

A VR-eszközök alkalmazhatósága a taktikai kiképzésben

Absztrakt

A VR- (virtuális valóság) technológián alapuló eszközök már az 1990-es években megjelentek, de fejlettségük az elmúlt évtizedben érte el azt a szintet, hogy akár a rendészeti és katonai kiképzésben is alkalmazhatóvá váljon. Mára a videójáték-ipar mind a hardver, mind a szoftver tekintetében olyan fejlődésen ment keresztül, amely már kis cégeknek is lehetővé teszi olcsó, magas színvonalú eszközök előállítását. Napjaink VR-ja azáltal, hogy megszünteti az ember-gép interfészek indirekcióját, valamint a valósághoz közeli audiovizuális visszacsatolást tesz lehetővé, megteremtette a lehetőséget fejlett szimulációk új képzési területekre való hatékony bevezetésére. A taktikai kiképzések területe is ilyen, ahol alapvető elvárás az immerzivitás¹ és a természetes bevitel, amit ezen rendszerek már biztosítani tudnak. Kutatásomban az említett taktikai kiképzések igényeihez igazodó technológiai lehetőségeket és fejlesztési irányokat vizsgálom egy saját fejlesztés elindítása érdekében.

Kulcsszavak: virtuális valóság, VR-eszközök, oktatás, taktikai kiképzés

Applicability of Virtual Reality Devices in Tactical Training

Devices based on virtual reality (VR) technology appeared in the 1990s, but their development over the past decade has reached a level where they can be used in law enforcement and military training. Nowadays, the advanced hardware and software solutions from the video game industry are enabling small companies to produce low-cost, high-quality devices in this field.

Today's VR by eliminating the indirection of human-machine interfaces and enabling near-reality audiovisual feedback, allows the advanced computer simulations to be utilised in new training areas. Such area is the tactical training, where immersion and natural inputs are basic requirements.

In my research, I examine the technological possibilities and development directions adapted to the requirements of the mentioned tactical training devices in order to investigate the possibility of an in-house development.

Keywords: virtual reality, VR devices, education, tactical training

Bevezetés

A katonai és rendészeti szervek állományának kiképzésében, gyakoroltatásában a számítógép-alapú szimulációs rendszerek egyre nagyobb szerepet kapnak. A költséghatékonyság,

¹ Beleélhetőség, jelenlétérzet.

ismételhetőség és mérhetőség alapvető előnyei ennek a megközelítésnek, de a tudásátadás hatékonysága nagymértékben függ az alkalmazott technológia fejlettségétől, lehetőségeitől. A VR-eszközök fejlődése, elterjedése és könnyű hozzáférhetősége új lehetőségeket teremtett az oktatás és kiképzés területén is, mivel a tudásátadás hatékonyságát képes növelni azáltal, hogy olyan komplex szituációk is gyakoroltathatók, amelyek más formában nem oldhatók meg, vagy túl veszélyesek lennének.

A komplex vagy számítógép-központú modern eszközök, mint például harcjármű, vagy légi jármű használatára történő felkészítésre sík képernyőkön (számítógép-monitorokon), a kezelőszemélyzet munkaállomásait másoló, fizikailag megépített szimulátorokon vagy az eszközbe integrált gyakoroltató üzemmódokon (*embedded training, trenázs üzemmód*) keresztül már régóta van lehetőség. Ezen a területen csak a hardver és a szoftver képességei, valamint a fejlesztésbe befektetett erőforrások szabtak határt. A kis késleltetésű, nagy pontosságú és jó minőségű audiovizuális ingereket generáló virtuálisvalóság-eszközök megjelenése előtt viszont a közvetlen emberi mozgáshoz kapcsolódó területeket, mint például kézfegyverek használata, csak áttételesen és részben lehetett digitalizálni. A virtuális valóság használatba vételével ezen terület kiképzési feladatait is szimulátorokba helyezhetjük, hogy a kiképzendő állomány – összetett feladatok végrehajtásán keresztül – a túlélési esélyeket növelő készségeket tudjon szerezni. Az eddig kifejlesztett és használatba vett, más technológiájú számítógép-alapú eszközök már hatékonyan tudják támogatni a lökiképzés és harcászat egyes ágait, de költségeik magasak, a képzés volumene alacsony, a személyre szabhatóság és kiértékelés lehetősége kicsi. A számítógéppel támogatott ilyen eszközök egyik csoportja a löszimulátorok, ahol a löfegyverekre szerelt eszközök valamilyen fizikai elven szimulálják a lövést (lézer- vagy infravörösfény-kibocsátás), amit a rendszer egy másik darabja képes kiértékelni mint találatot. Ebbe a csoportba tartozik például a rendszerezített MILES 2000 rendszer.² A másik csoportba az olyan éleslövészetet támogató eszközöket és céltárgyakat sorolnám, amelyek vezérlése elektronikát, esetleg számítógépet tartalmaz abból a célból, hogy valamilyen komplexitást vigyen a lövészetbe, valamint a feladatértékelést megkönnyítse. Mindkét csoport számos előnnyel rendelkezik, de különböző hiányosságaik, hátrányaik is vannak. Az éleslövészetet támogató eszközök a lőterek kialakítása miatt korlátozottak, a különböző feladatok gyakoroltatására való átalakítás nehézkes lehet, interaktivitása relatíve alacsony, a költségei is magasak, valamint az időegységre eső képzés volumene viszonylag alacsony. A MILES 2000 és több más löszimulátor esetén a feladat ismételhetősége nem megoldható, csak adott környezetben lehet gyakorolni, illetve szintén magas költségekkel lehet számolni. A két csoport mellett külföldön már megjelentek a különböző virtuális valóságon (vagy alternatív valóságon) alapuló kiképző- és gyakoroltató eszközök, amelyek működése, koncepciója lényegesen eltér a korábbi megoldásoktól, sok előnyével és néhány hátrányával együtt. Jelen cikkkel céloom rövid áttekintést adni arról, hogy a technológia lehetőségei hol tartanak, és ezt egy saját fej-

² Magyar Honvédség Bakony Harckiképző Központ Szervezeti és Működési Szabályzata 2017. 2017. május.

lesztés útján hogyan lehetne hazánkban kiaknázni azzal a céllal, hogy a kiképzések egy speciális területét nemzetközileg is kimagasló szintre emeljük.

