, konfranslar, dəyirmi masalar və s. çıxışlar) Layihə mövzusu üzrə 22-24 avqust 2023-cü ildə İstanbulda (Türkiyə) keçirilən “Intelligent and Fuzzy Systems (INFUS 2023)” adlı konfransda “Structured Neural Network Based Quadcopter Control Under Overland Monitoring” mövzusunda on-line məruzə olmuşdur.
11	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar Tədqiqatın aparılması üçün tələb olunan cihaz və avadanlıqlar hələ təchiz olunmamışdır.
12	Yerli həmkarlarla əlaqələr Elmi tədqiqat işləri Milli Aviasiya Akademiyası ilə birlikdə həyata keçirilir
13	Xarici həmkarlarla əlaqələr yoxdur

14	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı Növbəti mərhələlərdə planlaşdırılır
15	Sərgilərdə iştirak yoxdur
16	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi yoxdur
17	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. yoxdur

Layihə rəhbərinin imzası _____ Abbasov Əli Məhəmməd oğlu

Tarix _____

QEYD: bütün hallarda uyğun olan bəndlər doldurulmalıdır.