

Ujpál Sándor

ÉPÍTSÜNK REPÜLŐGÉP-SZIMULÁTORT!

Ma már adott a lehetőség arra, hogy hobby repülőgép-szimulátort építsünk magunknak. Nem kell hozzá más, mint motiváció, a repülés szeretete, Internet használata és egy kevés pénz.

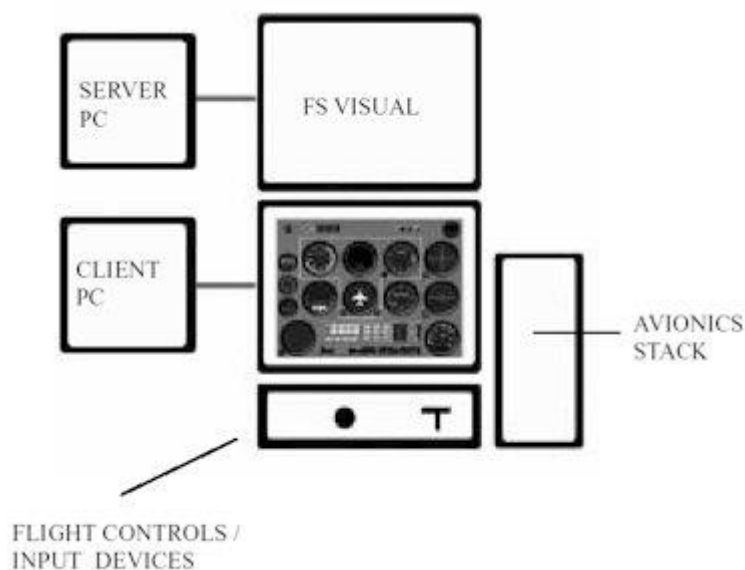
Én magam 17 évet repültem, és 18 évig foglalkoztam repülőgép-vezetők, és repülésirányítók képzésével, a repüléssel kapcsolatos dolgok jelenleg is érdekelnek. Repülni még ma is szeretnék, és amikor az Interneten rátaláltam azokra, akik hobbyból repülőgép-szimulátort építettek elhatároztam, hogy én is megpróbálom. Eredetileg csak egy szimulátort akartam létrehozni, de kettő lett belőle: egy kis gépes és egy nagy gépes szimulátor.

Úgy gondoltam, hogy Légierőnk 70 éves évfordulója alkalmából közreadom ebben a témában szerzett ismereteimet.

CESSNA 172 REPÜLŐGÉP-SZIMULÁTOR

1. Virtuális műszerfallal

Az Internetről szerzett ismereteimre alapozott elgondolásomat megosztottam egy volt munkatársammal, egyben barátommal, aki ennek megvalósítására biztatott. Elgondolásom az volt, hogy készítek egy Cessna 172 repülőgép-szimulátort virtuális műszerekkel az alábbi vázlat szerint:



1. ábra. A működés elvi vázlata

Az 1. ábra szerint a SERVER számítógépen fut a Microsoft Flight Simulator 2004 program, a számítógép monitorján az aktuális terep képét látjuk.

A CLIENT számítógépen a Project Magenta General Aviation IFR Cocpit program fut, monitorján a Cessna 172 repülőgép virtuális műszerfala van, a 2. ábra szerint.

AVIONICS STACK a repüléssel kapcsolatos COM, NAV, ADF frekvenciák beállítására és egyes berendezések kezelésére szolgál.

A szimulátoros repülés vezérlésére általában botkormányt, billentyűzetet, és gázkart használunk.



2. ábra. Cessna172 virtuális panel¹

A két számítógépnek hálózatban kell lenni ahhoz, hogy a repülési adatokat cserélhessék. Ehhez kell még a Peter Dowson által készített FSUIPC/WideFS program, amelyet Web oldaláról ingyen letölthetünk, a regisztrálása azonban 40€ . A szimulátort a fentiek alapján elkészítettem, kipróbáltam és jól működött.

