

ÁrpádSat

Előzetes tervfelülvizsgálat

2024. november 13.

1.	A CSAPATRÓL	2
2.	ÜTEMTERV	3
3.	A KÜLDETÉSEK ÁTTEKINTÉSE	3
4.	KOCKÁZATOK, VÁRHATÓ NEHÉZSÉGEK	4
5.	MECHANIKAI – SZERKEZETI FELÉPÍTÉS	4
6.	ELEKTRONIKAI FELÉPÍTÉS.....	5
1.	ÁLTALÁNOS FELÉPÍTÉS	5
2.	A MÁSODLAGOS KÜLDETÉS	5
3.	ENERGIAELLÁTÁS.....	6
4.	KOMMUNIKÁCIÓS RENDSZER.....	6
7.	SZOFTVER.....	7
8.	VISSZATÉRÉSI RENDSZER.....	7
9.	FÖLDI ÁLLOMÁS	8
10.	ISMERETTERJESZTÉS, KOMMUNIKÁCIÓ.....	8

1. A CSAPATRÓL

Az Óbudai Árpád Gimnázium 10.B osztályos tanulói vagyunk, csapatunk neve ÁrpádSat. Iskolánkban 4 és 6 évfolyamos osztályok vannak, mi 4. éve speciális matematika tagozatos osztályba járunk. A matematika mellett, angol- és német nyelvi tagozatok, és egy természettudományi tagozat működik az iskolában. Tavaly is részt vettünk a versenyen, ahol sok tapasztalatot gyűjtöttünk. Idén célunk, hogy az ÁrpádSat is a levegőben mutathassa meg, mit tud.

Csapatunk tagjainak bemutatkozásai:

Bognár Gábor: Én többek között a CanSat-ünk ismeretterjesztő és kommunikációs feladataiért vagyok felelős. Emellett csapatunkat az idegen nyelvű feladatok vezetésével is segítem. Életemben fontos szerepet játszik a zene. 8 éve játszom ütőhangszereken, illetve 4 éve zongorázom. Ezen túl iskolánk kórusában is éneklek, a legtöbb extra projektben -többek között nemzetközi versenyeken is- részt veszek. Mostanában zeneírással (dobszereléssel) is próbálkozom.

Debreczeni Huba: Én vagyok a weboldalunk fejlesztője/programozója, én tervezem meg a 3D modelleket, 3D nyomtatást, 3D rendereket, terveket. Nagyon szeretem a tömegközlekedési eszközöket, jelenleg a legjobban a vasút érdekelt, különösen az elektronikája és bármilyen érdekes (akár teljesen mechanikai) szerkezeti eleme is. 10 éve zongorázom és több csapattársamhoz hasonlóan az iskolánk kórusában is aktív vagyok, sőt szoktam komponálni saját zenét is. Érdeklődési köreim közé tartozik még az informatika, a programozás is. Gimnáziumunkban tagja vagyok az Árpád Média Önképző Körnek is, így az iskolai rendezvényeken hangosítok, fényeket kezelek, videót vágok, 3D nyomtatok és még filmforgatásban is részt veszek nyári táborunkban.

Jamniczky Márton: A csapatbeli szerepem tavaly többek között a visszatérési rendszer kidolgozása volt, de tekintve, hogy erre idén nem lesz szükség, csapatunk facebook oldaláért vagyok felelős Gáborral együtt, és a hardverrel kapcsolatos feladatokban segédkezem. A zene számomra is nagyon sokat jelent, sokáig zongoráztam is, ám most már csak az iskolai kórus maradt. Aktív tagja vagyok egy cserkészcsapatnak, és a természethez is szorosan kötődöm.

Mihály Zsolt: Nekem CanSat-ünk és a földi állomás szoftverének a tervezése, illetve a kódolása a feladatom. Leginkább az informatika és a matematika iránt érdeklődöm. Informatikából az algoritmusok és az adatstruktúrák, matematikából pedig a függvények, illetve az analízis érdekelt a legjobban, de bármilyen matematikai, illetve informatikai problémával szívesen foglalkozom. Évek óta foglalkozom versenyprogramozással, idén több nemzetközi versenyre is kijutottam, például az EJOI-ra, ahol 11. helyezést értem el.

