

Csernai Zoltán

Eszterházy Károly Egyetem, Digitális Technológia Intézet, Humáninformatika Tanszék

csernai.zoltan@uni-eszterhazy.hu

A Computational Thinking (informatikai gondolkodás) elemeinek fejlesztése az általános iskolában: egy robotprogramozás szakkör tapasztalatai

Absztrakt

A LEGO Education fizikális és digitális oktatási eszközei a diákokat kreatív gondolkodásra és problémamegoldásra ösztönzi, valamint felkelti az érdeklődésüket a matematika, a természettudományok, a műszaki tudományok és az informatika iránt.

Ez azért fontos, mert a mai tudásalapú gazdaságban nagy szükség van a STEM készségekkel rendelkező szakemberekre.

Napjainkban elterjedőben van a Computational Thinking (CT), amely ernyőfogalomként hatja át a STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) egyes területeit.

2019. szeptemberétől az Eszterházy Károly Egyetem Gyakorló Általános, Közép-, Alapfokú Művészeti Iskola és Pedagógiai Intézetben 11 fő felső tagozatos diák megismerte a robotika és a programozás alapjait. A hetente egyszeri, 90 perces foglalkozások keretein belül a LEGO MINDSTORMS Education EV3 robotkészlet segítségével, különböző miniprojekteken keresztül sikeresen alkalmazták a Computational Thinking (informatikai gondolkodás) négy készségkategóriájának kombinációját: a mintafelismerést, az algoritmusok létrehozását és használatát, az elemi részekre bontást, illetve az absztrakciók megértését. (Gadzikowski, 2019)

A kutatásom célja az egyes miniprojektek ismertetése és megoldási folyamatának bemutatása egy előre kidolgozott szempontrendszeren keresztül.

A kutatásom következő fázisában a Robotprogramozás kezdő és középhaladó csoportjának tanulói körében egy attitűdkutatásra kerül sor, amely során az informatikai gondolkodással kapcsolatos véleményeket vizsgálom meg, a kombinált paradigma módszerével (Sántha, 2014), egy saját fejlesztésű mérőeszközzel, kérdőív, majd interjú formájában.

Kulcsszavak: informatikai gondolkodás, computational thinking, robotprogramozás szakkör, LEGO MINDSTORMS Education EV3

1. Problémafelvetés

A Computational Thinking (CT) fogalma a 2012-es⁷ és 2020-as⁸ Nemzeti alaptantervben (a továbbiakban NAT) szó szerint nem található meg, viszont az algoritmikus gondolkodás, illetve a robotika alapjainak megismerése szerepel ezen oktatásirányítási dokumentumokban.

A 2012-es NAT-ban az „Informatika” műveltségi terület „3. Problémamegoldás informatikai eszközökkel és módszerekkel” fejlesztési feladat céljaként a hétköznapi tevékenységek algoritmizálható részleteinek felismerése és megfogalmazása, valamint az algoritmikus gondolkodást segítő informatikai eszközök, a robotika alapfogalmai kerülnek említésre. Az algoritmikus gondolkodást 1-12. évfolyamon, a robotika alapjait 5-8. évfolyamon sajátítja el a tanuló.

A 2020-as NAT-ban a „II.3.8.1. Digitális kultúra” tantárgy keretében 5-12. évfolyamon fontos szerepet kap az algoritmizálás és a kódolás, mint a logikus gondolkodás fejlesztését elősegítő kompetencia. A digitális kultúra tantárgy egyik célja, hogy a tanuló megismerje egy adott probléma megoldásához szükséges algoritmusok létrehozását. A 3-8. évfolyamon a tanuló elsajátítja a robotika és a kódolás alapjait, a padlórobotok vagy más eszközök használatát.

Az algoritmikus gondolkodás fejlesztésének tantervi megerősítését a munkaerőpiaci igények generálták. Az Európai Unióban hatalmas igény van IKT kompetenciákkal és mély szaktudással rendelkező szakemberekre (Lengyel, 2013.), és az elmúlt 10 évben ez az igény csak nőtt. A szükségességét támasztja alá az országok versenyképességét tükröző DESI index is, melyben a STEM területeken foglalkoztattak száma meghatározó az emberi tőke index kiszámításában. (Főző - Racsko, 2020.)

