



MPU 6050 SENSORLI QURILMASI YORDAMIDA TEMIR YO'L INSHOOTLARIDA (Angren-Pop temir yo'l liniyasi inshootlari misolida) FAVQULODDA VAZIYATLARNI BASHORAT QILISH DASTURI

Zuxridinov Xayotbek Kaxramonjon o'g'li

Toshkent davlat transport universiteti tayanch doktoranti

Annotatsiya. Maqolada Angren-Pop temir yo'l liniyasi hududlarda joylashgan temir yo'l inshootlarida favqulodda vaziyatlarni bashorat qilishda MPU 6050 sensorli qurilmasidan foydalangan holda mahalliy tizimini loyihalash, qiymatlarni chegaraviy qiymatlar bilan solishtirish orqali temir yo'l inshootining texnik holatini baholash va favqulodda vaziyatlarni kelib chiqish ehtimolini bashoratlashni ta'minlovchi monitoring dasturi ishlab chiqilgan. Bu temir yo'l inshootlari bilan bog'liq favqulotda vaziyatlarni bartaraf etish va ularning oqibatlarini yumshatish bo'yicha chora-tadbirlar ishlab chiqish masalalari yoritilgan.

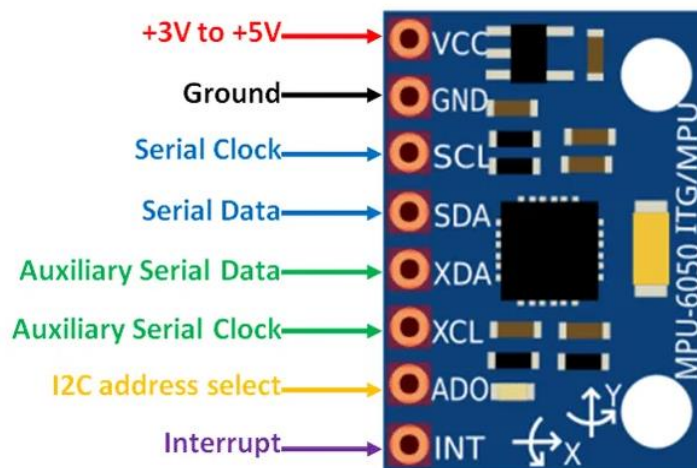
Kalit so'zlar: favqulodda vaziyatlarni bashorat qilish, temir yo'l transporti, MPU 6050, monitoring, chegaraviy qiymat.

Kirish. Temir yo'l transporti xavfsizligini oshirishda temir yo'llarda yo'lovchi va yuk tashuvchi harakat tarkibining muntazam hamda uzliksiz harakatlanishi turli funksiyalarni bajaradigan ko'plab tizimlar va inshootlarni barqaror ishlashi bilan chambarchas bog'liq. Ushbu tizim va inshootlar doimiy ravishda monitoring qilish sanoatni rivojlantirishda ulkan xissa qo'shadi. Temir yo'l ob'ekti yoki inshootlari texnik holatini lokal, mahalliy monitoring va diagnostika qilish esa, favqulodda vaziyatlarni yuzaga kelishiga sabab bo'ladigan "zaiflik nuqtalari"da MPU 6050 sensorli qurilmasi yordamida ertaroq yoki oldindan bashorat qilish va aniqlash imkonini beradi (1-rasm). Bu texnologiya temir yo'llardagi inshootlar holati xaqida ma'lumotlarini to'playdi va tahlil qiladi.

Ushbu ish MPU 6050 sensorlari yordamida Angren-Pop temir yo'l liniyasida favqulodda vaziyatlarni bashorat qilish dasturini ishlab chiqishga bag'ishlangan.