Miklósi-Kovács Dániel: A CanSat-ünk hardverével kapcsolatos feladatok és a szervezés az én hatásköröm. Érdekel az űrutazás és az űrkutatás, ezek mindennapi történéseit nyomon követem egy ideje. Másik nagyobb érdeklődési köröm minden, ami a természettel kapcsolatos. Különösen a madarak világa nyűgöz le, amiről nagyon sokat tudok. Szeretek kirándulni,

gombászni, madárgyűrűzéseken önkénteskedem. A zenét én is szeretem, gitároztam 6 évet és iskolánk kórusában éneklek.

Blumenau-Szabó Zsuzsa: A csapat mentora vagyok, matematikát tanítok a csapattagoknak 4 éve. A fiúk a tavalyi versenyen is részt vettek, ügyesen dolgoztak együtt, minden problémára önállóan keresték és találták meg a választ. Kreatívan gondolkodnak, a felvetett problémákat különböző szemszögekből képesek vizsgálni, véleményeiket ütköztetve képesek együtt megtalálni az optimális megoldást. Milyen szerepem lehet egy ilyen csapat mellett úgy, hogy sem informatikus, sem elektrotechnikus nem vagyok? Ebben a helyzetben úgy érzem, az ütemterv betartatásával, a prezentáció gördülékeny előadásának gyakorlásával, laikusként feltett kérdéseimmel tudom szolgálni a küldetés sikerét.

2. ÜTEMTERV

Csapatunk idén kifejezetten fontosnak tartja a határidőket, így egy tartható, de a projektet folyamatosan sürgető ütemtervet állítottunk össze, melyben a fontosabb pontokat emeltük csak ki. Tapasztalataink azt mutatják, hogy nem lehet pontos ütemtervet összeállítani, csak a fontosabb mérföldköveket lehet kiemelni, melyek az elérendő célokat mutatják.

- Hiányzó alkatrészek megrendelése: 2024. 11. 20.
- Elektronika breadboard-on és a szoftver első verziója kész: 2024. 12. 15.
- Vázelemek nyomtatásának és összeépítésének kezdete: 2025. 01. 06.
- Végleges elektronikai összeszerelés, szoftver optimalizálás kezdete: 2025. 01. 10.
- Elektronika és váz integrálásának kezdete: 2025.01.20.
- A CanSat kész, átfogó tesztelés kezdete, ezek eredményeihez mérten esetleges javítások eszközölése: 2025. 02. 01.
- A CanSat repülésre kész, CDR leadási határidő: 2025. 02. 17.

A fontosabb mérföldkövek, az ütemtervünk a következő Google Naptárban is megtalálható, melyet folyamatosan frissíteni fogunk, ahogy halad előre a projekt: <https://calendar.google.com/calendar/embed?src=arpadsat%40gmail.com&ctz=Europe%2FBudapest>

3. A KÜLDETÉSEK ÁTTEKINTÉSE

A modern világban egyre nagyobb problémát jelent a levegő szennyezettsége, ezért csapatunk küldetésének választotta a légszennyező anyagok koncentrációjának vizsgálatát a magasság függvényében. Ehhez olyan szenzorokat használunk, melyek mérik (az elsődleges küldetés részeként mért hőmérséklet és légnyomás adatokon kívül) a páratartalmat, valamint a levegőben található PM2.5 szállópor- a szén-dioxid, és VOC-gázok koncentrációját. (A VOC vegyületek, vagyis illékony szerves vegyületek olyan vegyületek, melyek könnyen párolognak szobahőmérsékleten és jelentős szerepet játszanak a légszennyezésben, valamint az emberi

egészségre is káros hatással vannak. Ilyenek például a benzin, vagy a festékek oldószerei.) Továbbá a CanSat-ünk képes meghatározni saját helyzetét.

A fent említett méréseket összesen 4 szenzor végzi:

1. hőmérséklet-, páratartalom- és légnyomásszenzor
2. VOC- és CO₂ szenzor
3. füst- és PM2.5 szállópor szenzor
4. GPS modul

Ezen kívül van a CanSat-ünkben egy kamera, mellyel repülés közbeni felvételeket készítünk. A mért adatokat repülés közben másodpercenként továbbítjuk rádióan a földi állomás felé, valamint egy SD-kártyára is rögzítjük őket a fedélzeten. A kamera felvételeit csak a fedélzeti SD-kártyára mentjük és a CanSat begyűjtése után elemezzük őket. A fedélzeti számítógépet és a szenzorokat egy akkumulátorról tápláljuk.