A kezdeti sikereken felbuzdulva az Interneten elkezdtem tanulmányozni a valós műszeres Cessna 172 repülőgép szimulátorokat, majd hozzáálltam a műszerek beszerzéséhez és annak megépítéséhez.

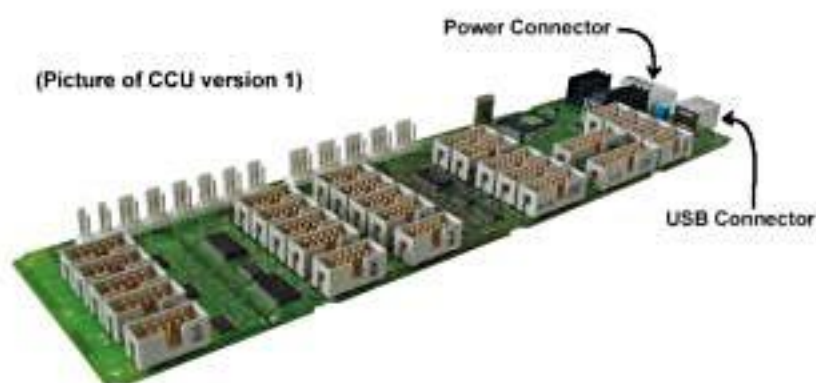
2. Valós műszerekkel

Az eddig elkészült berendezést kiegészítettem egy műszerházzal, erre egy kiselejtezett számítógép házát és ennek tápját használtam fel. Ebbe építettem be az úgynevezett CCU központi vezérlőegységet, az ehhez szükséges tápot, és az elejére a műszerfalat.

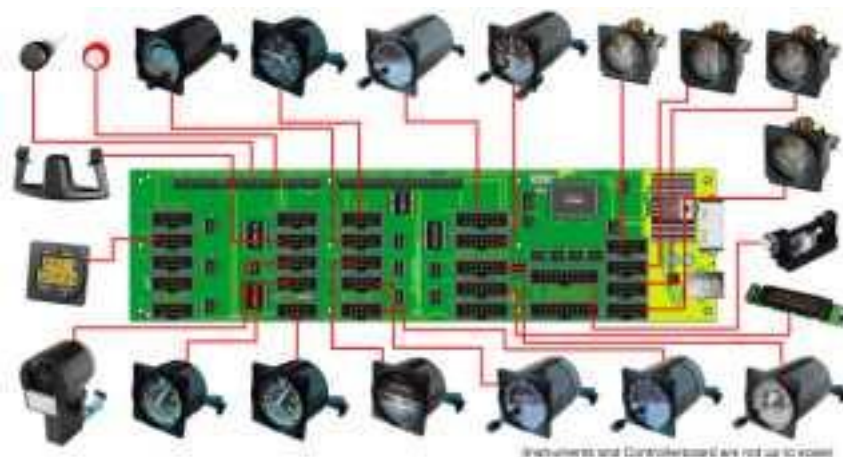
A műszerek befogadására műszerfalat barkácsoltam, amit a műszerház mellső oldalára szereltem. Később az Interneten vásároltam egy viszonylag olcsó Cessna 172 műszerfalat és ebbe szereltem be a vásárolt műszereket.

Ezek után rátérek a már említett CCU központi vezérlőegység ismertetésére és a szerelésre.

¹ Cessna172 repülőgép virtuális műszerfala

3. ábra. CCU Central Control Unit²

Ezt a kártyát a műszerház hátsó falára szereltem hasonlóan, mint ahogyan az alaplapokat szoktuk. A beszerelt kártya +5V feszültséget kap a beépített tápegységtől és USB porton csatlakozik a SERVER számítógéphez. Ehhez a kártyához csatlakoztatjuk a szimulátor valós műszereit.

