



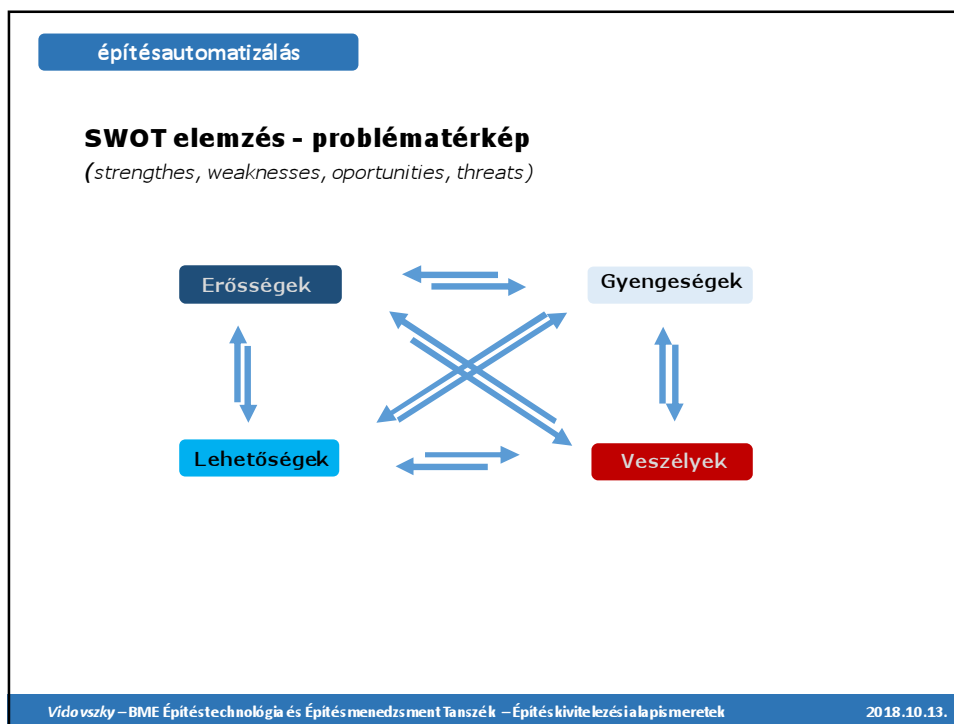
1

tartalom

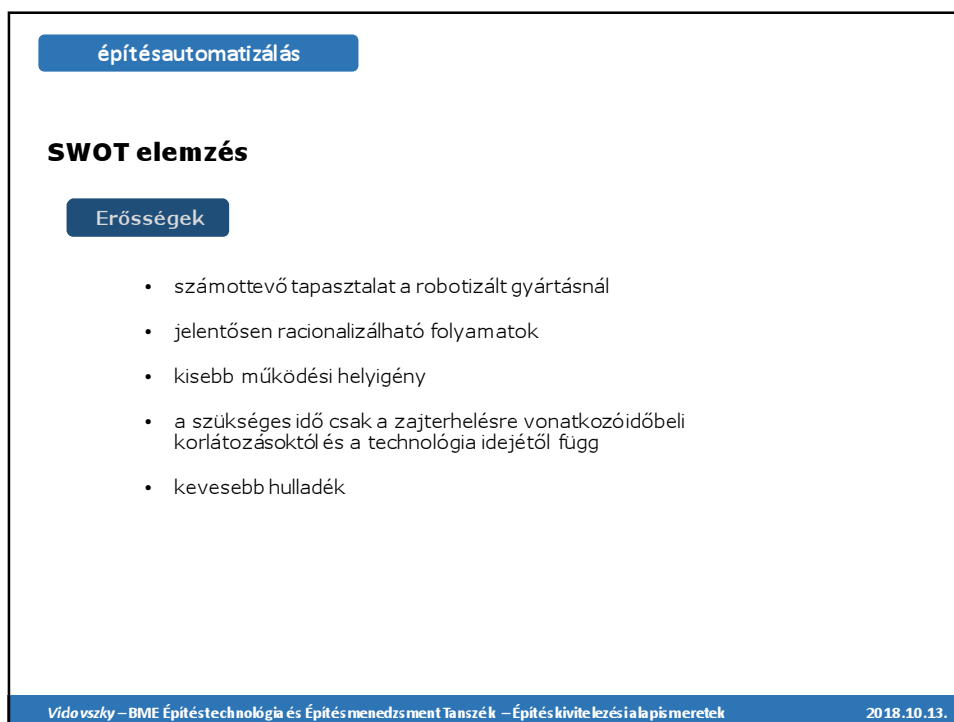
- bevezetés, problématerkép, történeti áttekintés
- rendszerek (IoT, robot, mechatronika) és felépítésük
- példák
- kitekintés, jövőkép