4. KOCKÁZATOK, VÁRHATÓ NEHÉZSÉGEK

Csapatunk bizakodóan indul neki az idei versenynek. Úgy gondoljuk, hogy a tavalyi tapasztalatok adnak egy olyan alapot, ami által nem lesznek komolyabb problémáink. Ennek ellenére kisebb problémák mindig adódhatnak, ezekből az előre is láthatóakat szedtük itt össze:

- Idei szenzoraink némelyike viszonylag nagy mérettel rendelkezik, így problémát jelenthet, hogy minden beleférjen a méretkorlátokba, viszont megfelelően alapos (3D) tervezéssel és logisztikával ez a probléma megoldható.
- Idei szenzoraink jóval többet fogyasztanak, mint a tavalyiak, így a fogyasztás optimalizálása és csökkentése egy előre is látható nehézség. Ezt a problémát különböző üzemmódok bevezetésével, valamint rengeteg teszteléssel és tesztek utáni optimalizálással tudjuk megoldani.
- A rádiós kommunikációban a tavalyi verseny során szereztünk egy minimális jártasságot, ám várható, hogy ezen a téren nehézségekbe ütközünk majd. A felmerülő problémák megértésére és megoldására elegendő időt kell hagynunk az ütemtervünkben.
- Nehézségként látjuk, hogy egyszerre ennyi elektronikai eszközzel még nem működtettünk rendszereket. Amennyiben nehézségekbe ütközünk, szakértőket fogunk megkeresni a kérdéssel.

5. MECHANIKAI – SZERKEZETI FELÉPÍTÉS

CanSat-ünk vázát 3D nyomtatott elemekből és alumínium merevítésekből állítjuk össze. A váz két 3D nyomtatott félből áll, melyek így nyithatóak és csavarok tartják össze a két felet. A váz közepén egy alumínium cső található, amelynek tetejére van rögzítve az ejtőernyő. A váz külső átmérője 65 mm, magassága 115 mm.

A CanSat-ünk belső elrendezését úgy tervezzük, hogy minél kevesebb alkatrészből álljon, így az alkatrészek elmozdulásának veszélyét csökkentve. Ezt úgy érjük el, hogy a szerelt paneles szenzormodulokat olyan NYÁK-lapokba forrasztjuk, melyek a vezetékezés szerepét látják el. Így kevesebb vezetékkal, és néhány nagyobb modullal kell dolgoznunk a CanSat belső terében.

6. ELEKTRONIKAI FELÉPÍTÉS

1. Általános felépítés

A CanSat-ünk elektronikáját áruházakban kapható, előre szerelt paneles szenzormodulokból állítjuk össze, saját bonyolultabb elektronikát nem szeretnénk tervezni. A paneleket lábaikkal olyan NYÁK-lapokba forrasztjuk bele, melyek csak a vezetékezés szerepét látják el. Így néhány nagyobb modullal és jóval kevesebb vezetékkal kell dolgoznunk.

A CanSat-ünk fedélzeti számítógépeként egy Arduino Nano-t tervezünk használni, mellyel tudjuk irányítani a szenzorokat, valamint továbbítani a mért adatokat a rádiós modul felé. A rádiókommunikációhoz Lora WLR089U0 modulokat használunk. Az energiát egy 9V-os, 1000mAh-ás újratölthető akkumulátor szolgáltatja.

2. A másodlagos küldetés

A mai világ egy kritikus és sokszor hangoztatott kérdése a levegő szennyezettsége. Csapatunk ezért úgy döntött, hogy a levegő szennyezettségét méri a magasság függvényében. Ezen túl a CanSat-ünk saját helyzetét is meghatározza, valamint repülés közbeni felvételeket készít. Ehhez a következő szenzorokat használjuk:

- A levegő hőmérsékletének, páratartalmának és a légnyomás méréséhez egy BME280 szenzort.
- A VOC vegyületek (A VOC vegyületek, vagyis illékony szerves vegyületek olyan vegyületek, melyek könnyen párolognak szobahőmérsékleten és jelentős szerepet játszanak a légszennyezésben, valamint az emberi egészségre is káros hatással vannak. Ilyenek például a benzin, vagy a festékek oldószerei.) és a szén-dioxid (CO₂) koncentrációjának méréséhez egy CCS811 szenzort.
- A füst- és a PM2.5 szállópor koncentrációjának méréséhez egy GP2Y1010AU0F szenzort.
- A helymeghatározáshoz egy GY-NEO8MV2 GPS-modult.
- A repülés közbeni felvételek készítéséhez egy OV7670 kameramodult.

