A REPÜLŐSZERKEZETEK SZIMULÁTORAINAK ÉS TRENÁZS BERENDEZÉSEINEK VIZUÁLIS HELYZETIMITÁTORAI

Békési László mk. ezredes egyetemi adjunktus
Dr. Szabó László mk. alezredes egyetemi adjunktus
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
Vezetés- és Szervezéstudományi Kar
Repülő sárkány–hajtómű tanszék

A ZMNE sárkány–hajtómű tanszékén 15 éve kutatjuk a repülő-műszaki témák mellett a személyi számítógép felhasználását, ezen belül a multimédia és a virtuális valóság alkalmazásának lehetőségét a tanítás-tanulás folyamatában. Az utóbbi időben a repülőgépek tervezése és üzembentartása, a repülőszemélyzet oktatása (kiképzése) és kiválasztása, a repülőgépvezető és a repülőgép szerkezet — mint komplex rendszer – optimalizálása során felmerülő sokrétű feladatok megoldásakor széles körben alkalmazzák a modellezést. Ennek során különböző modellező berendezést hoznak létre, amelyek segítségével földi viszonyok között — megfelelő pontossággal — előállíthatók a repülés alapvető körülményei, jellemzői, a repülés teljes folyamata és a repülőszerkezet irányítása. Ehhez a csoporthoz tartoznak a szimulátorok és a trenázs berendezések, valamint ezeken belül a szimulációt megvalósító repülőszerkezet imitátorai. Későbbi terveink között szerepel a repülőtiszt képzést elősegítő szimulátorok illetve trenázs berendezések minél nagyobb körben való alkalmazása, amely nagy számban tartalmaz virtuális valóság és multimédia elemeket. Ezek — akár önerőből történő — készítéséhez nyújt segítséget írásunk.

BEVEZETÉS, A TÉMA KIALAKULÁSA, DEFINÍCIÓK

A repülőszerkezetek imitátorai (RSZI) a repülőszerkezetek vizsgálatára és annak jellemző paraméterei optimalizálására szolgálnak. A rajta elhelyezett gyakorlóberendezések és eszközök a repülőszemélyzet készségeinek kifejlesztésére és kialakítására szolgálnak. A felsorolt eszközök a repülő-hajózó és kisebb mértékben a földi személyzet kiképzésénél a következőkre adnak lehetőséget [2, 4]:

— A vizsgálat (gyakorlás) idejének csökkentése, melynek eredményeképpen a repülés bármely szakasza vizsgálható anélkül, hogy a többi szakaszt vizsgálnánk;

— Megszakítható a repülés folyamata bármely időpillanatban és vissza lehet térni a kiinduló helyzetbe. A folyamat a meteorológiai helyzettől független;
— Növelhető a vizsgálat (gyakorlás) effektivitása, mivel a repülési folyamatok mélyebben kidolgozhatók, bonyolult helyzetekben különböző meghibásodások és vészhelyzetek figyelembevételével;
— A repülési eredmények objektívek és teljesen regisztrálhatók, kiértékelhetők;
— A kevesebb tüzelőanyag felhasználás miatt növekszik a gazdaságosság, kevesebb elhasználódással kell számolni és csökken a kiszolgálásra fordított idő;
— Csökken a repülőterek terhelése a kísérleti (gyakorló) repülések számának csökkenése miatt;
— A vizsgálatok (kísérletek, gyakorlások) biztonsága növekszik;
— Csökken a környezet szennyezése;
— Csökken a repülőterek környezetében élők zajterhelése.

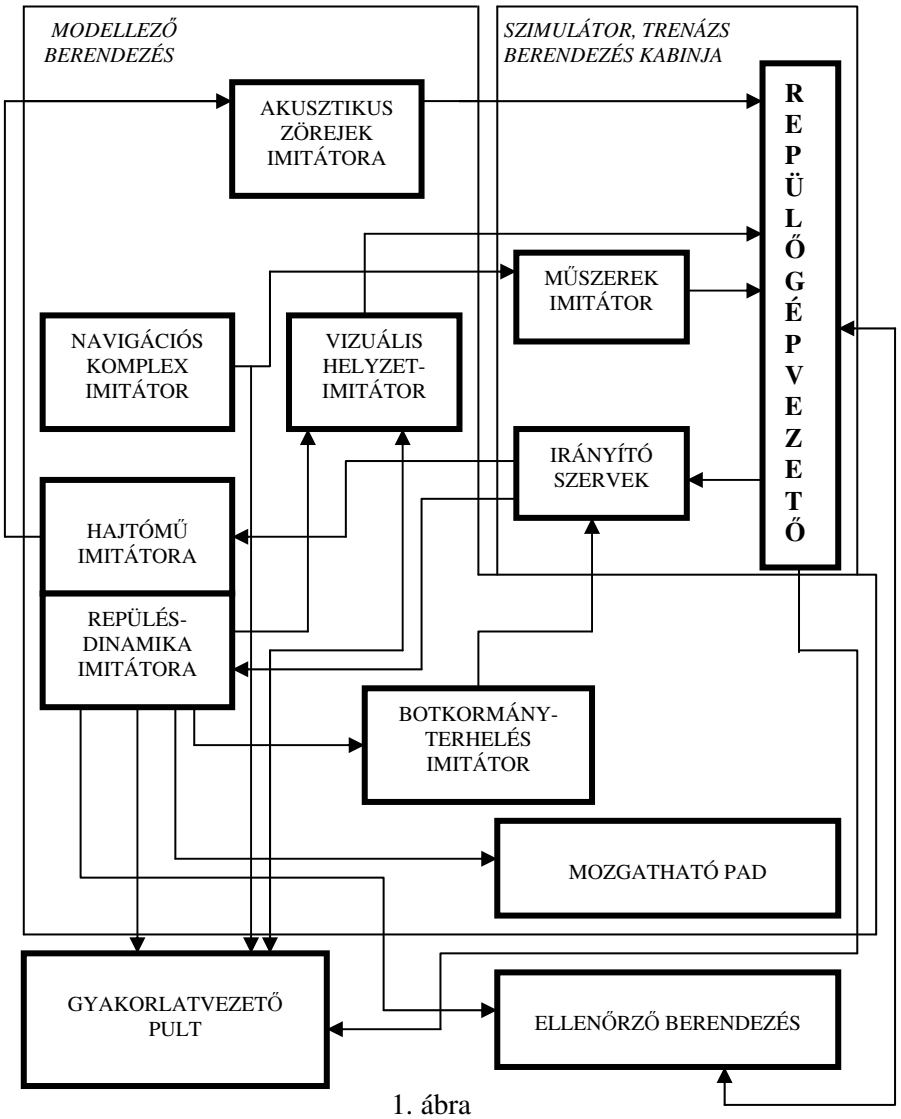
Az imitátorok használata nem zárja ki, hogy kísérleti és gyakorlórepüléseket nem kell végrehajtani, azonban a repülési gyakorlatok jelentős része átvihető a modellező rendszerekre. A leírtakból következik, hogy az ilyen modellező rendszerek szerepe az elkövetkezendő időszakban egyre nő.

