

Domján Károly

## A VIRTUÁLIS VALÓSÁG HARDVERES ÉS SZOFTVERES KÖRNYEZET KIALAKÍTÁSÁNAK, FEJLESZTÉSÉNEK ÉS ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK LEHETŐSÉGEI REPÜLŐORVOSI KÖRNYEZETBEN

A szimuláció egy merőben új kihasználási lehetőségeit tartogatja számunkra a Virtuális Valóság. A látszólagos valóságban a számunkra legmegfelelőbb virtuális környezetet teremthetjük meg, mely a szimulációs igényeinkhez a leginkább illeszkedik. A megfelelő hardver és szoftver konfiguráció képes biztosítani olyan szintű mesterségesen generált élményt, mely érzékszerveinket manipulálja. Ezen képességet a repülés szimuláció orvosi környezetbe történő beillesztésére terveztük. A VR<sup>1</sup> alkalmazásával speciális rendszerkörnyezetben valós időben vizsgálhatjuk a repülés közbeni stressz jellemzőit. A VR barokamrában történő alkalmazása sokoldalú, amivel egyszerre több érzékszervet is képesek vagyunk egyidejűleg manipulálni, így egyszerre képes hatni a látás a hallás és az érzékelés fiziológiai folyamatára. A VR képes elhíttetni a vizsgált alannyal, hogy egy repülőgépből ülve hajt végre feladatot, a magasságváltozást pedig a barokamra adja. Vizsgálni tudjuk a hypoxiás tüneteket, annak elhúzódtó alattomos hatásait, valamint a folyamatos stressz szintet.

**Kulcsszavak:** virtuális valóság, környezet, VR, VE, légtér, szimuláció, repülés alatti stressz, hypoxia, barokamra, repülésbiztonság, Oculus Rift, globális, szimuláció, rendszerkörnyezet, az emberi élet védelme.

## A „VR” SZIMULÁCIÓS KÖRNYEZET ÁLTAL TEREMTETT LEHETŐSÉGEK

### A virtual reality és a virtual enviroment<sup>2</sup> szimuláció

#### A szimulációról általánosságban

A szimuláció talán már a földi élet megjelenésével egyidős jelenség, melynek jelentőségét és kihasználhatóságát csak most kezdjük megérteni. Az élővilág törvényeinek köszönhetően, szinte minden élőlény kifejlesztett valamilyen szimulációs képességet, a fajfenntartás és a túlélés érdekében. Erre a képességre rengeteg példát találhatunk a természetben csak nyitva kell tartanunk a szemünket. A kialakított, kifejlesztett szimulációs technikák egy része a zsákmányszerzés, a másik része pont a zsákmánnyá válás miatt alakult ki.

Az állatvilág a maga módján ugyancsak egyedülálló módon alkalmazza a szimulációt és ahogy a növények esetében is, akár már évmilliók óta színesítik a Földi élővilágot. Némely képviselője halottnak tette magát veszélyhelyzetben, míg más állatfajok a növényekhez hasonlóan színekkel vagy vegyi anyagokkal jelzik a ragadozók irányába, hogy elfogyasztásuk bizony veszélyes is lehet. Az egyik legismertebb állatfaj, amelyik messzemenően híres a rejtőzködő képességéről, az a kaméleon és a botsáska. Ezek speciális képességeikkel teljesen beleolvadnak a környe-

<sup>1</sup> VR – Virtual Reality – Virtuális valóság

<sup>2</sup> Virtual Enviroment – Virtuális környezet

zetükbe. A sort még hosszan folytathatnánk, de én feltétlenül megemlíteném az egyik kedvenccemet, hiszen az ő szimulációs képessége nemcsak összetett, de egy bizonyos fokú intelligenciára is utal. A Szahara homokjában élő csörgőkígyó zseniális taktikát alkalmaz a szimuláció terén. Mivel az egyik zsákmányállatát –a gekkót-, nem egyszerű elkapni szimulációs trükkhöz folyamodik. Beássa magát a sivatag homokjába úgy, hogy csak a farka vége lóg ki, mely megtevesztésig hasonlít egy fűszálra. Ez miért is lehet érdekes? Mert mint említettem a szimulációs eljárás összetett. A gekkót ugyan a fűszál nem érdekli, de a hangyát annál inkább. A gekkó zsákmányállata azonban éppen a hangya. Ahogy a hangya észreveszi a fűszálat, azonnal célba is veszi, a gekkó pedig a hangyát. És ezzel a kör be is zárult, hiszen a csörgőkígyónak már csak el kell kapnia a gekkót. Ezek a megtevesztési formák is mind a szimuláció bizonyos fajtái.

A legtudatosabb faj révén, az ember tökéletesítette és folyamatosan tökéletesíti a szimulációt. Folyamatos modellezéssel és az azokon futtatott szimulációkkal, szinte minden szakterületen komoly lépéseket tett előre az emberiség, nagymértékben lecsökkentve ezzel a valós kockázatokat és ezzel együtt magasabb szinten kezelve az emberi élet védelmét. Komoly szimulációs eszközök és szoftverek láttak napvilágot, melyek segítségével tökéletesebbek lettek a szimulációs modellek. Említsük meg például a szélcsatornát, mely kezdetben, a repülőiparban, majd később a járműiparban és az építészetben is segítette a mérnökök munkáját. Manapság pedig már minden szakterület alkalmaz valamilyen szimulációs eljárást.