A kutatás során fontosnak tartottam, hogy a diákok a LEGO Education fizikális és digitális oktatási eszközein keresztül megismerjék a számítógépes problémamegoldás tervezésének és megvalósításának módszereit, illetve felkeltsem az érdeklődésüket a STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) egyes területei iránt.

2. A kutatás bemutatása

A kutatás célja az volt, hogy az Eszterházy Károly Egyetem Gyakorló Általános, Közép-, Alapfokú Művészeti Iskola és Pedagógiai Intézetben a Robotprogramozás szakkör 90 perces foglalkozásainak keretein belül a felső tagozatos diákok megismerjék a LEGO® módszertanát és alkalmazzák a Com-

⁷ Nemzeti alaptanterv (2012) – Nyilvános vitaanyag. URL: http://pszheves.hu/wp-content/uploads/2013/08/nat_20121.pdf

⁸ Magyar Közlöny 2020. évi 17. szám. URL:

<https://magyarkozlony.hu/dokumentumok/3288b6548a740b9c8daf918a399a0bed1985db0f/megtekintes>

putational Thinking (CT) készségkategóriáit (elemi részekre bontás, mintafelismerés, az absztrakció megértése, algoritmusok létrehozása és használata) a gyakorlati jellegű miniprojektek megoldása során. (Csernai, 2020)

A kutatás fókuszterületei az informatikai gondolkodás készségkategóriáinak ismerete, a LEGO® MINDSTORMS Education EV3 robotkészlet használata.

A vizsgálat nem valószínűségi mintavételi eljárással, a könnyen elérhető alanyok módszerével történt (N = 11).

2.1. LEGO® Mindstorms Education ev3 robotkészlet

2013-ban került kereskedelmi forgalomba a LEGO® cég harmadik generációs robotja.

Az oktatás számára készült változat LEGO® Mindstorms Education EV3 néven került piaci értékesítésre.

1. ábra LEGO Education készlet



A kép forrása: Kiss Róbert. „Robotprogramozás alkalmazása az oktatásban.”

Eszterházy Károly Egyetem (2019). <https://tanfolyam.uni-eszterhazy.hu/>

A robotkészlet 2 db nagy szervo motort, 1 db közepes szervo motort, 1 db ultrahangos távolságérzékelőt, 1 db szín szenzort, 1 db giro szenzort, 2 db ütközés érzékelőt és 1 db központi egységet tartalmaz.

A robot „agya” az intelligens téglá (brick), amely egy programozható minikomputer.

A működés elve az, hogy a robotkonstrukció tartalmazza a téglát, valamint az ahhoz csatlakoztatott motorokat és szenzorokat. A program számítógépen vagy tableten készíthető el. A szenzorok

által érzékelt adatok alapján a robot döntéseket hoz a szükséges tevékenységről, amelyet a motorjai segítségével végrehajt.

A programot USB kábelen vagy bluetooth-on keresztül tölthetjük fel a robotra.

2.2. A LEGO® módszertana

A LEGO® három fázisra tagolja a projektek megvalósítását:

- A felfedezés fázisa: a tanulók megismerkednek a feladattal, meghatározzák a kutatási irányt, és számba veszik a lehetséges megoldásokat. A felfedezés fázisának elemei: a megismerés és a véleménycsere.
- Az alkotás fázisa: a tanulók megépítenek, beprogramoznak és újragondolnak egy LEGO® robotkonstrukciót. Az alkotás fázisának elemei: az építés, a programozás és az újragondolás.
- A megosztás fázisa: a tanulók a LEGO® robotok segítségével ismertetik és bemutatják az eredményeiket, a beépített dokumentáló eszköz segítségével pedig azt a dokumentumot, amelyet a kutatásaik alapján hoztak létre. A megosztás fázisának elemei: a dokumentálás és az ismertetés.