Vidovszky – BME Építéstechnológia és Építésmenedzsment Tanszék – Építéskivitelezési alapismeretek 2018.10.13.

2



3



4

építésautomatizálás

SWOT elemzés

Gyengeségek

- egyedi, kevésbé tipizálható feladatok – kevés tapasztalat
- nagy súlyok mozgatása kihívás a máshol bevált robottípusoknak
- szabadtéri (időjárásnak kitett) munkahely – eszközök kitettsége
- eszközök (robotok) szállíthatósági igénye (új építkezésekre) - gépek mérete/súlya
- az építőipar lassú követő (lemaradás a többi iparághoz képest)
- felkészületlen iparág, magas alkalmazási tudásszükséglet
- tisztázatlan felelősségi körök (pl. károkozásnál)

5

építésautomatizálás

SWOT elemzés

Lehetőségek

- szakemberhiányra megoldást jelenthet
- racionalizálási kényszer (anyag, időbeli) segítheti az elterjedést
- olyan helyzetek keresése, ahol az automatizálás gazdaságilag indokolt
- speciális helyzetek kezelésére is alkalmas (pl. nincs fény, nincs oxigén, nehezen elérhető helyek)
- monoton, szaktudást nem igénylő feladatok automatizálása

6

építésautomatizálás

SWOT elemzés

Veszélyek

- az erős gépek hibás működés esetén komoly sérüléseket/ életveszélyt/ műszaki és anyagi károkat okozhatnak
- mesterséges intelligencia nem megfelelő kezelése/előkészítés nélküli munkák zavaros eredményei
- munkaerőpiaci átrendeződés kérdése
- felelőtlen kezelés/használat veszélye
- emberi reakciók, pszichológiai következmények

7

történet

- **mechanikus, automatizált szerkezetek** – már az ókori Egyiptomban
- **óraművek, toronyórák, harangjátékok** – késő középkor óta
- **1500-as évek óta:** hordozható órák, pl. nürnbergi tojás
- **az irodalomban az ókor óta megjelennek autonóm gépek** (Illiasz, Hoffmann, Asimov, stb.)
- **XVII. századtól** – Japánban (karakuri – tea kihordó „robot”)
- **1920-as évek** – első modern robotok
- **1940-es évek** – első autonóm robotok
- **1950-es évek** – első digitális robot
- **1968** Ivan Sutherland a Harvardon - számítógéppel kialakított virtuális valóság
- **1970-es évek** – első építőipari robotok
- **1980-as évek** – első IoT: egy „meghekkelt” kóla automata



8

alkalmazás

- **automatizált építési megoldások**
 - előregyártás robotizálása (robotizált gyártás)
 - telepített gyártás - új szemléletű, tipizált rendszerek
 - helyszíni autonóm rendszerek (pl. Hadrian X)
 - automatizált állapotfelvételek (IoT alapon)
 - építési kobotok

9

alapfogalmak

- **robot:**
(jellemzően elektromechanikai) szerkezet, amely előzetes programozás alapján képes feladatok végrehajtására.
 - a) emberi irányítással
 - b) önállóan (pl. számítógéppel vezérelt módon)
- **kobot:**
emberi munkavégzést segítő/emberi erőforrással egy fizikai helyen dolgozó robot
- **mechatronikai rendszer:**
gépészeti, elektronikai és informatikai alapokat ötvöző, jellemzően folyamatokat, gyártást segítő rendszer
- **Internet of Things (IoT):** (a dolgok internetje)
olyan elektronikai eszközöket jelent, amelyek képesek felismerni valamilyen előre meghatározott információt, és azt egy internet alapú hálózaton egy másik eszközzel kommunikálni