A mi esetünkben a repülésbiztonság növelésében már most is nagy szerepet játszik. Segítségével úgy vizsgálhatunk különleges eseteket, vagy tesztelhetünk új eljárásokat, hogy közben a legértékesebb dolog, azaz az emberi élet, a legkevésbé sincs veszélyben. E szabadság tudatában speciális szimulációkat tervezhetünk, amelyeket orvosi vizsgálati modellekkel ötvözhetünk, vagy teljesen új eljárásokat dolgozhatunk ki a stressz és a monotónia tűrésére, illetve azok objektív mérésére. Speciálisan ilyen célokra tervezett és megépített eszközökkel, valamint a már megalkotott vizsgálati modellekkel, akár forradalmasíthatjuk is az orvosi szakterületek némelyikét.

### **A Virtuális valóság és a virtuális környezet egyszerű bemutatása**

Ahhoz, hogy megértsük miről is szól maga a „virtuális valóság”, illetve a „virtuális környezet”, mindenképpen tisztáznunk kell néhány fogalmat, ami csak az utóbbi időben alakult, ki a számítógép megjelenésével és a szoftverek fejlődésével. A szimuláció és a szimulációs környezetek is egyaránt hatalmas fejlődésnek indultak, és e fejlesztéseket szinte minden szakterület kihasználja, illetve külön modelleket, modellezési eljárásokat, struktúrákat építenek rá. Azonban az, hogy valami virtuális, az azt is jelenti, hogy nem egy létező, nem egy valós dologról beszélünk, hanem egy mesterségesen, általában számítógép által generált környezetet veszünk alapul. Ha már a fogalmakról beszélünk, nézzük meg sorba mit jelent az a szó, hogy Virtuális, Valóság, Virtuális valóság, valamint Virtuális környezet:

- ➔ ahogy már az előbb is említettem, a virtuális az egy nem létező, látszólagos, mesterségesen generált, és általában számítógéppel létrehozott valódi vagy kitalált világ másolata;
- ➔ a valóság megfogalmazása ennél már egy kicsit nehezebb, hiszen valódinak mondunk minden olyan tárgyat, érzést és/vagy jelenséget, amit érzékszerveink valamelyikével folyamatosan érzékelünk, hiszen ez az érzékelés teremti meg a kölcsönhatást a fizikai világgal. Ezen érzékelési formák lehetnek:
  - a látás;

- a hallás;
  - a tapintás;
  - a szaglás;
  - vagy az ízlelés;
- ➔ a „Virtuális Valóság / Virtual Reality” (VR) éppen ezért egy olyan valósághű szimuláció, melyet ugyan nem létező dolgokból számítógép által generálunk, egy magunk által létrehozott teljesen mesterséges környezetben, de mégis valamelyik érzékszervünkre aktívan hatva, így megtévesztve azt. Ha érzékszerveinket mesterségesen manipuláljuk, vagyis átverjük saját érzékelésünket, akkor elhitethetjük szervezetünkkel, agyunkkal, hogy amibe bele csöppentünk, az bár nem létező és nem valóságos, mégis egy valódinak tűnő manipulált, generált valóság;
- ➔ a „Virtuális Környezet / Virtual Environment” (VE) a virtuális valóság egy speciális szegmense. A létrehozott, generált valóságban számtalan különálló kialakítású és feladatrendszerű környezet kaphat helyet. Azonban, hogy ne legyen ennyire egyszerű, minden virtuális környezet, önmagában is egy mikro virtuális világ.

A látszólagos valóság, illetve környezet létrehozásához feltétlenül szükségünk van néhány alapvető eszközre, ami ennek megteremtését képes számunkra biztosítani. A rendszer egyik eleme egy vagy több komoly számítógép, ami létrehozza, generálja számunkra a manipulált világot, amit nevezhetünk akár virtuális valóságnak is. A VR rendszer részét képezi egy olyan eszköz is, amely ezt a generált „álmovilágot” érzékszerveinkhez eljuttatja, azokat aktívan befolyásolja. Ez a „Virtual Reality Device” (VRD<sup>3</sup>), vagyis a mesterségesen előállított valóságot megjelenítő eszköz. A kimeneti és bemeneti csatornák összekötik a rendszer elemeit, mely így egy zárt kört alkot, aminek középpontja maga az ember, aki számára a virtuális valóság megteremtődik. Azonban ez a zárt világ mégsem zárt. Nyílt vagy zárt hálózatok segítségével a cyber teret egy időben több résztvevő is megtöltheti, illetve használhatja. Egymással való kapcsolatuk és észlelésük valós idejű a generált téren belül. A hálózati támogatásnak köszönhetően akár közös munka vagy játék is megvalósítható a virtuális környezetekben. Erre az egyik legjobb példa Lockheed Martin Prepar3D szimulációs szoftver, mely nem kifejezetten csak a repülés számára terjeszti ki a számítógéppel generált teret, hanem olyan globális környezetet teremt, melyben a Földön, vízen, levegőben és a víz alatt is hajthatunk végre szimulált feladatokat. Minden résztvevő valós idejű vizuális és audio kapcsolatban áll egymással, sőt arra is van lehetőség, hogy egy légi járművet akár több személy is együtt vezessen egy valódi CREW-hoz hasonlóan. Lehetőség nyílik olyan jellegű repülésoktatásra is, melyben oktató és növendék, pilóta és repülés irányító, katonai légijárművek hajózó személyzetei és légvédelmi irányítók egy időben vesznek részt. Elhelyezkedésük és pozíciójuk a virtuális térben megfelel a valóságnak, de a fizikai szimulátor környezetek a világ bármely pontján lehetnek.