VR mint a taktikai kiképzés új korszaka

A taktikai kiképzés mint képzett fogalom

A VR forradalma sok más lehetőség mellett a kézfegyverekkel végrehajtott feladatok szimulátoros gyakoroltatását, az azok során megszerzendő képességek és készségek elsajátítását is lehetővé teszi. A taktikai kiképzés egy absztrakció útján létrehozott fogalomként szerepel kutatásaimban, amely több rendészeti (BM) és katonai szervezet, valamint NAV-kiképzők igényeinek felmérése alapján alakult ki. Az 1. ábrán látható egy tipikus taktikai VR kiképző rendszer, az Egyesült Államok Légierő Biztonsági Erejének (*USAF Security Forces*) katonáin, amely tipikus esete a viszonylag új megoldásoknak. Ezt a rendszert már COTS-³ azaz kereskedelmi forgalomban is kapható hardvereszközök integrálásával és egyedi szoftverfejlesztéssel hozták létre.⁴



1. ábra: A SURVIVR VR taktikai kiképzőeszköze az Egyesült Államok Légierő Biztonsági Erőinek használatában

Forrás: www.auganix.org/survivr-awarded-sbir-phase-iii-contract-to-provide-virtual-reality-training-to-us-air-force/

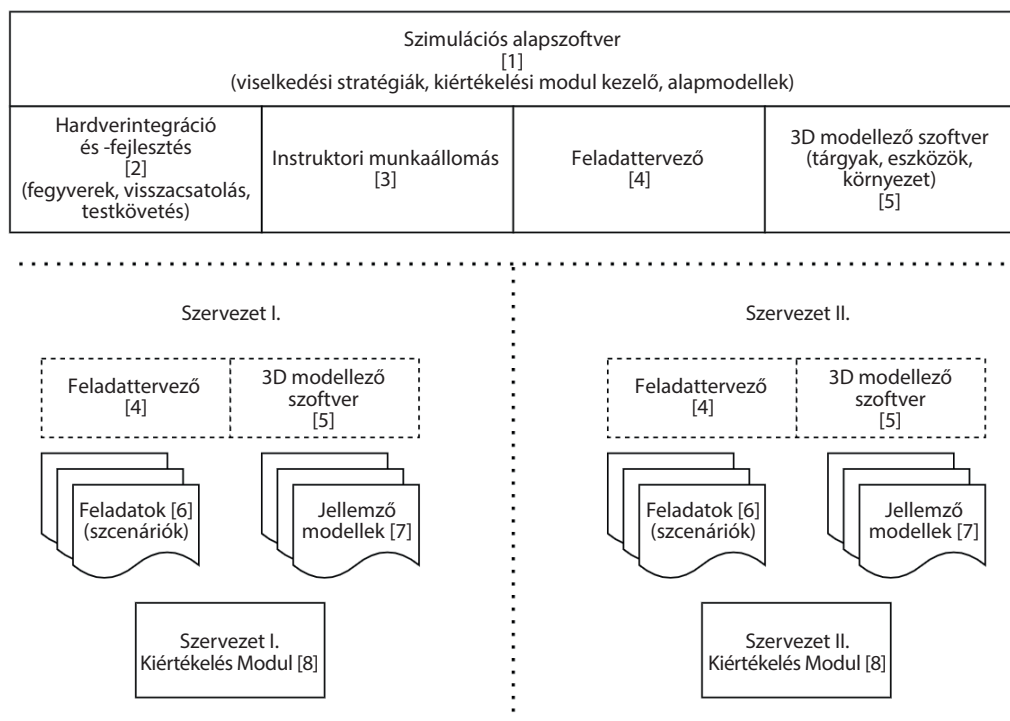
³ *Commercial (consumer) off-the-shelf* – kereskedelmi forgalomban kapható (termék).

⁴ Lásd a SURVIVR-rendszer gyártói honlapját: www.survivr.com/blogs/virtual-reality-security-forces-training

Olyan képzési formáról beszélünk, amelynek célja a lőfegyverek szakszerű, biztonságos alkalmazása összetett szituációkban. Ha egy kicsit pontosabban akarjuk meghatározni a területet, akkor azt láthatjuk, hogy jellemzően rendészeti szerveknél és katonai állomány esetén végzett felkészítésről beszélünk, ezen belül is az intézkedéstaktika, harcászat és lökiképzés bizonyos elemeiről van szó. A feladatokat egy vagy több fő hajtja végre, és olyan éles helyzetekre készülnek fel, ahol személyi lőfegyver és eszköz használata lehetséges, szükséges (pisztoly, karabély, kényszerítőeszközök). A valós feladat során az állomány helyzetét nagy bizonytalanság, nagy kockázat és gyors döntéshozatali kényszer jellemzi, valamint kiemelt az emberi tényezők szerepe. A szemben álló oldal egy ember vagy emberek csoportja, kiszámíthatatlan viselkedési formákat követhetnek, a képzendőkhöz pedig az emiatti magas stresszfaktor jellemző, amit kezelniük kell. Az emberi tényezőkön felül a környezet is összetett, sok az eredményeséget befolyásoló változó. A szituációkban nehéz sémákat alkalmazni, nagyon magas az eszközhasználati és kimeneteli lehetőségek száma. A sikeres képzés ebből adódóan több mozzanat készségszintű elsajátítását, gyors döntéshozatali rutin kialakítását igényli, amelyhez optimálisan több szintű képzésen és sok szituációs gyakorlaton keresztül lehet eljutni. Ebben a felsorolásomban a katonai és rendészeti képzés esetén előforduló közös jellemzőket gyűjtöttem ki, de ki kell emelni, hogy a végrehajtás jogi és fizikai környezete alapvetően eltér. Egy járőr-feladatnál, igazoltatásnál, épületbiztosításnál hasonló, de nem azonos elemeket találunk, viszont katonai épületharcászat és például egy rendészeti szerv által végrehajtott magánlakásból történő előállítás esetén már kevesebb a közös elem. A taktikai kiképzés és eszközei tehát az összetettebb feladatok megoldására való felkészítésre szolgálnak, nem pedig a lőfegyverek biztonságos használatának elsajátítására a lökiképzés első fázisaiban.