A modern repülő szimulátorok és trenázs berendezések jelentős számú alrendszerekből épülnek fel; imitátorokból, melyek modellezik a repülőszerkezet különböző berendezéseinek működését és a repülés külső környezetének hatását, valamint olyan berendezésekből, amelyek biztosítják az oktató kapcsolatát a valóságot szimuláló rendszerrel illetve a modellel és a pilótával.

MEGJEGYZÉS: Több szakirodalom másként értelmezi — sokszor összekeveri — a szimulátor és a trenázs berendezés fogalmakat illetve eszközöket. Mi a következő értelmezésben használjuk ezeket;
Szimulátor: *Valamely* teljes *jelenség, folyamat (pl.: a teljes repülés folyamata) vagy rendszer különféle körülmények közötti viselkedésének utánzására, tanulmányozására szolgáló eszköz vagy berendezés.*
Trenázs berendezés: *Valamely* rész *jelenség, folyamat (pl.: a repülésen belül a le- és felszállás) vagy rendszer különféle körülmények közötti viselkedésének utánzására, tanulmányozására szolgáló gyakorlóeszköz vagy berendezés. Köznapi (szak) értelmezésben a trenázst, mint gyakorló berendezést, „lebutított" szimulátornak szokták nevezni.*

Rendkívül fontos alrendszer a vizuális helyzetimitátor, amely azt a külső térbeli vizuális képet modellezi, szimulálja amelyet a repülőgépvezető a kabinból

(fülkéből) lát a repülés folyamán. A vizuális helyzetimitátorokkal felszerelt szimulátorok illetve trenázs berendezések olyan feladatok megoldására adnak lehetőséget, amikor a pilótának a vizuális tájékozódás alapján kell vezetnie a repülőgépét. Egy repülőgép komplex szimulátor vagy trenázs berendezésének az egyszerűsített vázlata látható az 1. ábrán.



1. ábra

A VIZUÁLIS HELYZET MODELLEZÉSÉNEK FŐBB ELVEI

REPÜLŐSZERKEZETEK SZIMULÁTOR ÉS TRENÁZS BERENDEZÉSEI. A VIZUÁLIS HELYZETIMITÁTOROK FUNKCIÓI

A vizuális helyzetimitátor által megoldandó feladatok

A repülőszerkezet vezetésében alapvető szerepet játszik a vizuális tájékozódás. Ez azzal a ténnyel magyarázható, hogy a vizuális tájékozódáskor a pilóta közvetlenül és megszokott módon szerzi információit az őt körülvevő térről.

A vizuális repülőgép-vezetésnél a pilóta biztosabban érzi magát, gyorsabban és helyesebben értékeli az őt körülvevő helyzetet, gyorsabban és helyesebben hozza meg döntéseit.

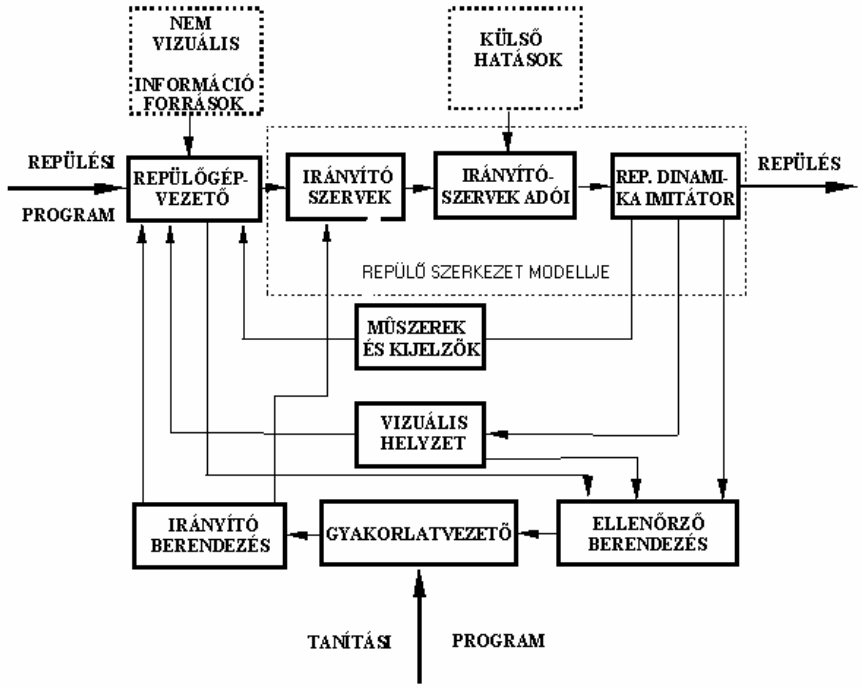
Különösen fontos a vizuális helyzetmeghatározás a repülőgép fel- és leszállásakor. Ezen feladatok sikeres végrehajtása érdekében a vizuális látás alapján a repülőgépvezető a földhöz viszonyított saját helyzetét jól kell, hogy érzékelje.

A vizuális helyzetimitátor által megoldandó feladatok a legkülönbözőbbek lehetnek, amiből álljon itt néhány fontosabb példa:

— a repülőgépen a repülés általános vizuális helyzetének megismerése;
— a vizuális repülőgép-vezetési készségek kimunkálása nagy magasságon történő vízszintes repülés esetén;
— a vizuális repülőgép-vezetési készségek kialakítása le- és felszálláskor, valamint a repülőgép gurulásakor;
— más típusú repülőgépek vizuális vezetési sajátosságaival való megismerkedés;
— a repülőgépvezetők pszichofizikai vizsgálata vizuális repülés közben;
— kötelék repüléskor a vizuális repülőgépvezetői tevékenység kialakítása stb.;

A vizuális helyzet modellezési rendszereinek általánosított sémái

A vizuális repülőgépvezetés készségeinek kialakítására szolgáló általánosított rendszere látható a 2. ábrán.