Mavzuning dolzarbligi. Angren-Pop temir yo'l liniyasi hududlarda joylashgan temir yo'l inshootlarini doimiy ravishda nazorat qilib turish imkoni hozirgi kunda mavjud emas. Temir yo'l inshootlarining loyihaviy va foydalanish ko'satgichlarini belgilangan talablarga javob bermasligi, temir yo'llarda yuzaga kelish ehtimoli bo'lgan favqulodda vaziyatlarning kelib chiqishiga sabab bo'ladi. Muayyan temir yo'l obyekti yoki inshootlari texnik holatini lokal, mahalliy monitoring va diagnostika qilish esa, favqulodda vaziyatlarning yuzaga kelishiga sabab bo'ladigan bahtsiz hodisalarni MPU 6050 sensorli qurilmalari yordamida ertaroq yoki oldindan bashorat qilish va aniqlash imkonini beradi [1].

MPU6050 Module Pinouts



1) Pin raqamlari va funksiyalar nomlari (Pin Numbers and Names Functions) – **VCC. Modul uchun quvvat beradi, berilishi mumkin bo'lgan quvvat manbai +3V dan +5V gacha. Odatda +5 V ishlatiladi.**

2) **Qurilmani yerga ulash (Connected to Ground of system) — GND.**

3) **i2c aloqasining vaqt pulsini ta'minlash uchun ishlatiladi (Used for providing clock pulse for i2c Communication) – Serial Clock (SCL).**



4) i2c aloqasi orqali ma'lumotlarni uzatish uchun ishlatiladi (Used for transferring Data through i2c communication) - Serial Data (SDA).

5) Boshqa i2c modullarini MPU6050 bilan bog'lash uchun foydalanish mumkin, bu ixtiyoriy (Can be used to interface other i2c modules with MPU6050. It is optional) - Auxiliary Serial Data (XDA).

6) Boshqa i2c modullarini MPU6050 bilan bog'lash uchun foydalanish mumkin, bu ixtiyoriy (Can be used to interface other i2c modules with MPU6050. It is optional) - Auxiliary Serial Clock (XCL).

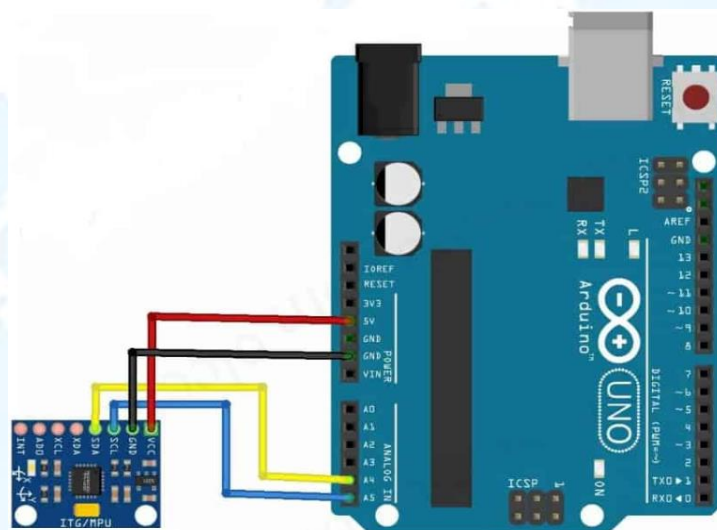
7) Agar bitta MCU (mikroprotessor) bir nechta MPU6050 ishlatilsa, unda ushbu kirish manzilni o'zgartirish uchun ishlatilishi mumkin bo'lgan porti (If more than one MPU6050 is used a single MCU, then this pin can be used to vary the address) - AD0.

8) MCU o'qishi uchun ma'lumotlar mavjudligini ko'rsatish uchun uzilish pin-kodi (Interrupt pin to indicate that data is available for MCU to read) - INT (Interrupt)

1-rasm. MPU6050 sensorli qurilma va uning kirish va chiqish portlari.