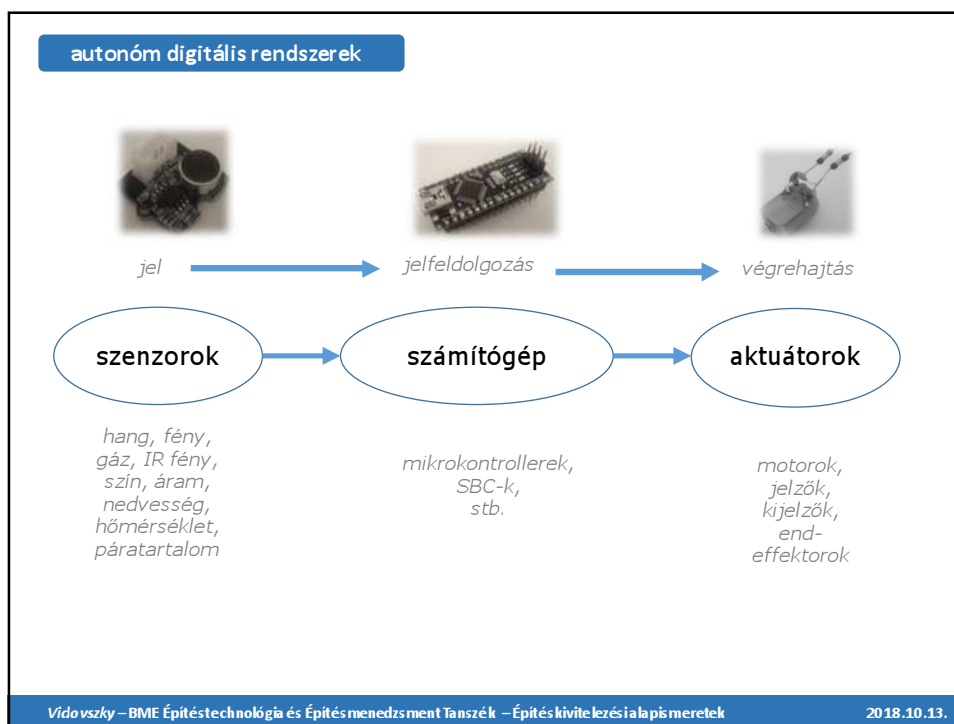
10

alapfogalmak

- **virtuális valóság (virtual reality):**
egy mesterségesen (ma jellemzően számítógéppel, digitális alapon) létrehozott (látszólagos, elképzelt) környezet, világ, melybe a felhasználók megpróbálják minél jobban beleélni magukat)
- **kiterjesztett valóság -> kevert valóság (augmented reality -> mixed reality):**
a valóság virtuális (látszólagos) kibővítése, azáltal, hogy egy erre alkalmas eszközzel (pl. mobiltelefon vagy 3d szemüveg) a valós környezetbe virtuális elemeket vetítünk
kevert valóság esetén a felhasználónak beavatkozási lehetősége is adódik
- **mesterséges intelligencia (MI v. AI)**
mesterségesen létrehozott tárgy, amely képes viselkedését célszerűen és megismételhető módon változtatni (tanulás)


Vido vszky – BME Építéstechnológia és Építés menedzsment Tanszék – Építés kivitelezési alapismeretek 2018.10.13.


11



12

rendszerek

- mikrokontrollerek**


céleszközök, egy db jól definiált feladatra – egy program futtatására
Pl. Teensy, Arduino/Controllino, NodeMCU
- egylapos számítógépek, SBC (single board computer)**



kis méretű számítógépek, teljes operációs rendszerrel (Linux disztibúciók, Win 10 IoT Core)
Pl. Raspberry Pi, Rockpi, Asus Thinkerboard, stb.