A taktikai kiképzőeszközök mint többcélú eszközök

A fenti gondolat mentén, ha a kihasználhatóság szemszögéből vizsgáljuk az ilyen rendszereket, látható, hogy a kezdetektől egy többcélú eszköz fejlesztésében érdemes gondolkodni. A különböző szervek kiképzési gyakorlatának megkülönböztetése a feladatok kiértékelése során fontos, illetve a feladatok környezetükben változhatnak. A technológiai háttér, azaz a hardver- és szoftverfejlesztés nagy része teljesen közös lehet, és csak egy viszonylag „vékony” réteg szolgál a különböző specializálódásokra. Ez nagyban csökkentheti a fajlagos fejlesztési és rendszerbentartási költségeket. A szoftvermodulok egy része egységesen kezelve tudja a különböző igényeket kiszolgálni, az alaprendszer kifejlesztése után a szükséges modulok felhasználó szervenként testreszabhatók. Ennek indoka, hogy az alaprendszer egyszeri kifejlesztése után az modulárisan újrakonfigurálható, az új eszközök, feladatok, helyszínek modellezéséhez csupán pár informatikai szakember szükséges. Előrelátó tervezéssel ki lehet alakítani más rendszerekhez is csatlakoztatható, valós idejű interfészeket, amelyek főleg katonai szimulációs gyakorlatok esetén fontosak.



2. ábra: Többcélú, VR taktikai szimulátorrendszer egy lehetséges felépítése

Forrás: a szerző szerkesztése

Egy többcélú VR taktikai kiképzőrendszer jellemző felépítésének főbb moduljai láthatók a 2. ábrán. Az egész rendszer központi elemei a közös szimulációs szoftver [1] és a hozzá tartozó hardverelemek [2]. A központi elemek a 3D modellező eszköz [5] által készített jellemző környezeti digitális modelleket [7] tartalmazó feladatokat [6] mint különböző szimulációs helyzeteket képesek futtatni. A futtatás során az instruktorok az instruktori munkaállomás [3] segítségével követhetik a feladat végrehajtását, instrukciókat adhatnak, vagy akár a szimulációba is beavatkozhatnak. Az instruktori munkaállomás az utólagos kiértékelést és elemzést (AAR⁵) is lehetővé teszi a szervezetenként testreszabható kiértékelési modulokkal [8]. Az egyszerűen használható, felhasználóbarát feladattervező [4] és 3D modellező szoftverek [5] kihelyezhetők az adott szervezethez, kezelői akár az állomány átlagos informatikai ismeretekkel rendelkező tagjaiból is kiképezhetők.

Egy így felépített rendszer biztosítja a felhasználók számára a hosszú távú lehetőséget arra, hogy saját területükön kiképzési feladataikat frissíthessék, s a tapasztalatok alapján újakat hozzanak létre. A rendszer biztosítja azt is, hogy olyan szervezetek esetén, ahol a taktikai fogások vagy a már megtörtént eseteket feldolgozó feladatok, esetleg

⁵ AAR – *after action review*: feladat végrehajtása utáni kiértékelés.

helyszínek, védendő információt jelentenek, mások számára ne legyenek elérhetők. A fejlesztést tehát a különböző szervezetek igényeinek figyelembevételével, de azoktól függetlenül (vagy laza függőségben) lehet végrehajtani, a fejlesztő cég vagy szervezet pedig azonos rendszereket tud karbantartani és továbbfejleszteni.

A taktikai kiképzésben alkalmazható VR-eszközök

Nagy vonalakban már megismertük a rendszer összetevőit és a taktikai kiképzés jellemzőit, érdemes tisztázni és behatárolni a másik kapcsolódó fogalmat, azaz hogy mit értünk VR-rendszerek alatt. Alapvetően több rokon megoldás létezik a nemzetközi irodalomban, ezeket összefoglaló néven kiterjesztett vagy alternatív valóságnak (*xR – extended reality*) hívják. Ezen belül három jól elkülöníthető megközelítést ismerünk:⁶ a kibővített valóság, azaz AR (*augmented reality*), a virtuális valóság, azaz VR (*virtual reality*), valamint a kevert valóság, azaz az MR (*mixed reality*). Az AR, azaz kibővített valóság (ittthon szokás kiterjesztett valóságnak is hívni) élő képre pozíció- és mérethelyesen tesz rá egy vagy több, számítógép által képzett háromdimenziós objektumot, esetleg kétdimenziós címkét az információátadás érdekében. Az interakció foka itt alacsony, az élő kép szemszögének pozicionálásával az objektumok a térben a „helyükön maradnak”, mintha egy valóságos tér elemei lennének. A kevert valóság esetén szintén a valós környezetre kerülnek rá szintetikus elemek, de itt a környezet helyett már a digitális tartalom van a lényeg, a környezet és a digitális elemek interakcióba léphetnek. Mivel a kevert és kibővített valóság esetén is láthatjuk a valós környezet is, mindkettő alapvetően a Milgram–Kishino-féle kevert valóság skálán helyezkedik el.⁷ Eszerint a különbséget úgy lehet érzékeltetni, hogy míg a kibővített valóság egy digitális réteget generál a valós kép fölé (kibővíti a valóságot), addig a kevert valóság a fizikai valóságot vonja be a virtuális „élménybe” (kibővíti a virtualitást). A virtuális valóság (VR) esetén a teljes környezet és digitális tartalom is számítógép által generált, amiből következik, hogy az eszköz a felhasználó teljes látóterét kitakarja, így vizuálisan ő csak a virtuális környezetet érzékeli.