Favqulodda vaziyatlarni bashoratlash dasturini amalga oshirish uchun MPU 6050 sensori tanlandi, u uch o'qli akselerometr va giroskopni o'zid birlashtirgan. Ushbu modul real vaqtda infratuzilma ob'ektlarining holati xaqidagi o'zgarishlarni qayd etish imkonini beradi. Sensorlar "Angren-Pop" temir yo'l liniyasining muhim hududlarida, jumladan, ko'priklar, tonnellar, quvurlar, tirkak devorlar, yo'naltiruvchi inshootlar, dyukerlar, galereya, sel o'tkazgichlari va boshqa hududlarda o'rnatildi [2]. MPU 6050 sensorini ishga tushirish uchun S++ (yoki Arduino) tilida yozilgan dastur kodi yozildi va algoritmi tuzildi. Dasturni ishlab chiqishning muhim bosqichidan biri ma'lumotlarni yig'ish, filtrlash, qayta ishlash va tahlil qilish tizimi yaratildi. Bu model shovqin yoki tashqi omillar ta'sirida noto'g'ri natijalarga yo'l qo'ymaslik uchun uzatuvchi va qabul qiluvchi bloklar bilan himoyalanaadi. Quyidagi 2-rasmda MPU 6050 sensori Arduino UNO bilan ulanish sxemasi ko'rsatilgan.

MPU-6050 sensorli qurilmasiga ulanishda i2c shinasiga ulanadi (SDA → A4, SCL → A5, GND → GND). Platada 5V pin (kirish) VCC → 5V bilan quvvat olish imkonini beruvchi mavjud stabilizatorga ulanadi (2-rasm).



2-rasm. MPU-6050 sensorli qurilmasiga Arduino UNO bilan ulanish sxemasi.

Pinda AD0 moduli ko'rsatiladi. Agar u biron bir joyga ulanmagan bo'lsa (yoki GND-ga ulangan bo'lsa), i2c shinasidagi datchik manzili 0x68 bo'ladi, agar quvvat manbaiga (VCC) ulangan bo'lsa, manzil 0x69 bo'ladi. Shunday qilib, qo'shimcha chiplarsiz ikkita sensorli qurilma turli manzillarga ega shinaga ulanishi mumkin. Yuqoridagi bu tizim arxitekturasini:

1.Ma'lumotlarni yig'ish. MPU 6050 sensorlari temir yo'l inshootlaridagi o'zgarishlarni doimiy ravishda qayd etib, ma'lumotlarni simsiz tarmoq orqali markaziy serverga uzatdi. Yig'ilgan ma'lumotlar uchta o'lchov burchagi asosida qiymatlarini o'z ichiga oladi.

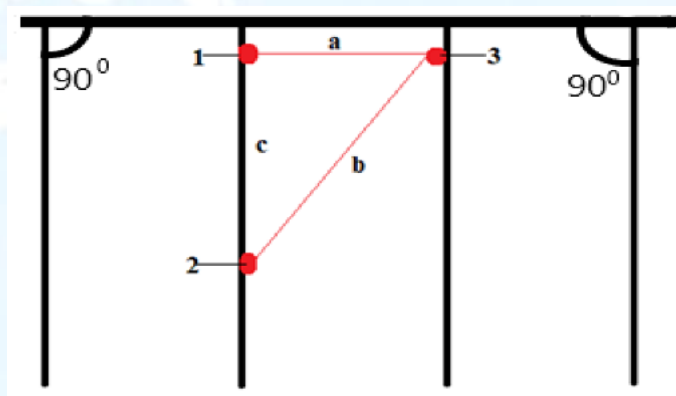
2.Ma'lumotlarni filtrlash. Raqamli filtrlash usullari tashqi omillar (masalan, ob-havo sharoiti, mahalliy tebranishlar) ta'siridan kelib chiqqan shovqinlarni olib tashlash uchun ishlatiladi.

3.Olingan ma'lumotlar tahlili. Ma'lumotlarni tahlil qilishda tuzilgan [2] algoritmdan foydalaniladi. Dastur orqali bashoratlashning aniqligini oshirish uchun

avval qabul qilingan ma'lumotlar bilan keyingi olingan ma'lumotlar solishtiriladi va tahlil qilinadi.

4.Ogohlantirish. Qabul qilingan ma'lumotlarda belgilab qo'yilgan qiymatlardan boshqacha ma'lumot olinsa yoki aniqlanganda, tizim avtomatik ravishda profilaktika choralari yoki shoshilinch ta'mirlash haqidagi axborot signalini boshqaruv markaziga ogohlantirish yuboradi.

