

Juhász László, Pokorádi László

KITERJESZTETT VALÓSÁG A MODERN KARBANTARTÁSBAN

Az iparban egy digitális forradalom küszöbén állunk. Ennek a keretei között a termelési folyamatok nagymértékű informatikai támogatása a jellemző. Az ipari digitalizáció egyik legnagyobb hasznosítási területe a karbantartási folyamatok lehetnek. Ezeket a folyamatokat támogatja a kiterjesztett valóság technológiája. Tanulmányunk bemutatja a kiterjesztett valóság alkalmazásokat, különös tekintettel annak hasznosítási területeire, majd ismerteti a karbantartás technológizáltságának fejlődését. Ezt követően a technológiának a karbantartási folyamatokra vonatkozó konkrét hasznosításait vesszük sorra.

Kulcsszavak: kiterjesztett valóság, ipar 4.0, karbantartás, üzemeltetés

BEVEZETÉS

Napjainkban megy végbe a negyedik ipari forradalom (Ipar 4.0), ami alatt az termelési folyamatok jelentős mértékű digitalizációját és a gyártás kiemelkedő informatikai támogatását értjük [1]. Az Ipar 4.0 a vállalati technológizáltság egy új szintjét jelenti, melynek keretei között a digitális és a valódi világ egymáshoz konvergál. A negyedik ipari forradalom egyik fontos szegmense a kiterjesztett valóság technológiája, ami látványosan képes a két világ közötti távolság csökkentésére.

A kiterjesztett valóság technológiája nem új keletű, Sutherland [2] már 1965-ben felveti a multifunkcionális kijelző ötletét, majd 1968-ben elkészítette egy fejre illeszthető kijelző prototípusát [3]. Az évek során több felhasználási módja is megjelent a technológiának, úgymint a színházi előadás [4] vagy televíziós közvetítések [5]. Az igazi áttörést azonban a Kato [6] által készített ARToolKit jelentette, ami a kiterjesztett valóság első nyílt forráskódú szoftveres könyvtára. A képelemző szoftverek és a mobil platformok együttes fejlődésével a kiterjesztett valóság technológiája egyre szélesebb körben elérhető. A technológia népszerűségét mutatja, hogy mind a két nagy mobil operációs rendszert fejlesztő vállalat az eszközeikhez kiterjesztett valóság fejlesztő környezetet is rendelkezésre bocsát [7][8].

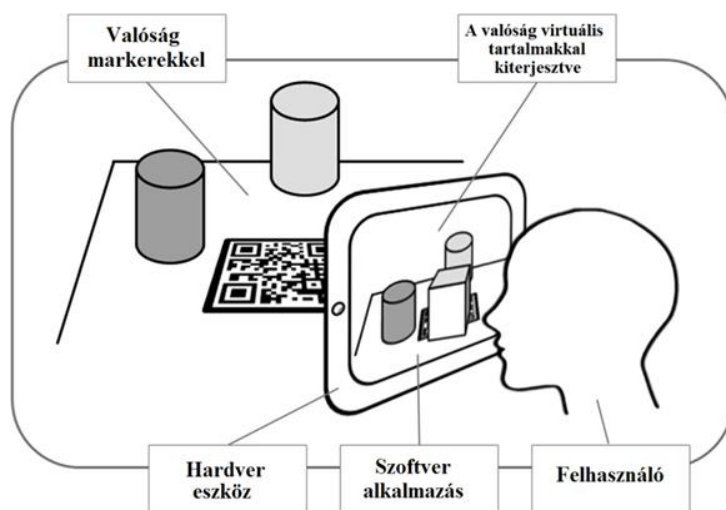
Tanulmányunk célja, hogy a kiterjesztett valóság technológiájának bemutatása, ismertetve a karbantartásra vonatkozó hasznosítási lehetőségeket és elhelyezze a karbantartás és üzemeltetés technológizáltságának fejlődéstörténetében.