Vido vszky – BME Építéstechnológia és Építés menedzsment Tanszék – Építés kivitelezési alapismeretek 2018.10.13.

13

rendszerek

- szenzorok (érzékelés)**
 - UV szenzor
 - fénymennyiség érzékelő
 - IR szenzor
 - hangerősség szenzor
 - hőmérséklet, páratartalom, légnyomás érzékelők
 - nedvességérzékelő, vízérzékelő
 - PH szenzor
 - távolságmérés (UH szenzor, lidar)
 - nyomásérzékelő, tapintásérzékelő
 - giroszkóp, mozgásérzékelő
 - különböző gázérzékelők
- egyéb bemeneti eszközök (irányítás)**
 - egyszerű gombok, többállású gombok
 - gombkészletek, billenyűzetek
 - potméterek, szabályozók
 - vezérlőkarok, komplex vezérlőeszközök
 - távírányítók


jel:
analog vagy digitális

eszköz

jel a számítógép számára

Vido vszky – BME Építéstechnológia és Építés menedzsment Tanszék – Építés kivitelezési alapismeretek 2018.10.13.

14

rendszerek

- **Aktuátork, egyéb kimeneti eszközök**
 - egyszerű elektromotorok
 - léptetőmotorok
 - szervómotorok
 - ledék, lámpák
 - kijelzők
 - képernyők
 - relék




Vido vszky – BME Építéstechnológia és Építés menedzsment Tanszék – Építés kivitelezési alapismeretek 2018.10.13.

15

rendszerek

egyéb fogalmak

Robot Oriented Design (ROD)

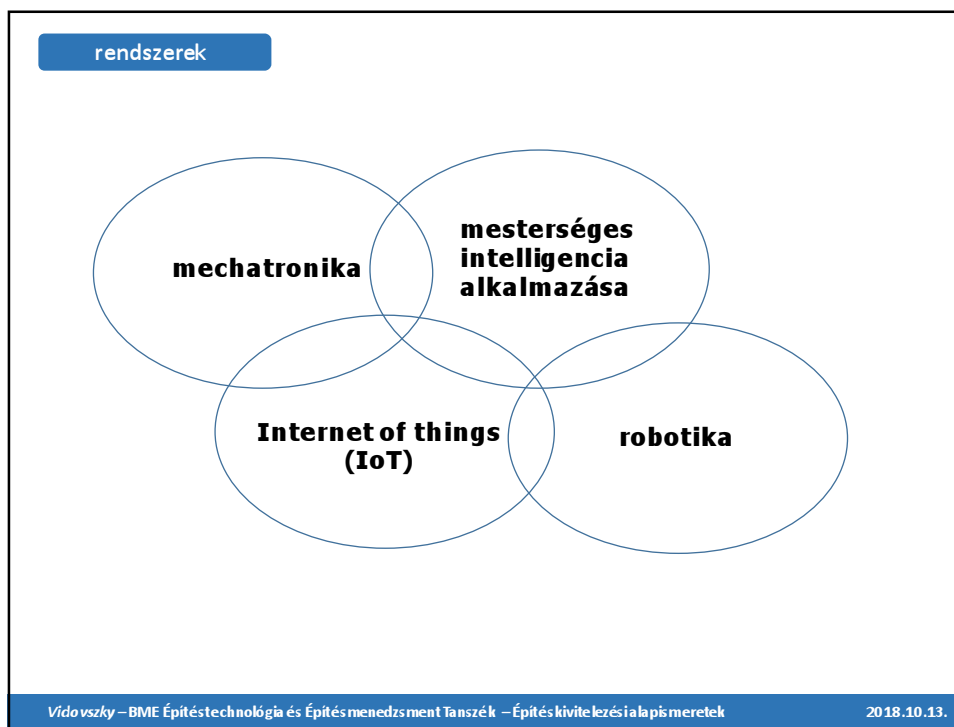
end effector

modular end effector (MEE)

Decentralized Processing Units (DPUs), self-organizing robots

Vido vszky – BME Építéstechnológia és Építés menedzsment Tanszék – Építés kivitelezési alapismeretek 2018.10.13.