A három csoport közül a teljes látóteret kitakaró és valós háromdimenziós teret érzékeltető VR-eszközök a legígéretesebbek és legelterjedtebbek a taktikai kiképzés szempontjából. A helyszínek, környezetek, fényviszonyok és sok más paraméter akár végrehajtásról végrehajtásra változtatható, a különböző feladatok és környezetek közötti átállási idő rövid, a gyakoroltatás helyszükséglete viszonylag kicsi.

Az xR-eszközöknek nemcsak kiképzési, hanem harctéri használati lehetőségei is vannak. Az Egyesült Államok hadserege közel 22 milliárd dolláros szerződést kötött a Microsoft vállalattal, hogy a HoloLens technológiájukat alkalmazó eszközök fejlesztése által

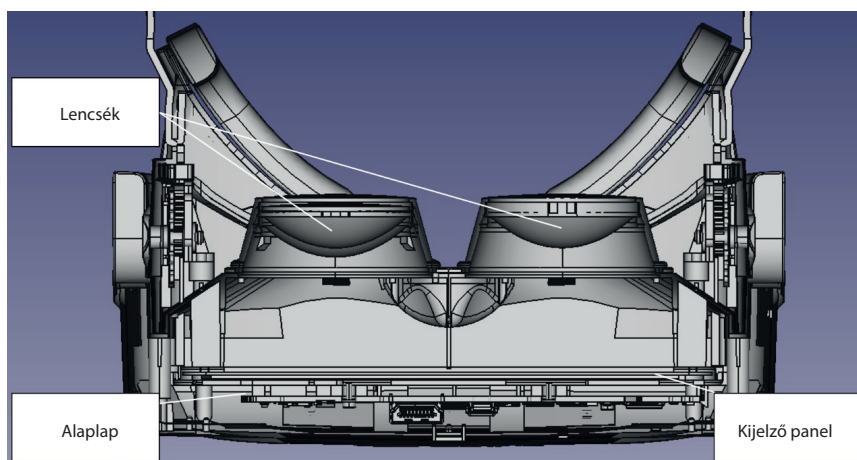
⁶ Nancy Gupton – Patrick J. Kiger: What’s the Difference between AR, VR, and MR? *The Franklin Institute*, 2017. szeptember 21. (2020. január 6.)

⁷ Paul Milgram – Fumio Kishino: A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 12. (1994), 12. 1321–1329.

a katonák helyzetfelismerő, helyzetértékelő⁸ képességeit növeljék.⁹ A fejlesztés alatt álló kevert valóság eszköz természetesen kiképzési célokra is használható, de mint a későbbi fejezetekben láthatjuk, egy többes felhasználású taktikai kiképzőeszköz követelményeit VR-eszközökkel hatékonyabban, jövőállóbban és olcsóbban is ki lehet elégíteni.

A VR-eszközök működése és technológiai háttérük

A VR-technológia műszaki megoldásait is érdemes röviden áttekinteni, azaz azt, hogy milyen hardvereszközök teszik lehetővé egy ilyen rendszer létrehozását. Az 1., 4., 5. és 6. ábrán különböző fejlettségi szintű, de azonos célú eszközök fényképeit láthatjuk. A hardverek száma, minősége és a rendszerbe való integráltsága alapvetően adja meg az eszköz által elérhető tudástranszfer színvonalát. Mindhárom képen láthatjuk a VR-szemüveget, avagy HMD-t¹⁰ (4. és 5. ábra [1]), amely a felhasználó teljes látóterét kitarja, és amely a sztereoszkopikus, teljes háromdimenziós vizuális érzékelést tesz lehetővé, emellett térhatású hangot szolgáltat. A HMD-ben a mobiltelefonhoz hasonló méretű kijelzőpanelek kaptak helyet, ezek külön-külön képet szolgáltatnak a bal és a jobb szem számára. Ettől 4–5 cm-re levő, nagy görbületű speciális lencsék teszik láthatóvá a felhasználónak a körülbelül fél méter fókuszálási távolságban érzékelt, viszonylag nagy látómezőt elfoglaló képet.



3. ábra: Az Oculus Rift DK2 HMD-jének metszete

Forrás: <https://github.com/facebookarchive/riftdk2> alapján a szerző szerkesztése

⁸ Situational awareness.

⁹ Debora Bach: *U.S. Army to Use HoloLens Technology in High-Tech Headsets for Soldiers*. 2021. június 8.

¹⁰ HMD – *head mounted display*: fejen viselt kijelző, azaz a virtuális valóság „szemüveg” vagy „sisak”.

A fent leírt HMD-k azonkívül, hogy valós háromdimenziós képet érzékeltetnek a felhasználóval, szenzorokkal vannak felszerelve, amelyek lehetővé teszik a taktikai kiképzésben elengedhetetlen természetes bevítelt. Ez azt jelenti, hogy az indirekt számítógépes interfészek, mint az egér vagy billentyűzet helyett a mozgás átvitele a virtuális térbe a felhasználó saját mozgásának digitalizálásával történik meg. A valóssal közel azonos látótér mellett, a fejünk mozgásával tehát a virtuális világban is körbenézhetünk. A természetes bevitel alatt tehát azt értjük, amikor a saját mozdulataink indirekció nélkül, természetes és automatikus módon áttevődnek a szimulációs környezetbe.