A tanulmány az alábbi fejezetekből áll: a 2. fejezet a kiterjesztett valóság technológiai kérdéseit és az általános hasznosítási lehetőségeit mutatja be röviden, a 3. fejezetben a karbantartási technológizáltság történelmi fejlődése olvasható, a 4. fejezet szakirodalmi példákon keresztül szemlélteti, hogy a kiterjesztett valóságnak milyen ipari karbantartási hasznosításai lehetnek, végezetül, az 5. fejezetben a Szerzők összefoglalják a tanulmány tartalmát és kijelölik a jövőre vonatkozó tudományos kutatómunkájuk irányát.

A KITERJESZTETT VALÓSÁG

A kiterjesztett valóság (Augmented Reality – AR) a virtuális valóságtól eltérően nem egy teljesen virtuális környezetet jelenít meg, hanem a valós környezethez valós időben megfelelően pozícionált virtuális információkat tünteti fel [9], létrehozva így egy kevert valóságot (Mixed Reality). A kiterjesztett valóság célja az, hogy a magyarázó vagy útmutató állóképek illetve videók helyett a valódi környezetben elhelyezett tárgyakhoz, eszközökhöz többlet-tartalmat társítson. Így a felhasználó számára átadni kívánt információ jóval látványosabb és kézzelfoghatóbbá válik.

A technológia keretei között egyszerre kell látnunk a valóságot és az erre elhelyezett, előre definiált további objektumokat. Ezt a feladatot valamilyen mobil platform (tablet, okos telefon), vagy egy fejre erősíthető kijelző (például Google Glass [10]) képes ellátni.



1. ábra A markeres virtuális valóság technológiájának működési vázlatja [11]

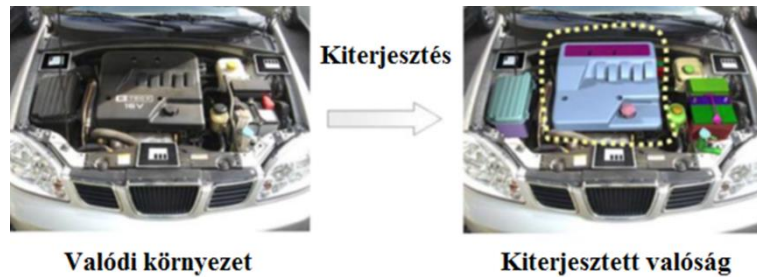
Ahhoz, hogy a rendszer megfelelően helyezze el térben a virtuális objektumokat, meg kell határozni a mobil eszköz helyzetét. A szakirodalom két csoportba rendezi a kiterjesztett valóságot használó technológiákat az alapján, hogy a mobil eszköz helyzetének meghatározására milyen módszert használnak [12]. Ezek:

1. markeres helymeghatározás: valamilyen előre definiált kép (például QR-kód) vagy modell alapján ismer fel egy tárgyat, a virtuális objektumok orientációját és helyzetét ezen jellemző alapján tudja valós időben elvégezni. Például, ilyen a Vuforia [13] által készített fejlesztői csomag, melynek elvi sémája látható az 1. ábrán;
2. marker nélküli helymeghatározás: a mobil eszköz GPS-e vagy a kamera képének elemzése alapján tudja a helyzetet meghatározni. Erre jó példa az Apple által fejlesztett ARKit [7].

Mind a két technológia felhasználja az alkalmazott platform további eszközeit, úgymint például a giroszkópot vagy a gyorsulásérzékelő szenzort, ahhoz, hogy a rendszer valós időben a mobil eszköz pontos helyzetét, orientációját és irányát meghatározza [12]. Az eszköz helyzetének pontos meghatározása után a rendszer a képernyőn a valódi környezethez kapcsolódó valamilyen előre meghatározott, akár valós időben változó információt közöl a felhasználóval [14]. Ezt szemlélteti a 2. ábra.