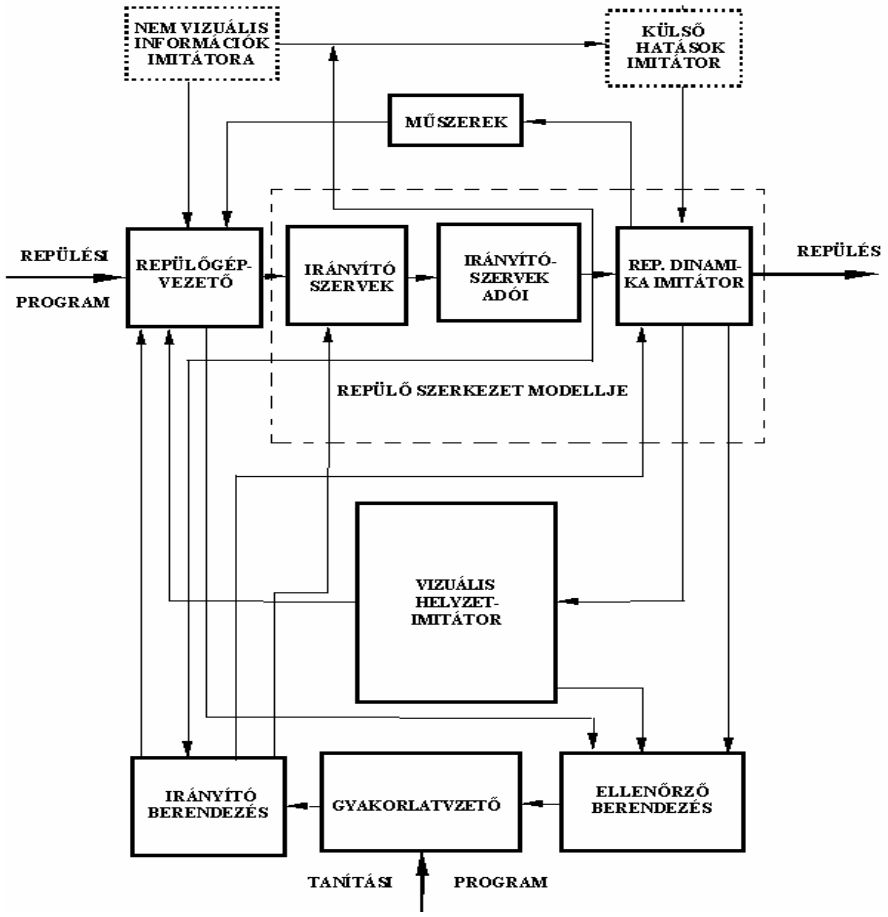
2. ábra

A repülőgépvezető a repülőgépen felfogja a vizuális információkat a külső vizuális helyzetről dinamikus perspektivikus kép formájában, az orientációs tárgyak (objektumok), a horizont vonala és más tárgyak, valamint a belső vizuális helyzet, a műszerek mutatása, fénytablók stb. alapján. A feldolgozott vizuális információ és más csatornákon (hallás, vesztibuláris, kinesztéziás stb.) kapott információk alapján a pilóta dönt és az irányító szervekre (botkormány, pedálok, hajtóművezérlő kar, egyesített vezérlőkar stb.) hatást gyakorol.

Ezek a végrehajtó szerveken keresztül (magassági kormány, oldalkormány, csűrők, forgószárny vezérlő automata, hajtómű stb.) megváltoztatják a repülőgép térbeli helyzetét és ennek következtében a repülőgépvezető által érzékelt külső környezet vizuális képét és annak hatását. A repülőgép térbeli helyzetváltozásának jellege és a repülőgépvezető által érzékelt vizuális helyzet alapvetően a repülés dinamikájával és a külső környezet jellemzői által meghatározott. A repülőgép vizuális vezetése esetében a pilóta a felhasznált vizuális és egyéb információk alapján úgy működteti az irányító szerveket, hogy a repülőgépet a megadott

repülési program alapján a repülési pályán vezesse. A repülőgépvezető tevékenységét a gyakorlatvezető oktató ellenőrzi és értékeli a vizuális ellenőrző berendezések segítségével, és adott esetben a rendelkezésére álló virtuális valóságot szimuláló multimédiás rendszer alkalmazásával különböző szituációjú feladatok megoldására készteti a gyakorló pilótát. A tanítási programtól, a repülőgép-vezetés minőségétől és a külső környezet jellemzőitől függően a gyakorlatvezető oktató korrigálja a repülőgépvezető tevékenységét és a repülés feltételeit.

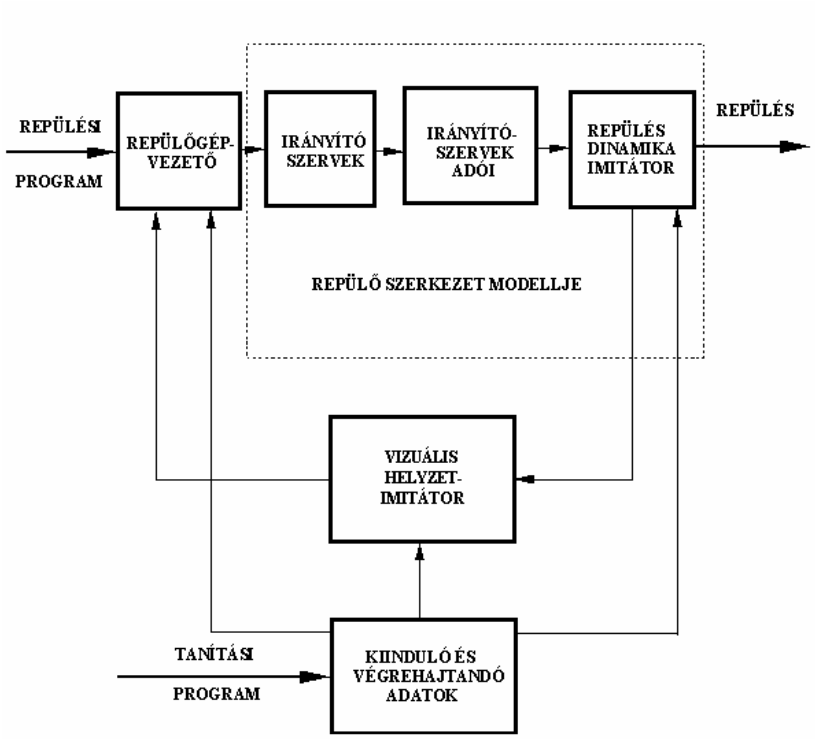
Hasonló felépítése van a 3. ábrán látható modellező rendszernek, amely szintén a vizuális vezetési készségek kialakítására és fejlesztésére szolgál.



