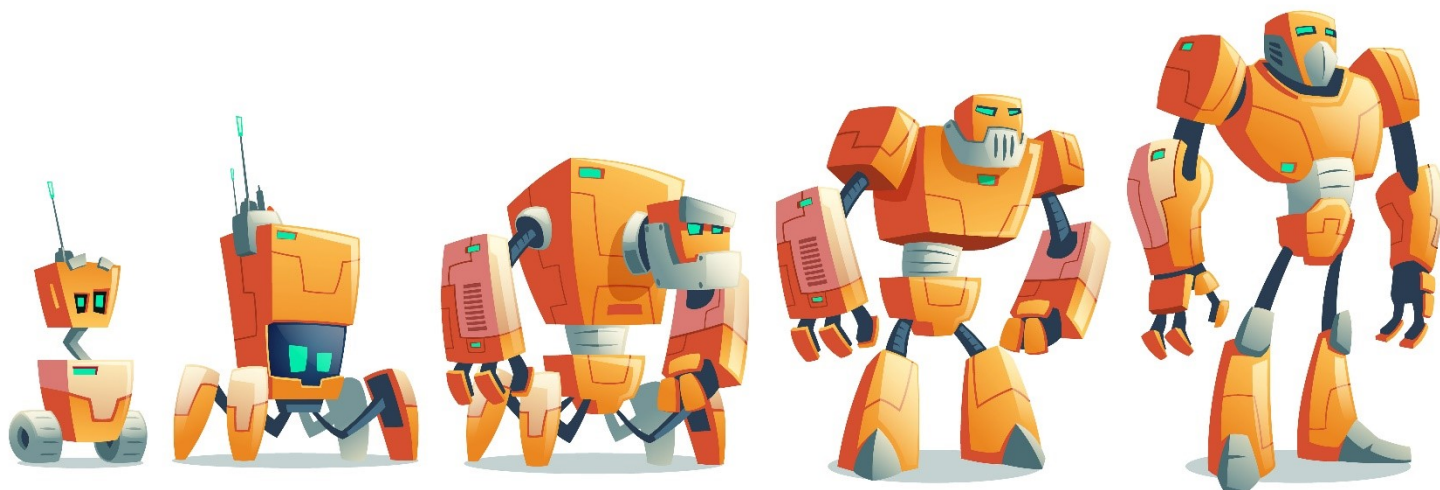




Belépő a tudás közösségébe

Segédanyag tanárok számára



Robotikáról tanároknak

Pluhár Zsuzsa

A kiadvány „A felsőoktatásba bekerülést elősegítő készségfejlesztő kommunikációs programok megvalósítása, valamint az MTMI népszerűsítése a felsőoktatásban” (EFOP-3.4.4-16-2017-006) pályázat keretében készült 2017-ben.

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Robotikáról tanároknak

Szerző

Pluhár Zsuzsa

Felelős kiadó

ELTE Informatikai Kar

1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C.

ISBN szám

ISBN 978-963-489-147-5

A kiadvány „A felsőoktatásba bekerülést elősegítő készségfejlesztő és kommunikációs programok megvalósítása, valamint az MTMI szakok népszerűsítése a felsőoktatásban” (EFOP-3.4.4-16-2017-006) című pályázat keretében készült 2017-ben.

A fedőlapon szereplő kép forrása freepik.

Robotikáról tanároknak

„A technológia hatékony eszközt biztosít a diákoknak saját intellektuális struktúrájuk építéséhez.”¹ (Papert)

¹ „The technology provides a powerful tool for students to build their own intellectual structures” (Papert, 1993, p. 7)

Tartalomjegyzék

.....	0
Robotikáról tanároknak.....	0
Bevezető/előszó.....	6
Oktatási változások.....	6
Az IKT hatásai	7
Robotika	10
Mi is az a robotika? Eszik-e vagy isszák?	10
De mik is azok a robotok és mitől robot egy robot?	10
Robotgenerációk	13
Robotok felépítése és működése	14
Mire és mikor használunk robotokat?.....	15
Miért is használjunk az oktatásban robotokat?.....	17
Szükséges eszközök.....	18
Tábla/projekt fal.....	18
Terepasztal és egyéb tartozékai.....	19
Robot-tároló alkalmazhatóságok	19
Kezdeti lépések.....	20
Robotika, robotok általános megismerése	21
Irányítás, vezérlés	21
Érzékelés	22
Mérnöki folyamatok - az építés	22
Robotok nélkül	24
Érzékelők használata	25
Irányítás	25

Projektek tervezése	27
A feladat meghatározása	27
Csoportok kialakítása, kooperáció és együttműködés.....	28
Beszámolók és megbeszélések	28
Dokumentáció	29
Építés, módosítás	29
Értékelés	30
Idő.....	31
Önálló alkotás.....	31
Projekt tervek	32
Bevezető foglalkozások a robotokról	32
Beszélgetés a robotokról	33
Tervezz robotot!	34
Robotgyűjtemény	36
Ismerős robot	37
Filmek robotokról	37
Ismétlés-activity robotokról, robotikáról	39
Bevezető játékok irányításra - az utasítások pontosságának és megfogalmazásának fontossága	39
Irányítsd a társad!	40
Ki a gyorsabb és pontosabb?	40
Emlékezzünk a teknősre.....	41
Rajzold, amit mondok!.....	42
Csomókötés	42
Mit láttam	43
Bevezető feladatok részekre bontásra, együttműködésre	43
Bontsuk részekre	44

Építsünk modellt	44
Juttass ki a labirintusból	45
Gyártssunk részeket	45
Bevezető foglalkozások és játékok az érzékelők, érzékelés lehetőségeire	45
Ember és robot érzékszervei	45
Hogyan is működnek ezek az érzékelők és hol fordulnak elő a mindennapjainkban? ..	47
Játékok az érzékszervekkel	48
Érzékelők pontossága	49
Tervezés, építés előkészítése	50
Honnan veszik a mérnökök az ötleteiket?	50
Robotépítés	50
Tervezz célfeladatra	51
Robot tervező, építő aktivitások	51
Érzékelők beépítése	52
Ki a gyorsabb?	52
Mesehős megsegítése	53
Rajzgép	53
Egérfogó	54
Csokiautomata	54
Robot életre keltése	54
Irányítás feladatai	56
Érzékelőkkel	57
Robotok közötti kommunikáció	57
Komplex projektötletek	58
Terepasztal bejárása	58
Tárgyak elmozgatása, összegyűjtése	58

Programozható robot, kódolvasás	58
Robot foci, robotharc, sumo.....	59
Okosotthon, okosiskola és okosház vagy okosváros	59
Közlekedésirányítás.....	59
Robotok és művészet.....	59
Robotok és az irodalom (történelem)	60
Saját robot	60
További feladatok, ötletek	60
Milyen robotot válasszunk, használjunk?	61
Mikrokontroller - Micro:bit.....	61
Elérhető tananyagok, segédletek	62
LEGO Education lehetőségek.....	63
Elérhető tananyagok, segédletek	64
Padlórobotok - Méhecske és a családja (Beebot, Bluebot és ...).....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
Elérhető tananyagok, segédletek	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
Makeblock: Mbot és társai – az arduino alapú projekt	66
Elérhető tananyagok, segédletek	66
FischerTechnik	66
Elérhető tananyagok, segédletek	67
ArTec Robotist	67
Elérhető tananyagok, segédletek	67

Bevezető/előszó

Ez a könyv azoknak szól, akik már felismerték és sokat hallottak arról, hogy megváltozott a társadalmi elvárás az oktatásunkkal szemben. Akik tudják, hogy

- a diák nem egy tartály, amit meg kell töltenünk;
- a tanár nem a mindent tudó és „megmondó” próféta;
- a tanulási szintér már nem csupán az iskola és a könyvtár;
- a tudás „nem egy átadandó árucikk. Sem pedig egy információ, melyet leszállítunk az egyik oldalról, tárolunk, kódolunk és a másik oldalon pedig megismételjük. Ehelyett a tudás olyan tapasztalat, amely aktív építési és újjáépítési interakció a környezettel.”² (Ackermann, 1996, p.27);
- és akik szeretnék elősegíteni, hogy diákjaik gondolkodjanak a tapasztalataikról, tudjanak reflektálni azokra és meg tudják osztani azokat másokkal.

Ez a könyv nem felsőoktatási tankönyv a robotokról! Nem beszélünk (sokat) a folyamatokról, manipulátorokról és a mérnöki szakokon folytatott robotikai fejlesztések elméleti alapjairól.

Ennek egyik oka az, hogy a nap mint nap változó világunkban igen nehéz lenne egy naprakész könyvvel előállni. A másik ok pedig az, hogy a könyv olyan pedagógusoknak (is) szól, akik nem fejlesztőmérnökök (esetleg nem is akarnak azok lenni) és akik a „Miért is tanítsunk robotikát” fejezetben leírtakkal egyetértve indulnak neki a robotika oktatásnak. Nekik szeretnék egy eszközt a kezükbe adni, mely segít megtenni az első lépéseket.

A könyvben ugyan szerepel pár konkrét eszköz, robot leírása, de a főbb részeket igyekeztünk eszközfüggetleníteni. A konkrétabb projektleírások estében érdemes figyelembe venni, milyen eszköz áll rendelkezésre, és az egyes feladatokat ahhoz igazítani.

Oktatási változások

... és az ezek által generált, létrejött elvárások

Az oktatással kapcsolatos problémafelvetések, a felvetett problémák egy része (illetve ezek megoldatlansága) nem új keletű kérdés.

² „knowledge is not a commodity to be transmitted. Nor is it information to be delivered from one end, encoded, stored and reapplied at the other end. Instead, knowledge is experience, in the sense that it is actively constructed and reconstructed through direct interaction with the environment.”

Az első magyar nyelvű nevelésméleti tankönyv, Tóth-Pápai Mihály Gyermek-nevelésre vezető út-mutatása³ is foglalkozik többek között olyan problémákkal, hogy mit és milyen mennyiségben tanítsunk, ha fontos számunkra, hogy a diák

- használható tudást kapjon, melyet később más területeken is tud használni (=tudástranszfer);
- meglévő tudására építhessünk;
- motivált legyen a tanulásban, elsajátítás folyamatában;
- képességeinek és előismereteinek ismeretében differenciálva tanulhasson;
- képes legyen a toleranciára.

Az IKT hatásai

Az Információs és Kommunikációs Technológiák (IKT) rohamos (robbanás szerű) fejlődése és elterjedése több változást is generált mind az oktatás, mind az általános társadalmi elvárások területén.

Ilyen például az oktatás minőségi dimenzióinak, valamint a tudás és ismeretanyagok elsajátítási céljainak változása. Nem csak a tartalmi tudásra van szükség, de arra is, hogy a nem ismert információkat meg tudjuk keresni, kritikusan tudjuk vizsgálni, esetlegesen elő tudjuk állítani.

Fontos a tanulási színterek – már nem „csak” az iskolában sajátíthatjuk el a tudást – valamint módok – nem a frontális átadás az általános – megváltozása, melyek mind kiemelt fontosságú problémát jelenthetnek a mai kor diákjai számára. A tanulási folyamat nem zárul le, ki kell terjedjen egész életünkre (life-long-learning, life-wide-learning fogalmak) és a környezetünktől (munkáltató, család, ...) is elvárt képesség a folytonos fejlődés és megújulás. A technológia fejlődés megváltoztatta nem csak az információ terjedésének lehetőségeit és folyamatát, de más gondolkodási stratégiák megvalósulását várja el. Eltérő viselkedési és gondolkodási sémák, képességek és készségek meglétét feltételezi és igényli. A felhasználó, tanuló a befogadói státuszról átkerült az alakítói, fejlesztői, illetve szerzői oldalra. A közösség és az abban végzett folyamatok szintén átértékelődtek.