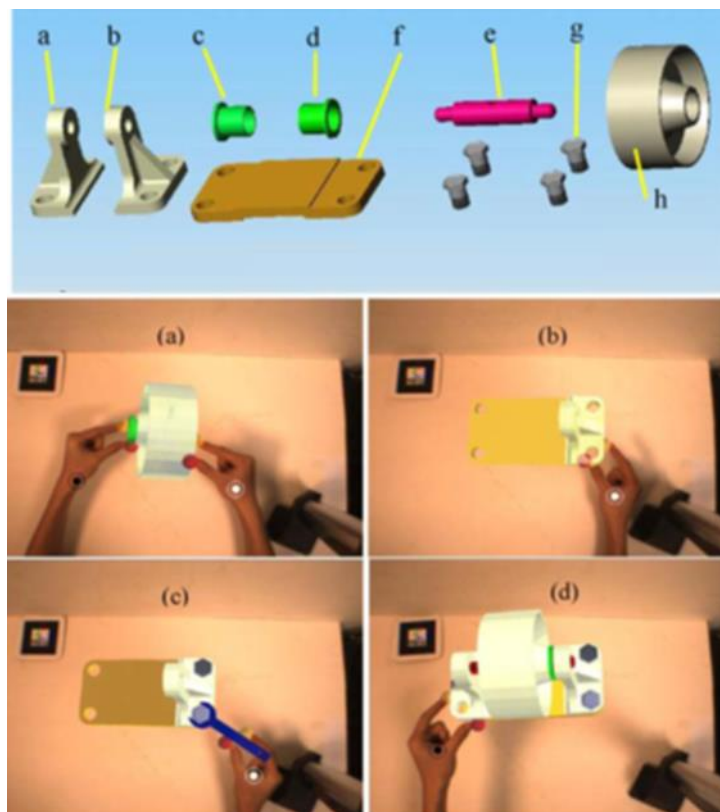
A kiterjesztett valóság rendszerét kitűnően lehet különböző oktatási tevékenységre is felhasználni. Di Serio és társai [15] kimutatták, hogy a technológiának pozitív hatása van a tanulási

motivációra. Ezzel a technológiával könnyebben vagy gyorsabban lehet valamilyen oktatósi tevékenység gyakorlati részét elsajátítani, hiszen a technológia a valódi környezethez látványosan társít valamilyen többletinformációt is. A felhasználó minden irányból megnézhet bizonyos modelleket, objektumokat ugyanúgy, mint egy normál háromdimenziós tárgyat. Ezek az információk legtöbbször magyarázatok (például, alapanyagok beazonosítása) vagy valamilyen utasítások (például összeszerelő lépés bemutatása, lásd 3. ábra) [16].



2. ábra A valódi környezet kiterjesztése [14]

A szakirodalomban számos esetet találunk, amikor a kiterjesztett valóságot oktatósi célra alkalmazták [17][18][19][20].



3. ábra Összeszerelési útmutató kiterjesztett valósággal [16]

A kiterjesztett valóság alkalmazások online kapcsolatban lehetnek különböző adatbázisokkal, ezért a felhasználó valós idejű adatokat kaphat a környezetről. Interaktív technológia, kiválóan használható a gép-ember kommunikációra is, valamint a rendszer különböző felhasználói szokásokat is meg tud figyelni [21], javítva a technológia hatékonyságát. Ezen kívül a kiterjesztett valóság a nagyobb hasznosítás elérése érdekében más technológiákkal is összekapcsolható. A

dolgok internete és a kiterjesztett valóság közös használatakor például a gyártósorok mellett valós idejű adatokat kaphatunk a berendezések pillanatnyi állapotáról (4. ábra).



4. ábra A kiterjesztett valóság és a dolgok internete közös alkalmazása [22]

A kiterjesztett valóságnak számos, az oktatási tevékenységeken túli, speciálisan az iparra vonatkozó hasznosítási lehetősége van. A technológia a termék tervezése és kivitelezése között szoros köteléket tud kialakítani, mivel a tervezők már koncepcionális állapotban is láthatják térben illetve különböző környezetekben a tervezett modelljeiket [23]. A kiterjesztett valóság további hasznosítási lehetősége a karbantartás témakörébe tartozik, ezzel a 4. fejezetben foglalkozunk részletesen.