#### **A Virtuális valóság és a virtuális környezet hardveres és szoftveres megteremtése**

Az egyre népszerűbb VR alkalmazások, filmek és játékok, hatalmas lendületet adtak a gyártóknak és a fejlesztőknek, így az egészen egyszerű, házi kivitelezésűtől a legkomolyabb professzionális VR eszközökig szinte minden elérhető a kereskedelemben. Az eszközkészlet sokszínűség miatt

---

<sup>3</sup> VRD – Virtual Reality Device

nem egyszerű a megfelelő hardver kiválasztása. A virtuális eszközök beszerzésekor lépten nyomon kompromisszumokat kell kötnünk. Igen fontos szempont lehet a költséghatékonyság, bár az „olcsó húsnak híg a leve” mondás itt éreztetheti legjobban jelentését. Minél olcsóbb eszközöket szerzünk be, annál inkább rontjuk a VR élményt. Az ár-értékarányt figyelembe véve talán még azt se mondhatjuk, hogy az ár és az élmény lineáris kapcsolatban van, mert az eszköz gyengébb kivitele a virtuális élményt akár exponenciálisan is ronthatja. Kiváló megjelenítést érhetünk el a drágább VR eszközökkel, ám ezek kiszolgálásához a számítógépes hardver is már egy jóval magasabb költségű beruházást igényel. Nagy számítási teljesítményű processzor mellett, igen komoly teljesítményű videokártya szükséges, tekintélyes mennyiségű memóriával és rendszermemóriával, valamint az adattárolók sebességigénye miatt elhagyhatatlan az SSD<sup>4</sup>-k alkalmazása.

Az orvosi kutatásban használni kívánt virtuális valóság eszközöket tekintve alapvetően két típust vettünk alapul. Ezek közül az első egy költséghatékonyabb kivitelű, mobiltelefonos kijelzős VR szemüveg volt. A Blitzwolf cég által gyártott VRG<sup>5</sup> került elsőként kipróbálásra. Ez az eszköz ugyan magában hordozza a VR megjelenítési képességeket, azonban az audio ingert csak egy kiegészítő Headset-tel lehet a kívánt módon létrehozni. A vezetékek számának növekedése, az ergonómiai kialakítást nagymértékben megnehezíti. Ezen kívül a látott kép sem hozta azt a hatást, amit egy ilyen kutatási célra szánt VR eszköztől elvártunk. A két szem számára osztott kép a következő ábrán látható.



1. ábra A mobiltelefonos VR szemüveg látótérben észlelhető képe

A VR szemüvegben látott kép az agyunk képességeinek és a látási mechanizmusunknak köszönhetően válik egységes vizuális élménnyé, ugyanis a kijelzőn mindkét szem számára egy különálló kép kerül megjelenítésre. Ebből készít az agyunk egy normál állású 3D vizuális képet. Az általunk látott kép mérete 65"-nak azaz 164 cm átmérőnek felel meg. A szemüveg kialakításából adódóan ugyan kitakarja a valós fizikai világot, mégis azt az érzést kelti, mintha egy ablakon át néznénk a képet. Az mellett sem mehetünk el szó nélkül, hogy a kutatásunkhoz feltétlenül szükséges volt, hogy a P3D<sup>6</sup>-t futtathassuk az eszközön. A szimulátor futtatása már azonnal behatárolja, hogy milyen teljesítményű számítógépet szükséges biztosítanunk, a szimulátor szoftver akadásmentes futtatásához, és akkor még a használni kívánt mobil eszköz teljesítménye sem mindegy. A látott kép elmozdulásának valószerűsége is függ a mobil eszköz

<sup>4</sup> SSD – Solid State Drive azaz félvezető alapú meghajtó, illetve szilárdtest meghajtó

<sup>5</sup> VRG – Virtual Reality Glasses azaz virtuális valóság szemüveg

<sup>6</sup> P3D – Lockheed Martin Prepar3D szimulációs szoftver

giroszkópikus szenzorjaitól, és a processzor teljesítményétől. Bármelyik összetevő gyengébb teljesítménye óriási mértékben rontja a VR élményt. Az akadásmentes megjelenítéshez minimum Snapdragon 6xx szériás processzor szükséges, de a nyolcszázas sorozat sem árt.

A **Trinus VR** alkalmazásával el lehetett érni, hogy a szimulátor képe megjelenjen a mobiltelefon kijelzőjén. Miután a rendszer stabilan összeállt bevittük a barokamrába, nagy magasságnak megfelelő légritkítás, hypobáriás körülmények közé, hogy teszteljük. Nem lehetett előre biztosan tudni, hogy a nyomásváltozás, a ritkább levegő és a levegő viszkozitásának a megváltozása, hogyan hat majd az eszközeinkre. A teszt alatt folyamatos hőmérsékleti kontrollt végeztünk, melyet rögzítettünk. Ebből tisztán kiolvasható volt, hogy mind a számítógép, mind pedig a mobil eszköz tekintélyes mértékben melegeedett.



2. ábra A Blitzwolf VR3 szemüveg

A Trinus VR futtatásához szükséges volt a számítógépen a Trinus VR Server futtatására. Ez a szoftver biztosította a megjelenítést a mobil eszköz kijelzőjére. Stabilan csak a mikro USB kábellel lehetett működtetni, mert a vezeték nélküli adatátvitel kevésnek bizonyult. A mobiltelefon elhelyezkedése miatt a kábel kényelmetlenné tette az eszköz használatát. Ezen kívül a fejmozgást is csak késéssel tudta az eszköz lekövetni. Rendkívül fontos, hogy az alkalmazott VRD képes legyen a gyors fejmozgást is pontosan lekövetni, mert a repülés szimulációnál ez adatátviteli késés elveszi a repülés élményét, és rontja a szimuláció valóságát.



3. ábra A Blitzwolf VR3 részei és a mobil eszköz elhelyezkedése

A lencsék szemhez történő állíthatósága sem volt pontos, illetve bárhogy lett beállítva, a látható holtterek miatt, a szimulált repülés élmény leromlott. Otthoni használatra történő alkalmazása kielégítő lehet, de orvosi kutatáshoz ez a rendszer nem megfelelő.