³ a' S. Pataki Helvetica Confeffiót tartó Collégiumban tanító ifjúság számára Kassán, Elinger János Cs. és Királyi privil. Könyv-nyomatónál 1797.

<http://old.lib.pte.hu/elektkonyvtar/ekonyvek/elibrary/utmutat/utmut002.htm>

Az informatikai írástudás fogalmi kereteinek bővülésével, a digitális műveltség meghatározásától az IKT műveltség definiálásán keresztül az informatikai gondolkodás (computational thinking) fogalmáig több szinten kerülnek elő a meghatározások és definíciók, mit kell(ene) egy mai diáknak elsajátítania, milyen képességekkel és készségekkel kell(ene) rendelkezni az informatika tudományterületén. Ezen definíciók egyre inkább egyetértenek abban, hogy az informatika már nem korlátozódhat az eszközhasználat elsajátításának szintjére. A fókusz a tudományterülethez kapcsolódó gondolkodási képességek fejlesztésén van.

Az International Society for Technology in Education (ISTE) és a Computer Science Teacher's Association (CSTA) a következőképpen definiálta a jelenleg használt **informatikai gondolkodás** fogalmát:

Olyan problémamegoldó folyamat, mely magában foglalja az alábbi ismérveket (bár nem csak ezekre korlátozódik):

- A problémák olyan módon történő megfogalmazása, hogy az számítógép, illetve egyéb eszköz segítségével megoldható legyen.
- Adatok logikai szervezése és elemzése.
- Adatok reprezentálása absztrakt módon, mint modellezés és szimuláció.
- Megoldások automatizálása algoritmikus gondolkodás segítségével (rendezett lépések sorozataként).
- Lehetséges megoldások azonosítása, értelmezése/elemzése és implementálása (megvalósítása) a legeredményesebb és leghatékonyabb lépések és források kombinációinak érdekében.
- A problémamegoldás folyamatának általánosítása és kiterjesztése.

Ezeket a képességeket támogatja és növeli az attitűdök száma, melyek elengedhetetlen dimenziói az informatikai gondolkodásnak. Ezek az attitűdök:

- magabiztosság az összetett folyamatokban;
- kitartás a nehéz problémák megoldása során;
- a kétértelműség elfogadása;
- képesség a nyílt (végű) problémák kezelésére;
- képesség a másokkal való kommunikációra és együttműködésre egy közös cél vagy megoldás érdekében.

Ezekből a meghatározásokból az alábbi fontosabb gondolatokat is megfogalmazhatjuk:

Robotikáról tanároknak

- Globálisabb oktatási elgondolásokkal kell előállnunk - nem korlátozódhatunk 45 perces órákra, témakörökre olyan alapokon, hogy azokat pl. egy témazáró dolgozattal lezárjuk és majd csupán hivatkozási szinten építkezünk rájuk a továbbiakban.
- Nem elég 1-1 tantárgyban, témakörben gondolkodnunk – a tanárok közötti csapatmunkára, együttműködésre is szükség van.

Azaz népszerű néven a projekt alapú oktatást kell(ene) előnyben részesítenünk sok-sok egyéb kiegészítővel.

Robotika

Mi is az a robotika? Eszik-e vagy isszák?

Maga a robot szó Carel Capek „Rossum univerzális robotjai” című színdarabjában fordul elő először 1921-ben. A szó alapját a szláv eredetű munka („rabota”) szó adja, mely utal az eredeti funkcióra.

1942-ben Isaac Asimov Runaround című novellájában jelenik meg a robotika három alap törvénye:

- I. A robotnak nem szabad kárt okoznia emberi lényben, vagy tétlenül túrnie, hogy emberi lény kárt szenvedjen.
- II. A robot engedelmeskedni tartozik az emberi lények utasításainak, kivéve, ha ezek az utasítások az Első Törvény előírásaiba ütköznek.
- III. A robot tartozik saját védelméről gondoskodni, amennyiben ez nem ütközik az Első és Második Törvény előírásaiba.

Ezt a három törvényt azóta minden robotikával kapcsolatos munkában és műben hivatkozzák és elfogadják.

De mik is azok a robotok és mitől robot egy robot?

Ha sok robotikáról szóló könyvet, tanulmányt, értekezést átlapozunk, a rövid konklúzió az lehet, hogy a **robotika célja** az ember által folytatott fizikai és szellemi munkavégzés *intelligens gépi munkával való kiváltása, támogatása*. Az „intelligens” elvárás abban rejlik, hogy a robotok a saját tevékenységüket kisebb kisebb-nagyobb mértékben ellenőrizzék és korrigálják.

A robot pedig olyan ember által készített szerkezet, mely ezt megvalósítja.

Kitérő: érdekes kérdést vet fel, hogy egy robot által készített, ugyanezt a folyamatot, tudást megvalósító szerkezetek minősülhetnek-e robotnak?

A védekező válasz általában az, hogy a tervezés és nem a fizikai folyamat összeállítása a döntő. De még ezek alapján is ki kellene sajnos mondanunk, hogy így Stanislaw Lem szinte minden robotját elvesztettük – s nem nevezhetjük azokat robotnak 😞

A meghatározásunk alapján az első részfeladat: a **fizikai munkavégzés** helyettesítése. Ennek taglalását is kezdhethetnénk a „korai kezdetektől”, azaz a történelem előtti időkből, amikor az ember a számára nem tetsző, veszélyes munkát kiadta alvállalkozóknak: rabszolgák, szolgák, állatok erejét használták az egyes munkák elvégzésére, olyan eszközöket (manipulátorokat) készítettek, melyek automatizálhatták az egyes tevékenységeket.

A folyamat alapja általában a természet, az emberek, állatok mozgásának megfigyelése és „leutánzása”. Például a Arisztotelész vagy Leonardo da Vinci járással kapcsolatos megfigyelései és mozgásvizsgálatai.⁴

Mechanikus szerkezetekből az ókori kínai mechanikus hadvezértől és zenekartól kezdve a vízzel hajtott gépekig (Héron automatái, vízórák szerte e világban, ...) rengeteg megvalósítást vagy tervet (Leonardo páncélos lovagja) találhatunk.

Nagy Szent Albert (XII-XIII. század) Arisztotelész munkáinak feldolgozása, „kommentelése”, azaz jegyzetekkel való ellátása közben bizonyos források szerint egy gépembert (androidot) is alkotott. Ez nem csupán a kisebb házimunkák elvégzésére volt képes, hanem beszélni is tudott. Aquinói Szent Tamás semmisítette meg eretnekségre hivatkozva. ☹

Érdekes és előre vetítő Kempelen Farkas (XVIII. század) sakkozó török szerkezete, melyet sokáig intelligens szerkezetként kezeltek és csak később derült ki, hogy az asztalba rejtett tehetséges sakkozó mozgatta a bábúkat. Mindemellett a gépi beszéd kutatásának alapjául szolgálhatott “Az emberi beszéd mechanizmusa” című munkája.



Figure 1: Kempelen beszélő gépének rekonstrukciója (forrás: wikipedia)

De csak a technológiai fejlődése (1-4. ipari forradalom) révén alakulhatott ki a mai értelemben vett gépi megvalósítás, amikor nem csak egy-két csodálatos szerkezet megszületéséről beszélhetünk. Ennek szükségessége nem csak a meghajtás, üzemeltetés folyamatában érezhető, de pl. az egyes alkatrészek, elemek elkészítésének, előállításának fázisaiban is.

⁴ ld. <http://members.iif.hu/visontay/ponticulus/rovatok/hidverok/jozsa-laszlo-leonardo-da-vinci-jaras-es-mozgasvizsgalatai.html>

Az első ipari forradalom Fonó Janny-je, szövőgépei után mind változatosabb gépek, mechanizmusok születhettek, melyeknek méretei, precizitása és lehetőségei egyre csak bővültek.

Az elterjedést és a sokszínűséget az egyes alkatrészek mind olcsóbb és kisebb méretben történő előállítására is segítheti. Hasonlítsuk csak össze Muszka Dániel szegedi katicabogarát⁵ a most használatos Beebot-tal, vagy érzékelős társával a Blue bot-tal:

A katica 60 cm hosszú, 40 cm széles, 25 cm magas. Belsejében elektroncsövek, germániumdiódák, fotocellák, jelfogók,



elektromotorok és mikrofon is található. Hang és fényerősség érzékelésre is képes, de hálózatra kötve működik. A méhecske 17 cm hosszú, 13 cm széles és 7 cm magas és akkumulátorát is magában hordozza.

A mai robotok szemszögéből nézve a fizikai megvalósítás során a járás, mozgás, illetve az emberi környezetben való boldogulás kihívásai, valamint a mind humanoidabb megvalósítások: a mimika, érzelmek fizikai kifejezése jelentette és jelenti a fejlődési irányokat. Ezek közül talán a leglátványosabb a Darpa robot-kihívása és az erre készült robotok bemutatója. A könyv későbbi fejezeteiben további példákat és forrásokat is mutatunk.

A gépi gondolkodás a második dimenziója a robotika témakörének.

Az élettelen élőlények (elsősorban humanoidok) „lélekkel”, értelemmel való ellátásáról több történelmi és irodalmi műben is megjelennek utalások. Gondolhatunk itt a bibliai Gólemre, a görög mitológia ugyancsak agyagból gyúrt első nőjére, Pandórára, Pygmalion Galateon szobrára, Pinokkióra, vagy Stanislaw Lem robot-univerzumára.

Jelenleg érdemes a gépi gondolkodás témakörünket is tovább bontanunk az **érzékelés-döntéshozás** előre beprogramozott lehetőségeinek és az **intelligens viselkedés, önálló tanulással** történő fejlődési mechanizmusára.

⁵ Id. https://hu.wikipedia.org/wiki/Szegedi_katicabog%C3%A1r

A gondolkodás, döntés alapját adó érzékelés és annak pontossága is folyamatos változáson ment keresztül.

Napjainkra egyre több olyan eszköz születik, mely az emberek érzékszerveit, mozgásszerveit helyettesíthetik, segíthetik vagy azokhoz hasonló műveletekre képesek.

Az adatok begyűjtése mellett az informatikai eszközök fejlődése lehetővé tette a feldolgozás gyorsaságának növekedését is. A gépi látás eszközei az egyszerűbb fényviszony-érzékeléstől mára eljutottak az aránylag megfelelő, kevés hibával dolgozó képfelismerésig.

A mesterséges intelligencia (MI), a gépi tanulás fejlődésétől várjuk és várhatjuk annak megoldását, hogy a robotjaink ne csak az előre beprogramozott tudásunkat használják, de tanuljanak a tapasztalatokból.

Érdekes kérdéseket feszegethet, ha belegondolunk a jelenlegi rendszerek tanulási mechanizmusába és eredményeibe. A Rövidzárlat (Kolibri színház) című ifjúsági darabban jól kiemelik a szerzők, hogy az, hogy valaki naponta 17-24-szer látogat el egy másik valakinek a közösségi oldalára csupán „megnézés” céljából, ez a logikus következtetések alapján jelenthet komoly memória zavart is.

Jelenleg több olyan döntést hozunk naponta, mely egy gép számára nem támasztható alá logikus érvekkel. A tanulással kapcsolatos rendszerek számára egyre több, többféle adat elérhető és véges, belátható időn belül feldolgozható. Ez nem csak azt jelenti, hogy megfelelő visszajelzések mellett egyre pontosabb és gyorsabb tanulásra képesek, de szokásainkat elemezve egyre pontosabban megjósolhatóak cselekedeteink – illetve pszichológiai és etikai boncolgatásokkal kijelenthetjük, hogy a megjósolt cselekvéseinket egyre inkább beteljesítjük.