A technológia egyre népszerűbb, számos neves ipari vállalat végzett, illetve végez fejlesztéseket a kiterjesztett valóság témakörében [24][25][26][27].

A KARBANTARTÁSI TECHNOLOGIZÁLTSÁG FEJLŐDÉSE

A tágabban értelmezett üzemeltetés célja a technikai eszköz műszaki állapotának és a működési biztonságának fenntartása, valamint az úgynevezett üzemeltetés tárgyának rendeltetésszerű felhasználásának biztosítása. Ezen a folyamaton az adott technikai eszközzel, vagy eszköz-parkkal a gyártásuk és kiselejtésük között történtek összességét értjük.

A technikai eszközök üzemeltetése üzemeltetési rendszerben történik, ami

- a technikai eszköz vagy eszközök;
- azok kiszolgálását, ellenőrzését, karbantartását, javítását szolgáló berendezések;
- az üzemeltetést végző (műszaki) állomány;
- a kezelőszemélyzet;
- az üzemeltetést irányító szervezet

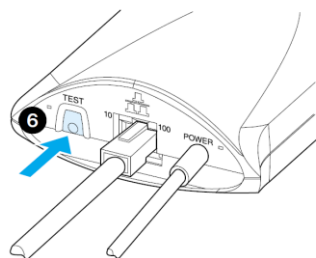
kölcsönös együttműködésében valósul meg [28].

A karbantartás és a javítás közötti különbség az elvégzendő munkák mennyiségében, minőségében és mélységében található. A karbantartás célja a megbízhatóság szinten tartása, míg a javítás célja a megbízhatósági szint helyreállítása.

A javítás azon műszaki munkák összessége, amelyeket az üzemeltetett eszköz hibamentességének vagy üzemképességének fenntartása, illetve helyreállítása érdekében végeznek el. A műszaki karbantartás pedig az üzemeltetés tárgya hibamentességének vagy csak üzemképességének az előkészítés, a rendeltetésszerű használat, a tárolás és a szállítás során történő fenn-tartása céljából kifejtett tevékenységek halmaza.

Fontos kérdés még az utómunkák értelmezése, melyet a repülésben bulletin munkáknak, a gépjárművek szervizelésében visszahívásnak nevezünk. Utómunkának tekintjük az üzemeltetési (karbantartási, javítási) tapasztalatok, a feltárt meghibásodások alapján a technikai eszköz használati értékének, megbízhatóságának hibamentességi, üzemképességi szintjének, javíthatóságának a növelése érdekében végrehajtandó egyszeri vagy adott gyakorisággal előírt tevékenységet [28].

Ha figyelembe vesszük a műszaki üzemeltetés fejlődéstörténetét elsőként a meghibásodásig történő üzemeltetés korát kell megemlítenünk. Ebben az időben főleg még az ügyes ezermesterek tapasztalatán múlt, hogy a meghibásodott eszközt hogyan tudta szétszerelni, a hibás alkatrészt kicserélni, megjavítani. A következő időszak jellemzője az úgynevezett kemény idő szerinti üzemeltetési stratégia. Ekkor az üzemeltetés irányítói – gyakran az adott eszköz gyártói – meghatározták a karbantartások közti üzemidőt vagy valamilyen teljesítmény mutatót, mint például a gépkocsit futott kilométerét. De, azt is meghatározták, technológiai leírásokban, utasításokban rögzítették, hogy az adott karbantartási, javítási feladatot milyen eszközökkel, hogyan kell elvégezni. Ezen a technikai fejlődési szinten megjelent az úgynevezett üzemeltetési technológizáltság fogalma is. Ez a technikai eszköz azon tulajdonságainak összessége, amelyek megmutatják, mennyire alkalmas arra, hogy a karbantartási és javítási munkák valamennyi fajtája a leggazdaságosabb technológiai eljárások alkalmazásával elvégezhető legyen.