3. ábra

Az alapvető különbség az előző rendszerrel szemben az, hogy a repülőgépet modellel helyettesítik, amely irányító szervekből, elektromos adókból, a repülés dinamikájának imitátoraiból áll. A külső környezeti hatást, beleértve a vizuális helyzetet, a megfelelő imitátorokkal modellezik. A pilóta és a gyakorlatvezető oktató funkciója ebben az esetben is ugyanaz, mint egy valós repülőgép esetében. Ilyenképpen a vizuális repülőgép- vezetési készségek kialakításának tanítási rendszere két ember-gép kontúrt tartalmaz, amelyből a fő kontúr a repülésvezetés kontúrja, a kisegítő kontúr pedig az oktatás kuntúrja.

Az oktatási folyamat a vizuális vezetés számos tevékenységét tartalmazza, amelynek különböző kezdeti és a gyakorlatvezető által meghatározott feltételeknek kell megfelelni. Ezért a vizuális repülőgép-vezetési folyamatot vizsgálhatjuk úgy, mint egy viszonylag önálló tevékenységet, amelyet egy ergasztikus (munkához tartozó tevékenység), egyszerűsített modellrendszer alapján lehet analizálni. Ilyen rendszer látható a 4. ábrán.



4. ábra

Az egyszerűsített rendszer csak a fő kontúrba tartozó elemeket tartalmazza, az oktatási kontúr elemeinek hatása a kiinduló és a végrehajtó feltételekkel van figyelembe véve.

A modellezési rendszer egyik alapvető feltétele az, hogy meghatározott mértékben feleljen meg a valóságos rendszernek. Mivel a repülőgépvezető-szimulátor (illetve a trenázs berendezés) rendszerben az emberi tag nem kerül modellezésre, így a megfelelés fő feltétele gyakorlatilag a modellezési rendszer és jellemzőinek olyan kiválasztása, amelynél a repülőgépvezető és a gyakorlatvezető tevékenysége a modellezett és a valóságos helyzetekben azonos. Emiatt feltétlenül biztosítani kell az információs modellek és a vezérlő jelek megfelelését a gép és az emberi csatornák összekapcsolódásakor, azaz a repülőgépvezető–repülőszerkezet–gyakorlatvezető és a repülőgépvezető–szimulátor (illetve trenázs berendezés)–gyakorlatvezető rendszerekben mint ergasztikus rendszerekben.

Ennek köszönhetően a vizsgálatok a gépi rész mint nyitott rendszer analíziséhez és szintéziséhez vezetnek. Az ilyen megközelítés természetesen nem zárja ki az emberi tag jellemzőinek vizsgálatát. Az emberi tényező az információs modellekkel szemben támasztott követelményekben van figyelembe véve, amelyek a vizuális helyzetet létrehozzák, valamint azokban a berendezésekben, amelyek a repülőgépvezető válaszreakcióit felfogják (érzékelik).

A VIZUÁLIS HELYZETIMITÁTOROK ÉS A REPÜLŐSZERKEZETEK SZIMULÁTOR ILLETVE TRENÁZS BERENDEZÉSEK EGYÉB ALRENDSZEREI KÖZÖTTI KÖLCSÖNÖS KAPCSOLAT

Mivel a repülőgépvezető az információs modell összes komponensei alapján hozza meg döntését, így a vizuális helyzetimitátor jellemzői és paraméterei, valamint a szimulátor illetve trenázs berendezések más alrendszerei kölcsönösen megfelelőeknek kell, hogy legyenek.

Az általánosított vázlaton (3. ábra) kiválaszthatók azok a tagok, amelyek sorosan kapcsolódnak a vizuális helyzetimitátorhoz, valamint azok, amelyek párhuzamosan vannak kapcsolva a vizuális repülőgép-vezetés fő kontúrjához. A fő kontúrban a vizuális helyzetimitátorhoz sorba vannak kapcsolva az irányító szervek, a irányító szervek adói és a repülésdinamikai imitátor. A vizuális repülésvezetés folyamatának minőségét a gépi rész tagjainak jellemzői határozzák meg, többek között a repülésdinamikai imitátor. Ha például a repülésdinamikai imitátor helytelenül oldja meg a repülés egyenletét, vagy csak hozzávetőlegesen,

akkor ennek megfelelően helytelen vagy csak körülbelüli lesz a vizuális helyzet modellje. Sőt a vizuális helyzetimitátor jellemzői sem lesznek ideálisak.

Ezért a repülésdinamikai imitátor (RDI) - vizuális helyzetimitátor (VHI) rendszernek meg kell felelni a következő feltételeknek:

— Az RDI és a VHI információ szempontjából felcserélhetők lehessenek, azaz a RDI olyan információt kell , hogy szolgáltasson olyan mennyiségben és formában, amelyet a VHI fel tud fogni és használni tudja azt a vizuális helyzet modelljének ábrázolásához;

— Az RDI köteles modellezni a repülőszerkezet repülésének jellemzőit olyan pontossággal, amely elegendő a vizuális repülőgépvezetés kiváló minőségének biztosításához;

— A VHI-nek bizonyos tűréssel kell rendelkeznie, az ún. "érzéketlen zónákban", „késéseknél" stb., mivel a valóságos repülőszerkezet ezen jellemzői az RDI-ben modelleződnek.