Ebben a könyvben a gépi tanulással és a mesterséges intelligenciával nem foglalkozunk többet, mivel ez külön könyvet érdemel(ne).

Robotgenerációk

A robotika esetében több generációról beszélhetünk.

Az **első generációt** az 1960-as évektől számoljuk. A robotok elsősorban mozgatással kapcsolatos feladatok megoldására voltak alkalmasak. Nem rendelkeztek a környezet változásait vizsgáló külső érzékelőkkel, és a programozhatóságuk alacsony szintű volt: a robot mozdulatait a program egyértelműen meghatározta.

Az 1970-es évekre a **második generációs** robotok már érzékelőkkel vizsgálták a környezetüket és a kapott információknak megfelelően a programjuk által meghatározott módon tudtak reagálni.

A robotok felhasználási területe ekkor még elsősorban az iparban, azon belül is a nehéziparban, a gyártósorokon történik.

A **harmadik generációs** robotoknál jelennek meg a mesterséges intelligencia első elemei. Önálló viselkedési algoritmusuk és döntési rendszerük alapján az érzékelőktől származó jeleket feldolgozzák, képesek az információkat kombinálni és a magukról, a környezetről tárolt modellt önállóan módosítani.

A robotok szélesebb körben kerülnek használatra: a szerelési területek kibővülnek és laboratóriumokban, mélytengeri és űrkutatási projekteken is megjelennek. A mind kisebb alkatrészek, pontosabb mérésekre alkalmas érzékelők, nagyobb adatfeldolgozást lehetővé tévő erőforrások elterjedésével megjelenő nano és micro robotok az orvostudomány, mezőgazdaság, haditechnika lehetőségeit is kibővítették.



A robotok történetéhez készítettünk egy idővonalat.

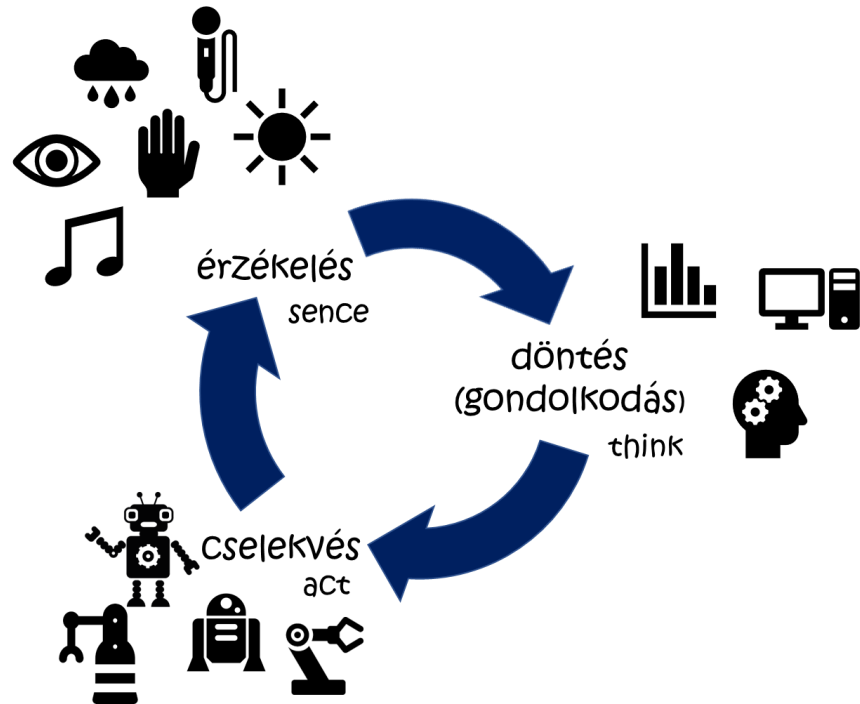
https://cdn.knightlab.com/libs/timeline3/latest/embed/index.html?source=1mq1rbapDIms1sWO2JF5VwR5H_gd5L5fHAAs2BF5TKwY

Az idővonalat az ELTE IK hallgatói folyamatosan bővítik, javítgatják.

Robotok felépítése és működése

Egy robot tehát nem feltétlenül kell, hogy mozogjon, de mindenképpen kell, hogy rendelkezzen az általános „érzékelés - döntés - akció (reakció, hatás)” körrel.

Azaz *érzékelnie* kell a környezetét, annak változásait. Az érzékel események hatására *döntést* kell hoznia és annak megfelelően *cselekednie*.



Ábra: Érzékelés-döntés-cselekvés kör

Ehhez magát a fizikai szerkezetet (hardver) 2 főbb részként szokták kezelni: az érzékelők és a beavatkozók, manipulátorok részre. Mindkét rész önálló tudományágként is megállja a helyét. Az érzékelők adják a bemeneti adatokat, a manipulátorok pedig a döntés alapján kapják meg a kimeneteket.

Mire és mikor használunk robotokat?

A robotokat többféleképpen csoportosíthatjuk. Az egyik ilyen szempont lehet az, hogy mikor és miért is használjuk, azaz milyen céllal készítjük, fejlesztjük ezeket a szerkezeteket?

Amikor egy elvégzendő munka

- túl veszélyes az ember számára,
- túl nagy precizitást igényel,
- túl monoton,
- túl koszos,
- túl nehéz,
- elérhetetlen,

akkor igyekszünk kiváltani, tehermentesíteni az embert: azaz egy gyorsabb, precízebb, pontosabb, biztonságosabb és tisztább munkavégzést megvalósítani.

Robotikáról tanároknak

Természetesen nem csak az önállóan dolgozó robotokról beszélhetünk, de a robot-robot és a robot emberrel való együttműködése is legalább olyan érdekes kutatási és fejlesztési terület, mint az, hogyan tudnak majd a robotok olyan szituációkban viselkedni, olyan eseményekre reagálni, melyekre nincsenek előre beprogramozva.

Miért is használjunk az oktatásban robotokat?

Több felől megközelíthető ez a kérdés....

Az egyik szempont lehet, hogy robotokat az élet szinte minden területén használunk – az egyes területeken is különböző céllal. Azaz régi klasszikust idézve: „A robotok már a spájzban vannak”.

Például az orvostudományban a műtétek pontosabb, sterilebb végrehajtásától, az egyszerűbb diagnózisok felállításában és ehhez kapcsolható tanácsadáson keresztül egészen a veszélyes hulladékok eltakarításáig és feldolgozásáig. Az elérhetetlen és veszélyes terepkutatások nem csak más égitestek, de például barlangok, vulkánok kutatását, megfigyelését is lehetővé teszik.

Egyre több ember találkozik már gyermekkorban is robotokkal akár otthon is – a robotporszívó, a robotfűnyíró már nem egy elérhetetlen fikció a filmekből. Nem hátrány, ha ismerjük a környezetünkben található eszközöket, szerkezeteket.

A másik nagyon fontos szempont, hogy a fő célunk tanárként elérni – a bevezetőben említetteken kívül – azt, hogy a diákjaink mélyebben beleássák magukat a technológiába, az ezzel kapcsolatos fogalmakba. Gondolkodjanak el a körülöttük lévő világról, annak működéséről és értsék is meg azokat.

Itt nem csupán a STEM (MTMI) területekről beszélhetünk, de gondolhatunk egyéb tudományterületekre, műveltségi területekre, művészeti területekre (zene, tánc, képzőművészet), valamint a szocializációra, a társadalmi együttélésben és együtt dolgozásban szükséges készségekre és képességekre, mint például a kooperáció, csapatmunka, saját magunk kifejezése, problémamegoldás, kritikus gondolkodás.

Ugyancsak oktatással kapcsolatos problémakör, hogy az oktatásban zömmel zárt végű, jól definiált feladatokat oldunk meg: jól definiált kezdőállapotból egy jól definiált végállapotba kerülünk és egyértelmű választásokat kell véghezvinnünk. Ezzel szemben a valós világban többnyire olyan problémákkal állunk szemben, melyek nyílt végűek, azaz

- nem csak egy helyes megoldása lehet;
- nem csak egy úton, módon, stratégiával juthatunk el a megoldáshoz;
- az eredményeink értékelése több kritérium alapján is megtörténhet.

Mindehhez a robotikával egy olyan eszközt választunk, mely elősegíti a cselekvés általi tanulást (learning by doing, illetve „hands-on mind-on learning”). Megengedi nekünk, hogy projekt alapú, tanuló központú aktivitásokban a hangsúlyt a **tanulási folyamatra** helyezzük és ne (csak) az előállított termékre. Valamint zömében nyílt végű problémákat kell megoldanunk.

Harmadik mozgató rugóként említhető a motiváció: az oktatás színesítése, a diákok fizikai megmozgatása. Már az 1980-as években Papert⁶ kutatócsoportja is kimutatta, hogy a tanulási folyamatok hatékonyabbak, ha fizikailag megjelenő, kézzelfogható eredményeket kapnak a diákok. Több kutatás alátámasztja azt is, hogy a cselekvő tevékenység közben való tanulás (learning-by-doing) mélyebb megértést és alaposabb elsajátítást tesz lehetővé.

De ne használjuk a robotokat csak motivációnak! Ha olyan feladatokra vetjük be, melyben csak motivációs szerepet kap a robot, a diákok a megszokást követően már nem tartják izgalmasnak és ugyanúgy ellaposodhat, élménytelenné válhat az oktatás. Mikor pedig már olyan célokra használnánk, melyekben több szerepet kaphatna, előfordulhat, hogy a diákok már nem látják meg a szükséges eredményeket, esetleg kevésbé motiváltak a megismerésre, elsajátításra.

Szükséges eszközök

A robotika oktatásban való alkalmazásához szükségünk lesz pár hagyományos oktatási eszközre is: papírra, ragasztóra, ceruzára, táblára. Emellett megjelennek olyan információs és kommunikációs technológiát (IKT) támogató eszközök, alkalmazások (mint a számítógép, tablet, kivetítő, ...), melyek még mindig nem a robotok.

Természetesen a robotok sem elkerülhetők annak ellenére, hogy a későbbiekben szerepel pár olyan fejezet, melyekben konkrétan nem használunk egyet sem.

A továbbiakban kiemelek pár olyan eszközt, melyeket érdemes előkészíteni, illetve magyarázatot igényelhet, mit is értek alatta.

Tábla/projekt fal

A projekt terveknél, leírásoknál a tábla szerepét betöltheti a “projekt fal”, ami lehet egy parafa vagy mágnes tábla, esetleg közösen készített (akár online) tabló is. Ezeknek előnye,

⁶ Papert, S. (1980), Mindstorms: Children, computers and powerful ideas. New York: Basic Books Inc.

hogy a későbbiekben vizuális visszautalást is lehetővé tesznek. A digitális megoldások pedig megszathatóak, jobban archiválhatóak és a későbbiekben ismét felhasználhatóak, bővíthetőek.

Terepasztal és egyéb tartozékai

Érdeemes olyan helyet „lekeríteni”, ahol a robotok tesztelhetők, esetleg beépíthetők. Amit nem kell minden óra, foglalkozás után összepakolni. Ahol nem, vagy kevésbé koszolódnak a robotjaink. Ez persze lehet egy óriási tv-doboz alja, mely hely hiányában felállítható „élére”, amikor nem használjuk. Figyeljünk arra, hogy egyenletes terepet tudjunk biztosítani, azaz pl. egy hajtogatott lap élei gondot okozhatnak bizonyos feladatoknál, eltéríthetik a robotokat.

A terepasztal elemeit is érdemes összegyűjtögetni: érdekes és különböző alakú és színű, anyagú dobozok a feladatok típusait is színesíthetik. Szigetelőszalagok, filcek nem csak egy-egy útvonalkövetés esetén lehetnek hasznosak.