6 Konfigurációs oldal nyomtatásához és a nyomtató csatlakozásának ellenőrzéséhez nyomja meg a Test (Teszt) gombot.

5. ábra Részlet a HP LaserJet 1200 nyomtató kezelési útmutatójából [29]

Kezdetben ezeket a karbantartási technológiákat csak a szakemberek használták, ezért a laikusok számára nem mindig érthető, szakszerű kifejezéseket, utasításokat tartalmaztak. A fogyasztói társadalom kialakulásával és a fogyasztói termékek tömeges megjelenésével az ipar-cikkekhez adott nyomtatott használati útmutatók egyszerű használati technológiai utasításokat is tartalmaznak. Erre látunk példát az 5. ábrán, egy nyomtató esetére.

Fontos még figyelembe vennünk az üzemeltetéselmélet további fejlődését is. Nézzük csak a TPM (Total Productive Maintenance – teljeskörű hatékony karbantartás) esetét. Maga a TPM 5 pillérre épül, melyekből az első az Autonóm Karbantartás. Ez a pillér olyan karbantartási feladatokból épül fel, melyeket a gép kezelői végeznek el. Ezzel tehermentesítik a magasan képzett karbantartó szakembereket, megkímélve őket az egyszerű, rutin ellenőrzésektől,

beállításoktól. Így a nem magasan képzett gépkezelőknek csak az egyszerű karbantartási feladatok technológiáit kell ismerniük.

Napjainkban – az elektronikai és információs technikák elterjedésével – a nyomtatott formájú technológiai utasításokat felválthatják, felváltják a kiterjesztett valóság eszközei, Részben a fogyasztók, részben a termelőüzemek gépkezelői, de akár a képzett karbantartók, javító szakemberek számára.

A KITERJESZTETT VALÓSÁG ALKALMAZÁSA A KARBANTARTÁSBAN

A kiterjesztett valóság technológiája kitűnően alkalmas karbantartó tevékenységek ellátására. A témában megjelent karbantartásra vonatkozó publikációk legnagyobb része az össze- illetve szétszerelő műveletekkel foglalkozik [30]. Ezekben az alkalmazásokban a rendszer konkrét utasításokat ad, hogy milyen feladatot kell elvégezni. Így a felhasználót lépésről lépésre végig tudja vezetni a rendszer a karbantartási folyamaton. Erre mutatnak példákat a 6. és 7. ábrák. Az alkalmazás képelemzés segítségével (például a már korábban említett markerekkel) a művelet helyes kivitelezését is meg tudja ítélni (8. ábra).



6. ábra Összeszerelési segédlet kiterjesztett valósággal [31]



7. ábra PC alaplappal szerelése kiterjesztett valósággal [32]



8. ábra Javítási művelet kiterjesztett valósággal [33]

A kiterjesztett valóság használatával további karbantartási feladatokat is el lehet végezni. Ilyenek a javításra és a vizsgálatra vonatkozó feladatok. Ezeket a szerelési műveletekhez hasonlóan lehet kivitelezni, a rendszer konkrét utasítás kíséretében rámutat a térben arra a tárgyra, amin teljesíteni kell a javítást (9. ábra), illetve amit ellenőrizni kell (10. ábra).

Ezekben a felhasználási módszerekben az a közös, hogy a karbantartást, javítást vagy ellenőrzést végző személy különösebb előzetes képzettség nélkül képes a feladat teljesítésére, hiszen a kiterjesztett valóságnak köszönhetően azonosítani tudja a részegységeket, valamint konkrét műveleti utasításokat kap a teendőkről. A kiterjesztett valóság szoftver az adatbázisából a szükséges animáció egyszerűen előhívható és alkalmazható [35][36].

Habár a felhasználási módszert és annak körülményeit a szakirodalomban fellelhető tanulmányok jól bemutatják, arra viszont nem térnek ki, hogy más eljárásokkal összehasonlítva a felhasználók milyen hatékonysággal tudták elvégezni a karbantartási feladatot. Ez az összehasonlítás feltétlenül szükséges egy vállalat számára, mielőtt a technológiába való beruházás mellett döntene.