A párhuzamosan kapcsolódó részhez tartoznak azok az alrendszerek, amelyek „rövidre zárják" a repülőgépvezetőt a párhuzamos szenzoros csatornák útján a műszerek imitátorain (a belső vizuális helyzet), az akusztikus zörejek imitátorain, a mozgó padon és más berendezéseken keresztül (1. ábra).

A párhuzamos alrendszerek kölcsönös kapcsolatának fő következménye az általuk létrehozott információk kölcsönös megfelelősége. Ez elsősorban az információs modell komponenseire vonatkozik, amelyeket a vizuális helyzet és a repülőgépvezető érzékszerveire való hatás határoz meg. Különösen szigorúan kell ez utóbbi feltételnek teljesülnie a vizuális helyzet modellezésénél, valamint a repülőgépvezetőre ható mechanikai hatásoknál. Sőt például a legkisebb eltérés a vizuális és a gyorsulás érzékelés között a repülőgépvezető számára a valóságos repülés érzetének lerontását jelenti. A műszerimitátorok a repülőszerkezet térbeli helyzetének ábrázolását végzik a vizuális helyzet modellezésénél. Ha itt eltérés mutatkozik a szimulátor, illetve a trenázs berendezés műszereinek mutatásában, ebben az esetben a pilóta nem érzi a valós repülés érzetének felborulását, hanem arra gondol, hogy rosszul mutatnak a műszerek.

A vizuális helyzetimitátorok általánosított vázlata

Számos általános esetben a vizuális helyzetimitátort egy olyan rendszernek tekinthetjük, ahol a bemenő jelek összessége a kimeneten ábrázolássá (jellé, szimbólummá) alakul (5. ábra). A kimeneten a vizuális helyzet ábrázolása meghatározott felépítéssel és dinamikával rendelkezik, amelyet a vizuális helyzet objektumainak formája, mennyisége, elhelyezkedése és azok részletei jellemeznek.

Ahhoz, hogy a vizuális helyzetimitátor betöltse fő funkcióját, a létrejövő ábrázolásnak (képnek, szimbólumnak) olyan szerkezetűnek és dinamikájúnak kell lennie, amely a következőket biztosítja:

— a repülőgépvezető helyes térbeli tájékozódása (jelenléti hatás);
— a modellezett repülőszerkezet helyzetének változásakor a repülőgépvezető által a fő kontúrba bevitt jelek következtében változzon a térbeli kép (irányítási hatás);
— a gyakorlatvezető által az irányítás oktatási kontúrjába bevitt jeleknek megfelelően, a programozott oktatási jelek következményeként változzon a térbeli kép (oktatási hatás).

5. ábra

Az előzőekben leírt hatásoknak természetesen a leggazdaságosabb formában kell realizálódni.

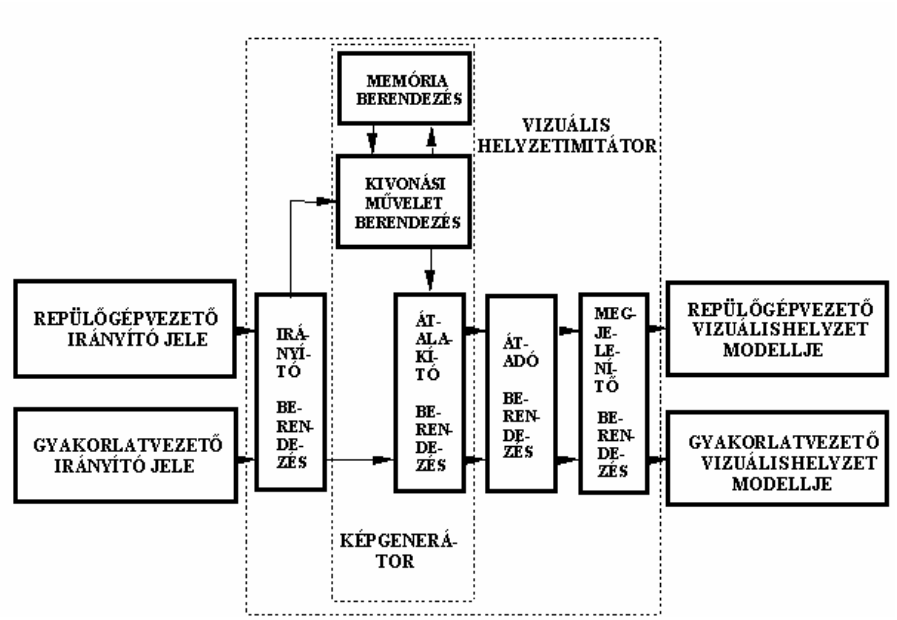
A valóságérzetű féltónusú kép modellezésénél a kép felépítését meghatározó jelek mennyisége viszonylag nagy. Más szempontból vizsgálva, adott repülési szituáció esetén a képek általános felépítése lényegében nem változik. Ezért a vizuális helyzetimitátort az általánosított vázlat szerint lehet kialakítani, amelyet a 6. ábra szemléltet. Ebbe a rendszerbe kívülről csak a dinamika jelei jutnak, a struktúra jeleit a belső memóriaberendezés hozza létre.

A memóriaberendezésben vannak tárolva annak a terepnek az információi, amelynek következtében zajlik a vizuális repülőgép-vezetés. A terep részleteiről az információkat — amelyeket a vizuális helyzet létrehozására használunk — a memóriaegységből a kivonási művelet berendezése választja ki és továbbítja az átalakító egységhez.

Ez utóbbi berendezésben alakul át az információ olyan formává, amely megfelel a repülőgép fülkéjéből (kabinból) látott, a gépet körülvevő hely képének, természetesen a repülőgép adott térbeli helyzetének megfelelően.

A memória-, a kivonási művelet- és az átalakító berendezés együttesen a képgenerátort alkotják. A feldolgozott és átalakított információt (jelet) az átadó berendezés továbbítja a megjelenítő berendezéshez.

Az irányító berendezés a vizuális helyzetimitátor bemenő jeleinek sokaságát alakítja át. Ezek a jelek a pilótától és a gyakorlatvezetőtől a visszacsatolási hurkon keresztül csatlakoznak a kivonási művelet- és az átalakító berendezés irányításához szükséges jelek sokaságához.
A belső tároló (memória) berendezés alkalmazása lehetővé teszi a visszacsatolás útvonalán a vizuális helyzetimitátorba jutó információmennyiség jelentős csökkenését.