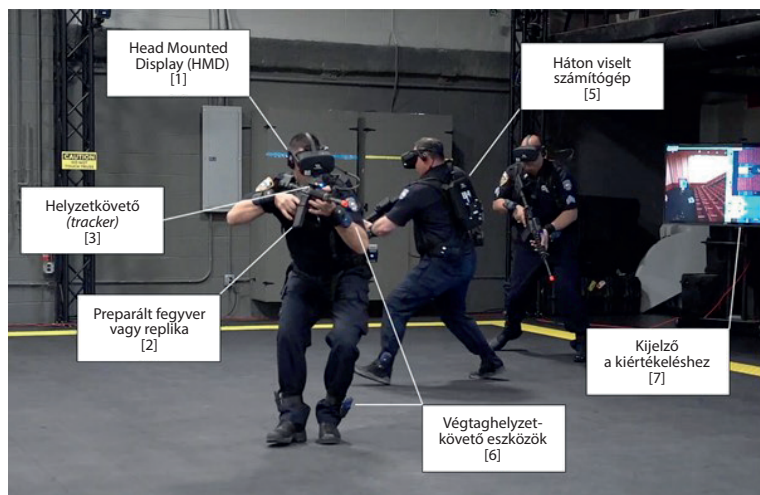
Szükség van egy nagy számítási kapacitású és erős 3D grafikus képességekkel rendelkező számítógépre, amely a dinamikus és nem helyhez kötött mozgás érdekében a legtöbb rendszernél egy a felhasználó hátán viselt számítógépet jelent (5. ábra [5]). A szimulációt futtató számítógépet külön is el lehet helyezni, de ez esetben kábellel (4. ábra [4]) vagy a szabad mozgás érdekében, pár éve elterjedt megoldással, vezeték nélküli adapteren keresztül lehet csatlakoztatni. Az eddigi felsorolt eszközök teljesen azonosak a videójátékiparban kifejlesztett és forgalomba került VR-eszközökkel, és kiképzőeszközzént való használatukhoz a megfelelő szoftver mellett már csak egy további hardverelem szükséges, amellyel a lőfegyver vagy fegyverreplika pontos pozícióját és az elsütést lehet regisztrálni. Ez a hardverelem a *trakcer*, azaz egy pozíciókövető berendezés, amellyel valós tárgyak helyzetét vihetjük be a szimulációba. A szórakoztatási célú VR-rendszerek általában multifunkcionális, a kéz funkcióit imitáló trackereket használnak a virtuális térben történő interakciókhoz, de ez a taktikai kiképzőeszközök esetén nem elégséges.



4. ábra: Az amerikai légierő 92nd Security Forces Squadronjának katonája VR-kiképzés közben, Street Smarts VR-eszközzel

Forrás: www.fairchild.af.mil/News/Photos/igphoto/2002626942/ alapján a szerző szerkesztése

A pozíciókövető berendezések térbeli geometriai alakzatba (általában henger) rendezett infravörös LED-eket¹¹ tartalmaznak, amelyek fényét, ezáltal pozícióját a HMD-n vagy külső bázisállomásokon elhelyezett kamerák érzékelik. Az infravörös LED-ekből kirajzolódó, kamera által látott kép és a trackerbe épített inerciális szenzorok (g-szenzor, gyorsulásérzékelő, giroszkóp) adatai alapján a tracker térbeli pozíciója, helyzete nagy pontossággal és kis késleltetéssel meghatározható, így az ahhoz rögzített tárgy bevihető a virtuális térbe. A taktikai kiképzőeszköz esetén ez általában fegyver, valamilyen személyi eszköz követését jelenti, mint ahogy a 4. ábrán láthatjuk a szolgálati pisztolyba helyezett speciális tárat, a hozzá rögzített mozgáskövető berendezéssel [3]. Itt is a természetes bevétel megteremtése a cél, azaz a virtuális fegyver pozícióját és irányát, ezáltal a lövés irányát a valós fegyver helyzete határozza meg. Ezenfelül már csak az elsütés pillanatát kell regisztrálni és a szimulációba juttatni, ami többféle megoldással is lehetséges, akár a tracker is kiegészíthető ilyen érzékelővel. A szimuláció minőségét és a feladat-végrehajtás kiértékelési lehetőségeit további hardverelemekkel lehet növelni, mint például a testhelyzet követésére szolgáló trackerek elhelyezése a végtagokon (5. ábra [6]) vagy a fizikai (haptikus) visszajelzést szolgáltató speciális kesztyűk, esetleg a testre szerelt találatjelzők.¹² Hasznos eleme még a kiképzőeszközöknek a nagy méretű hagyományos kijelző vagy kivetítő (5. ábra [7]), amelyen a végrehajtás valós időben követhető, illetve kiértékelés során visszajátszható.



5. ábra: A V-Armed VR-kiképzőrendszer használat közben

Forrás: www.unrealengine.com/en-US/spotlights/efficient-police-virtual-training-environment-in-vr-by-v-armed alapján a szerző szerkesztése

¹¹ *Light-emitting diode*: fényemittáló dióda, alacsony energiaigényű fényforrás.

¹² Németh András – Virágh Krisztián: Virtuális valóság és haderő – technológiai háttér (II. rész). *Hadi-technika*, 55. (2021), 3. 8–16.

A VR-rendszerek alkalmazhatósága a taktikai kiképzésben

Külföldi tapasztalat és korszakok

VR taktikai kiképzőrendszerek már több mint egy évtizede megjelentek, az első ismert ilyen fejlesztés a Raytheon cég VirtSim rendszere, ami mai napig is használatban van, illetve modernizált változatát Dauntless néven kiképzési¹³ és szórakoztatási célokra is alkalmazzák. Azóta, a technológia könnyű hozzáférhetősége miatt számos cég alkotott ilyen kiképzőrendszert, az ázsiai és észak-amerikai gyártókon túl holland, svájci és belga megoldásokkal is találkozhatunk. Ezek a rendszerek különböző követelményrendszerek mentén készültek, a legtöbb esetben a megrendelő igényeire szabva, illetve a technológiai lehetőségeket figyelembe véve. A 2010-es évben az Egyesült Államok hadserege egy másik, manapság már kezdetlegesnek tűnő, VR-alapú rendszert kezdett el bevezetni, a gyalogos katonákat kiképző rendszert (*dismounted soldier training system* – DSTS). Ez alapjául a cseh Bohemia Interactive Simulations Virtual Battlespace (VBS) 2 szoftverre szolgált, és annak munkaállomásaiból és egy viselhető hardvereszköz-rendszerből állt. A FITE JCTD jelentés szerint¹⁴ a kiértékelés során megállapították, hogy a rendszer megfelel az előzőleg megfogalmazott hét követelménynek. Ezek a követelmények nagy részben megfelelnek a korunkban is szükséges, későbbiekben tárgyalt kívánalmaknak. A DSTS nagyon összetett, a teljes harctér szimulálását tűzte ki célul, így több kiegészítő munkaállomással is fel van szerelve, amelyek többek között további virtuális harctéri szereplők viselkedését vezérlik (félautomata erőket vezérlő munkaállomások), valamint az eredeti tervek szerint a szimulációban részt vevőknek lehetősége volt a tüzérségi és egyéb támogató csapatokkal kommunikálni, azok segítségét kérni.¹⁵

A rendszer leszállítása során, technikai nehézségek miatt a rendszer képzési képességeit is csökkentették, illetve az üzemeltetés nehézkes volt, nagy létszámú technikai apparátusra volt szükség. A rendszer kiképzésbe integrálását 2012 és 2015 között vizsgáló, szöveges visszajelzéseken alapuló kutatás¹⁶ főleg a technológia kiforratlansága miatti problémáról számolt be, viszont a fejlesztési javaslatokat tartalmazó, építő jellegű kritikák és kiképzésben való felhasználhatóság pozitív visszajelzései is nagy számban megjelentek.