2. ábra A LEGO® módszertanának fázisai

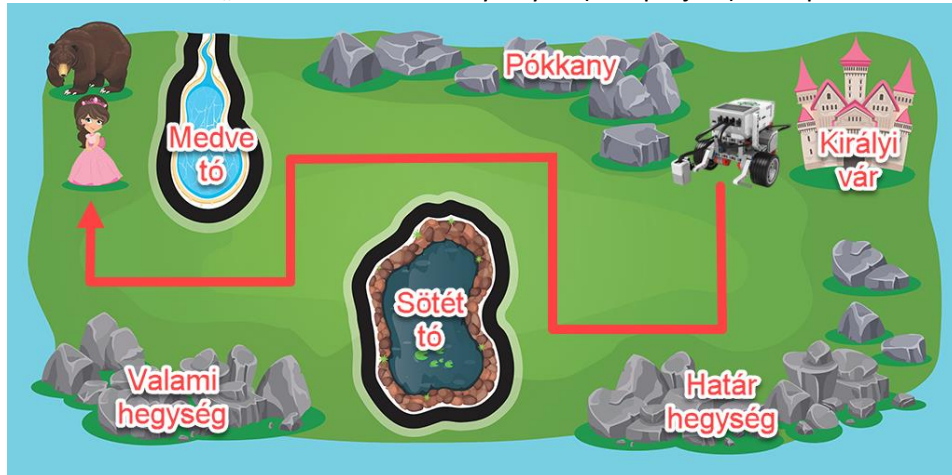


A kép angol nyelvű forrása: <https://education.lego.com/en-us/support/wedo-2/teacher-guides>

2.3. „Szabadítsuk ki a királylányt!” (miniprojekt)

Az első miniprojektünk feladata az volt, hogy a diákok írjanak egy olyan programot, amelyet végrehajtva a robot a „Királyi vár”-tól indulva eljut a királylányig! Mozgása közben nem érintheti meg a hegyeket szimbolizáló dobozokat és nem mehet keresztül teljes terjedelmében a tavakon. Ha hozzáér a dobozokhoz, vagy teljes terjedelmében áthalad a tavak bármelyikén, akkor újra kell kezdenie a mozgását a királyi vártól.

3. ábra „Szabadítsuk ki a királynényt!” (miniprojekt) térképe



A kép forrása: Saját forrás

Az elemi részekre bontás során a bonyolult problémát kisebb, könnyebben kezelhető részekre bontottuk.

A diákokkal közösen összegyűjtöttük azokat a lépéseket, amelyeket a robotnak a mozgása során végre kell hajtania:

1. 30-as sebességgel haladjon előre mindaddig, amíg az ultrahangos távolságérzékelője 10 cm-nél kisebb távolságot nem mér, majd forduljon jobbra 90°-ot.
2. 30-as sebességgel haladjon előre addig, míg a fényérzékelője fekete színt nem észlel. Ekkor forduljon jobbra 90°-ot.
3. 30-as sebességgel haladjon előre, amíg az ultrahangos távolságérzékelője 10 cm-nél kisebb távolságot nem mér, majd forduljon balra 90°-ot.
4. 30-as sebességgel haladjon előre addig, míg a fényérzékelője fekete színt nem észlel. Ekkor forduljon balra 90°-ot.
5. A 30-as sebességgel haladjon előre mindaddig, amíg az ultrahangos távolságérzékelője 10 cm-nél kisebb távolságot nem mér, majd forduljon jobbra 90°-ot.
6. 30-as sebességgel haladjon előre addig, míg az ultrahangos távolságérzékelője 10 cm-nél kisebb távolságot nem mér. Ekkor forduljon jobbra 90°-ot.
7. Haladjon előre egy tengelykörbefordulást.

A robot a mozgása során a következő helyszíneket érinti: Határ hegység, Sötét tó, Pókkany, Medve tó, Valami hegység jobb és bal oldala, valamint a királyné.

A mintafelismerés során a mintákat és trendeket beazonosítottuk a problémamegoldás céljából.

A tanulókkal készítettünk egy táblázatot, amelyben összegyűjtöttük azokat a lépéseket, amit a robot a mozgása során végrehajt.