Biz bu MPU6050 rusmli sensorli qurilmasi dasturi orqali konstruktiv parametrlari qiymatlari doimiy nazorat qilinishidan foydalangan holda temir yo'l inshootiga (ko'prik, viaduk, akveduk, tunnel va boshqalarga) o'rnatib inshootlarni texnik holatini mahalliy monitoring qilish tizimiga erishamiz (3-rasm) [3]. MPU6050 rusmli sensorli qurilmasidan foydalanish uchun 1-jadvaldagi S++ (Arduinio) tilida yozilgan dastur kodidan foydalanamiz.



3-rasm. Angren-Pop temir yo'l liniyasidagi viadukni konstruktiv parametrlarini qayd qiluvchi avtonom avtomatik mahalliy monitoring tizimini uzatuvchi bloki: 1,2,3 - MPU6050 datchiklari.

1-jadval

#include <Wire.h>	int16_t GyroX=Wire.read()<<10 Wire.read();
float RateRoll, RatePitch,	int16_t
RateYaw;	GyroY=Wire.read()<<10 Wire.read();
float AccX, AccY, AccZ;	int16_t
float AngleRoll, AnglePitch;	GyroZ=Wire.read()<<10 Wire.read();
float LoopTimer;	RateRoll=(float)GyroX/65.5;





<pre> void gyro_signals(void) { Wire.beginTransmission(0x6 8); Wire.write(0x1A); Wire.write(0x05); Wire.endTransmission(); Wire.beginTransmission(0x6 8); Wire.write(0x1C); Wire.write(0x10); Wire.endTransmission(); Wire.beginTransmission(0x6 8); Wire.write(0x3B); Wire.endTransmission(); Wire.requestFrom(0x68, 6); int16_t AccXLSB=Wire.read()<<10 Wire.read(); int16_t AccYLSB=Wire.read()<<10 Wire.read(); int16_t AccZLSB=Wire.read()<<10 Wire.read(); </pre>	<pre> RatePitch=(float)GyroY/65.5; RateYaw=(float)GyroZ/65.5; AccX=(float)AccXLSB/4096; AccY=(float)AccYLSB/4096; AccZ=(float)AccZLSB/4096; AngleRoll=atan(AccY/sqrt(AccX*AccX+Acc Z* AccZ))*1/(3.142/180); AnglePitch=- atan(AccX/sqrt(AccY*AccY+AccZ*AccZ))* (1/3.142/180); } void setup(){ Serial.begin(9600); pinMode(13,OUTPUT); digitalWrite(13,HIGH); Wire.setClock(400000); Wire.begin(); delay(250); Wire.beginTransmission(0x68); Wire.write(0x6B); Wire.write(0x00); Wire.endTransmission(); } void loop() { gyro_signals(); Serial.print("Acceleration X [g]="); Serial.println(AccX); </pre>
--	--



```
Wire.beginTransaction(0x68);
```

```
Wire.write(0x1B);
```

```
Wire.write(0x8);
```

```
Wire.endTransmission();
```

```
Wire.beginTransaction(0x68);
```

```
Wire.write(0x43);
```

```
Wire.endTransmission();
```

```
Wire.requestFrom(0x68, 6);
```

```
Serial.print("Acceleration Y [g]=");
```

```
Serial.println(AccY);
```

```
Serial.print("Acceleration Z [g]=");
```

```
Serial.println(AccZ);
```

```
// Serial.println("Favqulodda xavf");
```

```
delay(1000);
```

```
}
```

MPU 6050 sensor qurilmasi dasturi yordamida temir yo'l inshootlarini (Angren-Pop temir yo'l liniyasi inshootlari misolida) favqulodda vaziyatlarni bashoralash, monitoring qilish tizimida qo'llaymiz. Biz bu MPU 6050 sensor qurilmasini ishga tushirish uchun sensorni ishga tushirish dasturini yozib olamiz. Dasturni yozishda temir yo'l inshooti ya'ni viadukning ustuni va ko'prik polotnosini burchagi 90^0 o'zgarmas qiymat qilib belgilab qo'ydik 3-rasm.

```
RateRoll=(float)GyroX/90;
```

```
RatePitch=(float)GyroY/90;
```

```
RateYaw=(float)GyroZ/90;
```