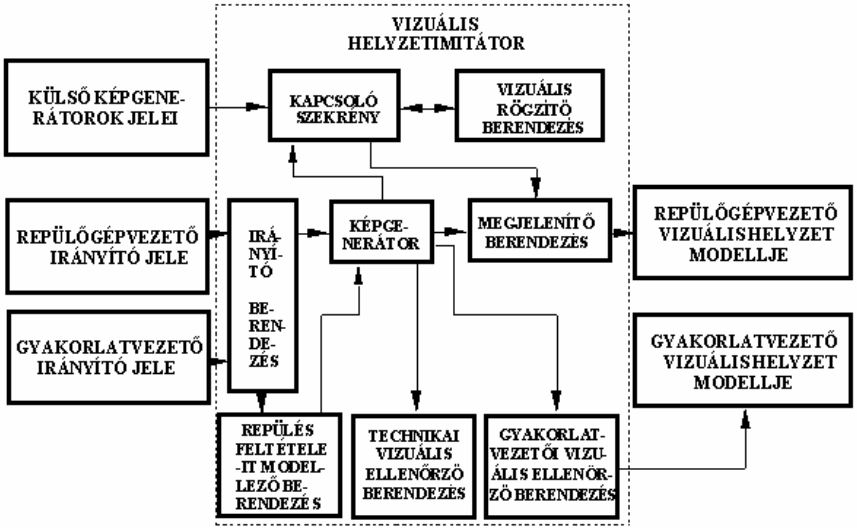


6. ábra

Az esetek többségében a repülésdinamikai imitátortól kapott információk köthetők a repülőgép földhöz viszonyított pillanatnyi lineáris és szögkoordinátáihoz (vagy egyéb jellemzőkhöz, melyek az előző koordinátákkal kapcsolatosak), a gyakorlatvezetőtől kapott információk pedig a kezdeti, korlátozó és helyesbítő jelek átviteléhez. A vizuális helyzetimitátor egyes tagjainak konkrét megvalósítása nagyban függ a vezérlő jelek jellegétől, a memóriaegységben tárolt információk alakjától, a jelek átalakításának jellegétől és formájától, a képpé alakítás módjától stb. Az egyes jelek lehetnek mechanikai, optikai és elektromos felépítésűek. Jelek átalakíthatók analóg, analóg-digitális és digitális formába. Az átalakítás viselhet hasonlósági, megfelelőségi vagy lényegesen bonyolultabb jelleget. Gyakorlatilag a vizuális helyzetimitátorok ugyanazon tagjai egyidejűleg több strukturális elem funkcióját képesek végrehajtani (6. ábra).

A vizuális helyzetimitátorok oktatói elemei

A vizuális helyzetimitátorok általánosított vázlatát több esetben kiegészítik olyan speciális elemekkel, amelyek a vizuális helyzetimitátor mint oktatóberendezés funkcióját biztosítják. Nevezetesen, itt olyan elemekről van szó, mint a repülés feltételeit modellező, a vizuális helyzetet ellenőrző berendezések (7. ábra).



7. ábra

A repülés feltételeit modellező berendezés a repülés különböző vizuális feltételeinek modellezésére szolgál. Ez a berendezés biztosítja az „egyszerűtől a bonyolultig” oktatási elvet. Ez a berendezés a következőket modellezi:

— Általános vizuális:
  - nappali;
  - szürkületi,
  - éjszakai;
  - bonyolult időjárási viszonyok.

— Egyéb vizuális:
  - a le- és felszálló pálya állapotai a repülőtér körzeteiben
  - a fényjelző rendszerek működése

— Különböző vizuálisan felismerhető akadályok és meghibásodások:
  - gépjármű és más tárgyak jelenléte a repülőtéren

- más repülőgép (ek) veszélyes megközelítése

— A modellezett repülőgép meghibásodásának helyes vizuális hatása:
  - például: a vizuális hatás biztosítása forduláskor, ha az egyik hajtómű meghibásodik

A repülés feltételeit modellező berendezést közvetlenül a gyakorlatvezető irányítja a vezérlőpult vagy a szimulátor, illetve a trenázs berendezés valamely más alrendszerén keresztül.

A vizuális helyzetet ellenőrző berendezés fontos jellemzője az, hogy a vizuális helyzet modellje nem csak közvetlenül a pilóta (felhasználó) számára van létrehozva, hanem a pilóta-szimulátor (trenázs) rendszer más emberi kapcsolatai számára is.

A vizuális helyzetet ellenőrző berendezésnek két típusára van szükség. Az egyik a technikai, a másik gyakorlatvezetői. A technikai ellenőrző berendezésnél külön szakember (személyzet) ellenőrzi a megjelenítő berendezésen létrejövő kép minőségét, míg a gyakorlatvezetőinél maga az oktató végzi az ellenőrzést, illetve a repülőgép vizuális vezetésének esetleges helyesbítését.

A vizuális rögzítő berendezés rendeltetése a repülés vizuális képének rögzítése és a kép visszajátszási lehetőségének biztosítása, elsősorban a tanuló repülőgépvezető számára, különösen a következő esetekben:

— meghatározott repülőterek zónáiban való repüléskor a hely megismerése és a vizuális tájékozódás céljából;

— nagy rutinnal rendelkező („ász”) pilótákkal való kötelékrepüléskor a helyes vizuális repülőgép-vezetés begyakorlása céljából;

— a szimulátoron (trenázson) végrehajtott repülés után a repülési feladat minőségének kielemzése céljából.