1. táblázat „Szabadítsuk ki a királylányt!” (miniprojekt) mintafelismerésének táblázata

Lépések száma	Motor	Szenzor	Motor
1.	előre, 30-as sebességgel	ultrahangos távolságérzékelő < 10 cm	jobbra, 90°-ot
2.	előre, 30-as sebességgel	fényérzékelő fekete szín	jobbra, 90°-ot
3.	előre, 30-as sebességgel	ultrahangos távolságérzékelő < 10 cm	balra, 90°-ot
4.	előre, 30-as sebességgel	fényérzékelő fekete szín	balra, 90°-ot
5.	előre, 30-as sebességgel	ultrahangos távolságérzékelő < 10 cm	jobbra, 90°-ot
6.	előre, 30-as sebességgel	ultrahangos távolságérzékelő < 10 cm	jobbra, 90°-ot
7.	előre, egy tengelykörbefordulást	-	-

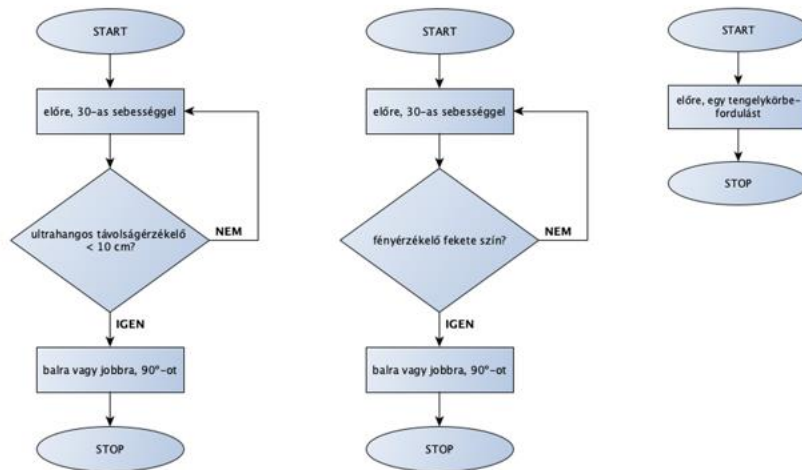
Az absztrakció megértése során a felesleges információkat eltávolítottuk, ezáltal előtérbe került az adott problémára való összpontosítás.

Az algoritmusokat folyamatábrákkal, grafikus módon írtuk le.

Megállapítottuk, hogy a robot a mozgása során az alábbi mintákat követi:

- 30-as sebességgel haladjon előre mindaddig, amíg az ultrahangos távolságérzékelője 10 cm-nél kisebb távolságot nem mér, majd forduljon balra vagy jobbra 90°-ot.
- 30-as sebességgel haladjon előre addig, míg a fényérzékelője fekete színt nem észlel. Ekkor forduljon balra vagy jobbra 90°-ot.
- Haladjon előre egy tengelykörbefordulást.

4. ábra „Szabadítsuk ki a királylányt!” (miniprojekt) absztrakció megértésének folyamatábrái



A kép forrása: Saját forrás

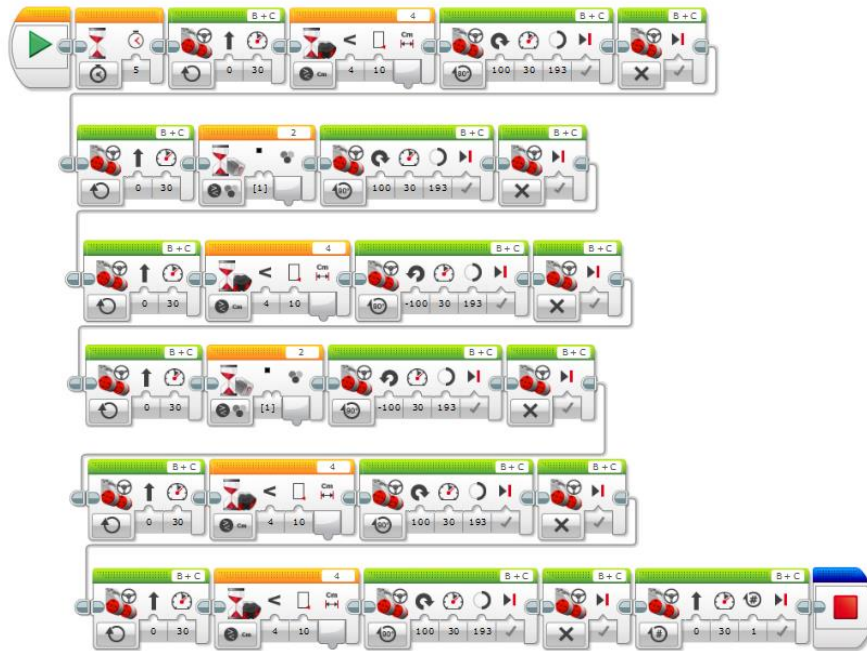
Az algoritmusok létrehozása és használata során meghatároztunk egy olyan műveletsort, amellyel lépésről lépésre megadhatjuk a probléma megoldását.