16



17

alkalmazási példák

- épületfelügyelet (robot, drón, IoT)
- építő (tégларakó, gipszkartonozó, rakodó, stb. robotok, kobotok)
- autonóm járművek (építéshelyi szállítás, rakodás)
- felmérés, fotózás (drónok)

Vido vszky – BME Építéstechnológia és Építés menedzsment Tanszék – Építés kivitelezési alapismeretek 2018.10.13.

18

alkalmazási példák

Robot Oriented Design (ROD)

1988 óta Thomas Bock

Szemléletmód:

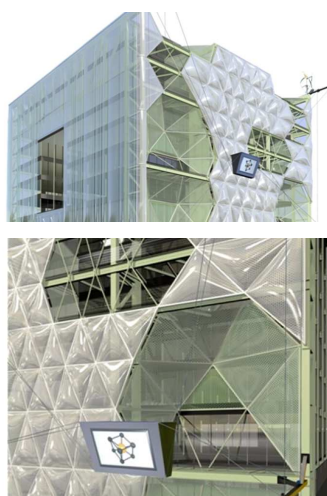
- a robotizált gyártásnak/kivitelezés feltételei: pontos feladatmeghatározás/ellenőrzés/ átláthatóság
- előny: a sebesség – hátrány: a nagyobb befektetési költség – megtérülés számítás fontos
- utólagos beavatkozásra érzékeny

19

szerező és karbantartó robotok

kábelfüggesztett robot rendszer (HEPHAESTUS project)

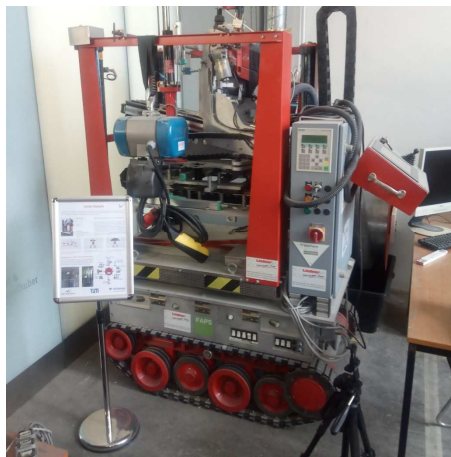
- előregyártott függönyfal, (kiemelten veszélyes, nagy időigényű munka)
- többféle munka függőleges és ferde felületeken (fúrás, homlokzat építés)
- később a robot karbantartási célokra is használható (pl. tisztítás, festés)



20

univerzális építő robotok

- LINDE robot
 - (a cég automata rakódóeszközöket, villástargoncákat is gyárt)
 - univerzális többféle építési feladatot is ellátni képes egységek



Vido vszky – BME Építéstechnológia és Építés menedzsment Tanszék – Építés kivitelezési alapismeretek

2018.10.13.

21

téglerakó robotok

MULE robot

- együttműködő robotkar
- a falazat hagyományos módon, kézi munkával készül
- a nagy súlyok emelést végzi el a kőműves helyett



- egészségesebb munkakörülmények
- hatékonyabb, gyorsabb, pontosabb munka

Vido vszky – BME Építéstechnológia és Építés menedzsment Tanszék – Építés kivitelezési alapismeretek

2018.10.13.

22

tégларakó robotok

SAM100

robotkar

- autonóm robotkar
- a falazat hagyományos módon (kiselemek + habarcs), de gépi munkával készül
- a gép kötött pályán mozog



- kötött geometria
- jelentős háttér élőmunka (gépfeltöltés, igazítás)
- gép szállítás, áthelyezés kihívás

Vido vszky – BME Építéstechnológia és Építés menedzsment Tanszék – Építés kivitelezési alapismeretek

2018.10.13.