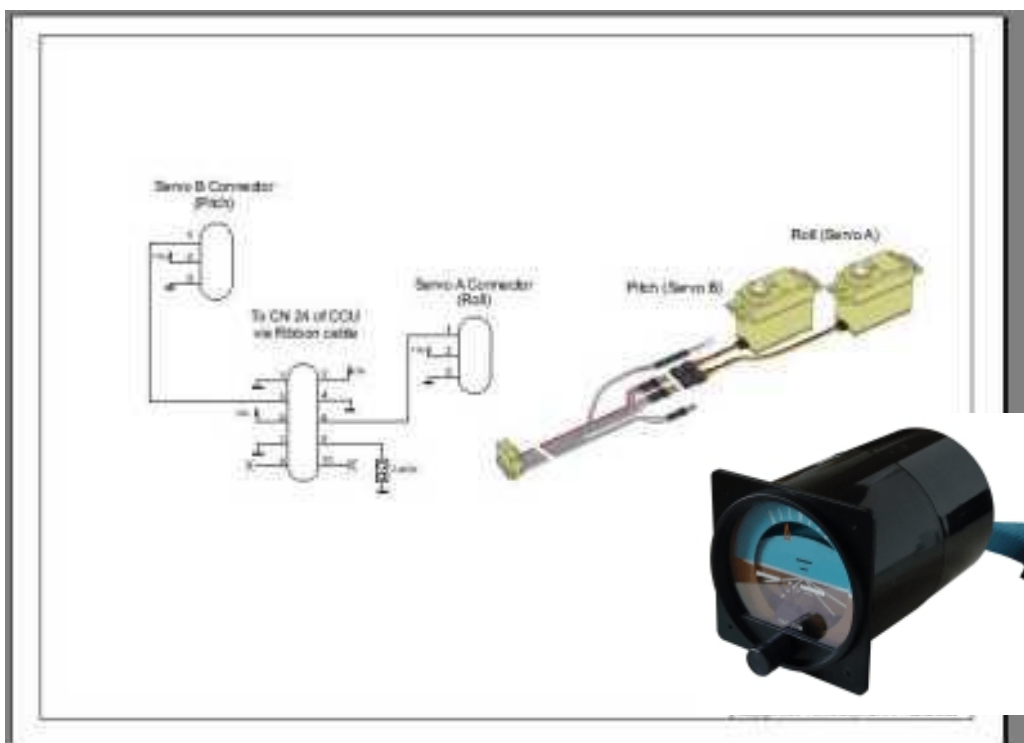
4. ábra. CCU a csatlakoztatható műszerekkel³

A CCU központi vezérlőegység meghatározott csatlakozójába kell dugni az adott műszer szalagkábelének dugaszát. A műszerekben a szervomotorok száma egytől háromig terjed, attól függően, hogy mennyire összetett mozgást kell mutatniuk, például a sebességmérőben egy, a műhorizontban kettő van belőle. A műszerek beszerezhetők készletben (Kit) és készre szerelten. A készletben vásárolt műszerek olcsóbbak, de ekkor nekünk kell összeszerelni a kapott alkatrészekből a leírás alapján.

Az összeszerelés után a műszereket csatlakoztatni kell a CCU megfelelő számú CNx foglalatába. A műhorizont csatlakozóját például a CCU központi irányítóegység CN 24 foglalatába kell dugni, az 5. ábra bemutatja a szervomotorok csatlakozási módját is. A szervomotorok természetesen a műszerházban vannak, a kijövő szalagkábelén van az a csatlakozó, ami a CN 24 foglalatába megy.

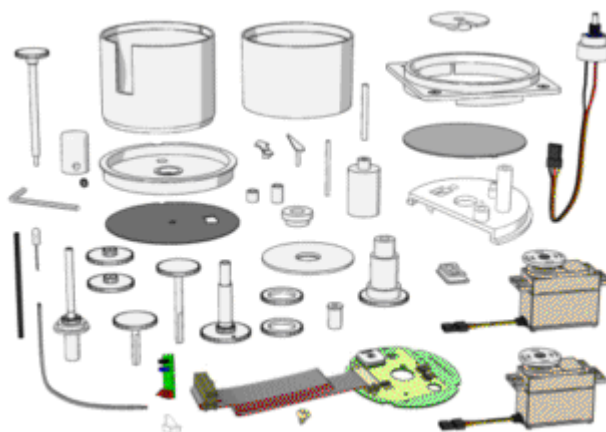
² Központi vezérlőegység a csatlakozókkal

³ A központi vezérlőegység a műszerekkel



5. ábra. A műhorizont és csatlakoztatása

Készen csak a VOR1 műszert vásároltam, ezt azonnal beépíthettem a műszerfalba, a többi készletben vettem meg. Ezeket a beépítés előtt össze kell rakni egy leírás alapján.