A vizuális rögzítő berendezés a vizuális helyzetimitátor fő csatornájához egy kapcsolószekrényen keresztül kapcsolódik. A kapcsolószekrény biztosítja:

— a vizuális helyzetimitátor működése közben a vizuális helyzet képének közvetlen rögzítését a vizuális rögzítő berendezéssel;

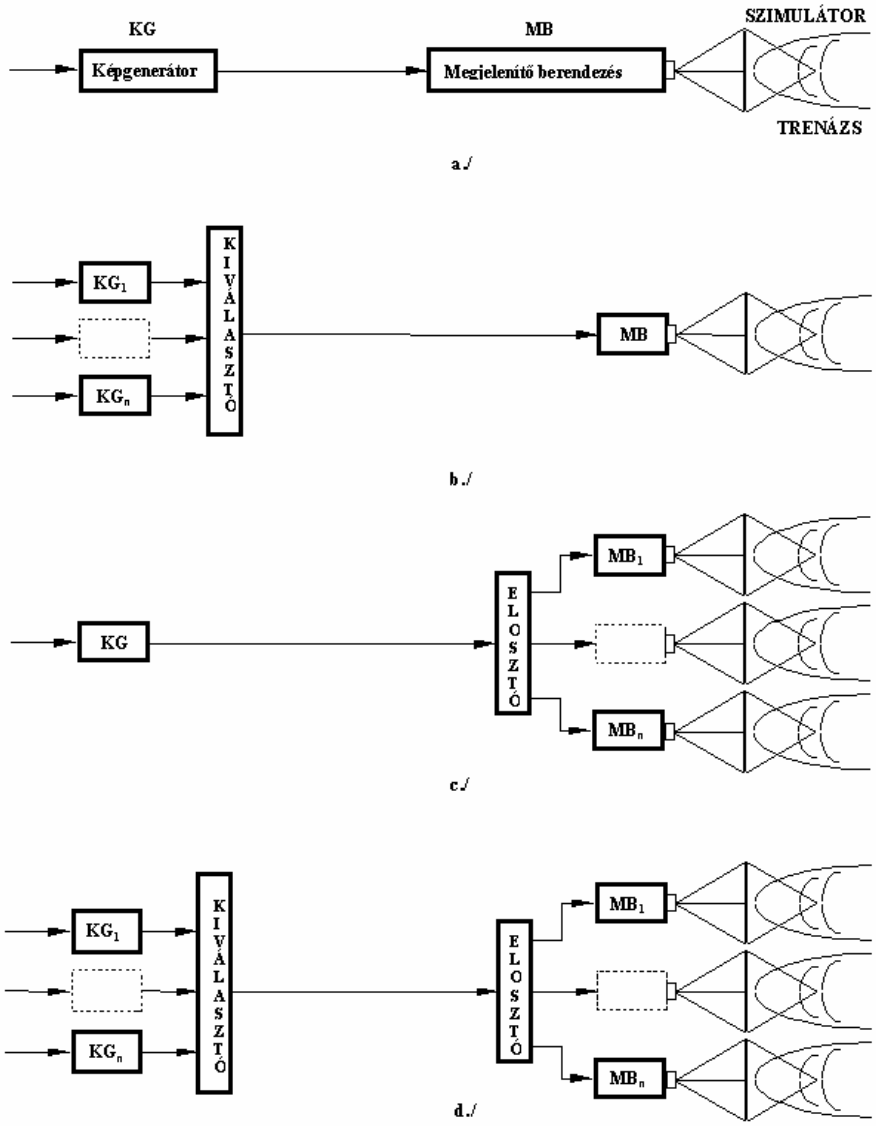
— a kikapcsolt képgenerátor esetén a saját felvett kép visszajátszási lehetőségét a megjelenítő berendezésen;

— külső kép felvételét és visszajátszását.

Modellező készletek

A modellező készletek a modellező berendezések összetett szerkezeti egységét jelentik. Ezek magukba foglalnak néhány különböző rendeltetésű gyakorlóberendezést és olyan berendezéseket, amelyek biztosítják az előzőek egymáshoz való csatolásának lehetősé-

gét. A modellező készletek mindenekelőtt a modellezni kívánt jelenségek, események számának növelésére alkalmasak, valamint növelik az egyes berendezések kihasználhatósági fokát, és nem utolsósorban olyan feladatokat lehet velük elvégezni illetve megoldani, amelyeket egyedi modellező rendszerekkel nem. Például ilyen a kötelékrepülés begyakorlása vagy néhány repülőgép együttes repülése a repülőtér légterében.



8. ábra

Az 8/a. ábrán a vizuális helyzetimitátorok alkalmazásának egy elterjedt vázlatát láthatjuk. Ennél a megoldásnál egyes szimulátor, illetve trenázs berendezés saját vizuális helyzetmegjelenítővel rendelkezik, amely képgenerátorból és megjelenítőből áll. A berendezés kis hatásfokú és ez mellett szimulátorok, trenázsok együttes működtetése nem lehetséges.

Az 8/b. ábrán látható megoldásnál a vizuális helyzetimitátor több képgenerátorból áll, amelyek a kiválasztó berendezés segítségével kapcsolódnak a szimulátorhoz, illetve a trenázshoz. Így a repülés különböző szakaszainak modellezésére nyílik lehetőség különböző repülőterek körzeteiben.

Az 8/c. ábrán egyetlen képgenerátor több megjelenítővel és szimulátorral, illetve trenázs berendezéssel dolgozik együtt. Ebben a rendszerben megvalósítható több szimulátor illetve trenázs berendezés együttes működése, különösen azonos repülőtér körzetében történő együttes repüléskor.

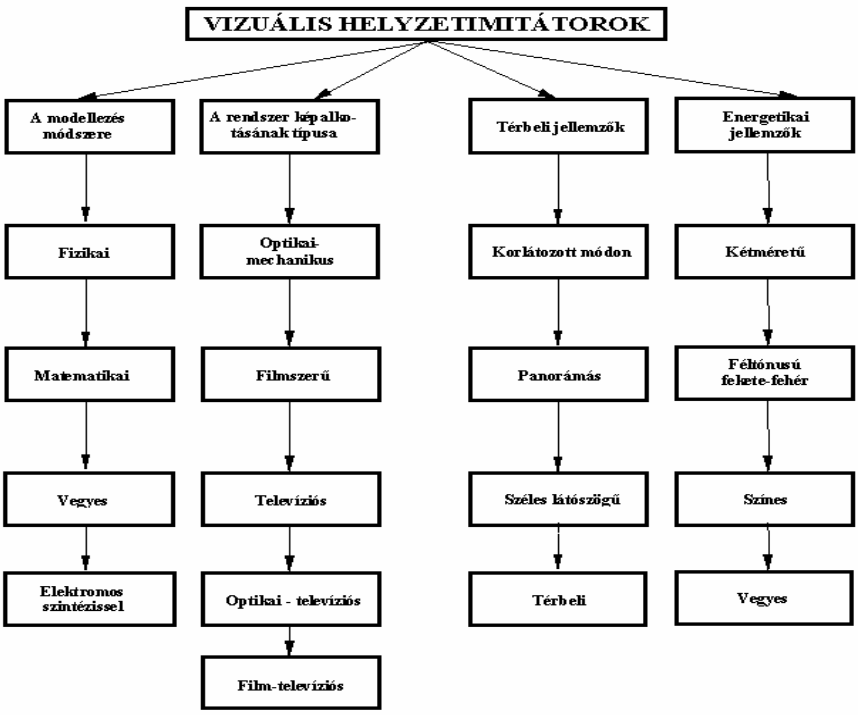
A modellező készletek leguniverzálisabb (napjainkban legjobban terjedőben lévő) megoldását 8/d. ábrán láthatjuk. Ebben az elrendezésben több képgenerátor, kiválasztó és elosztó berendezés segítségével kapcsolódik a különböző szimulátor, illetve trenázs berendezések megjelenítőihez változatos kombinációkkal.