23

tégларakó robotok

Szabad robotkar

pl. KUKA

- főként kísérleti projektek (pl. ETH Zürich, TU-München, Kína)
- a falazat szárazon vagy ragasztóval készül
- a gép kötött pályán vagy szabadon mozog



- szabad formálás
- jelentős háttér élőmunka (gépfeltöltés, igazítás)
- univerzális gép (endeffektor cserével másra is használható)



Vido vszky – BME Építéstechnológia és Építés menedzsment Tanszék – Építés kivitelezési alapismeretek

2018.10.13.

24

tégларakó robotok

HadrianX - Fastbrick Robotics

autó daru méretű robotkar

- autonóm robotkar
- habarcs/ragasztó + kisélemes építés
- 0,5mm pontosság



- áthidalók kiegészítések
kézi munkával



Vidoszky – BME Építéstechnológia és Építés menedzsment Tanszék – Építés kivitelezési alapismeretek

2018.10.13.

25

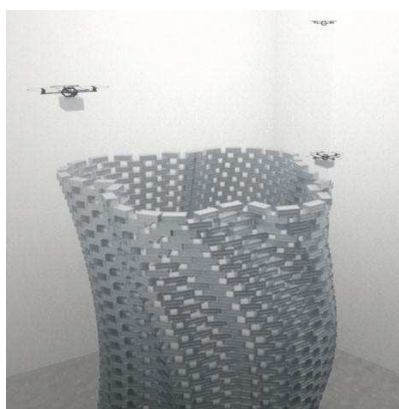
tégларakó robotok

Tégларakó drónok

- főként kísérleti projektek a falazat szárazon vagy ragasztóval készül
- az emelhető súly korlátozott (könnyű elemek)



- szabad formálás



Vidoszky – BME Építéstechnológia és Építés menedzsment Tanszék – Építés kivitelezési alapismeretek

2018.10.13.

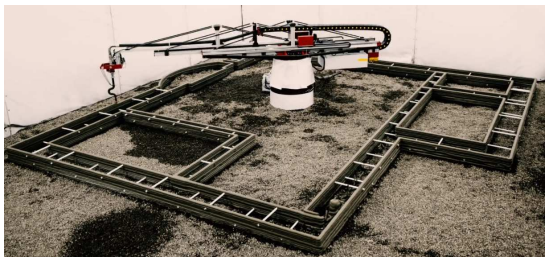
26

nyomtatott beton

3D betonnyomtatás

pl. Apis Cor
TU-München

- autonóm és félautonóm rendszerek
- cementtechnológia fejlesztés (szálerősítésű anyagok)
- 1 nap alatt építhető épületek
- különféle szerkezeti kialakítás



Vido vszky – BME Építéstechnológia és Építés menedzsment Tanszék – Építés kivitelezés i alap ismeretek

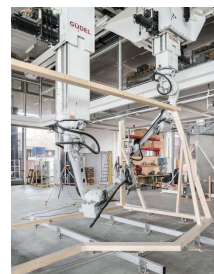
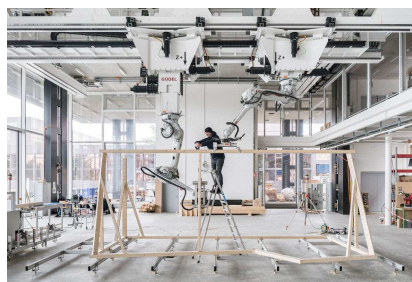
2018.10.13.

27

faépítés

együtműködő robotkarok

- ETH Zürich - összetett szerkezet géppel segített építése
- nagy lépték (100m²)
- függesztett kötött pályás robotkarok
- CAD alapú információ
- gépi elem leszállás, fúrás
- gépi emelés, pozicionálás
- kézi rögzítés



Vido vszky – BME Építéstechnológia és Építés menedzsment Tanszék – Építés kivitelezés i alap ismeretek

2018.10.13.

28

autonóm járművek

Volvo HX1

Scania AXL

Vera (Volvo Trucks)

- autonóm billenőplatós teherautó és nyergesvontató
- GPS és szenzor alapon





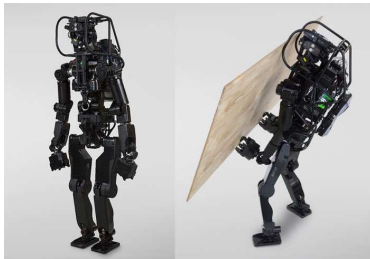

Vido vszky – BME Építéstechnológia és Építés menedzsment Tanszék – Építés kivitelezési alapismeretek 2018.10.13.