6. A magasságmérő alkatrészei⁴

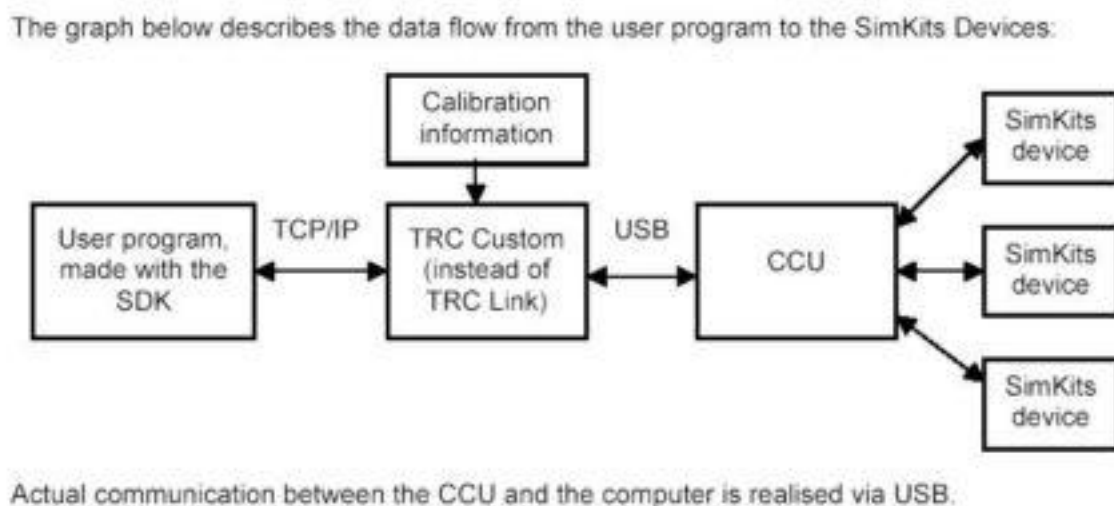
⁴ A szervomotorokat külön kell megvásárolni

A vásárolt műszerfalba összesen tíz valós műszert és egy gyújtáskapcsolót vettem és építettem be.



7. ábra. Műszerfal a beépített műszerekkel⁵

A vásárolt műszereket a beépítés és csatlakoztatás után kalibrálni kell, vagyis be kell szabályozni. A repülési műszerek szabályzásakor a TRC Calibrations program létrehozza a kalibrációs információkat. A számítógép hálózatban a főprogram a Microsoft Flight Simulator 2004 (továbbiakban MSFS2004) változóinak értékét, a kalibrációs információkkal együtt a TRC Link program továbbítja a CCU központi vezérlőegységen keresztül a műszerekhez, az alábbiak szerint:



8. ábra. Blokkvázlat az adatáramlás folyamatáról

Amennyiben a szimulátorban a valós műszerek mellett virtuális műszerpanel is van, akkor az FsUIPC/WideFs programpárosra is szükség van. Erről fentebb már volt szó, működése részletesebben később kerül kifejtésre.

⁵ Balra lent a gyújtáskapcsoló előtt van a svájci ELITE cégtől vásárolt gázkar egység

Az általam épített Cessna172 szimulátorban a valós műszerfal mellett ott van még a pmGAIFR virtuális műszerfal panel is. A repülés vezérlése Trust PREDATOR QZ 500 Joystickkel és ELITE MEL összetett gázkarral történik, ez utóbbi a futóművet és a féklapokat is kezeli.