Ha tudjuk, hogy helyezkednek el a légkör különböző rétegeiben a légszennyezés fontosabb komponensei, a megelőzési és csökkentési intézkedések kidolgozása is egyszerűbb, ezért fontos a mérések eredményeinek megfelelő feldolgozása.

Fontos megjegyezni, hogy csapatunk küldetésének nem célja minden légszennyező anyag mérése, a mérteken kívül nagyon sok anyag (pl. metán, nitrogén-oxidok, stb.) található a levegőben melyek káros hatással lehetnek az emberi egészségre és a levegő minőségére. Ezek mérése egy másik CanSat-küldetés célja lehet.

3. Energiaellátás

A CanSat-en használt elektronikai eszközök interneten található fogyasztási adatai a következők:

- Arduino Nano: 19 mA
- WLR089U0 LoRa modul: 100 mA
- GY-NEO8MV2 GPS-modul: 10 mA
- BME280 légnyomás- hőmérséklet és páratartalom-szenzor: 0,0036 mA
- CCS811 VOC és CO₂ szenzor: 30 mA
- GP2Y1010AU0F PM2.5 szállópor- és füstszensor: 11mA
- OV7670 kameramodul: felvételkedés közben 60 mA, standby módban 1 mA
- MICROSD-MODULE SD-kártya modul: 30 mA

Ezekre egyenként, majd a teljes összegre is 20% ráhagyással számolva 289,5 mA-t kapunk, a kamera standby módját figyelembe véve. A kamera működtetését csak akkor kezdjük el, mikor a légnyomásban hirtelen csökkenést észlelünk, tehát a rakéta elemelkedett, és ekkor 2,5 percig működtetjük a kamerát (ez további 2,5 mA fogyasztást jelent).

A fogyasztás csökkentését több módon is elérjük: míg a CanSat a földön várakozik, csak 10 másodpercenként küldünk adatokat, majd elemelkedéskor emeljük az adattovábbítási sűrűséget másodpercenként 1 adatcsomagra. Ezentúl a földi várakozás közben néhány szenzor mérési sűrűségét is csökkenteni tervezzük. A pontos csökkentett fogyasztást teszteléssel tudjuk megállapítani és szükség esetén további módszereket ezután tudunk kidolgozni a fogyasztás esetleges további csökkentésére.

A CanSat-ünk energiaellátását egy USB-n keresztül újratölthető, 9V-os, 1000mAh-ás, 6F22 Li-ion akkumulátor biztosítja. A csökkentett fogyasztási értékeket figyelembe véve ez az akkumulátor 4 órán keresztül biztosan működtetni képes a CanSat-et. Ez a modul a tavalyi verseny részeként végzett tesztek során bevált, így idén is ezt használjuk.

4. Kommunikációs rendszer

CanSat-ünkkel egyirányú kommunikációt folytatunk, repülés közben másodpercenként egy adatcsomagot küldve a földi állomásra. A kommunikációhoz két Lora WLR089U0 modult használunk, egyet a földi állomás részeként, mint vevőt és egyet a CanSat-en mint adót. A kommunikációt a tavalyi LoRa-képzésen adott javaslat alapján határoztuk meg. A rádiókommunikáció frekvenciáját - köszönhetően a modul adottságainak – szoftveresen könnyen tudjuk változtatni, de elsősorban 867,1 MHz frekvenciát szeretnénk használni 250 kHz Bandwidth-en, 7-es spreading factor-on.

7. SZOFTVER

A szoftver két részből áll: a repülő CanSat- és a földi állomás szoftveréből. A CanSat szoftvere a szenzorok működtetéséért és a mért adatok továbbításáért felelős. A földi állomás szoftvere az adatok fogadásáért, feldolgozásáért, megjelenítéséért és tárolásáért felelős. Mindkettő C++ nyelven, a repülő szoftver az Arduino beépített függvényeinek felhasználásával íródik.

A CanSat által rögzített adatokat (kivéve a kamera felvételeit) repülés közben másodpercenként egyszer, földi várakozás közben 10 másodpercenként küldjük el rádióan a földi állomás felé, valamint fedélzeti SD-kártyán is rögzítjük. A kamera felvételeit csak a fedélzeti SD-kártyára rögzítjük, majd a visszatérés után elemezzük.