Robot-tároló alkalmatosságok

Előnyös lehet kialakítani egy helyet, ahol együtt tárolhatók az eszközeink. Sokszor szükség lehet félkész, kész modellek elhelyezésére is, melyek gyorsan elővehetőek.

Az átépíthető eszközök, kisebb alkatrészek gyors hozzáférhetősége és átláthatósága is fontos. Nincs annál bosszantóbb, ha óra, foglalkozás közepén fogy ki a szigetelőszalag, elem.

Amikor nem használjuk az egyes alkotóelemeket, ne legyenek útban és minél kevésbé porosodjanak. A kész alkotások kiállítása – akár kipróbálással a következő csoportoknak is új ötleteket adhatnak, segíthetik a fejlődésüket.

A diákok számára is fontos lehet megtanulni az eszközök használata mellett azok tárolásának követelményeit.

Kezdeti lépések

„Csak mert valami nem azt csinálja, amire tervezted, nem azt jelenti, hogy haszontalan.”

Thomas Alva Edison

A robotika oktatását négy főbb témakörre építhetjük.

- A robotok, robotika általános megismerése;
- Irányítás, vezérlés;
- Érzékelések, környezet befolyásoló szerepe;
- Mérnöki folyamatok, építés.

Ezek a témakörök akár önálló egységekként is értelmezhetőek, használhatóak, de mi amikor robotika oktatásban való használatáról beszélünk, mind a négy elem együttes, összefonódó kapcsolatát alkalmazzuk.

Könnyű lenne kijelenteni, hogy kezdjük mindig az „elméletibb részekkel”, azaz a robotika általános megismerésével, majd a mérnöki folyamatokkal. Ezt kövesse az irányítás, majd az érzékelők bevezetése, használata, azaz a programozósabb területek.

Ezek a területek azonban nem feltétlenül építhetőek így egymásra. Inkább egy egymásra visszaható, egymásba visszalépő és egymást átfedő területek együtteseként érdemes rájuk gondolnunk. Hiszen amíg elkészítünk és beprogramozunk egy robotot, többször visszalépésekre lesz szükségünk a tervezés, építés vagy az egyes részeinek, lehetőségeinek mélyebb megismerésének folyamataihoz.

Az idő, rendelkezésre álló eszközök, életkor, stb. által befolyásolt tervezett tevékenységek sokszor különböző kezdeti sorrendet jelenthetnek.

A megközelítés lehet például az, hogy az ismerkedési időszakban irányítgatjuk a robotokat, majd a feladatok „megvalósíthatatlansága” vezet át minket az érzékelőkhöz, az átépítéshez. De a projekt kezdődhet a környezetünk feltérképezésével, a gyűjtött adatok kiértékelésével. Ezt pedig követheti a megépítés, összeállítás és a megmozdítás, azaz a programozás.

A következőkben egy kicsit körbejárjuk, melyik témakörünk alatt mit értünk, milyen tevékenységeket jelentetnek.

Robotika, robotok általános megismerése

A bevezetőben és a konkrét tevékenységeknél felvázolt gondolatok folyamát követve egyre mélyebb és mélyebb ismereteket adhatunk a robotika különböző területeiről.

Minden ismeret már csak azért is átadhatatlan és elsajátíthatatlan, mert ez a tudományág folyamatosan fejlődik, más tudományágakkal szoros kapcsolatokat ápol, hol összeolvad, hol kiválik belőle egy-egy rész, és önálló tudományággá fejlődik.

A célunk az lehet, hogy egy általános kép mellett a mindennapi kapcsolódási pontokat, a tudományágak közötti kapcsolatokat mutassuk meg, és útmutatást adjunk az általános „robot-műveltségen” túli ismeretszerzés lehetőségeiről.

Természetesen a robotikáról nem beszélve is bevihetjük a robotikát az oktatásba – az irányítás, vezérlés kihasználásával a programozásra, algoritmikus gondolkodásra helyezve a hangsúlyt. Az informatikai gondolkodás egyéb dimenzióinak (problémamegoldás, adatfeldolgozás, információ elemzés, kritikus gondolkodás, ...) és a szociális készségek, képességek fejlődésének támogatásához azonban érdemes az elméleti háttér megalapozása.

Irányítás, vezérlés

Robotika területén sokszor első lépésként jelenik meg a robot, eszköz irányítása. Ennek jelentősége több területen is megmutatkozik:

- Az problémák megfogalmazása, megértése és egy megoldási algoritmus elkészítése;
- A problémakör és a megoldási lehetőségek körbe határolása – adott eszköz lehetőségeinek kihasználása;
- Az utasítások pontosságának fontossága;
- Annak felismerése, hogy egy feladat többféleképpen is megoldható;
- Annak felismerése, hogy egy probléma nem megoldható (a rendelkezésre álló eszközökkel, lehetőségekkel kellő mértékben);
- Hibakeresés, hibajavítás folyamatainak megértése és elsajátítása.

Az irányítás, vezérlés legtöbbször a programozással kerül egy kalap alá.

Az ebben a lépésben használt robotok lehetnek általunk konstruáltak, de előre megépített, meghatározott eszközkészlettel (mechanikával, érzékelőkkel, külső adottságokkal) rendelkezők. De akár érzékelők nélküli robotokat is használhatunk. Például a robot méhecskét.

Sokszor a feladat egyszerű irányításnak tűnik és látszólag a programozáshoz, algoritmikus gondolkodáshoz kapcsolható fejlesztési célokat látjuk, de egy-egy jól megfogalmazott problémakörrel, feladattal a programozás háttérbe szorul és egyéb tudomány területeket, ismeretköröket is bevonhatunk.

Érzékelés

A környezetünk érzékelése, a begyűjtött/kapott adatok (ki)értékelése és az erre való reakció a robotika egyik alapköve.

Az érzékelők pontosságának, lehetőségeinek megismerése segít megérteni a környezetünkben fellelhető eszközök, folyamatok működését. Támogathatja a nem ember által alkotott, létrehozott jelenségek megismerését is.

Legtöbbször a fizika, kémia és biológia ismeretköreinek kézzelfoghatóbb megjelenéseként tekintünk az érzékelőkre.

- Milyen következtetések vonhatóak le egy-egy érzékelő által adott adatból?
- Mely érzékszervünk milyen érzékelőkkel helyettesíthető (esetleg egészíthető ki)?
- Hogyan működik az érzékelés a környezetünkben? (pl. az állatvilágban, a már megvalósított és elterjedt okoseszközök esetében, ...)
- Milyen hasonlóságokat és különbségeket találunk, ha összehasonlítjuk az élőlények (ember, állatok, növények) érzékelési folyamatait és lehetőségeit a gépi megvalósításokkal?
- Hogyan tudjuk feldolgozni az érzékelők által nyújtott (közvetített) információt?
- Rendelkezésre áll-e minden információ a döntéshez?

Mérnöki folyamatok - az építés

Az egyik legősibb tevékenység a „készítő tevékenység”, amely közben problémákat oldunk meg és új ismereteket is szerzünk. Sokszor ez a tanulási folyamat foglalja leginkább magában a tévedések alapján való tanulási stratégiát (trial and error strategy) és segíti használatának kialakítását, fejlesztését.

A tervezési, építési folyamatok során olyan kérdéseket kell megfogalmaznunk a diákjaink fele, melyek megkövetelik tőlük, hogy

- Előre vetítsék, megjósolják a kimenetet – ez segíthet a diákoknak megérteni, milyen típusú információra lesz szükségük a tervezéskor.

- Kövessék nyomon, mit is csinálnak: pl. Min dolgoztok éppen? Miben, hogyan segít nektek ez megoldani a feladatot?
- Észrevegyék a zsákutcákat – kritikusan meg tudják fogalmazni az esetleges rossz kimeneteket és ezek javítási lehetőségét – Vajon miért nem működik? Mit változtassunk ahhoz, hogy a probléma megoldódjon?

Az ilyen típusú tevékenységek abban is segítenek nekik, hogy képesek legyenek az újratervezésre – azaz az újratervezés-újraépítés-újraprogramozás (redesign, reconstruct reprogram) alkalmazására: egy helytelen, hibás gondolatmenet elengedésére és az esetleges teljes újrakezdésre. Valamint az ebből való tanulásra: konzekvenciák, tanulságok levonására.

Robotok nélkül

Az informatikai gondolkodás fejlesztésének egyik irányzata, amikor számítógép nélküli (unplugged) aktivitásokat alkalmazunk.

Ennek előnyei, hogy nincs szükségünk számítógépre, alkalmazások telepítésére, programozás oktatására. Úgy ismertethetjük meg a diákjainkat informatikai kérdésekkel és megoldásaikkal, hogy nem a gépteremben ülünk, esetlegesen aktív mozgást, tevékenységet végzünk. Sok, az informatika iránt negatív attitűddel rendelkező diák motiválható ilyen módon.

A legismertebb ilyen kezdeményezések a

- **CSUnplugged** (<https://csunplugged.org/>), mely szülők és tanárok számára tartalmaz és gyűjt már a legfiatalabbaknál is alkalmazható foglalkozásokat, mágikus trükköket, játékokat, rejtvényeket. Ezek egy-egy kisebb területet, „informatikai mozzanatot” fednek le és általában valamilyen mozgásos tevékenységgel kerül összekötésre. Egy-egy aktivitás magyarul is fellelhető pl. a Digitális Témahét oldalain belül.
- **CS4Fun** (<http://www.cs4fn.org/>). Fiataloknak szóló folyóirat, ahol a „digitális világ találkozik a valósággal”. Érdekes cikkekben mutatják meg az informatika „működését” és kapcsolatát elsősorban a természettudományos területekkel. Az alapötlete a „sticky web”, azaz a ragadós web, és az, hogy a kezdeti motiváló szikra hatására a diákban felmerüljön az igény, hogy többet tudjon meg a területről. A tanári oldala a Teaching London Computing (<https://teachinglondoncomputing.org/>), ahol a pedagógusok kapnak támogatást a folyóirat felhasználásához és egyéb informatikai oktatási kérdésekben.
- **Nemzetközi Bebras kezdeményezés** (<https://www.bebas.org/>). A kezdeményezés és a magyarországi (HÓDítsd meg a biteket! <http://e-hod.elte.hu>) szervezők céljai két csoportba sorolhatók:
 - A diákok számára megmutatni, milyen sokszínű és érdekes az informatika. Motiválni őket arra, hogy nyitottak legyenek több területen és átlássák az eszközhasználaton túlmutató informatika lehetőségeit, jelentőségét.
 - A tanárok számára útmutatót és segédletet biztosítani ahhoz, hogy tanóráikat érdekesebbé, izgalmasabbá tudják tenni. A motivációs eszközeiket bővítve

akár több tudományterülethez kapcsolódva tudják célkitűzéseiket megvalósítani.

A kezdeményezés alapja egy verseny 4-12. osztályos diákok számára minden év novemberének második hetében.

- **Ponticulus Hungaricus** (<http://members.iif.hu/visontay/ponticulus/>). Visontay György által szerkesztett webfolyóirat, melynek célja „a humaniórák és reáliák összefonódásainak és kölcsönhatásainak bemutatása a szórakoztatva tanítás”. Itt a reál tárgyak, az informatika humán kapcsolódási pontjaiba is betekintést nyerhetünk.

Ezek közül az aktivitások közül többet is használhatunk a robotika oktatása során. Nem csak a robotok működésének, lehetőségeinek megismerésekor, vagy az irányítással kapcsolatos feladatainkban, de akár a robotok építésénél is.

A következőkben pár példát és felhasználási lehetőséget gyűjtöttem a Hód verseny archívumából, melyek a CC BY-NC-SA licenz alapján használhatóak.

Mivel az archívum évről évre bővül, érdemes folyamatosan nyomon követni az és újabb feladatokkal kibővíteni a repertoárunkat.