9. ábra Ellenőrzési feladat kiterjesztett valósággal [34]

ÖSSZEGZÉS

A tanulmány bemutatta a kiterjesztett valóság technológiáját, ismertetve a karbantartásra vonatkozó hasznosítási lehetőségeket összekötve a karbantartás, illetve üzemeltetés elmélet fejlődés-történetével, valamint az Ipar 4.0-val való kapcsolatával. A Szerzők jövőbeli kutatási célul tűzik ki, hogy a kiterjesztett valóság ipari felhasználásának más módszerekkel történő összehasonlítása abból a szempontból, hogy egy vállalat milyen konkrét előnyöket tud realizálni alkalmazásukból.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Juhász László, Pokorádi László: A Dolgok Internete és a karbantartás közti kapcsolat napjainkban, Gradus (megjelenés alatt).
- [2] Sutherland I. E.: The Ultimate Display, *Inf. Process. Tech.*, pp. 506–508, 1965.
- [3] Sutherland I. E.: A head-mounted three dimensional display, in *Proceedings of the AFIPS Fall Joint Computer Conference*, Washington D.C.: Thompson Books, 1968, pp. 757–764.
- [4] History, AUGMENTED REALITY, url: <http://ar-hcmut.weebly.com/history.html>.
- [5] Behind the NFL's yellow 1st down line, and what's next for sports TV, url: <https://www.si.com/edge/2015/01/29/behind-nfl-yellow-first-down-line-sportsvision-technology>
- [6] ARToolKit url: <https://en.wikipedia.org/wiki/ARToolKit> (2017.06.25.).
- [7] ARKit – Apple Developer url: <https://developer.apple.com/arkit/> (2018.03.04).
- [8] Choose Your Development Environment, ARCore, Google Developers, url: <https://developers.google.com/ar/develop/>
- [9] Paulo Lima J. és társai: Markerless tracking system for augmented reality in the automotive industry, *Expert Syst. Appl.*, 82, (2017) pp. 100–114
- [10] Google unveils »Project Glass« smart glasses – Apr. 4, 2012, url: http://money.cnn.com/2012/04/04/technology/google-project-glass/?source=cnn_bin
- [11] Kamphuis M. és társai: Augmented reality in medical education?, *Perspect. Med. Educ.*, 3, (2013) pp. 300-311.
- [12] Mota J. M. és társai: Augmented reality mobile app development for all, *Comput. Electr. Eng.*, (2018) 65, pp. 250-260.
- [13] Vuforia Augmented Reality SDK, url: https://en.wikipedia.org/wiki/Vuforia_Augmented_Reality_SDK
- [14] Lee J. Y., Rhee G.: Context-aware 3D visualization and collaboration services for ubiquitous cars using augmented reality, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, (2008) 37, 5–6, pp. 431–442.
- [15] Di Serio Á., Ibáñez M. B., Kloos C. D.: Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course, *Comput. Educ.*, (2013) 68, pp. 586–596.
- [16] Ong S. K., Wang Z. B.: Augmented assembly technologies based on 3D bare-hand interaction, *CIRP Annals*, (2011) 60/1, pp. 1-4.
- [17] Thomas R. G. és társai: Augmented Reality for Anatomical Education, *J. Vis. Commun. Med.*, (2010) 33/1, pp. 6–15.
- [18] Jerabek T. és társai: Specifics of Visual Perception of the Augmented Reality in the Context of Education, *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, (2014) 159, pp. 598–604.
- [19] Nincarean D. és társai: Mobile Augmented Reality: The Potential for Education, *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, (2013) 103, pp. 657–664.
- [20] Akcayir M., Akcayir G.: Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature, *Educ. Res. Rev.*, (2017) 20, pp. 1–11.
- [21] Tsai C.-H., Huang J.-Y.: Augmented reality display based on user behavior, *Comput. Stand. Interfaces*, (2018) 55, pp. 171–181.
- [22] Augmented Reality and the Internet of Things boost human performance, url: <http://thearea.org/augmented-reality-and-the-internet-of-things-boost-human-performance/>
- [23] Reinhart G., Patron C.: Integrating Augmented Reality in the Assembly Domain - Fundamentals, Benefits and Applications, *CIRP Ann.* (2003), 52/1, pp. 5–8.
- [24] Bosch Automotive Service Solutions, url: <https://www.boschautomotiveservicesolutions.com/>
- [25] AREA Resources – AREA url: http://thearea.org/area-resources/?tax_resource_category=96&filter_search=
- [26] Lockwood D.: LKDF Interact: Implementation at the Volvo Selam Vocational Training Centre, An Evaluation report, the Naledi3d Factory (Pty) Ltd, 2015.
- [27] Augmented Reality in the Car Industry | LinkedIn”, url: <https://www.linkedin.com/pulse/augmented-reality-car-industry-melanie-may/> (2018.03.04).