Megkezdődött egy másik VR rendszer alkalmazásának a tervezése és beszerzése. Ez az eszköz lett az OCULUS RIFT<sup>7</sup>. Az alapkövetelmények ezzel az eszközzel kapcsolatban is ugyanazok voltak, mint a mobiltelefonos verzióval. Megfelelően gyorsnak kellett lennie a fejmozgást követve, és a látott kép frissítési frekvenciája is a megfelelő sávban kellett, hogy maradjon. Az Oculus Rift bekerülési költsége messze meghaladja az úgynevezett „egyszerűbb” VR eszközökét. A támogató hardver elemek, így például a számítógép sem az átlagár és teljesítmény kategóriába sorolhatók. Nagyon fontos a nagyteljesítményű processzor és a grafikus kártya. A szemüvegbe a kép HDMI<sup>8</sup> kábelén keresztül jut, ami egyben támogatja az audio jelátvitelt is. A Rift alapvető kialakítása olyan, hogy alapfelszereltségként magába foglal két hangszórót. Ezek természetesen levehetőek, így külön Headset<sup>9</sup> is használható. A repülés szimuláció miatt erre az opcióra szükség is van, mert a virtuális légtér<sup>10</sup>ben végrehajtott repüléshez a Real Time audio kapcsolat feltétlenül szükséges. A HDMI kábel mellett még egy párhuzamosított USB 3.0 kábel is be van kötve a szemüvegbe, annak meghajtásához. A virtuális szemüveg tartalmaz mindkét szem számára egy- egy Full HD (FHD) felbontású kijelzőt, melyek felbontása 1920x1080 pixel. Ez az egyik alapvető különbség a mobiltelefonos VRD-hez képest. Az FHD felbontás még nem teljesen tökéletes, de a jelenlegi gyártástechnológia mellett nagyobb felbontás ekkora méretű LED kijelző esetében még nem lehetséges. Ez azonban csak idő kérdése. UHD 2K<sup>11</sup> felbontás felett a pixelsűrűség már akkora, hogy az emberi szem képtelen felfogni, vagyis a látott kép minősége egyre jobban megközelíti a fotorealistikus<sup>12</sup> minőséget.



4. ábra Az Oculus Rift szerkezeti felépítése

Az Oculus Rift másik sajátossága, az a fejmozgás követés. Az alapsomagban 2 darab optikai infra<sup>13</sup> kamera van, mely folyamatosan figyeli a szemüvegben lévő infra szenzorokat. Így a fejmozgást több mint 180 fokban képes igen nagy precizitással lekövetni. Amennyiben a későbbi kutatási tesztek igénylik, újabb 2 darab érzékelő beszerzésével a teljes 360 fokban történő mozgás is megoldható.

<sup>7</sup> OCULUS RIFT: Oculus által gyártott VR eszköz.

<sup>8</sup> HDMI: High-Definition Multimedia Interface

<sup>9</sup> Headset: Olyan fejhallgató, mely beépített mikrofont is tartalmaz.

<sup>10</sup> Virtuális légtér: Egy szerver által generált légtér, mely biztosítja a valós idejű vizuális és hangkapcsolatot a légtérben résztvevő kliensek között.

<sup>11</sup> UHD 2K: Ultra High Definition 2560\*1440 pixel.

<sup>12</sup> Fotorealistikus: A valódival szinte teljesen megegyező fotó minőségű megjelenítés.

<sup>13</sup> Infra: Infravörös tartományú.



5. ábra A szemüvegbe épített szenzorok és az érzékelő

A rendszer zavartalan működtetése érdekében, egy nagyteljesítményű asztali számítógépet alkalmaztunk, mely képes volt a VR eszközzel szemben támasztott igényeket kielégíteni. A tesztek alatt szerzett tapasztalatok azt mutatták, hogy egy véglegesen kialakítható vizsgálati rendszerhez, amit a barokamrában<sup>14</sup> is használni lehetne, nagyteljesítményű hordozható számítógépet kell betervezni. A barokamra speciális helyzeteket idéz elő működés közben, így például a levegő nyomásának lecsökkentése mellett, -az imitált magasságnak megfelelően-, a légritkítással csökken az oxigén résznyomása, és a levegő viszkozitását is. A hűtés hatásfoka is jobb lehet egy célirányosan GAMER<sup>15</sup> célra kialakított ROG<sup>16</sup> Notebook- kal, valamint a helykihasználtság is hatékonyabbá válik. A helytakarékoság igen fontos a vizsgálatok szempontjából, mert a VR rendszer helyigénye standard, így azon csökkenteni nem lehet, valamint a kiegészítő műszerek is helyet igényelnek.

Fontos, hogy a szimulált repüléshez használt HOTAS<sup>17</sup> vezérlők, Joystick<sup>18</sup>, Throttle<sup>19</sup>, Rudder Pedals<sup>20</sup>, könnyen használhatók legyenek, mert a vizsgálatok hatékonyságát nagymértékben rontja, ha a vezérlők használatát csak hosszabb idő alatt lehet megtanítani. A tesztek alatt a Saitek X-52 vezérlőket alkalmaztuk, melyek beváltották ugyan az elvárt eredményeket, de egy végleges vizsgálati rendszerhez nem alkalmasak. A professzionális vezérlők esetében a Thrustmaster A-10 vezérlő szett, nagyságrendekkel hatékonyabb választás.