A felső tagozatos diákok önálló feladatként készítették el a miniprojekt megoldását a grafikus EV3-G programnyelv használatával.

A programok elkészítése és végrehajtása a data-flow elvet követi. Ez annyit jelent, hogy ikonok reprezentálják az egyes utasításokat és ezeket kell egy láncná fűzni, majd a végrehajtás során az ikonok (utasításblokkok) által reprezentált utasításokat balról-jobbra, a láncnak megfelelően hajtja végre a robot központi egysége.

Az elkészített programot a tanulók feltöltötték a robotra és a megírt utasítások végrehajtását leellenőrizték a teszt pályán.

5. ábra „Szabadítsuk ki a királylányt!” (miniprojekt) megoldása az EV3-G programnyelv segítségével

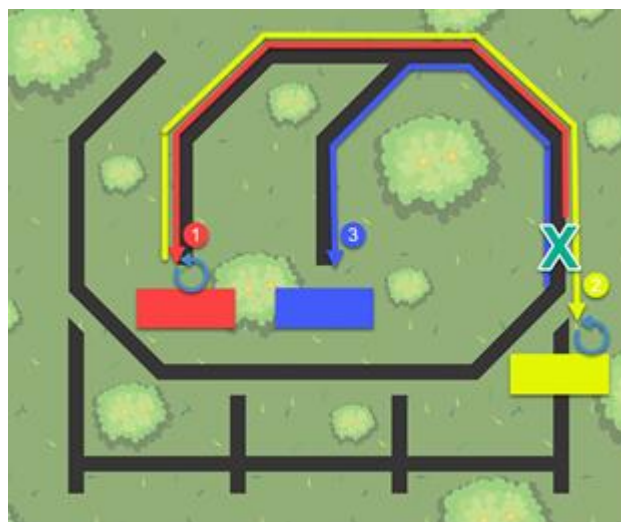


A kép forrása: Saját forrás

2.4. Útelágazás (miniprojekt)

A második miniprojektünk esetében a robot feladata az volt, hogy a zöld X-szel jelölt pozícióból a nyíl irányába indulva járja végig a három akadályt piros → sárga → kék sorrendben. A robot mozgása során a pályán lévő fekete színű vonalakat kell, hogy kövesse.

6. ábra Útelágazás miniprojekt térképe



A kép forrása: Saját forrás

Elemi részekre bontás

A robotnak a mozgása során a következő lépéseket kell végrehajtania:

1. A zöld X-től indulva és az út jobb oldalát követve tartson a piros akadály felé, amíg 15 cm-en belül akadályt nem érzékel, ekkor álljon meg.
2. Visszafordulásnál a fény szenzor az útvonal bal oldali részére érkezen és az út bal oldalát követve tartson a sárga akadály felé, amíg 15 cm-en belül akadályt nem érzékel, ekkor álljon meg.
3. Visszafordulásnál a fény szenzor az útvonal bal oldali részére érkezen és az út bal oldalát követve álljon meg a kék akadály előtt.

Mintafelismerés

Hasonlóképpen, mint az előző miniprojektnél, a tanulókkal készítettünk egy táblázatot, amelybe összegyűjtöttük azokat a lépéseket, amit a robot a mozgása során végrehajt.