9. ábra. Botkormány és az összetett gázkar

A hálózatban két számítógép van: a SERVER gépben AMD XP 1600+ processzor, 512MB RAM van és V7 22" TFT monitor csatlakozik hozzá, a CLIENT gépben AMD Duron 850 processzor, 512MB RAM van, CRT monitor csatlakozással.

Néhány szó a költségekről: Ez a szimulátor a rendszerben lévő két számítógépet nem számítva, a szükséges programokkal és műszerekkel együtt megközelítően 400.000 Ft-ba került. A költségek csökkentéséhez nagyban hozzájárult az, hogy a műszerek nagy részét Kit-ben, készletben vásároltam.

SimiKits
Below is a summary of all kits. Build your own gauge! All prices are excl. VAT. See also the FAQ

 Kit ADF Indicator € 69,50 (approx. \$ 89.73) VIEW details ADD to cart	 Kit General Instrument € 29,50 (approx. \$ 38.09) VIEW details ADD to cart	 Kit Attitude Indicator € 49,50 (approx. \$ 63.91) VIEW details ADD to cart	 Kit Altimeter Auto Zero (millibar) € 79,50 (approx. \$ 102.64) VIEW details ADD to cart
 Kit Altimeter Auto Zero (inches) € 79,50 (approx. \$ 102.64) VIEW details ADD to cart	 Kit Turn Coordinator € 49,50 (approx. \$ 63.91) VIEW details ADD to cart	 Kit Heading Indicator € 69,50 (approx. \$ 89.73) VIEW details ADD to cart	 Kit VOR 1 Indicator € 69,50 (approx. \$ 89.73) VIEW details ADD to cart

10. ábra. A műszerek Kit ára⁶

⁶ A Kit árak szervomotorok, adó és szállítás nélkül értendők

A SimKits cégtől vásárolhatunk készen is Cessna172 repülőgép-szimulátort (TRC472-M) 21950€-ért, ez 5.707.000 Ft lenne, 260Ft/1€ áron számolva. Full Kit árban ugyanez pedig 3.250.000 Ft-ba kerülne.



11. ábra. Így néz ki a készen vásárolt szimulátor

Az általam elkészített szimulátoron többek között gyakorolni lehet az útvonalrepülést, a rendszerrepülést, a rádiónavigációt és a leszálláshoz történő bejövételt. Más hasonló paraméterű repülőgéptípust is repülhetünk vele, mint például a Cessna Grand Caravan C208B, vagy a Baron58.



12. ábra. Így néz ki a Cessna172 repülőgép-szimulátorom

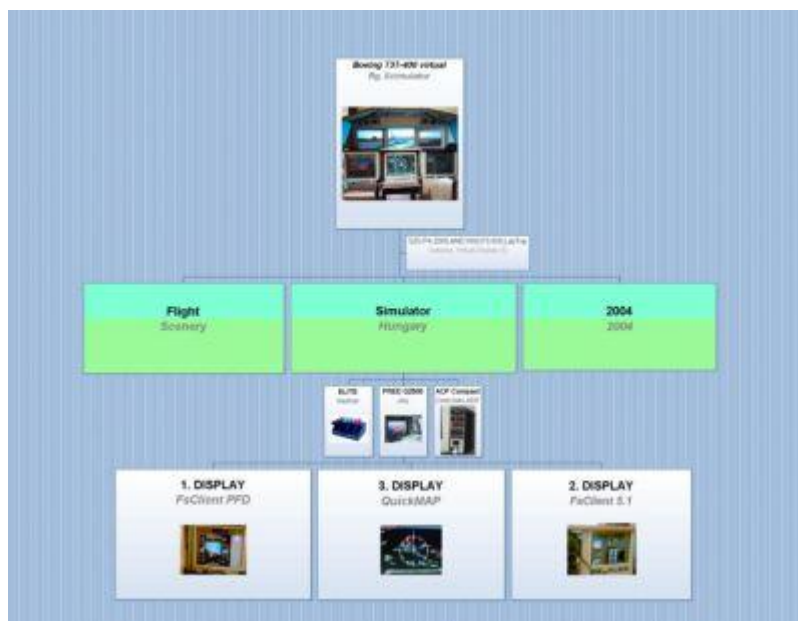
BOEING 737-400 REPÜLŐGÉP-SZIMULÁTOR

1. Elgondolás

A SERVER számítógépen fut a MSFS2004 program, három monitor csatlakozik hozzá. A monitorokon a Scenery Hungary 2004 program által létrehozott terep képe megosztva látszik.