A VirtSim és a DSTS első verziói a VR-eszközök széles körű elterjedése előtti időszakból származnak, és viszonylag kezdetleges, első generációs technológiát alkalmaztak. Azóta a VR-technológia sokat fejlődött, az említett rendszereknek újabb verziói is

¹³ Ismert VirtSim és Dauntless felhasználók: Presidential Guard Command, Abu Dhabi, UAE; Polisi Ozel Harekat (SWAT), Ankara, Turkey; Australian Army, Townsville, QLD Australia stb.

¹⁴ Future immersive training environment (FITE) joint capability technology demonstration (JCTD): jövőbeni immerszív kiképzési környezet, többfegyvernemi képesség technológiai demonstrátor projekt.

¹⁵ Németh András – Virágh Krisztián: Virtuális valóság és haderő – katonai alkalmazási lehetőségek (IV. rész). *Haditechnika*, 55. (2021), 5. 2–7.

¹⁶ Emilie A. Reitz – Kevin Seavey: *Virtual Dismounted Infantry Training: Requiem for a Dream*. Inter-service/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC) 2016.

megjelentek. A fejlődés alapja, hogy a mikroelektronika egyre több lehetőséget biztosított, a kijelzők felbontása és fényereje javult, az inerciális szenzorok, egységek (IMU¹⁷) pontossága és integráltsága nőtt, méretük, áruk drasztikusan csökkent. A számítási kapacitás és grafikus képességek növekedése a hardvereszközök méretének csökkenése mellett szintén jó hatással volt a területre. A Facebook Oculus Quest VR készülétei,¹⁸ amelyek önálló, számítógép nélkül használható eszközök, a teljes szimulációkhoz szükséges hardverkörnyezetet a HMD-be integrálják mobiltelefonokban is alkalmazott technológiákat felhasználva, méghozzá úgy, hogy az eszköz képességei a pár évvel azelőtti, különálló számítógépet igénylő rendszerek képességeit megközelítik. A videójáték-szoftverek területén elterjedtek az agilis fejlesztési módszertanok, amelyek gyorsabb piacra lépést tettek lehetővé a felhasználók általi gyors visszacsatolásra építve. Az olcsó és jó minőségű VR-technológia gyors fejlődését és széles körű elterjedését főleg a szórakoztató- és videójáték-ipar teremtette meg, amelynek egyik úttörője az Oculus volt, amely olcsón készített fejlesztői készüléket, mint az Oculus Rift DK1 és DK2.¹⁹ Ezeknek a készülékeknek a teljes tervdokumentációja mára már bárki számára hozzáférhető,²⁰ de magas technológiai fölénye ellenére a megjelenésük korában is csupán 300 dolláros árban lehetett az HMD-khez hozzájutni. A hardvereszközök és a szoftverfejlesztési módszertanok fejlődésével párhuzamosan a 3D programozói keretrendszerek is egyre könnyebben használhatóká váltak, manapság a Unity²¹ vagy Unreal²² szoftverkörnyezetek segítségével és programozói tudással órák alatt működőképes, VR-ban használható szimulációt lehet összeállítani.

Ebben a környezetben sorra jelennek meg a cégek, amelyek rendészeti vagy katonai képzési célokra alkalmazható VR-kiképzőeszközöket ajánlanak, főleg második generációs VR-készletekre építve, mint a például a szolnoki szimulátorközpontban alkalmazott HTC Vive.²³ Ezek a kiképzőrendszerek a fejlesztéskor elérhető technológiától, a befektetett erőforrásoktól és a megcélzott képességektől függően igen eltérő lehetőségeket biztosítanak, de a velük szemben támasztott követelmények nagyrészt azonosak, és szakértők bevonásával viszonylag jól behatárolhatók.

¹⁷ IMU, *inertial measurement unit* (inerciális mérőegység): csipbe integrált szenzoreszköz, amely gyorsulásmérőket, gravitációs szenzort, valamint giroszkópokat tartalmaz, célja pedig egy inerciális referencia koordináta-rendszerben nagy pontossággal mérni és szolgáltatni gyorsulási és elfordulási értékeket.

¹⁸ Quest 2. (É. n.) Online: www.oculus.com/quest-2/

¹⁹ DK – development kit: a fejlesztőknek szánt hardver- és szoftverkészletek.

²⁰ Patel, Nirav: *Oculus Developer News*. 2017. október 10.

²¹ Unity fejlesztői keretrendszer. Lásd: <https://unity.com/>

²² Unreal fejlesztői keretrendszer. Lásd: www.unrealengine.com/

²³ Lásd a HTC Vive rendszer gyártói honlapját: www.vive.com/eu/

A főbb követelmények áttekintése

Ahhoz, hogy a kiképzőeszköz a célnak valóban megfeleljen, szigorú követelményrendszer kell felállítani. Az alábbi, szakmai szempontból meghatározott főbb követelmények egy része a hardver technológiai paramétereivel szemben támasztható, másik része pedig a szoftvermegoldás képességeivel kapcsolatos.