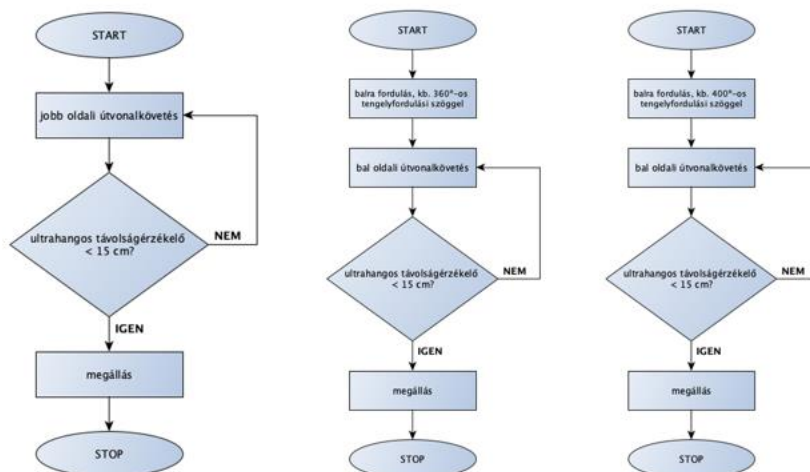
2. táblázat Útelágazás (miniprojekt) mintafelismerésének táblázata

Lépések száma	Motor	Szenzor	Motor
1.	jobb oldali útvonalkövetés	ultrahangos távolságérzékelő < 15 cm	megáll
2.	balra fordulás, kb. 360°-os tengelyfordulási szöggel, bal oldali útvonalkövetés	ultrahangos távolságérzékelő < 15 cm	megáll
3.	balra fordulás, kb. 400°-os tengelyfordulási szöggel, bal oldali útvonalkövetés	ultrahangos távolságérzékelő < 15 cm	megáll

Az absztrakció megértése

A mintafelismerés során elkészített táblázat alapján létrehoztuk a minta alapjaként szolgáló folyamatábrákat.

7. ábra Útelágazás (miniprojekt) absztrakció megértésének folyamatábrái



A kép forrása: Saját forrás

Algoritmusok létrehozása és használata

A felső tagozatos diákok önálló feladatként elkészítették a miniprojekt megoldását a grafikus EV3-G programnyelv használatával.

8. ábra Útelágazás(miniprojekt) megoldása az EV3-G programnyelv segítségével



A kép forrása: Saját forrás

2.5. További miniprojektek

A Robotprogramozás szakkörön az alábbi miniprojekteken keresztül folytattuk tovább az informatikai gondolkodás elemeinek fejlesztését:

- Kockakeresés: a robot feladata, hogy a zöld X-szel jelölt helyről a nyíl irányába indulva, mozdítsa el a kockákat a helyükről.
- Színválogató robot: olyan program készítése, amelynek végrehajtása során a robot egyenesen előre halad és a piros, kék, zöld színű LEGO® elemek közül kiválogatja a piros színűeket.

- A robot, mint hangszer: minden csapatnak közösen kell egy általuk választott dallamot lejátszani a robotok segítségével.
- Távirányítós kisautó: egy távirányítású járművet programozunk, ahol a két robot közül az egyik a jármű, a másik pedig a távirányító.
- Fenyőfaszállítás: olyan program írása, amelynek végrehajtása során a robot megkeres egy fenyőfát, amely három különböző pozíció valamelyikében van.
- Robotszumó: a szumo robotoknak a küzdőtéren mozogva meg kell találniuk az ellenfelet és le kell tolniuk a küzdőtérről vagy mozgásképtelenné kell tenniük.

2.6. A Robotprogramozás szakkör tapasztalatai

A szakkör tapasztalatai a következők:

- A felső tagozatos diákok szívesen használták a LEGO® EV3 robotkészletet a szakkörön.
- A változatos miniprojektek erősen motiválták a tanulókat a feladatok megoldásában.
- A játékos, gyakorlati feladatokon keresztül a gyerekek sikeresen alkalmazták a LEGO® módszertanát és elsajátították az informatikai gondolkodás készségkategóriát.
- A tanulók a miniprojektek megoldása során megismerték más diáktársuk ötleteit, megoldásait, ezáltal tanultak egymástól.