Három CLIENT számítógép hálózati kapcsolatban van a SERVER géppel, monitorjain a repülőgép repülési paramétereinek megfelelő displayek láthatók, amelyeket különböző programok szolgáltatnak.

A szimulátor vezérlését gázkar, szarvkormány, esetleg lábkontroll és egy vezérlődoboz segítségével oldom meg.



13. ábra. A szimulátor elvi blokkvázlata

2. Megvalósítás

2.1. A számítógépek összetétele:

- SERVER számítógép: 2800MHz processzor, 1GB RAM, 80GB HDD, DVD-író, Matrox Millennium P750 VGA-kártya, LAN, és három monitor: 1 TFT 17", 2 CRT 17".
- CLIENT1 számítógép: AMD Athlon™ XP 1800 + processzor, 512MB RAM, 80GB HDD, DVD-olvasó, NVIDIA Gforce FX 550 VGA-kártya, LAN és kettő CRT 15" monitor.
- CLIENT2 számítógép: IBM Laptop, 1200MHz processzor, 256MB RAM, 40GB HDD, CD-olvasó, LAN.
- CLIENT3 számítógép: AMD Duron 850MHz processzor, 512MB RAM, 40GB HDD, CD-olvasó, Abit Suliro T400/64 VGA-kártya, LAN.

A fenti felsorolás eltér az elvi vázlattól, mivel a gyakorlatban a CLIENT1 számítógépbe olyan VGA-kártyát építettem, amely két monitort kezel, így a szimulátor baloldali és jobboldali monitorján ugyanazt az elsődleges repülési displayt látjuk.



14. ábra. A szimulátor display paneljei és a vezérlés

Az elsődleges repülési displayképet az FsXPand/FsClient 5.4 program páros szolgáltatja, melyet Hollandiából a Flyware cégtől vásároltam, melynek vezetője Gert Hejnis. Ez utóbbit azért említem, mert a béta programok tesztelése során jó munkakapcsolat alakult ki közöttünk.

Ennek a programnak az a nagy előnye, hogy ugyanazt produkálja, mint a ProjectMagenta hasonló terméke, de az ára csak egynegyede annak.



15. ábra. Boeing 737NG elsődleges repülési és navigációs display

A CLIENT2 számítógépen (LapTop) ugyancsak a Flyware cégtől vásárolt, FsXPand/FsClient program 5.1 verziója fut. Ez hozza létre a szimulátor középső displayén a Boeing 737 repülőgép hajtóművek, futóművek és a féklapok helyzetének kijelzését (EIKAS), valamint a virtuális műhorizontot és magasságmérőt. Ezen a displayen van még balra fent az autopilot kezelőlapja, ettől jobbra a féklap helyzetjelző műszere, ezek már az általam létrehozott plusz kiegészítések.



16. ábra. Boeing 737NG EIKAS és egyéb kijelzés

A CLIENT3 számítógép monitorját a szimulátorban, a CLIENT1 gép jobboldali monitorja alatt, döntve helyeztem el, lásd a 14. ábrát. Ezen a CDU fedélzeti számítógépet, vagy a QuickMap mozgó térképet látjuk, ez utóbbi leszálláskor a siklópályát is mutatja. Mindkét program a ProjectMagenta cég terméke, korlátozásokkal a demó változatokat is használhatjuk.

Megjegyzem, a fedélzeti számítógépből kettő van a B737 repülőgépeken, mozgó térkép azonban nincs, pedig a tájékozódáson túl segíti a leszálláshoz történő helyes bejövetelet is.



17. ábra. CDU és QuickMap⁷

A SERVER számítógépen fut az MSFS2004 főprogram, hozzá van adva a Hungary 2004 Scenery és a Scenery Budapest programok, így mindig az aktuális magyarországi terepet látjuk a monitoron.