Az egyik kulcsszó és általános elvárás az ilyen kiképzési eszközöknél az immerzivitás. Az immerzivitás ez esetben a beleélhetőséget, avagy saját jelenlét érzetét jelenti, és a felszerelés képességeitől függően különböző szintjei lehetnek. A megfelelően immerzív eszköz esetén a felhasználó teljesen kizárja, „elfelejti” a külvilágot, olyan szinten képes megélni a szimulációt, amely a valós végrehajtáshoz közeli fiziológiai változásokat (stressz) eredményez,²⁴ és mélyebb bevésődéshez vezet.²⁵

Az immerzivitás egyik alapja a korábban már említett, a digitális világba természetes, indirekció nélkül történő bevitele az emberi mozgásnak. A fej és végtagok mozgása tehát a szimuláció végrehajtása során azonos a valós mozgásokkal. A mozgás bevitelénél fontos tényező a rendszer és elemeinek reakcióideje, azaz a bevitel minél kisebb késleltetéssel történjen meg. Egy fegyver célra tartása, tüzelés, körbenézés, fedezék mögül történő kihajolás gyakorlása során nemcsak a szimulált helyzetben történő döntéshozatalt lehet megtanulni, hanem az izommemória is kialakul. A fegyvereket és egyéb személyi eszközöket ezért valamilyen technikai megoldással (trackerek) digitalizálni kell, és a szimuláció során azokat a valóssal azonos módon kell tudni működtetni. Az izommemória pontos kialakítása érdekében a szoftver- és hardverelemek hangolása által a szögek és méretek érzékelésének a virtuális és valós térben egyeznie kell.

A beleélhetőség, immerzivitás másik fontos feltétele a minél valóságosabb audiovizuális ingerek közlése, amely az alkalmazott hardvereszköztől, a HMD-től függ. A kijelzők felbontása, fényereje és látótere a szimulációban történő vizuális tájékozódáshoz, a környezet elemeinek és szereplőinek felismeréséhez, valamint a veszélyek azonosításához elengedhetetlen. A látott kép minőségétől például nagyban függ az a távolság, amelyen belül a feladat végrehajtható, a célok azonosíthatók és leküzdhetők. A térhatású, háromdimenzióban érzékelt hangok, hanghatások is a tájékozódást szolgálják, kiegészítve a látott képet.

Az immerzivitást biztosító tényezők főleg a hardver típusának és kiegészítő eszközeinek függvénye. A kereskedelmi forgalomban kapható és itt is alkalmazható hardverelemek minősége folyamatosan javul, a rendszer szempontjából ezt figyelembe véve

²⁴ Adam Halley-Prinable: *The Oculus Rift and Immersion through Fear*. Bournemouth, Bournemouth University, School Of Design, Engineering & Computing, 2013.

²⁵ Fabrizia Mantovani – Gianluca Castelnuovo: Sense of Presence in Virtual Training: Enhancing Skills Acquisition and Transfer of Knowledge through Learning Experience in Virtual Environments. In Giuseppe Riva – Fabrizio Davide – Wijnand A. IJsselstein (szerk.): *Being There: Concepts, Effects and Measurement of User Presence in Synthetic Environments*. Amsterdam, Ios Press, 2003. 164–181.

gyártó- és típusfüggetlen megoldást kell előnyben részesíteni. A további követelmények főleg már a szimulációt futtató szoftverrel szemben támasztandók.

Képesnek kell lenni különböző kiképzési szituációk szimulálására különböző nehézségi szinteken, a lehető legtöbb paraméter hangolhatósága mellett, rajszintű egységek részére. A paraméterezhetőség a tanulóközpontú képzés szempontjából fontos, mivel az egyéni képességek fejlesztése ezeken keresztül hatékonyan valósulhat meg.²⁶ A különböző feladatok tehát a különböző valós szituációk sikeres megoldásának valószínűségét növelhetik, a nehézségének, dinamikájának hangolása pedig az egyének, csapatok képességeinek fokozatos kialakítását segítik.

A virtuális valóságban végrehajtott szimulációk környezetének változtathatónak kell lennie mind napszak, fényviszonyok, mind területi, környezeti jellegzetességek szempontjából. Az adott környezet, kultúra jellemző viselkedésformáit, vizuális támpontjait, dinamikáját is modellezni kell mind baráti, mind ellenséges, mind civil környezeti szereplők esetén. A környezeti szereplőknek, azaz a szimulált környezetben, számítógép által vezérelt karakterek viselkedésének valószerűsége is elengedhetetlen. Az épületek, műtárgyak, valamint a virtuális szereplők célballisztikai modellezése is alapvető igény, mivel a feladat-végrehajtások során – a biztonság érdekében – figyelembe kell venni a lehetséges lövedékurulatokat, -áthatalásokat.



6. ábra: Feladat-végrehajtás utáni kiértékelés a holland RE-liON cég Blacksuit rendszerével

Forrás: www.re-lion.com/blacksuit.html

A rendszernek kulcseleme, hogy a végrehajtást – azontúl, hogy kiképzői felügyelet mellett történik – a teljes adattartalommal rögzítik, az visszajátszható és kiértékelhető. A kiképzők így szemléletesen és teljes mélységben, szisztematikusan tudják kiértékelni

²⁶ Paula J. Durlach – Jessica Ray: *Designing Adaptive Instructional Environments: Insights from Empirical Evidence*. Technical Report 1297. U.S. Army Research Institute for Behavioral and Social Sciences, 2011.

a kiképzettek teljesítményét, döntéseit és az egyéb végrehajtási paramétereket, ami nagyban növeli a kiképzés hatékonyságát.²⁷

A cikkben felvázolt taktikai kiképzőrendszer egy önállóan is hatékonyan használható alaprendszer, de ebben a formában viszonylag kis területen végrehajtott, ember-ember vonatkozású konfliktus gyakoroltatására szolgál. A katonai rendszerek esetén, mint például a DSTS, további követelmény a hadszíntér résztvevőinek szélesebb körű modellezése, azaz a különböző egységek és támogató erők bevitele a rendszerbe. Ezt további fejlesztések által, más szimulátorrendszerekhez interfészekon történő fokozatos csatoláson keresztül lehet elérni.