A repülés ideje alatt gyűjtjük a tudományos jelentőségű adatokat, ezek mennyisége 2,5 perc repülési idővel számolva előreláthatólag a következő:

- 6,6 kB szenzorok által mért adat
- 0,17 GB fedélzeti kamerafelvétel

A szenzorok által mért adatokhoz hozzáadódnak még a földi várakozás és a begyűjtés előtt mért adatok, így a teljes gyűjtött adatmennyiség ennél valamivel több lesz. Ezen adatok küldetésünk szempontjából csekély tudományos jelentőséggel bírnak, mivel az adatokat a magasság függvényében elemezzük.

8. VISSZATÉRÉSI RENDSZER

A CanSat biztonságban történő ereszkedéséhez egy ejtőernyőt alkalmazunk. Ez már a tavalyi verseny folyamán elkészült, és tekintve, hogy a tesztelések során megfelelőnek bizonyult, idén sem tervezünk rajta változtatni. Az ernyő felszínének nagyságát a következő képlettel számoltuk ki: $A = \frac{2 \cdot m \cdot g}{\rho \cdot c \cdot v^2}$

Végül az így kapott érték 4/3 -szorosra lett az ernyő felszíne. Ez azért volt szükséges, hogy a stabilitás növelésének céljából középen kialakított nyolcszögletű légkiengedő nyílással együtt is lelassítsa a CanSat-et a kívánt sebességre. Az ernyőt egy nagy szakítószilárdságú, műszálas függöny anyagból készítettük, és egy 1.8 mm vastagságú, erős vitorlászsinór, illetve egy fémkarika segítségével fogjuk rögzíteni a CanSat-hez.



1. sz. ábra: A CanSat-ünk ejtőernyője.

9. FÖLDI ÁLLOMÁS

CanSat-ünk földi állomásának hardveres része tartalmazza a következőket:

- Egy LoRa WLR089U0 rádiós modult az adatok fogadásához
- Egy laptopot, melyhez a LoRa modul hozzá van kötve, és a rajta futó szoftver végzi az adatok mentését és azonnali vizualizálását.
- Egy napelemes akkumulátort, hogy a laptopot legyen miről táplálni.
- Távcsvet és kamerát, mellyel megpróbáljuk megkeresni az ereszkedő CanSat-et.

A földi állomás szoftvere a laptopon fut és az érkező adatokat menti, valamint valós időben grafikonon vizualizálja. A szoftver C++ nyelven íródik.

Az adatok vizualizálását a szoftver valós időben végzi, ezzel az előadás elkészítését megkönnyítve. Az előadásban sok szemléltető grafikon és ábra használatát tervezzük.

10. ISMERETTERJESZTÉS, KOMMUNIKÁCIÓ

Az ÁrpádSat YouTube csatornáján, weboldalán és facebook oldalán szeretnénk a haladásunkkal kapcsolatos információkat a tervek szerint heti rendszerességgel közzétenni. Azokban az időszakokban, amikor nem tudnánk az előrehaladással kapcsolatos fejleményekkel szolgálni, más, kreatív posztokkal, videókkal színesítenénk a csatornákat. A csapat közösségi oldalait elsősorban Debreczeni Huba tartja naprakészen (ezen belül főleg a weboldalt programozza, fejleszti és frissíti) Bognár Gábor és Jamniczky Márton segítségével. A különböző platformok szerepei a következők: A weboldalunkon megtalálható a bemutatkozásunk, a haladásunk, terveink és a dokumentációink. A YouTube-csatornánkon leginkább a 3D rendereink, valamint a tesztelésről készült felvételeink lesznek megtalálhatóak. Terveink szerint a Facebook-ot frissítjük majd leggyakrabban, rendszeresen posztolva a csapat éppen aktuális munkálkodását.

A különböző platformok hivatkozásai:

- Weboldal: <https://arpadsat.vercel.app/>
- YouTube: <https://www.youtube.com/channel/UC7cv8CSyxpXw3WFumMLsNEQ>
- Facebook: <https://www.facebook.com/profile.php?id=61567561090290>

A versenyt követően a tapasztalatainkról és eredményeinkről a tavalyi évhez hasonlóan előadást tervezünk tartani iskolánkban, ezzel is népszerűsítve a versenyt. Tapasztalatainkat sok helyen fel tudjuk használni, többen tervezünk műszaki irányban továbbtanulni.