⁷ Fedélzeti számítógép és a gyors térkép

A valósághoz közelítő terepmegjelenítést szolgálja az a speciális VGA kártya, amelyhez három monitor csatlakozik, ezeken megosztva látszik a mindenkori terepkép. Lásd a 17. és a 18. ábrát. A három monitoron a látható terepkép megközelítően 120cm széles és 40cm magas.



18. ábra. Millennium P750 complete multi-display graphics solution ⁸



19. ábra. Így néz ki a megosztott terepkép

A szimulátor középső paneljében valóságos műszerek is vannak: ilyenek a középső displaytől jobbra elhelyezett variométer és sebességmérő. Ezek eltérően a Cessna 172 műszereitől egyenként csatlakoznak a SERVER géphez az USB porton. Itt a műszerházon belül van elhelyezve az elektronika, az úgynevezett USB Gauge Controller, ami lehetővé teszi a CCU elhagyását.



20. ábra. Sebességmérő és az USB műszervezrlő⁹

2.2. A szimulátor hálózata

A négy számítógép hálózatban van egy ötportos switchen keresztül. A hálózatban az adatok cseréjét az MSMSFS2004 fő program, és a display programok között az FSUIPC/WideFS programpáros biztosítja, de a hálózatban a számítógépeknek már előzetesen látniuk kell egymást.

Ehhez be kell másolni az FSUIPC könyvtárból az FSUIPC.dll fájlt, WideFS könyvtárból pedig a Wideserver.dll és a Widesever.ini fájlokat az MSFS2004 program Modules könyvtárba, valamint a

⁸ Millennium P750 több displays grafikus megoldás

⁹ A műszervezrlő, a közepén levő DIP kapcsolókkal kell beállítani, hogy melyik műszer legyen

WideClient.exe és a WdeClient.ini fájlokat a pmDisplay program könyvtárába. A Flyware Display programok esetében ez utóbbi nem követelmény.

A hálózatban a kapcsolatok vázlata virtuális displaynél megegyezik a 21. ábrával, de a Simkits USBFSUIPCLink.exe helyén a WideClient.exe van, a valós műszer helyén pedig a repülési display.

A szimulátor középső paneljébe épített valós műszerek kapcsolatát és ezek adatcseréjét az MSFS2004 fő programmal az USBFSUIPCTRCLink.exe program valósítja meg.



21. ábra. Hálózati kapcsolat, valós műszerek

2.3. A szimulátor vezérlése

- Saitek Pro Flight Yoke System kormány és a gázkar: 5 tengely, 8 kapcsoló, POV, beépített HUB, óra és stopper van rajta. Ára: 39e. Ft.
- Saitek Pro Flight lábkormány.
- Az ACP repülőgép vezérlő panel, amelyről több mint 10 vezérlőjelet tudunk kiadni. Ilyenek például a COM (rádiókapcsolatok) -, NAV (rádiónavigáció) -, ADF (irányadó) frekvenciák beállítása, a robotpilóta (autopilot) használata, a futómű és féklapok kezelése, a repülőgép kormánysszerveinek kiegyenlítése, stb.

Megjegyzés: A Saitek lábkormány ára is 39e. Ft, de ezt kiválthatjuk más megoldással is.



22. ábra. A lábkormány és a kormány a gázkarral.

Az ACP doboz előlapján vannak a kezelő szervek, alul a féklap-, és a futómű állításkarja van.



23. ábra. ACP aircraft control panel¹⁰

Az autopilot vezérlése az alsó piros gombsoron történik. Az ACP a SERVER számítógéphez USB porton csatlakozik, PS2/USB átalakítón keresztül.

2.4. Alkalmazott display programok

- FsXpand/FsClien 5.4, az elsődleges repülési és navigációs display program (PFD/ND), a CLIENT1 számítógép két monitorján jelenik meg.
- FsXPand/FsClient 5.1, a hajtómű paramétereit (EICAS), a futómű, és a féklap helyzetét kijelző display programok, a CLIENT2 Laptop kijelzőjén látjuk.
- CDU fedélzeti számítógép, és a QuickMap gyors térkép, a CLIENT3 számítógép monitorján van.