Érzékelők használata

A képfelismerés a robotikai érzékelés olyan területe, melyhez nem csak a kamera, mint fizikai eszköz szükséges, de olyan alkalmazás is, mely a kamera képét fel tudja dolgozni. Ez a felismerés sok esetben még a mai, öntanuló rendszereknek is gondot okozhat.

Képfelismerés, képfeldolgozás:

- Mosolyt kérek (2017-DE-02)
- Középszűrő (2016-RU-02)
- Tükörtojás (2012-AT-04a)

Egyéb érzékeléssel kapcsolatos feladatok

Irányítás

Az irányítás alapjainak – mint a pontosság, egyértelműség fontossága, az utasítások lehetősége, kódolások – megmutatásához az összes algoritmikus gondolkodással kapcsolatos feladat használható. Több feladat jól szemlélteti a párhuzamos műveleteket,

Robotikáról tanároknak

azaz pl. két robot programozását, ahol ugyanaz a mozdulat különböző utasításokkal érhető el.

Táncverseny (2017-CA-05)

Emma a teknősbéka (2016-DE-08b)

Egyszerre (2016-IE-05) – meg is valósítható feladatként

Villamoshálózat (2016-RU-04)

Balra át! (2007-DE-16)

Daru irányítás (2015-JP-04) – működés is

Valódi négyszög? (2014-CH-07)

Takarító robot (2014-DE-05) – Működés is

Világűr labirintus (2014-SI-02)

Rajzbot (2014-SK-07) – megvalósítható feladatként is

Úszás (2013-HU-04)

Eléri a célját? (2012-AT-12) – megvalósítható feladatként is

Kiút a sötétből (2011)

Robotbogár (2010)

Öntöző rendszer (2017-AT-05)

Hasonló feladatok: Szülinapi torta (2014-AU-01)

Projektek tervezése

A foglalkozások, projektek tervezésénél érdemes pár szempontot szem előtt tartani.

Amennyiben nem csak egy figyelem felkeltő, motiváló 1-2 foglalkozásból álló megmozdulást szeretnénk, fontos, hogy a tanulási fázisok egymásra épüljenek és figyeljünk a megismertetés mellett az elmélyítésre is.

A tanulási folyamat több tudományterülethez kapcsolódik és az egyes tudás-elemek egymásra épülésének szem előtt tartásával támogatható. Érdemes ezeket minél inkább beépíteni egy-egy projektbe:

- együttműködni más tudományterületek tanáraival;
- projekalapú oktatási fázisokat megvalósítani;
- nem csak az új ismeretek elsajátítására koncentrálni, de a régebben tanultak összefoglalásával és felhasználási területeinek megmutatásával a tanulás rendszerező folyamatait támogatni;

Mindemellett az ilyen típusú tevékenységek alapot adhatnak az együttműködések, a diákok közötti kooperáció és kommunikációs folyamatok megvalósítására.

A feladat meghatározása

A feladat meghatározását érdemes jól átgondolni az alábbi kérdéseket:

- Mi a célunk a projekttel? – Határoljuk jól körül azt a területet, melyet elsődlegesen szeretnénk megvalósítani.
- Milyen lehetőségeink vannak a megvalósítás során? – Tartsuk szem előtt, milyen és mennyi eszköz, idő áll rendelkezésünkre és milyen szinten számíthatunk kollegák támogatására, bevonására.
- Milyen ismeretanyagra számíthatunk, építkezhetünk? – Ez az ismeretanyag mennyire alapos, mennyire egységes az egyes diákok esetében és mennyire régen történt az elsajátítása.
- Milyen tanulói csoportokat alakíthatunk ki és ezeken belül milyen feladatokat, alfeladatokat tudunk megfogalmazni.

Sokan a robotika oktatását, megismertetését egy útvonalkövető robot autó irányításával kezdik el. Valóban jó alapozó feladat, hiszen rengeteg dolgot meg tudunk világítani vele, többféle irányba is elkanyarodhatunk a problémák megtárgyalása közben. De ne felejtsük el, hogy vannak, akik nem érdeklődnek az autók, az autók irányítása iránt.

Egy-egy projekt megtervezésekor gondoljunk **minden** diákra.

Ahhoz, hogy sikeresen megszólítsuk a lehető legtöbb diákot a motiváló téma mellett fontos, hogy számukra érthető, megfogható területekről induljunk.

Ez nem csak azt jelenti, hogy számukra ismert alapokról induljunk, de azt is, hogy az érdeklődési körüknek megfelelő történet köré csoportosítsuk az egyes feladatokat, a fő projektet.

Ha a robotika nagyobb hangsúlyt kap, mint az aktivitás, a projekt, elképzelhető, hogy a technológia iránt nem, vagy kevésbé érdeklődő diákokat már a kezdeti lépéseknél elveszítjük.

Csoportok kialakítása, kooperáció és együttműködés

Egy projekt során nem szükséges, hogy minden diák ugyanazokon a feladatokon dolgozzon. Jó alkalom lehet, és az elfogadás, tolerancia alapjait jelentheti, ha egy-egy projektmunka keretein belül meg tudjuk mutatni, hogy mindenki másban, különböző területeken lehet eredményes és sikeres.

De ne hagyjuk, hogy az egész projekt során egy szerepkörbe „szoruljon be” valaki (például mindig ő készíti el a dokumentációt). Az egyes szerepkörök közötti váltás lehetőséget ad arra is, hogy diákjaink más-más tevékenységeket ismerhessenek meg, sajátíthassanak el a munka során.

Természetesen oda kell figyelnünk arra, hogy minden diák átlássa az összes folyamatot és a kitűzött tanulási célokat elsajátítsa.

Beszámolók és megbeszélések

A projekt során több ponton is érdemes beszámolókat, prezentációkat beépíteni. Ezen szakaszokban a diákoknak meg kell fogalmazniuk a terveiket, ötleteiket, illetve a megvalósított elképzeléseiket.

Beszámolóra nem csak a projekt végén kerülhet sor, hanem az egyes munkafázisok lezárásakor is. Tervek elkészítését követően, az építési, átalakítási fázisok után egy-egy bemutató és közös megbeszélés lehetővé teszi az alaposabb átgondolást, az olyan típusú problémák elkerülését, melyeket a programozási szakaszban már jóval nagyobb lemondásokkal, időráfordítással lehetne megoldani, esetlegesen frusztrációhoz is vezethetnének.

A többi csoport megoldásainak megismerése, illetve a megoldásokkal kapcsolatos kérdések felmerülése és megbeszélése lehetővé teszi az adott tanulási fázisban történő megerősítést, illetve korrekciót. Kiemelt szerepet kaphat a sokféleség felismerése és annak erősítése, hogy egy-egy problémát több irányból is megközelíthetünk.

A tanár is könnyebben felismeri, hogy milyen ismeretek hiányosak, esetleg nem épültek be a tanulási folyamatba.

Dokumentáció

A projekt dokumentálása elősegíti, hogy a diákoknak meg kelljen fogalmazniuk a gondolataikat, azokat olyan formába kell önteniük, melyet a későbbiekben akár nekik, akár másoknak értelmeznie, felhasználnia, folytatnia esetlegesen javítania kell.

A bemutatók alapját képezheti egy-egy jó dokumentáció, mely nem csak szöveges állományokat, de fényképeket, skicceket, videókat, szófelhők vagy gondolati térképek elkészítését is jelentheti.

Építés, módosítás

Sokszor idő hiányában inkább a programozásra helyezzük a hangsúlyt és kész modellekkel dolgozunk. Ilyenkor is érdemes kisebb módosítási lehetőségeket becsempészni a projektbe.

A konstrukció, a modell módosítása nem csak az adott pillanatban jelent többletet, mérnöki gondolkodás támogatását, elősegítését. Az újrahasznosíthatósága más szituációkban is fontos dimenziója a tanulásnak.

A feladat megoldásához szükséges fizikai specifikáció módosíthatósága a programozási elképzeléseket is érdekesebbé teheti, más kihívásokat jelenthet.

A későbbiekben még többször kitérünk a robotépítés korlátjaira, illetve szabályozottságának fontosságára.

Értékelés

Egy projektmunka értékelése mindig kihívásokat állít elénk. Főleg akkor, ha a munkafolyamat fontosabb a tanulás, elsajátítás során, mint maga a végtermék. A projekt lezárásakor automatikusan adott jó jegy nem biztos, hogy az egész projekt során motiváló hatással bír, vagy kifejezi a munka során nyújtott teljesítményt. Ráadásul a csoportmunka, kooperáció miatt nem feltétlenül tükrözi azt, hogy valóban elsajátította-e – illetve milyen szinten sajátította el – valaki a kitűzött ismereteket.

Az értékelést nehezíti az is, hogy sokszor nem csak egy jó megoldással rendelkező feladatot kell megoldaniuk diákjainknak.

Az értékelés során egyértelmű szempontrendszer kidolgozása, és ezzel egyértelmű visszajelzések generálása adja az alapot. Azt azonban ne felejtsük el, hogy diákjaink különbözőképpen gondolkodhatnak, juthatnak el egy megoldáshoz – az egyes megoldások nem feltétlenül egyformák.

Ezért érdemes a projekt során több értékelési pontot beiktatni és különböző számonkérési formákat alkalmazni.

Portfólió, jegyzetek elkészítése és bemutatása, összegyűjtött ismeretek prezentációja – akár előadás, akár egy plakát formájában –, videó készítése, kiállítás megszervezése, megfigyelések dokumentálása, beszámoló esszé írása mellett egy-egy robot kihívás (feladat) teljesítése, de akár egy teszt – pl. Kahoot segítségével rövid számonkérések a foglalkozások elején –, vizsga is szerepet kaphat.

Mind a formatív, mind a szummatív értékelés megjelenhet a repertoárunkban. Ez utóbbit segítheti, ha az értékeléshez egy szempontrendszert tudunk társítani. Azaz például egy program elkészítésekor nem várjuk el mindenkitől ugyanazt a kódsort, de pontozhatjuk a feladat teljesítését, a futás gyorsaságát, a kód hatékonyságát (egyértelműségét, felesleges lépések és tárterület használatának elkerülését, megfelelő algoritmikus elemek használatát, ...). Természetesen a szempontrendszer megfogalmazásánál figyelembe kell vennünk – és súlyoznunk –, hogy

- a kitűzött céljaink szempontjából mennyire fontosak az egyes elemek;
- a diákok milyen szinten ismerik – illetve a projekt során milyen szinten ismerik meg – az egyes elemek megvalósíthatóságát.

Az értékelés folyamatába bevonhatóak a társak, a más tudományterületeken tanító tanárok is. Ez és a visszajelzések megbeszélése segítheti a diákokat abban, hogy saját tanulási folyamataikat reálisabban lássák, reflektálhassanak arra, fejlődjenek benne.

Nem utolsó sorban az értékelések segítségével a tanár is visszajelzést kaphat arról, hogy a diákoknak mennyire sikerült elsajátítani a célul kitűzött ismereteket, készségeket és képességeket, illetve milyen téves képzeteket alakítottak ki magukban. Így rugalmasan alakíthatóak és személyre szabhatóak a további lépések.

Idő

A rendelkezésre álló idő megtervezése, beosztása fontos koordinációs feladat. Az egyes csoportok különböző gyorsasággal haladhatnak, de a tanulási folyamat szempontjából lényeges elem, hogy a megbeszélések, bemutatók, a tovább haladáshoz szükséges új ismeretek időnként közös időpontban történjenek.

A fix időpontokat és az ezek által generált határokat érdemes a projekt elején megbeszélni a diákokkal. A közös végpontok beiktatása lehetővé teszi azt is, hogy egy-egy részfeladat biztosan lezárásra kerüljön.