6. ábra Bal oldalon az X-52 vezérlőszett, jobb oldalon az A-10 HOTAS rendszer

A rendszer fejleszthetősége folyamatos lehet, mert a rendszer összetevők : tervezésekor figyelembe vettük azt a szempontot, hogy a később felmerülő igények is kielégíthetők legyenek. A

<sup>14</sup> barokamra: Alacsony nyomású speciális kamra

<sup>15</sup> GAMER – Kifejezetten játék kategória

<sup>16</sup> ROG – Republic of Game

<sup>17</sup> HOTAS – Hand on Throttle and Stick. A létfontosságú kapcsolók, gombok, a Joystick-on és a gázkaron legyenek elhelyezve. Így a repülés időtartamának nagy részében a vezérlőszerveket nem szükséges elengedni.

<sup>18</sup> Joystick – botkormány

<sup>19</sup> Throttle – (gázkar) HVK – hajtómű vezérlőkar

<sup>20</sup> Pedals – pedálok

vizsgálati rendszer mellé, egy speciális tesztrendszer is létrehozásra került, illetve a vizsgálatok és tesztek pontosabb nyomon követése, és kiértékelhetősége érdekében optimalizált adatbázis megtervezését kezdtük el. Ez az adatbázis szerver alapú lesz, így a bevihető rekordok száma is megsokszorozódik. Fontos szempont volt, ahogy azt az előzőekben már említettem, hogy a tesztek és vizsgálatok alatti adatbevitel gyors és irányított legyen, mert a későbbi kiértékeléseket csak így lehet nagy precizitással elvégezni.

A VR rendszer barokamrás ötvözése szükségessé teszi a kamra modernizációját is, mert a rendszerrel olyan tesztek is létrehozhatók, melyek valósághű szimulációjához elengedhetetlen, hogy a barokamra folyamatosan képes legyen lekövetni a VR szimuláció nyomásváltozásait. Természetesen nem minden repülőgép követi le ezt a nyomásváltozást, hiszen a hermetizált túlnyomásos fülkék kivédik ezeket a hatásokat. Azonban számos olyan helyzet lehet, amikor ez a túlnyomás megszűnik, és a légijármű vezetője azonnal egy élettanilag nehezen, vagy egyáltalán nem tolerálható közegben találja magát. Megfelelő eljárások segíthetik a személyzetet abban, hogy a megfelelő módon reagáljon a vészhelyzetre és így járuljon hozzá a repülésbiztonság növeléséhez. Elektromágneses csapokkal, szelepekkel a nyomásváltozás gyorsan lekövethető, az automatizálás pedig létszükséglet. Egy közvetítő Interface képes lehet a rendszer gyors vezérlésére a VR szimulációból kapott kimenő jelek alapján. Túl nagy adatfeldolgozás a rendszer részéről nem szükséges, hiszen a kimenő adatok közül a magasság és a variométer<sup>21</sup> adatait kell feldolgozni, és ezek alapján a barokamra rendszerét vezérelni. A modernizálás a kamra belső terének jobb kihasználásához is feltétlenül szükséges. A hardvereknek kompatibilisnek kell lenniük egymással, és moduláris felépítéssel kell azokat kialakítani. A VR rendszer tekintetében a helyzet kedvezőbb, mert moduláris, az elhelyezése és a telepítése standardizálható.

## **VR REPÜLÉSSZIMULÁCIÓ A REPÜLÉSÉLETTANI STESSZ JELLEMZÉSÉRE**

### **A Virtuális valóságban létrehozott repülés, VR szimulációja**

A speciális orvosi környezetek egyik lehetséges eleme tehát a barokamra, és kutatásunk mostani fázisában az itt végezhető tesztek és vizsgálatok állnak az első helyen, melyben egyre komolyabb és feladat-specifikus szimulációt alkottunk meg. Létrehoztunk egy olyan dokumentumot, melyben a hardverekkel, a szoftverekkel, és a teszteljárásokkal kapcsolatban minden lépést rögzítünk. Legyen ez a tervezés vagy akár a végrehajtás fázisa. Külön fejezetben tervezzük és tárgyaljuk, majd később kiértékeljük a tesztek. Mivel a tesztek felépítése pontosan követ egyfajta lépcsőzetességet és folyamatosságot, a „**Step by Step tesztsorozat**” nevet kapták.

Az első repülési feladatot még úgy terveztük, hogy alapul vettük a standard barokamra tesztet. Ennek idővonalához igazodva terveztem egy olyan repülési feladatot, ahol egy JAS-39 Gripen típusú vadászrepülőgéppel, a kecskeméti repülőbázis 30-as kifutópályájáról felszállva, 50 m/s-al emelkedtem 5500 méterre. Ezen a repülési magasságon egy kiszélesített iskolakörrel 15 percet repültem, majd -50 m/s-al süllyedve leszálltam ugyancsak a kecskeméti RWY 30 futópályán. A teljes repülést rögzítettem mely képesség szintén a szimulátorprogram része. Ezzel már

---

<sup>21</sup> Variométer: Emelkedés, süllyedés mértékét kijelző műszer. (m/s, vagy feet/sec)

megvolt az első repülés szimuláció, amit bevihettünk a barokamrába, és kipróbálhattuk a VR-rel. Az első alkalommal még nem értük el azt a kívánt hatást, amit szerettünk volna, de ekkor még csak a mobiltelefonos VR kialakítást teszteltük.

A következő tesztnél már az Oculus Rift-et használva, a szimulációt pedig passzív módban futtattuk. Így élő repülést nem hajtottunk végre, és a vizsgált személy a VR rendszerben, vizuálisajásból volt részese a tesztnek. Ebben a tesztben még csak szaturációt<sup>22</sup> mértünk és a teszt teljes időtartama alatt 100%-os oxigént lélegeztünk.