A KÜLÖNBÖZŐ TÍPUSÚ VIZUÁLIS HELYZETIMITÁTOROK SAJÁTOSSÁGAI

A vizuális helyzetimitátorok osztályozása

A különböző elvek alapján történő felépítés és a technikai eszközök használatának lehetősége sokféle tervezési és megvalósítási irányt adhat. Az 9. ábrán látható az az osztályozási vázlat, amelynek alapjául négy szempont szolgál; a vizuális helyzet modellezésének módja, a képmegjelenítői rendszer típusa, térbeli valamint az energetikai összefüggések létrehozása, illetve megalkotása.

A vizuális helyzetimitátorok a modellezési mód szerint lehetnek fizikai, matematikai és vegyes modellek. A fizikai modellezésnél a fizikai jelenségek természete megmarad a repülőgép vizuális vezetése közben. A matematikai modellezés alapja a matematikai hasonlóság, azaz az izomorf egyenletek írják le a vizuális helyzet valóságos és modellezett viszonyait. A vegyes modellezés esetében az előzőekben vázolt modellezési módok kombinációit alkalmazzák.



9. ábra

A különböző típusú vizuális helyzetimitátorok összehasonlító jellemzői

Az egyes helyzetimitátorok az összes osztályozási szempont figyelembevételével jól jellemezhetők.

Az összes vizuális helyzetimitátor összehasonlító értékelése meglehetősen nehézkes, mivel a jellemzők száma meglehetősen nagy. Így kényelmesebb az egyedüli jellemzők alapján elvégezni az összehasonlítást. Ebből a megközelítésből vizsgálva például a térbeli, széles látószögű rendszer hatékonyabb, mint a szűk vagy korlátozott látószögű rendszer.

Az 1. táblázatban [1, 2, 4] vannak feltüntetve az összehasonlító adatok a vizuális helyzetimitátorok fő típusaira, mintegy kilenc minőségi mutató figyelembe vételével. Ebben a táblázatban az 1-es értékelés a legrosszabb, a 4-es a legjobb minősítés. Az értékelési mutató felvétele természetesen feltételes.

1.táblázat

A VIZUÁLIS HELYZET-IMITÁTOR TÍPUSA	A kép valósága-gossága	A kép minősége	Vezérelhetőség	A modellezés terjedelme	Gyakorlatvezetői ellenőrzés	A kép rögzítése	Modellező komplexumok létrehozása	A mechanikus részek bonyolultsága	Az elektromos részek bonyolultsága	**ÁTLAG ÉRTÉKELÉS**
optikai-mechanikai	**1**	**1**	**2**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**3**	**1,33**
filmszerű	**3**	**2**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**3**	**1,67**
televíziós	**2**	**1**	**3**	**2**	**2**	**2**	**3**	**2**	**2**	**2,10**
optikai-	**1**	**1**	**3**	**3**	**2**	**2**	**3**	**2**	**2**	**2,10**
film-televíziós	**2**	**1**	**2**	**3**	**2**	**2**	**3**	**1**	**2**	**2,00**
elektromos szintézissel	**1**	**2**	**4**	**4**	**2**	**2**	**3**	**3**	**1**	**2,41**

ÖSSZEFOGLALVA

A multimédia és a virtuális valóság gyakorlati alkalmazásánál a szimulátorok, illetve a trenázs berendezések tervezésénél alapvető szempont a vizuális helyzetimitátorokkal szemben megfogalmazott követelményrendszer figyelembe vétele. Az adott repülőszerkezet által megkövetelt különböző tényezők, amelyek hatnak a vizuális helyzetre, a legkülönbözőbbek lehetnek. Ugyanakkor, minden konkrét esetben, meghatározva a repülőszerkezet típusát, valamint az általa megoldandó feladatokat, megfogalmazható a vizuális helyzetimitátor konkrét technikai követelményrendszere.

FELHASZNÁLT IRODALOM

[1] F. HAMIT: „Virtual Reality and the Exploration of Cyberspace”. SAMS Publishing, Indiana, 1993.

[2] HABER, RALPH NORMAN: „Flight Simulation”. Scientific American, July 1986.

[3] KING,DOUGLAS: „The Future of VR” Funworld, July 1991.

[4] BABENKO: Imitátori vizualnoj obsztanovki trenazserov letatelnih apparatov. Moszkva, Masinosztroenie, 1978.

[5] PORKER: Video ground-based flight simulation apparatus. USA Pat., CI. 35-12, no. 4,016,658, Apr.12.1977.

[6] SZABÓ LÁSZLÓ: Személyi számítógép alkalmazásának tapasztalatai a szakalapozó tantárgyak tanításában, Egyetemi doktori értekezés, BME, Budapest,1991.

[7] BÉKÉSI LÁSZLÓ: A működő modellek szerepe a repülőgép- és helikopter sárkány-hajtómű szakon tanuló hallgatók képzésében. Katonai Főiskolai közlemények (tudományos módszertani folyóirat), 1986/X/1, 74-82. old.

In the Jet Engine and Airframe Department of the Aviation Officer' Institute of the Miklós Zrinyi National Defence University we have been searching the possibilities of application of personal computers in the teaching-studying process for fifteen years among other technical topics. From 1997 the main direction of our research is to create a base for application of the virtual reality and the multimedia in the flying and mechanical engineering training. The authors are writing about the simulator and the equipment of the simulator of the fighters and the helicopters in the teaching of the pilots.