Az előbbi két programot Hollandiából a FlyWare cégtől vásároltam, az utóbbiakat a ProjectMagenta cég termékét pedig az Aerosoft Web boltjából.



24. ábra. Flyware Web oldal címszalagja

A fentiekén kívül megvásároltam a pmRegional Jet (RJ45) repülőgépszoftvert is, így a szimulátorral, a Boeing 737 mellett ezt is lehet repülni.

Regional Jet Glass Cockpit		US\$ / Euro
Regional Jet / Business Jet Glass Cockpit		99.00
Part No. PM07-001		



25. ábra. RJ45, Regional Jet displayei

2.5. Mennyibe kerül?

Hobby szintű Boeing 737 repülőgép-szimulátor nem kapható, de vásárolható hozzá több hardverberendezés is, viszont ezek a kiegészítő berendezések nagyon sokba kerülnek.

¹⁰ Repülőgép vezérlő panel

A készen kapható három panel például a displayek beépítéséhez: 1350€, megjegyzem én ezt megoldottam néhány forintból, mivel a paneleket magam készítettem el. A többi hardverelem ára darabonként körülbelül 500€ – 3000€-ig terjed. Ezért a szimulátor összesen több mint 10 millió forintba kerülne, ha minden berendezést megvennénk hozzá.

Az általam épített Boeing 737 repülőgép-szimulátor - mivel arra is törekedtem, hogy minél kevesebbe kerüljön - számítógépekkel, programokkal és berendezésekkel együtt kihozható 600.000 Ft-ból.



26. ábra. Boeing 737-400 repülőgép-szimulátorom

A szimulátor kiterjedése: 130cm széles, 145cm magas, 120cm mély.

Az elkészült repülőgép-szimulátort többször teszteltem különböző repülési helyzetekben, ezek során lényeges probléma nem merült fel. Azóta, amikor időnk és kedvünk engedi, unokámmal a szimulátoron az útvonalrepülést, az átrepülést, és a leszálláshoz történő bejövetelet gyakoroljuk.

Bevallom, a szimulátor készítésekor nem arra törekedtem, hogy minél jobban hasonlítson a valódi Boeing 737 repülőgép-kabinjához, hanem inkább arra, hogy jól működjön, és ne kerüljön sokba.

A szimulátort működés közben bemutattam több repülésben jártas ismerősömnök is, akik kedvezően nyilatkoztak róla.

Az ismertetett szimulátorok bármelyikének elkészítését nyugodt lelkiismerettel ajánlom mindazoknak, akiknek kedvük és lehetőségük van hozzá. Amennyiben kérik, tanácsaimmal szívesen segítek, közel három éves tapasztalattal rendelkezem ebben a témában.

Befejezésül, az alábbi kép a Flyware Web oldaláról készült a Cessna szimulátorom első változatáról:



27. ábra. Cessna 172 repülőgép-szimulátor, (www.flyware.nl/Start/WellDone.htm)

2.6. Linkek

www.projectmagenta.com: display programok,

www.schiratti.com: FSUIPC/WideFs programok,

www.simkits.com: valós műszerek, hardver berendezések,

www.flyware.nl: display programok kedvező áron,

www.saitek.com: az alkalmazott kormány, gázkar és láb kormány, www.flyelite.ch: összetett gázkar,

www.aerosoft.com: szoftverek és hardverek, www.simmarket.com: szoftverek és hardverek vásárlása.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] www.projectmagenta.com/recoources/docs.html
- [2] www.schiratti.com/dowson.html
- [3] Simkits: SimkitsUSBAircraftGauage.pdf
- [4] Simkits: CCU Install Manual.pdf
- [5] Simkits: SDK Manual.pdf
- [6] Gert Hejnis: FsXPand 5.1 User Manual
- [7] András Kozma: Budapest-manual_eng.pdf