- [28] Pokorádi László: Karbantartás elmélet, DE MFK. Debrecen, 2002.
- [29] Hewlett-Packard Company HP LaserJet 1200 sorozat, Nyomtató és Print-Copy-Scan termékek, Felhasználói kézikönyv, 2001.
- [30] Palmarini L. és társai: A systematic review of augmented reality applications in maintenance, Robot. Comput.-Integr. Manuf., (2018) 49, pp. 215–228.
- [31] Sanna A. és társai: Using handheld devices to support augmented reality-based maintenance and assembly tasks, in 2015 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), 2015, pp. 178–179.
- [32] Westerfield G és társai: Intelligent Augmented Reality Training for Motherboard Assembly, Int. J. Artif. Intell. Educ., (2015) 25/1, pp. 157–172.
- [33] Wójcicki T.: Supporting the diagnostics and the maintenance of technical devices with augmented reality, Diagnostyka, (2014) 15/1, pp. 43–47.
- [34] Regerbrecht H. és társai: Augmented reality projects in the automotive and aerospace industries, IEEE Comput. Graph. Appl., (2005) 25/6
- [35] Inglobe Technologies | Smart manufacturing using AR in the era of Industry 4.0, url: <https://www.inglobetechnologies.com/smart-manufacturing-ar-industry-4-0/> (2018.03.04.).
- [36] Bienzeisler B. és társai: Industrie 4.0 ready services technologiétrends 2020, Fraunhofer IAO, 2014.

AUGMENTED REALITY IN MODERN MAINTENANCE

A digital revolution is upcoming in the industry. Within this framework there is a high level of IT support for industrial processes. One of the biggest utilization areas of the industrial digitalisation can be the maintenance processes. These processes can be supported by the technology of augmented reality. The article presents the augmented reality applications, with particular reference to its areas of utilization and describes the development of maintenance technology. Then the specific uses of the technology for maintenance processes are taken into account.

Keywords: augmented reality, industry 4.0, maintenance, operation

Juhász László (MSc)
okleveles gépészmérnök
Rosenberger Magyarország Kft.
Laszlo.Juhasz2@rosenberger.com
orcid.org/0000-0002-0700-5010

László Juhász (MSc)
mechanical engineer
Rosenberger Hungary Ltd.
Laszlo.Juhasz2@rosenberger.com
orcid.org/0000-0002-0700-5010

Pokorádi László (CSc)
egyetemi tanár
Óbudai Egyetem,
Mechatronikai és Járműtechnikai Intézet
pokoradi.laszlo@bgk.uni-obuda.hu
orcid.org/0000-0003-2857-1887

László Pokorádi (CSc)
Full professor
Óbuda University,
Institute of Mechatronics and Vehicle Engineering
pokoradi.laszlo@bgk.uni-obuda.hu
orcid.org/0000-0003-2857-1887

A publikáció az Új Nemzeti Kiválóság Program 2017 támogatásával valósult meg.



http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2018_2/2018-02-03-0449_Juhasz_Laszlo-Pokoradi_Laszlo.pdf