A diákok kreativitását nem letörve tartjuk szem előtt azt is, hogy minél pontosabban fogalmazzuk meg számukra a feladatot, annál pontosabban be tudjuk határolni az adott részre szánt időt.

Önálló alkotás

Sokszor érdemes a projekt kimenetelénél egy teljesen önálló alkotást megcélozni: vagy csak egy nagyon általános témát (pl. bányászat, környezetvédelem) adni meg, vagy még azt sem. Azaz amikor az egyes csoportok saját ötletüket valósíthatják meg – a projekt során teljesen különböző robotok szülehetnek.

Ilyen esetekben a munkafolyamatok, a felhasználható eszközök megismerésére egy-egy kisebb feladat keretein belül kerülhet sor.

A legfontosabb tanári szerep a tervezési fázis nyomon követése és az, hogy a lehető legjobban tudjuk olyan irányba terelni a kitalált ötleteket, hogy ha szükséges is a visszalépés, egy-egy eredeti elképzelés elhagyása vagy drasztikus módosítása, de a projekt végeredménye ne kudarcot jelentsen.

Projekt tervek

A következőkben olyan projekt ötleteket, terveket gyűjtöttünk össze, melyek különböző háttérismeretekkel, életkorban és időkeretben is megvalósíthatóak.

Kezdetnek pár konkrét bevezető, ráhorgoló foglalkozást soroltunk fel, majd ezeket követik a projekt ötletek. Ezen projektek megvalósításakor a használt eszközöktől, a korosztálytól, előismeretektől és az időkerettől függően érdemes a bevezető feladatokat kiválasztani és a projektet alakítani.

Bevezető foglalkozások a robotokról

A bevezető foglalkozások célja kettős.

Fontos megismernünk, feltérképeznünk diákjaink tudását, ismereteit. Hiszen építkezni a már meglévő ismeretekre lehet.

Emellett célunk a diákokkal az alapprobléma megismertetése, stabil és egységes alapok kialakítása, melyekre a továbbiakban lehet építkezni.

Ahhoz, hogy felmérjük, milyen előképpel rendelkeznek diákjaink, illetve erre stabil alapokat tudjunk kialakítani, érdemes a robotokról egy (-két) bevezető foglalkozást betervezni. Ezeken a foglalkozásokon olyan kérdésekre keresünk választ, hogy

- Mitől robot egy robot és mitől nem?
- Mikor használunk robotokat?
- Mire, milyen feladatokra használunk robotokat?
- Mit várunk el egy robottól?
- Mire képes napjainkban egy robot?
- Hol találkozunk robotokkal?

A következő foglalkozás-bevezetők, játékok, demonstrációra alkalmas részek időkerettől, életkortól függően alakíthatóak és kombinálhatóak egymással. Az egyes kérdések sok esetben átemelhetőek egyik részből a másikba.

A fejezeteket igyekeztem úgy összeállítani, hogy akár mélyebb ismeretelsajátításra, akár csak felszint kapargató ismerkedésre alakíthatóan működjenek.

Beszélgetés a robotokról

Csoportos beszélgetés, brainstorming a robotokról. Célunk irányított kérdésekkel felmérni és ha szükséges, alakítani a diákok ismereteit a robotokról.

Milyen robotokat ismertek? Mi jellemző egy robotra?

Írjatok egy robotot, robotfajtát a kék papírra, egy robotra jellemző tulajdonságot (cselekvést) a sárga papírra. Próbáljatok nagy, nyomtatott betűkkel írni!

Mindenki kap egy sárga és egy kék papírt, valamint vastagabb filcet (tollat). A papírokra kell nagy betűkkel ráírnia a válaszait – a sárgára egy robot-jellemzőt, a kékre egy robotot.

Ezután egyesével kijönnek és a táblára felteszik, amiket írtak. Minden újabb fogalomnál (jellemzőnél) egy rövid indoklást kérünk, miért gondolja mindezt.

Mikor mindenkinek a papírjai a táblára kerültek, kezdődhet a kritikus megbeszélése a fogalmaknak.

Vezető kérdések:

- Mi a különbség a számítógép, az automata és a robot között?
- Robot-e pl. egy robotkar, a távirányítású autó, az automata: előre beprogramozott, külső „mozgásra” képes dolog?
- Robot-e a konyhai robotgép/a tesztpilóták az autókban (ütközésre használt bábuk)?
- Robotok-e chat-bot-ok, kereső robotok?

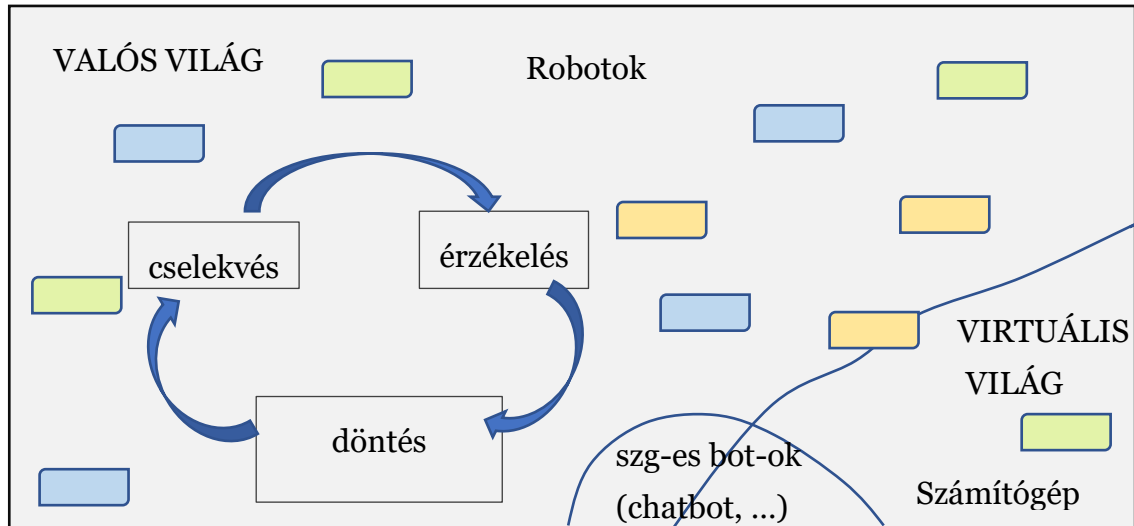
A válaszok tekintetében a táblán szereplő fogalmak bővíthetőek, illetve átcsoportosíthatóak, levezhetőek.

A megbeszélés során az alábbi képnek kell kialakulnia:

- a robotok a valós világban léteznek: hatással van rájuk a környezetük (érzékelőiken keresztül) és azok is hatással vannak a környezetükre;
- a számítógép a virtuális térben „mozog”;
- a robot (az érzékelőkön keresztül kapott információk alapján) „gondolkodik” – döntéseket hoz a végrehajtásról;

- a robot programozható, újraprogramozható – sőt időnként saját magát képes programozni, a programján változtatni (=tanulni);

A táblán tollal kiegészítve az alábbi képnek kell kialakulnia:



Természetesen itt is használhatunk padlet-et, interaktív táblát. Az átcsoportosítások miatt jó, ha a felkerülő elemek áthelyezhetőek.

Tervezz robotot!

Írjuk fel a „robot” szót a táblára és kérjük meg a diákokat, hogy rajzolják le, tervezzék meg a saját robotjukat.

Érdeemes teljesen nyitottan hagyni, megkötések nélkül kezelni a felvetést: a robot lehet akár ismert, létező vagy akár képzeletbeli eszköz.

Amennyiben bizonyos témákhoz kapcsolnánk a robotokkal való foglalkozást, érdemes csak a főbb témát adni megkötésnek. Pl. „Tervezz olyan robotot, amelyik segít a környezetvédelemben.” – ebben az esetben nem korlátozzuk le, hogy a víztisztítás, a levegőszennyezés megszüntetése vagy a szemétszedés lesz-e a robot feladata. Így megmaradhat annak a nyitottsága, hogy milyen alakkal, meghajtással, milyen közegben munkálkodik majd a tervezett robot.

A rajz mellé írjanak egy „listát” is: mit tud a robot, milyen részeket képzeltek el, rajzoltak rá.

Ezután minden diák bemutatja a rajzát és mesél pár mondatot a robotról. A bemutatásokat követően érdemes átbeszélni, milyen hasonlóságokkal és különbségekkel rendelkeznek a robotok.

Vezető kérdések:

- Mi a hasonlóság az egyes robotok között?
- Milyen csoportokat tudnátok alkotni a robotokból közös tulajdonságaik alapján?
- Miben különböznek a robotjaitok?

A különbségeket és hasonlóságokat mind a megjelenésben, mind a funkcióban, mind a célfeladatban próbáljuk meg megtalál(tat)ni. Érdemes rámutatni azokra az összefüggésekre, melyek pl. a robot használatának célja és megjelenése között felismerhetők.

Vezető kérdések:

- Attila robotjának miért jó a lánctalp/kerék? Miben segíti a feladatának elvégzésében?
- Virág robotjának melyik tulajdonsága a legfontosabb, hogy
 - megfelelően tudjon közlekedni/haladni?
 - el tudja végezni a feladatait?

Amennyiben több diákkal dolgozunk, ez a feladat csoportmunkában is elvégezhető. Érdemes pár vezető kérdést egy borítékban az egyes csoportoknak kiadni, hogy a megbeszélés ne csak külső, megjelenésbeli tulajdonságokra vonatkozzon.

A robotok közös tulajdonságainál irányítsuk a figyelmet az „érzékelés – döntés (gondolkodás) – cselekvés” kör megjelenésére, illetve azokra a pontokra, melyek a robotok használatának céljait és helyeit taglalják.

Vezető kérdések:

- Milyen problémák megoldására terveztetek robotokat? Mi ezekben a *problémákban* a közös?

- Hol és milyen tevékenységekben helyettesíti vagy segíti az embert a robototok?
- Mikor érdemes/előnyösebb, ha az ember helyett robot végez el egy feladatot?

Az elkészített rajzokból és a megbeszélte hasonlóságokat, különbségeket összefoglaló gondolatokból érdemes egy közös tablót készíteni.

Robotgyűjtemény

Gyűjtsetek robotokat!

A projekt keretében a diákok feladata, hogy keressenek robotokat és ezeket összegyűjtve mutassák be egymásnak.

Érdemes csoportmunkában megvalósítani, valamint a robotok sokszínűsége és sokfélesége miatt irányítottan kiadni az egyes csoportosítási elgondolásokat.

Minden csoportnak adhatunk egy fő tevékenységi kört, vagy feladatot, melyhez a robotokat össze kell gyűjteniük.

Pár példa a csoportok elkészítésére:

- Milyen típusú tevékenységek során segítik, helyettesítik az embert?
 - túl piszkos;
 - túl monoton;
 - túl veszélyes;
 - túl nehéz;
 - elérhetetlen;
- Mely munkahelyeken/munkák során találkozhatunk robotokkal?
 - egészségügy;
 - építőipar
 - szerelőipar, gyártási folyamatok;
 - oktatás;
 - raktározás (logisztika);
 - ...

A projekt megvalósítható úgy is, hogy a diákok a tanártól kapnak „gyűjteményt”, melynek tagjait csoportosítaniuk kell megadott szempontok szerint. A gyűjteményben szerepelhetnek képek, videók, leírások is.

Érdekes kihívássá alakulhat a feladat, ha minden csoport ugyanazokat a robotokat kapja meg különböző szempontok megnevezésével. Esetleg a csoportosítási szempontot is nekik kell kitalálniuk, majd egy beszélgetés, brainstorming keretein belül megvitatni az egyes csoportosításokat, szempontrendszeret.