Az eredményeket látva a következő tesztet már úgy terveztük meg, hogy a VR szimuláció alatt, több paramétert rögzíthessünk. Egy speciális műszer segítségével (NIRS<sup>23</sup>), a szaturáció mellett az agy jobb és bal féltékének homloklebenyén mérhető véroxigén szintet is mértük. A repülési feladat ekkor még ugyanaz volt, mint az előző tesztben és ugyanúgy passzív módban. Mivel tudjuk, hogy egy mérés nem mérés, és azt is, hogy egy mért eredményhez egy referencia mérésre is szükségünk van, megkezdődött egy sokkal összetettebb teszt program kidolgozása.

A „LIVE TEST” elnevezésű tesztél figyelembe vettünk olyan lehetséges eseményeket is, melyek bekövetkezési valószínűsége ugyan alacsony, de kizárni soha nem lehet. Talán felesleges megemlíteni, de Murphy-től tudjuk, hogy „ami bekövetkezhet, az be is következik”. Talán viccesnek tűnhet ez a megközelítés, de kockázatelemzési szempontból igen fontos. Az újabb generációs vadászrepülőgépek némely típusának fedélzetén ugyanis egy olyan eszközt találhatunk, mely közvetlenül a hajtómű segítségével állítja elő a fedélzeti oxigént a pilóta számára. Ez az OBOGS fedélzeti oxigénforrás. Ismerve ezt a tényt és a hypoxia alattomos jellemét, egy hajtómű leállásos vészhelyzetet építettünk a repülési programba. Az egész repülési feladat úgy lett tervezve, hogy -bár előre le lett repülve és rögzítve-, a vizsgált személy passzív repülési szimulációját követően én is ugyanazt lerepültem, de már „élőben”, szimulálva a barokamrával a külső behatásokat. A pontosabb adatrögzítés szempontjából egyidőben használtuk a NIRS<sup>24</sup>-et, a homloklebeny oxigénszintjének mérésére, a Kapnográf-ot a kilélegzett széndioxid mérésére, és a Firstbeat Bodyguard 2<sup>25</sup> testszenzoros mérőrendszert a pulzusvariancia és a stressz rögzítésére. A passzív repülést végrehajtó személyre a Firstbeat mérőrendszert a tesztet megelőző napon már felrögzítettük, melyet a teszt napján és az azt követő napon is viselt. Így kaptunk egy tisztább képet az életvitelből adódó stressz szintre, annak kezelésére, a pihenési fázisok minőségére, majd a tesztet követő nap jellemzőire vonatkozóan. A teszt napján mindannyiunknál egy egészséges stressz szint növekedés volt feltételezhető, hiszen a vizsgálatkal kapcsolatos mérések eredménye, a feladat végrehajtás újszerűsége, és a műszerek együttes használatából adódó feszültségek, nyilvánvalóan kihatnak a pulzusvarianciára.

---

<sup>22</sup> Szaturáció: a szervezet véroxigén szintjének az értéke.

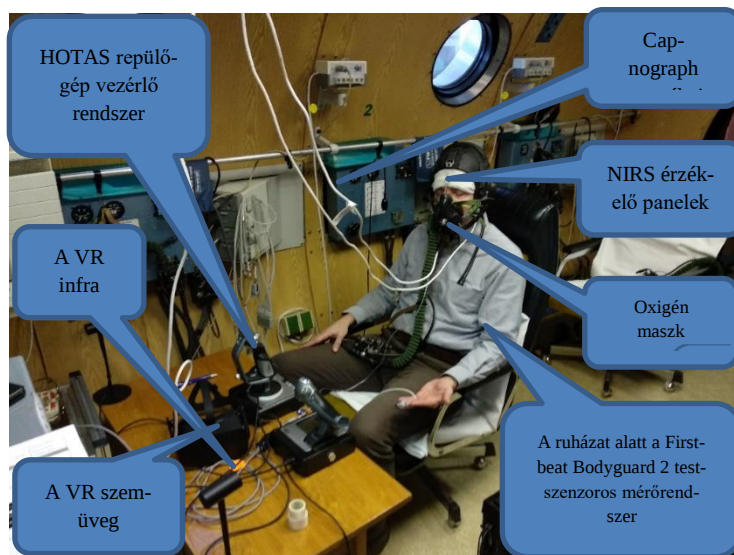
<sup>23</sup> NIRS – Near Infrared Spectroscopy – közel infravörös tartományban (800 nm) bőrön keresztül mért kevert agyi homloklebeny vér oxigén telítettsége.

<sup>24</sup> NIRS – Közel Infravörös Spektroszkópia

<sup>25</sup> Firstbeat – A Fusion Vital által kifejlesztett pulzusvariancián alapuló testszenzoros mérőrendszer.



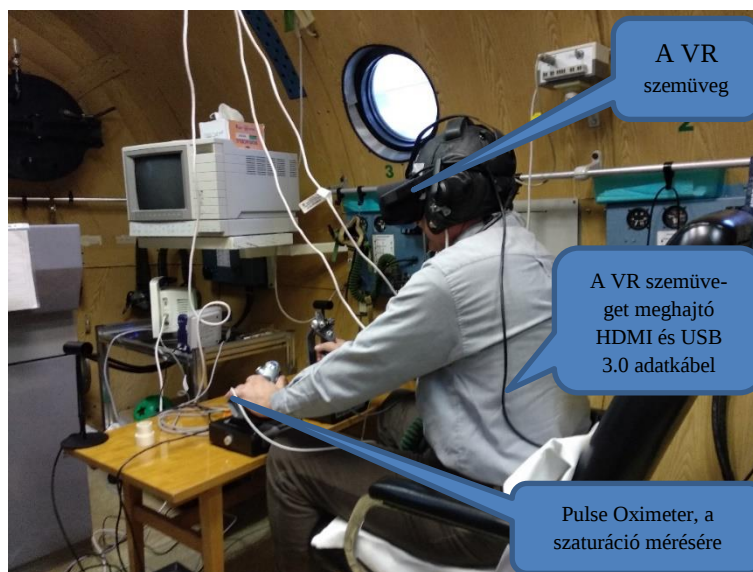
7. ábra A barokamra LIVE TEST összeállítása