Következtetések

A VR-alapú taktikai kiképzőrendszerek számos előnnyel rendelkeznek. Az immerzivitás által a tudásátadás hatékonysága magasabb, mint más interaktív módszereké, ezáltal az állomány számára a készségek és taktikai döntéshozatali képességek magasabb minőségű elsajátítása lehetséges. A képzési, gyakoroltatási költségek csökkennek, a képzést szinte bárhol végre lehet hajtani, emiatt a képzés volumene növelhető. Alfred Grey amerikai tengerészgyalogos tábornok nevéhez fűződő szállóige, miszerint „minden tengerészgyalogos elsődlegesen és elsősorban lövészkatona”, azt jelenti, hogy a fegyveres szervezeteknél szolgálatot teljesítőknél a löveghasználatot biztonságosan és hatékonyan kell tudniuk alkalmazni, legyen az irodai szolgálatot ellátó személy, repülőgép-vezető vagy akár harci tapasztalatot szerzett különleges egység tagja. Annak ellenére, hogy az állomány nagy része nem találkozik szolgálat során olyan éles helyzettel, amikor a taktikai képzésben, löképzésben tanultakat alkalmaznia kellene, a költséghatékony VR-képzés szélesebb körben lehetővé teszi az ilyen irányú felkészítést, a valós helyzetek megértését. A VR-eszközök továbbá nemcsak képzésre, hanem rendészeti beavatkozó egységek műveleteinek előzetes elgyakorlására is alkalmazhatók. A szimulációs eszközök esetén a feladatok végrehajtásának minden paraméterét kiértékelik, ezért az egyéni képzettségi színvonal mérhető. A jövőben ez megteremti a tanulóközpontú képzés és – a keletkező adatokon – a mesterségesintelligencia-alapú elemzés lehetőségét. Természetesen a technológiának vannak olyan korlátai, amit figyelembe kell venni: a képzési célokat és feladatokat pontosan meg kell tervezni, ezért az ilyen módszereket a hagyományos kiképzési formákkal együtt kell alkalmazni.

Mint ahogy a sorra megjelenő rendszerek bizonyítják, ilyen eszköz fejlesztése a rendelkezésre álló, kereskedelmi forgalomban kapható hardverelemek és szoftveres keretrendszerek mellett egy képzett szoftverfejlesztő csapatnak már szinte rutinfeladat. A kiképzésszakmai háttérrel biztosítva, a többes rendeltetés elvét megtartva hazánkban

²⁷ Anton J. Villado – Arthur Winfred Jr. – Winston Bennett: *After-Action Review Training Approach: An Empirical Test*. 24th Annual Conference of the Society for Industrial and Organizational Psychology, 2009. április. 13.

egy világszínvonalú termék fejleszthető és gazdaságosan üzemeltethető hosszú távon. Emellett a külföldről vagy a hazai képzési igényektől függetlenül fejlesztett eszközök beszerzése kockázatos lehet a hatékonyság, a jövőállóság és a hosszú távú költséghatékonyság szempontjából. Mind a technológia, mind hazánk céljainak és lehetőségeinek szempontjából optimális időszakban vagyunk egy ilyen rendszer kialakításához.

Felhasznált irodalom

- Bach, Debora: *U.S. Army to Use HoloLens Technology in High-Tech Headsets for Soldiers*. 2021. június 8. Online: <https://news.microsoft.com/transform/u-s-army-to-use-hololens-technology-in-high-tech-headsets-for-soldiers/>
- Durlach, Paula J. – Jessica Ray: *Designing Adaptive Instructional Environments: Insights from Empirical Evidence*. Technical Report 1297. U.S. Army Research Institute for Behavioral and Social Sciences, 2011.
- Gupton, Nancy – Patrick J. Kiger: What's the Difference between AR, VR, and MR? *The Franklin Institute*, 2017. szeptember 21. (2020. január 6.) Online: www.fi.edu/difference-between-ar-vr-and-mr
- Halley-Prinable, Adam: *The Oculus Rift and Immersion through Fear*. Bournemouth, Bournemouth University, School Of Design, Engineering & Computing, 2013.
- Magyar Honvédség Bakony Harckiképző Központ Szervezeti és Működési Szabályzata 2017. 2017. május. Online: https://webtar.kozadat.hu/webfarm/download/mhbhk/tev_muk_adat/kozard_igeny/MH-BHK-SZMSZ.2017-05-30-hiteles.pdf
- Mantovani, Fabrizia – Gianluca Castelnuovo: Sense of Presence in Virtual Training: Enhancing Skills Acquisition and Transfer of Knowledge through Learning Experience in Virtual Environments. In Giuseppe Riva – Fabrizio Davide – Wijnand A. IJsselstein (szerk.): *Being There: Concepts, Effects and Measurement of User Presence in Synthetic Environments*. Amsterdam, IOS Press, 2003. 164–181. Online: <http://doi.org/10.1089/109493103322725487>
- Milgram, Paul – Fumio Kishino: A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 12. (1994), 12. 1321–1329.
- Németh András – Virágh Krisztián: Virtuális valóság és haderő – technológiai háttér (II. rész). *Haditechnika*, 55. (2021), 3. 8–16. Online: <http://doi.org/10.23713/HT.55.3.02>
- Németh András – Virágh Krisztián: Virtuális valóság és haderő – katonai alkalmazási lehetőségek (IV. rész). *Haditechnika*, 55. (2021), 5. 2–7. Online: <http://doi.org/10.23713/HT.55.5.01>
- Patel, Nirav: *Oculus Developer News*. 2017. október 10. Online: <https://developer.oculus.com/blog/open-source-release-of-rift-dk2/>
- Quest 2. (É. n.) Online: www.oculus.com/quest-2/
- Reitz, Emilie A. – Kevin Seavey: *Virtual Dismounted Infantry Training: Requiem for a Dream*. Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC) 2016. Online: www.researchgate.net/publication/312083833
- Villado, Anton J. – Arthur Winfred Jr. – Winston Bennett: *After-Action Review Training Approach: An Empirical Test*. 24th Annual Conference of the Society for Industrial and Organizational Psychology, 2009. április.