Ebben a bevezető foglalkozásban is érdemes szempontokat adnunk a diákoknak ahhoz, mit mutassanak be az egyes robotokról. A „Tervezz robotot!” fejezet hasonlóságokat és különbségeket, valamint a „Filmek robotokról” fejezet feladatokra és megvalósíthatóságukra vonatkozó kérdéseiből érdemes válogatni.

Ismerős robot

Ez a bevezető a „Tervezz robotot!” és a „Robotgyűjtemény” közös variációja.

A kiinduló lépés nem egy saját robot tervezése, hanem egy, a diák által ismert, használt, minden nap, illetve gyakran látott robot kiválasztása, majd az ehhez kapcsolódó tulajdonságok összegyűjtése.

Ezt követheti az elmaradhatatlan megbeszélés fázis, a hivatkozott két fejezet kérdéseivel, tevékenységeivel.

Filmek robotokról

A következőkben robotokról megtalálható videókat és filmeket gyűjtöttünk össze. A gyűjtemény során célzottan kiválasztható az idő és a korosztály függvényében, mely filmeket, videókat vetítjük le. Természetesen ezeken kívül is rengeteg lehetőséget rejteget pl. a youtube csatorna.

A filmek tekintetében érdemes az ismerteket összegyűjteni és megbeszélni valóságalapjukat (esetlegesen szétbontva a készítés idejére és napjainkra).

- Milyen filmeket ismertek, melyekben robotok szerepelnek?
- Szerintetek mi a fikció (elképzelt) és mi az, ami már valóságos?

Robotikáról tanároknak

- Amit fikciónak éreztek, az miért nem kerül(he)t megvalósításra? Mi okoz nehézséget?

A kiválasztott videók megtekintését követően az alábbi kérdésekre keressünk válaszokat:

- Milyen feladatokra képesek a látott robotok?
- Vajon miért készítették ezeket a robotokat?
- Milyen problémák megoldására tervezték robotokat? Mi ezekben a *problémákban* a közös?
- Hol és milyen tevékenységekben helyettesíti vagy segíti az embert a robototok?
- Mikor érdemes/előnyösebb, ha az ember helyett robot végez el egy feladatot?
- Milyen tulajdonságaik támogatják a megvalósítandó tevékenységeiket?
- Mi a közös ezekben a robotokban? Mitől többek, mint egy távirányítású autó, robotgép, egyszerű robotkar?

Humanoid robotok esetében további kérdések:

- Miért fontos, hogy „ember” alakja legyen egy robotnak?
- Miért fontos a szemöldök, szempilla mozgatása, a test „kiegészítő” mozgatása, ...? Azaz miért fontos a gesztus, mimika a humanoid robotoknál?
- Mi okoz nehézséget a lépegetésben?

Ajánlott gyűjtemény

- Pl. Darpa robotics challenge
(https://www.youtube.com/watch?v=6hZAe_lEJSE
https://en.wikipedia.org/wiki/DARPA_Robotics_Challenge)
- Darpa Robot-kihívás (2012-2015):
https://www.youtube.com/watch?v=6hZAe_lEJSE
- Kismet: <https://www.youtube.com/watch?v=NpbCPNoLqdo>
- Zenélő robotok:
 - Hegedülő Toyota humanoid robot:
<https://www.youtube.com/watch?v=EzjkBwZtxp4>
 - Önjátszó hangszerek és hangszereken játszó robotok:
https://www.youtube.com/watch?v=rwh_acqT6Jo (személyes kedvencem a 4:22-nél feltűnő 4 karú dobos, melyet itt tovább is élvezhetünk:
<https://www.youtube.com/watch?v=TaY7vohLXK4>)
- Rajzoló robotok:

- https://www.youtube.com/watch?v=bbdQbyff_Sk
- Robot állatok:
 - <https://www.youtube.com/watch?v=voNBzuI7IJ4>

A gyűjtemény szabadon bővíthető irodalmi, képzőművészeti, történelmi példákkal. Ekkor természetesen több fiktív elemmel rendelkezhetnek az egyes szerkezetek, de ez kihasználható a megbeszélés során: pl. utalva arra, mit tudtak korábban megvalósítani, mire alkalmasak a mai alkatrészek és mi az, ami még várat magára. Vajon miért nem megvalósíthatóak egyes elemek?

Ismétlés-activity robotokról, robotikáról

A játék célja inkább összefoglalás, az ismeretek felidézése. Minden diák 2-3 cédulára robotokkal, robotikával kapcsolatos szavakat, fogalmakat ír fel, majd ezeket egy közös dobozba (kalapba) dobjuk. Természetesen a tanár is előkészítheti ezeket a cédulákat előre. Ekkor célzottabb, konkrétabb lehet az ismétlés.

Ezután 2-3 csoportra bontjuk a diákokat. Az egyes csoportok egymás után következnek. Minden csoport kijelöl egy embert és annak 2 perce van arra, hogy húzzon egy cédulát a dobozból (kalapból) és elmagyarázza azt a többieknek anélkül, hogy megmutatná a cédulát és bármilyen nyelven kimondaná az arra írt szót, fogalmat. Az adott idő alatt folyamatosan lehet újabb és újabb fogalmakat húzni és magyarázni. Az a csapat nyer, amelyik a legtöbb fogalmat tudja kitalálni a csapattárs körülírása alapján.

Ezt folytathatjuk addig, amíg el nem fogynak a céduláink. Arra érdemes odafigyelni, hogy „pörgős” maradjon a játék, azaz a csapatok létszáma - csapatok száma - rendelkezésre álló idő hármassal jól harmonizáljon.

Bevezető játékok irányításra - az utasítások pontosságának és megfogalmazásának fontossága

Az irányításhoz utasításokra van szükség. Miért is fontos az egyértelmű utasítás? Hogyan lehet megmutatni a diákjainknak, hogy mennyire fontos és mit is jelent az egyértelműség?

A következő játékokkal, aktivitásokkal ennek a megvilágítását célozhatjuk meg.

Irányítsd a társad!

Az egyik diák kiáll a terem egyik pontjába és a többiek utasításokat adnak neki (szabályozhatjuk az utasításkészletet pl. előre egy lépés, hátra egy lépés, jobbra negyed fordulat, balra negyed fordulat), hogy eljusson a terem túlsó végébe. Érdeemes olyan pontokat választani, melyek között akadály(oka)t kell kerülni.

Az utasításokat írjuk fel a táblára, majd

- hajtassuk végre visszafele invertálva azokat;
- hajtassuk végre másik diákkal ugyanazokat az utasításokat. (próbáljunk „véletlenül” két, magasságban nagyon különböző diákot kijelölni)

Vonjuk le a következtetéseket: mitől lett más a végrehajtás?

- Mennyire egyértelmű mértékegység a „lépés”?
- Mennyire pontosan tudjuk végrehajtani újra ugyanazt az utasítást?

Ki a gyorsabb és pontosabb?

Készítsünk egy térképet, ábrát, melyet kisebb négyzetekre osztunk. Ez lesz a játéktáblánk. A diákok feladata, hogy akciókártyák segítségével egy megadott helyről „átirányítsák” a szereplőnket egy cél-négyzetre.

Hogy mindenki megfelelően lássa, érdemes a játéktáblát mágnes táblára rögzíteni és a start/cél objektumokként is egy-egy mágneset használni.

A diákok irányítással kapcsolatos utasításokat tartalmazó kártyákat (nyilak előre, hátra, előre több lépés, fordulás jobbra, balra, ugrás, ...), akciókártyákat kapnak.

Aki a leggyorsabban kirakja a megfelelő kártyákat, az nyer.

Ennél a feladatnál megbeszélhetjük, hogy a cél elérése nem feltétlenül csak egy módon oldható meg. Több megoldás is létezhet.

A játékot több változatban is játszhatjuk:

1. **Akadályokkal:** a játéktáblánkon megjelenhetnek akadályok, melyeket el kell kerülni, vagy épp plusz pontot érnek, ha begyűjtjük azokat.

2. **Különböző jelentéssel:** mit is jelent a „fordul” vagy az „ugrik” kártya? Csak fordulást vagy át is lépünk a következő mezőre; átugrunk egy négyzetet, esetleg azon egy objektumot, vagy ráugrunk és csak leugrással hagyhatjuk el? Az egyes kártyák jelentése befolyásolhatja a felhasználásukat.
3. **Korlátozott utasításkészlettel:** csak „előre” és „jobbra fordul” kártyákkal is megoldható a feladat? Mi történik, ha egy pakliból véletlenül kapunk meg bizonyos kártyákat? Akkor is megoldható a feladat? Az előre kitalált feladathoz hozzászabhatjuk a használandó utasításokat – bizonyos esetekben nem is biztos, hogy annyira egyértelmű lesz így a megoldás.
4. **Súlyokkal:** Az egyes lépéseknek költsége van. Egy fordulás lehet pl. költségesebb, mint egy előre lépés; vagy ha egy kártyával többet tudunk előre lépni, az jelenthet kevesebb költséget, mintha külön kártyát használtunk volna minden lépéshez. A kiegészítő feladat: ki tudja a legkisebb költséggel elérni a célt?
5. **Ismétlésekkel, elágazásokkal, eljárásokkal:** Fel tudjuk-e ismerni az ismétlődő mintákat az utasításainkban? Használjunk speciális kártyákat és kevesebb lépést, fordulást jelentő utasítást! Bevezethetünk olyan speciális kártyákat is, melyek már az érzékeléssel kapcsolatosak (pl. amikor a szélére érsz, akadályba ütközöl, ...)
6. **Versengve:** több szereplővel játszva, mindenki a sajátját irányíthatja. Ki ér előbb a célba? Mi történjen, mikor találkoznak, ugyanarra a mezőre szeretnének rálépni? Módosíthatja egy másik szereplővel való találkozás az utamat? – Ebben a változatban már a párhuzamos végrehajtással kapcsolatos gondolatok is megjelenhetnek. Hogyan tudjuk egyszerre végrehajtani az utasításainkat, ha azok „kereszteznek” egymást?

Több diák esetében érdemes csoportokat kialakítani és az egyes csoportokban külön-külön táblával játszani.

Hasonló online, illetve társasjátékok:

- Lightbot: <http://lightbot.com/>
- Roborally (társas): <https://en.wikipedia.org/wiki/RoboRally>

Emlékezzünk a teknősre

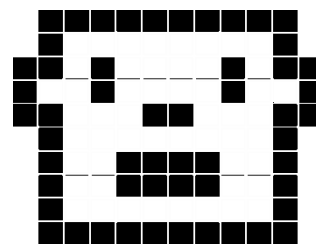
A logo programozási nyelv teknősével kapcsolatos feladatok széles tárháza áll rendelkezésünkre ahhoz, hogy akár az előző pontban változatosabb táblákkal játszunk, akár rajzokat állíthassunk elő.

Források érdekes technósrajzokra:

- Logo versenyfeladatok: <http://logo.inf.elte.hu/#versenyfel>
- Abonyi-Tóth Andor, Holler János, Rozgonyi-Borus Ferenc: Képzeld el! Imagine - technócgrafika, multimédia és játékok, ABAX Kiadó, 2007
- Abonyi-Tóth Andor, Holler János, Rozgonyi-Borus Ferenc: Képzeld el! Imagine - algoritmusok, játékok, ABAX Kiadó, 2008
- Bernát Péter: Logo versenyfeladatok megoldása a Scratch programozási nyelven: <http://logo.inf.elte.hu/tanaroknak/logo-scratch%20v11.pdf>

Rajzold, amit mondok!

A diákok párban dolgozhatnak. Minden páros egyik tagja kap egy ábrát (pl. négyzethálós lapra rajzolva). Ezt nem mutathatja meg a párjának, hanem megadott időn belül le kell vele rajzoltatnia csak szóbeli utasításokat használva.