8. ábra A passzív repülést végrehajtó vizsgálati személy tesztre történő előkészítése

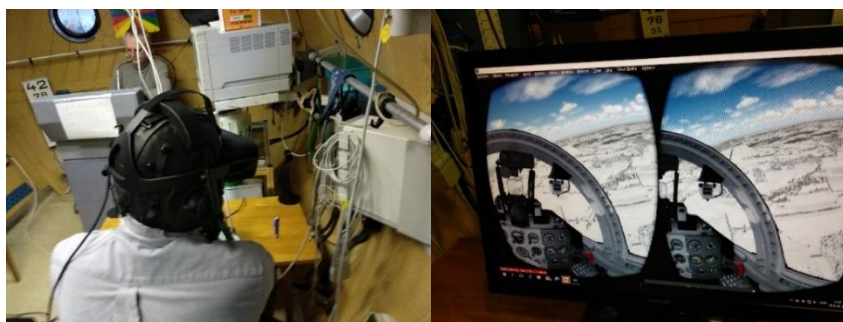


9. ábra A LIVE TEST végrehajtása passzív módban



10. ábra Az aktív VR rendszer

A Firstbeat által regisztrált adatokat pontos naplózással rögzítettük, így a pulzusvariancián alapuló adatok kiértékelését, a többi műszer által mért paraméterekkel szinkronba tudjuk hozni, és egy adatbázisban tárolni. Az adatokból történő információ kinyerését a speciális lekérdezések biztosítják számunkra. A pontos adatgyűjtéshez a feladatnak is illeszkednie kellett. Kiszámoltuk, hogy optimálisan mennyi időt kell eltöltenünk hypoxiás környezetben és ehhez igazítottuk a repülés kezdő és befejező fázisát is. Az L-39 Albatros repülőgéptípust választottuk, mellyel a kecskeméti repülő bázis központi zónájából gurultunk ki a futópályára. RWY30<sup>26</sup> szerinti felszállás után emelkedtünk pályairányon, azaz 300 fokon, QFE<sup>27</sup> 2000 méterre. A szint elérése után jobb 180 fokos fordulót hajtottunk végre, majd tartva a 120 fokos irányt, emelkedtünk 5500 méterre. A tervezett idők tartásához ezen a magasságon nagyjából 3 percet repültünk, majd újabb jobb fordulóval visszafordultunk 300 fokra. Ezt követően történt meg a hajtómű leállás. Az oxigén betáplálás hiányának szimulálásához, az oxigén maszkot elvettük a vizsgált személytől. A repülőgép süllyedésben 300 km/h sebességre trimmelve haladt, miközben megkezdődött a hajtómű légi újraindítása. 3000 métert elérve a hajtómű újraindult és az oxigén betáplálás is helyreállt, vagyis a maszkot visszatettük. Ezt követően RWY30szerinti jobb iskolakörből megkezdtuk a megközelítést, majd leszálltunk RWY30-ra.



11. ábra A VR rendszerben történő valós fejmozgáshoz tartozó látott kép, a két szemre lebontva. A repülés végső megközelítési fázisában

<sup>26</sup> RWY30 – Runway 30, azaz a kifutópálya 300 fokos iránya.

<sup>27</sup> QFE – A repülőtér saját tengerszint feletti magasságához igazított helyi légnyomás

Ezután következett az aktív repülés, a repülési ismeretekkel rendelkező szerző, mint alany „be-drótozásra” kerültem, -vagyis felrögzítésre került a NIRS és a Capnograph-, és elkezdtük a teszt második fázisát. A repülés a passzív végrehajtáshoz hasonlóan zajlott egészen a hajtómű leállításig, de a kiszámíthatatlansági tényezőknek köszönhetően a hajtómű indítása több időt igényelt, főleg azért, mert a hypoxiás környezetben oxigén nélkül, a látásélességem nem volt állandó. 2800 méteren indult újra a hajtómű, és ettől kezdve már újra 100% oxigént lélegeztem be. Ugyanakkor a végső megközelítés fázisában, a kifutópályát többször is elmosódva láttam. A szimulált repülés végrehajtása sikeres volt, de a rögzített repüléshez képest okozott különbségeket. A tesztet követően szinte azonnal láthatóvá váltak a vizsgált személyek közti különbségek, de a teljes kiértékelés az agyi keringési paraméterek változására vonatkozóan a későbbiekben fog csak megtörténni.

A tesztsorozat a „Step by Step” nevet kapta, így figyelünk arra, hogy tartsunk egyfajta folyamatosságot, és a feladatok bonyolultságát tekintve is egy lépcsőzetességet. A LIVE TEST sorozatban olyan feladatokat is tervezünk, melyek végrehajtási ideje alatt több időt töltünk el 5500 méteren vagy hypoxiában, bonyolultabb látási viszonyokat teremtünk, műszeres repülési feladatokat állítunk össze valamint éjszakai NV<sup>28</sup> helyzeteket is szimulálunk. Alkalmazva a ma már szinte természetes elektronikai eszközöket, speciális feladatokat oldathatunk meg minden vizsgált személy esetében úgy, hogy közben kitevé őket a hypoxia hatásainak a Firstbeat testszenzoros mérőrendszerrel Real Time adatgyűjtést végezhetünk a pulzusvarianciára alapozva. A LIVE TEST-et követően a NETWORKING LIVE TEST sorozat kerül majd kidolgozásra, de ehhez alapvető hardver bővítés is szükséges lesz. A mért adatokból történő elemzés után már komplex eljárásokat és vizsgálati módszereket is kidolgozunk, melyek illeszkednek a NLT<sup>29</sup> sorozathoz.