29

humanoid építőrobot

AIST HRP-5P
humanoid robot

- cél: súlyok gépi emelése, gépi szerelés
- 3D feltérképezési a helységet
- objektumfelismerés (MI alapon)
- objektum kiválasztás
- különleges csuklószerkezetek
- különleges end-effektorok
- összetett mozdulatsor végrehajtása (gk lap emelése, elhelyezése, csavarforgatás)

Vido vszky – BME Építéstechnológia és Építés menedzsment Tanszék – Építés kivitelezési alapismeretek 2018.10.13.

30

mesterséges intelligencia

- bármelyik rendszerrel kombinálható
- akkor érdemes alkalmazni, ha a pontosan meghatározható feladatokon túl is szeretnénk automatizálni
- DE!
 - ha nem elég pontos a feladat körülhatárolása, akkor értelmetlen eredmény születhet
 - A mesterséges intelligencia tudása is korlátozott arra a szintre, amelyiken a feladatait meghatározták pl. felismeri a különböző természetű elemeket, de nem érti a mögöttes tartalmat (információhalmazként kezeli a bevitt információk szintjén: pl. kutya-hó)
 - rendszeres emberi kontrollt igényel!



31

AR/MR - BIM

BIM + AR/MR

- BIM modell
- digitálisan olvasható kapcsoló referencia jelek
- kiterjesztett/kevert valóság tabletten
- valós kivitelezési munka/ vagy a munka ellenőrzése

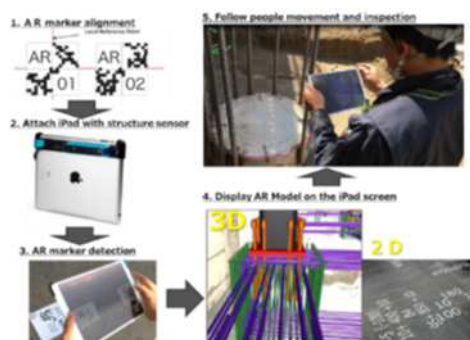



Fig. 2. Pictorial representation of our proposed algorithm

32

jövő/következő lépések

okos otthon
↓
automatizált otthon




Vido vszky – BME Építéstechnológia és Építés menedzsment Tanszék – Építés kivitelezési alapismeretek 2018.10.13.