Az alábbi életképek a Robotprogramozás szakkör 90 perces foglalkozásainak keretein belül készültek.

9. ábra Életképek a Robotprogramozás szakköréről



A kép forrása: Saját forrás

3. Összegzés, a kutatás folytatása

Az informatikai gondolkodás hatékonyan segítette a problémamegoldást, az absztrakt gondolkodás fejlődését, a rendszerezési és kombinatív készségek, valamint a társas kapcsolatok erősödését.

A kutatásom következő fázisában a Robotprogramozás kezdő és középhaladó csoportjának tanulói körében egy attitűdkutatásra kerül sor, amely során az informatikai gondolkodással kapcsolatos vélekedéseket vizsgálom meg, a kombinált paradigma módszerével (Sántha, 2014), egy saját fejlesztésű mérőeszközzel, kérdőív, majd interjú formájában.

Irodalomjegyzék

Cuny, Jan; Snyder, Larry ; Wing, Jeannette M. "Demystifying Computational Thinking for Non-Computer Scientists" work in progress, 2010.

Csernai, Zoltán: Az informatikai gondolkodással kapcsolatos vélekedések az Eszterházy Károly Egyetem osztatlan informatikatanár szakos hallgatói körében (2020) Workshop 2020. Pécsi Tudományegyetem. Pécs, 2020. szeptember 2-4., (megjelenés alatt)

<https://doi.org/10.31915/NWS.2020.14>

Főző Attila László és Racsko Réka (2020). Az iskolai digitális érettség értékelésének lehetőségei. (2020) Civil Szemle 17 : 3 pp. 93-113. , 21 p.

Gadzikowski, Ann. "Planting the Seeds of Computational Thinking in Early Childhood.",2019.
<http://anngadzikowski.com/planting-the-seeds-of-computational-thinking-in-early-childhood/>

Kiss Róbert. „111 feladat LEGO® MINDSTORMS® EV3 és NTX robotokhoz.” H-Didakt Kft. (2016).
https://hdidakt.hu/wp-content/uploads/2016/02/Robot_feladagyujtemeny_EV3_NXT.pdf

Kiss Róbert. „A MINDSTORMS EV3 robotok programozásának alapjai.” H-Didakt Kft. (2014).
https://hdidakt.hu/wp-content/uploads/2016/01/dw_74.pdf

Kiss Róbert. „Robotprogramozás alkalmazása az oktatásban.” Eszterházy Károly Egyetem (2019).
<https://tanfolyam.uni-eszterhazy.hu/>

LEGO® Education. „Teacher Guides and Preparation Materials for WeDo 2.0.”
<https://education.lego.com/en-us/support/wedo-2/teacher-guides>

Lengyelne Molnár Tünde: ICT as an Education Support System Quantitative Content Analysis Based on Articles Published In Emi. In: Daniel, TH Tan; Linda, ML Fang (szerk.) 2013 IEEE 63rd Annual Conference International Council for Educational Media (ICEM) Singapore, Szingapúr : Nanyang Technological University (2013)

<https://doi.org/10.1109/CICEM.2013.6820179>

Magyar Közlöny 2020. évi 17. szám. URL:

<https://magyarkozlony.hu/dokumentumok/3288b6548a740b9c8daf918a399a0bed1985db0f/megtekintes>

Nemzeti alaptanterv (2012) – Nyilvános vitaanyag. URL: http://pszheves.hu/wp-content/uploads/2013/08/nat_20121.pdf

NSF (2013): Cyberinfrastructure training, education, advancement, and mentoring for Our 21st Century Workforce (CI-TEAM)". URL: http://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=12782

Research Notebook: Computational Thinking - What and Why? The Link." Pittsburgh, PA: Carnegie Mellon, 2011. <https://www.cs.cmu.edu/%7ECompThink/resources/TheLinkWing.pdf>

Wing, Jeannette M. "Computational Thinking," Communications of the Association for Computing Machinery Viewpoint, March 2006, pp. 33-35. <http://www.cs.cmu.edu/~.15110-s13/Wing06-ct.pdf>
<https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>