Tudjuk azt, hogy a repülőgépvezetőkre milyen külső és belső ingerek hathatnak, melyek stresszorokként értelmezhetők és közvetlenül befolyásolják a teljesítményt, illetve a cselekvőképességet, mindez arra ösztönöz bennünket, hogy a lehető legjobban ismerjük meg őket, és tanuljuk meg ezeket kezelni. Ugyan a VR szimulációk képtelenek minden ingert létrehozni, mely alapján a repülésélettani stressz vizsgálható, de mindazok az ingerek melyek ezzel a rendszerrel közvetlenül vagy közvetve létrehozhatók, közelebb visznek minket a valós jellemzők megismeréséhez. A stressz alattomos hatása individuális, egy bizonyos szintig még segíti is a cselekvőképességet, egy bizonyos szint után már meg is gátolja azt. Nagyon fontos, hogy a vizsgálati rendszerek úgy épüljenek fel, hogy a lehető legjobb közelítéssel a valós behatásokat tárják eléink, mert minden eljárás vagy segédeszköz használata, ami segíti a repülőgép személyzetét a cselekvőképesség megtartásában, közvetlenül kihat a repülésbiztonságra. Ahogy az informatikai eszközök, úgy a virtuális valóság és a virtuális környezetek is egyre fejlettebbek és élethűbbek lesznek. Ez pedig azt jelenti, hogy az idő nekünk dolgozik! Ha most megtanuljuk kihasználni a szimulációban rejlő lehetőségeket, később a technika fejlődésével, a modelljeink és az eljárásaink szinkronban fejlődnek. A VR repülésbiztonsági szerepe megkérdőjelezhetetlen, ugyanis a jövőben az utólagos balesetek kivizsgálásánál, bekövetkezett, vagy éppen be nem következett légiesemények elemzésénél, az Objektív kontroll egyik igen komoly eszköze. A szimulációs repülések alatt valós feladatok végrehajtását is előre megvalósíthatjuk, így előre

---

<sup>28</sup> NV \_ Night Vision azaz műszeres éjjellátó képesség.

<sup>29</sup> NLT – Networking Live Test

lehet számolni bizonyos stressz összetevők megjelenésével, hatásával. A repülésélettani stressz tudatában, a kiképzésben vagy a feladatok végrehajtásában egzakt standart-ek dolgozhatók ki, melyek olyan mértékben csökkentik a repülő személyzetre ható stressz szintjét, hogy a biztonságos feladat végrehajtással, már ezzel is a repülésbiztonság egy magasabb szintjét képviseljük.

#### **FELHASZNÁLT IRODALOM**

- [1] Lockheed Martin Prepar3D, (online) url: <http://www.prepar3d.com>
- [2] Domján Károly. A légierő számára kialakítható moduláris szimulációs környezet kialakításának lehetőségei, képességek megszerzéséhez, fenntartásához és eljárások tökéletesítéséhez. Repüléstudományi Közlemények, Szolnok, 2017/2, hozzáférés: [http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2017\\_2/2017-2-27-0375\\_Domjan\\_Karoly.pdf](http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2017_2/2017-2-27-0375_Domjan_Karoly.pdf)
- [3] Domján Károly. Saját jegyzetek, szimulátoron szerzett tapasztalatok. Bővebb információk: +36303050173
- [4] Szabó Sándor András PhD Értekezés 2008, A katonai repülő-hajózó állomány repülőorvosi minősítése, kiképzése a NATO standardizációs egyezmények szellemében. Hozzáférés: [http://archiv.uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2009/szabo\\_sandor\\_andras.pdf](http://archiv.uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2009/szabo_sandor_andras.pdf)

---

#### **CREATING, DEVELOPING AND APPLYING OF VIRTUAL REALITY OF HARDWARE AND SOFTWARE IN THE AEROMEDICAL ENVIRONMENT**

*The Virtual Reality a new form in using of possibilities. We have a special capability in the Virtual Environment creating. Correct hardware and software capability knows to create a Virtual Sceneries, which can manipulate our senses. We would like to use Virtual Environment in the flying with Aeromedical system. The Virtual Reality contain lot of possibilities for all of Medical specialization, but we now concentrate with the Aeromedical science. We use VR system in special environment, for example BAROCHAMBER, and we use this system here, because we get lot of capability, and we can manipulate visual, audio and body senses in Real Time. The VR system can create a photorealistic aircraft cockpit to the test person, so they can believe, that they sitting in the real cockpit, and they are parts of a real flying. So we can be monitoring the flight stresses, for example hypoxia. This science knows get some news Aeromedical procedures, and we can affect to the Flight Safety positively. The VR system will be part of Global Simulation Environment*

**Keywords:** Virtual Reality, Virtual Environment, Virtual Airspace, simulation, hypoxia, flying stress, training, oculus Rift, Flight Safety. VR system.

---

---

Domján Károly MSc  
Magyar Honvédség  
Légi Vezetési és Irányítási Központ  
Híradó Informatikai Osztály  
[domjan.karoly@mil.hu](mailto:domjan.karoly@mil.hu)  
[orcid.org/0000-0002-0349-0338](https://orcid.org/0000-0002-0349-0338)

---

Károly Domján MSC  
Hungarian Defence Forces  
Air Command and Control Center  
Signal and Information Technology Division  
[domjan.karoly@mil.hu](mailto:domjan.karoly@mil.hu)  
[orcid.org/0000-0002-0349-0338](https://orcid.org/0000-0002-0349-0338)

---



[http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2018\\_2/2018-2-15-0469\\_Domjan\\_Karoly.pdf](http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2018_2/2018-2-15-0469_Domjan_Karoly.pdf)