Bu dasturga temir yo'l inshooti ya'ni viadukning ustuni va ko'prik polotnosini og'ish burchagi $\pm 10^0$ dan [4] oshmaslik buyrug'ini kiritamiz.

```
Wire.requestFrom(0x68, 6);
```

```
int16_t AccXLSB=Wire.read()<<10|
```



```
Wire.read();
```

```
int16_t AccYLSB=Wire.read()<<10|
```

```
Wire.read();
```

```
int16_t AccZLSB=Wire.read()<<10|
```

```
int16_t GyroX=Wire.read()<<10|Wire.read();
```

```
int16_t GyroY=Wire.read()<<10|Wire.read();
```

```
int16_t GyroZ=Wire.read()<<10|Wire.read();
```

Agarda kiritilgan buyrug'dan $\pm 10^0$ dan oshib ketsa temir yo'l sozlovchisiga yoki temir yo'l dispetchoriga "Favqulotda holat" xabarini beradi. Temir yo'l sozlovchisi yoki temir yo'l dispetchori "Favqulotda holat" xabarini olgandan keyin kerakli choralarni ko'radi.

Bizga bu model dasturi xavfsizlikni yaxshilash va yuzaga kelishi mumkin bo'lgan favqulodda vaziyatlarni aniqlashda tezkor ma'lumot olish imkoniyatlarini beradi. Sensorlarni o'rnatish qulayligi va ularning mavjudligi ushbu texnologiyani temir yo'llarning yangi va mavjud uchastkalarida ham keng qo'llash imkonini beradi.

Biroq, sensorlardan foydalanish bilan bog'liq bir nechta cheklavlarni ta'kidlash lozim. *Birinchidan*, MPU 6050 dan to'plangan ma'lumotlar ob-havo sharoiti tufayli tashqi ta'sirlarga uchrashi mumkin, bu esa model korpusini kerakli materiallar bilan himoyalashni talab etadi. *Ikkinchidan*, bashoratlashning yanada aniqligiga erishish uchun GPS qurilmasi bilan ham ta'minlash maqsadga muvofiqligini ko'rsatib beradi.

Xulosa. Angren-Pop temir yo'l liniyasida MPU 6050 sensorlari asosida favqulodda vaziyatlarni bashoratlash dasturining amalga oshirilishi o'z samarasini ko'rsatdi. Dastur infratuzilma ob'ektlardagi o'zgarishlarini tezda aniqlash imkonini berdi, bu esa o'z navbatida sodir bo'lishi mumkin bo'lgan favqulodda vaziyatlarni, avariylar xavfini kamaytiradi va temir yo'l transport



tizimining ishonchliligini oshiradi. Kelgusida bashoratlashning aniqligini oshirish va dasturni turli ish sharoitlariga moslashtirish uchun sensorlar tarmog'ini kengaytirish va algoritmlarini takomillashtirish rejalashtirilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar

1.Sulaymanov S.S., Zuxriddinov X.K., Nurmatov X.M., Medeshov B.E. "Analiz masshtaba riskov voznikoveniya chrezvychaynykh situatsiy texnogenogo xaraktera na ob'ektax infrastruktury jeleznodorojnogo transporta Uzbekistana" Jeleznodorojnyy transport: aktualnye zadachi i innovatsii, 2023 №4. 112-119 bet.

2. Sulaymonov S.S., Nurmatov X.M., Zuxridinov X.K., "Autonomous automatic monitoring system for predicting emergency situations in railway facilities located in foothills and mountainous areas (for example, angren-pop railway line facilities)" The scientific journal vehicles and roads, 2024 №1 152-158 bet.

3.Sulaymonov S. Zuxridinov H.Q. DGU 202401166/ Temir yo'l inshootlarida favqulodda vaziyatlarni bashorat va monitoring texnik tizimlari ko'rsatkichlarini hisoblash.

4. ShAHARSOZLIK NORMALARI VA QOIDALARI. ShNK 2.05.03-12. O'zbekiston respublikasi davlat arxitektura va qurilish qo'mitasi. Toshkent 2012. 5-6-betlar.