33

jövő/következő lépések

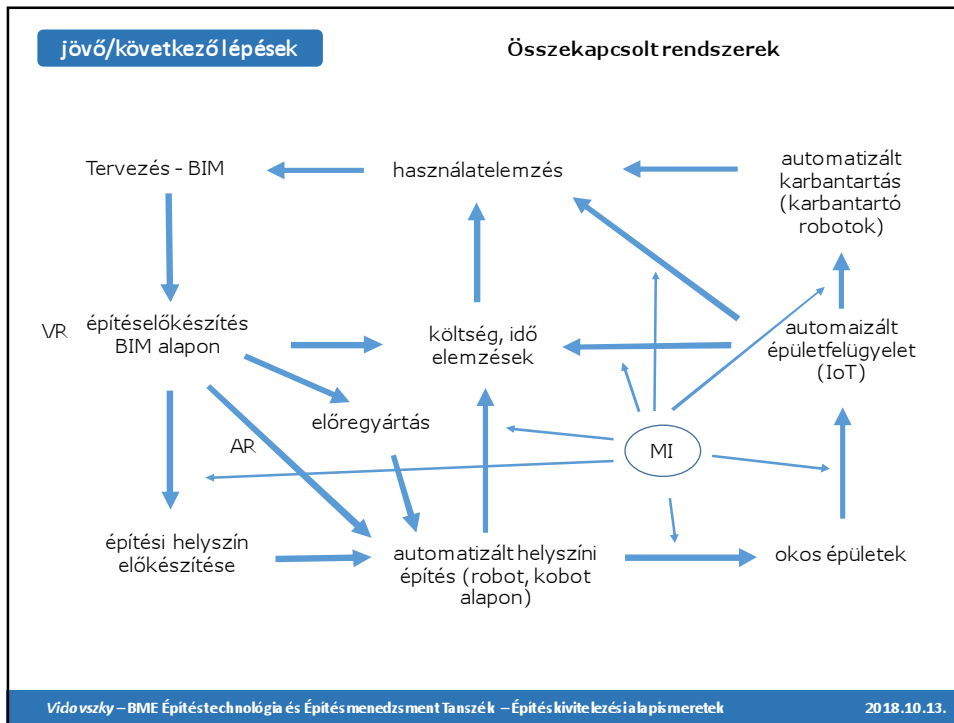
automatizált karbantartás

RFID, IoT,
stb.alapú
rendszer
↓
folyamatos épület
állapotfelvétel
↓
kiértékelés,
karbantartás



Vido vszky – BME Építéstechnológia és Építés menedzsment Tanszék – Építés kivitelezési alapismeretek 2018.10.13.

34



35



36

Felhasznált irodalom, és képforrások:

F

- Emmitt, S.: *Architectural Technology*, 2. ed. Wiley-Blackwell, 2012.
- Smiths C. R. – Anders K. C.: *Principals and practices of heavy construction*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New York, 1986.
- Ambrose, James: *Building Construction*. Enclosure System. New York, Van Nostrand
- T. Bruckmanna, H. Matternb, A. Spenglerc, C. Reicherta, A. Malkwitzc and M. König: *Automated Construction of Masonry Buildings using Cable-Driven Parallel Robots* pp.565-568 In: 33rd International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2016)
- Yukio Hasagawa: *Construction Automation and Robotics in the 21st Century* pp.565-568 23rd International Symposium on Automation and Robotics in Construction ISARC2006
- Bahriye Ilhan, Rongbo Hu, Kepa Iturralde, Wen Pan, Meysam Taghavi, Thomas Bock: *Achieving Sustainability in Construction Through Automation and Robotics in: GRAND RENEWABLE ENERGY 2018 Proceedings* June 17(Sun) - 22(Fri), 2018 Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan
- Thomas Bock: *Robot-Oriented Design*. The 5th International Symposium on Robotics in Construction, June 6-8, 1988 Tokyo, Japan
- Bikash Lamsala, Kyosuke Kunichika: *Development of an AR system for the advancement of the tasks in the construction sites*. Creative Construction Conference 2019, CCC 2019, 29 June - 2 July 2019, Budapest, Hungary
- <https://www.meed.com/bricklaying-robots-break-new-ground>
- https://www.aist.go.jp/aist_e/ist/highlights/2018/vol6/index.html
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Robot>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Karakuri_puppet
- <https://hu.wikipedia.org/wiki/Robot>
- https://hu.wikipedia.org/wiki/Dolqok_internetje
- https://hu.wikipedia.org/wiki/Virtu%C3%A1lis_val%C3%B3s%C3%A1g
- https://hu.wikipedia.org/wiki/Kiterjesztett_val%C3%B3s%C3%A1g
- <https://printosh.hu/blog/mr-kevert-valosag-a-gyakorlatban/>
- <https://www.scania.com/group/en/a-new-cabless-concept-revealing-scania-axl/>
- <https://www.hephaestus-project.eu/>
- <https://www.construction-robotics.com/pictures/#>
- <https://www.fbr.com.au/>
- <https://www.linde-mh.com/en/Solutions/Automation>
- <https://3dprintingindustry.com>
- <https://www.volvoce.com/global/en/news-and-events/press-releases/2017/electric-load-carrier-concept-wins-prestigious-global-award/>
- <https://www.volvotrucks.com/en-en/about-us/automation/vera.html>
- <https://archinect.com/news/article/150057480/watch-these-robots-build-a-timber-house-structure-in-switzerland>