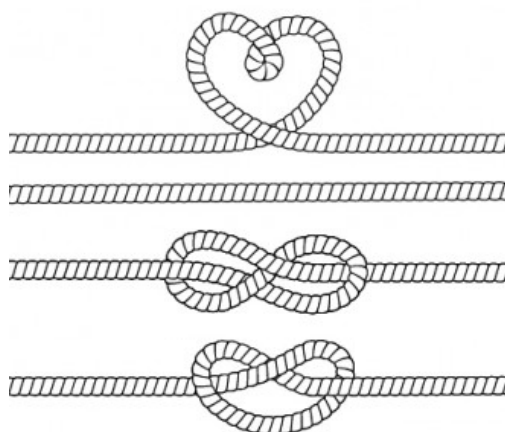
A feladat kisebb csoport esetén megoldható úgy is, hogy egy kijelölt diák a táblánál rajzolja azt, amit a többiek felváltva mondanak neki.

Mindkét esetben fontos, hogy megbeszéljük, ki milyen utasításokat használt és az miért volt, vagy nem volt egyértelmű annak, aki nem látta az ábrát.

A feladat nehezített, ha nem négyzethálós, hanem sima papírra rajzolt ábrát kell megrajzoltatni, hiszen nehezebb megfogalmazni a méreteket, viszonyítási pontokat.

Csomókötés

Egy diákot kiküldünk és a többieknek egy jól kivehető csomót mutatunk. A feladatuk szóbeli instrukciókkal megkötteni a csomót a kiemelt diákkal.



Ennek a játéknak az inverze az, amikor a csomót ki akarjuk köttetni. Természetesen a „végrehajtó” ilyenkor nem gondolkodhat és cselekedhet önállóan.

Mit láttam

A „súgó” játék kiterjesztése – azaz az információ terjedése, megfogalmazása, értelmezése kerül előtérbe ebben a játékban. A lényege, hogy a diákok (3-6) kimennek a teremből és az elsőnek (aki bent maradt) kivetítünk egy robotról vagy robot által végzett tevékenységről egy képet. Ezután lekapcsoljuk a kivetítőt és behívjuk az első diákot. A bennmaradt megfigyelő elmeséli a képen látható információkat. Ezután a behívott diák lesz a „mesélő” és újabb diákot hívunk be, aki pedig a hallgató, befogadó szerepét veszi át.

Az utolsó diák összefoglalja a képet, majd újra ki tudjuk vetíteni és megbeszélhetjük, hol és hogyan torzult az információ.

Egy lehetséges variáció, amikor az utolsó diáknak 4-5 képből ki kell választania, melyikről hallott. Itt érdekes lehet megfigyelni, a többiek választását is – azaz kinél „térünk át” a másik kép választására. Természetesen a képeket jól ki kell választani, mert túl hasonlóak sem lehetnek.

Bevezető feladatok részekre bontásra, együttműködésre

Ugyan inkább a projekt munkák, program tervezés és programozás témaköréhez tartozó általánosabb témakör, de a projekt munka előtt megtámogathatjuk diákjainkat abban, mit is jelenthet egy feladat megtervezése, az összetett feladatok részekre bontása és az egyes részek bővítése – átgondolása, illetve hogy milyen feladatkörökkel találkozhatnak 1-1 komplexebb, együttműködést igénylő feladat esetében.

Bontsuk részekre

Vegyünk egy egyszerű feladatot, mint például a háziállatunk megetetése. Szedjük össze, milyen eszközökre van szükségünk, milyen előkészületek szükségesek, milyen lépéseken keresztül fogjuk megvalósítani. Pl. elővenni a tálját, elmosni, ...

Az egyes feladatokat is bontsuk tovább. Pl. tál elmosása: odaviszem a mosogatóhoz/csaphoz, kinyitom a csapot, ... Majd folytathatjuk így tovább. Egészen odáig elmehetünk, hogy pl. a megfogáshoz hogyan mozgathatjuk a tenyerünket, ujjainkat.

A kezdő feladatot érdemes a diákjaink érdeklődéséhez igazítani és akár csoportokban feldolgozni.

Építkezzünk utasításokból

Ennél a játéknál a modulokból való építkezést mutathatjuk meg. Kezdjük egy egyszerű tevékenységgel: pl. tudjuk mozgatni az ujjainkat. Mit tehetünk meg? Meg tudunk fogni és elengedni valamit. Tegyük hozzá, hogy tudjuk mozgatni a karunkat. Mivel bővülnek a lehetőségeink? Át is tudunk helyezni tárgyakat. Így bővíthetjük a tevékenységeket pl. a törzs elfordításával, járással, ... Amikor már elég sok tevékenységet „tudunk”, adhatunk olyan feladatokat, melyek ezekkel megoldhatóak.

Variációként játszhatjuk konkrét utasításkártyákat előkészítve akár egymás irányítására kihegyezve. Illetve csoportosíthatjuk az utasításainkat ezzel új utasítást létrehozva (eljárást/függvényt írunk): Írd le az 'A' betűt: vedd fel a ceruzát, mozgasd a papíron ... módon, tedd le a ceruzát. Akár észrevehetjük, hogy a „vedd fel...” is paraméterezhető függvénné alakítható (a „mit” a paraméter, a vedd fel pedig a kéz, ujjak mozgatására visszavezethető).

Építsünk modellt

Diákjaink alkossanak 5 fős csapatokat, melyek feladata egy előre megadott LEGO modell megépítése. Minden diáknak külön szerepe lesz.

Az „adatközlő” látja a modellt és leírja a „hírnöknek” szóban. A „hírnök” továbbítja az információt az „építőmesternek”, aki megkéri (akár a hírnökön keresztül) az anyagot az „anyagkezelőtől”



és megépíti a modellt. A „visszaigazoló” feladata a kész termék ellenőrzése. Ő is látja a modellt és csak igen, nem-mel válaszolhat a mérnöknek.

Juttass ki a labirintusból

Az utasítások pontosságánál is játszható ez a játék. Lényege, hogy egy négyzetrácsos papíron megtervezett labirintusból kell kijutni. Három szerepkörünk van: Az „ellenőrző”, aki látja a labirintust és szól, amikor rosszat léptünk. A „próbáló”, aki lép. Őt segítik a „segítők” az instrukcióikkal. Ezek a segítségek korlátozhatóak pl. azzal, hogy a segítők csak felváltva mondhatnak utasításokat vagy magukat a használható utasításokat határozzuk meg. Amikor rosszat lépünk, előről kell kezdeni a kijutást.

Segítséget jelenthet, ha a próbálónak egy üres négyzetrácsos papír és pl. egy bábú a rendelkezésére áll.

Gyártsunk részeket

Diákjainkat két vagy több csoportra bontjuk és egy olyan tárgy részeinek legyártására kérjük őket, amit majd összeillesztünk. Bonyolítható a feladat azzal, hogy egyik fél sem tudja, mi lesz a „végtermék”. A legegyszerűbb változat a doboz és doboztető papírból való elkészítése. Ehhez csak papír, olló, ragasztó szükséges. Mindkét csapat megkapja a leírását („Készítsetek egy 5x5x5 cm-es dobozt/dobozhoz tetőt papírból...” esetlegesen képpel, rajzokkal kiegészítve). Munka közben csupán 1-2 emberen keresztül kommunikálhatnak (egyeztethetnek pl. méreteket) a csapatok (természetesen az eredeti feladatléírást, képeket nem mutathatják meg egymásnak).

Bevezető foglalkozások és játékok az érzékelők, érzékelés lehetőségeire

A robot és az automata, mechanikus szerkezetek közötti különbség alapja az, hogy a robot érzékeli a környezetét és az hat rá. Ez a lényeges momentum az egyéb tudományterületekben elsajátított tudásra épülhet, azzal szorosan kapcsolható.

Ember és robot érzékszervei

Milyen érzékszervekkel és mit észlelünk a környezetünkben? Gyűjtsünk pár példát minden érzékszervünkhöz és írjuk össze a projekt-falra/táblára.

A gyűjtemény készülhet egy online felületen, csoportmunkában akár közösen akár érzékszervenként szétválasztva.

Az egyes érzékszervek jelölésére használhatunk képeket is.

Vezető kérdések:

- Mit „mondanak meg”, közvetítenek ezek az érzékszervek a környezetről?
- Milyen információkat kapsz meg a segítségükkel?
- Hogyan is működnek ezek az érzékszerveink?

Szélesíthetjük a diákjaink ismereteit, ha olyan leírásokat, ábrákat és működési elgondolásokat is összegyűjtünk, melyek korábbi korokból származnak.

Például a látással kapcsolatosan Leonardo da Vinci megfigyeléseit: “A tapasztalat azt mutatja, hogy a látóérvék a dolgoknak tíz különböző tulajdonságát érzékeli, nevezetesen a fényt és az árnyékot, amelyek közül az egyik feltárja a többi nyolcat, a másik pedig elrejtí őket; továbbá a színeket és a minőséget, az alakot és a helyzetet, a távolságot és a közelséget, a mozgást és a nyugalmat.” (Leonardo da Vinci, Anatómia, C.90)

Syrano de Bergerac: Holdbéli utazás (az Érzékelésről c. fejezetének részletei) - (<http://members.iif.hu/visontay/ponticulus/rovatok/hidverok/cyrano-holdbeli.html#az-erzekelesrol>)

Ez az időbeli, az elgondolások, megismerések alakulását is megmutató feltárás előkészítheti és támogathatja annak megbeszélését, hogy mivel a robotoknak nincsenek érzékszerveik, az érzékeléshez használt eszközeiket mérnököknek kell megtervezniük és megvalósítaniuk. Így kaphatnak képet a környezetükről.

Bővítsük ki a tablónkat eszközökkel, melyek segítik egy robotnál az érzékelést!

Vezető kérdések:

- Mi is az az információ, ami segít eldönteni 1-1 objektum tulajdonságát? (pl. távolság, szín, ...)
- Milyen eszközökre van szükség ahhoz, hogy ezeket az információkat a robotok is megkapják?
- Miért fontos az?

A kibővítéshez alkalmazhatunk ismét csoportmunkát is, ahol az egyes csoportoknak csak 1-1 kiemelt érzékelési területre kell koncentrálnia. Végül az egyes csoportok bemutatják egymásnak az összegyűjtött ismereteket. Érdekes lehet megfigyelni, hogy nem csak egy-egy érzékszervünk használható az azonos információk megszerzésére, illetve az érzékelés pontosságának finomítására (mint pl. a látás és a hallás távolság esetében), de egy-egy érzékelő felbukkanhat különböző érzékelés-feladat esetében is.

Hogyan is működnek ezek az érzékelők és hol fordulnak elő a mindennapjainkban?

Természettudományos területen tanító kollégákkal összefogva érdemes olyan élőlényeket keresni (és ezekkel az előző feladatban létrehozott tablókat bővíteni), melyek az érzékelők megalkotásakor inspirálhatták a mérnököket!

Vegyük például a távolság meghatározását. Az ember a szemét és az agyát használja első sorban erre a feladatra. Az állatvilágban azonban az echolokáció⁷ egy sötétben is használható lehetőség. A denevérek, delfinek, tortugák is hasonlóan tájékozódnak.

Érdekes olvasnivalók ebben a témakörben:

- <http://gepnarancs.hu/2015/02/echolokacio-a-vakok-hatodik-erzeke/>
- Nyelv és tudomány: <https://m.nyest.hu/hirek/beszелgetni-hangszalagok-nelkul>
- angolul:
 - https://en.wikipedia.org/wiki/Animal_echolocation

⁷ (**echolokáció** (*echolocation*))

Tárgyak sötétben történő detektálására és lokalizálására használt eljárás, amelyben a kibocsátott ultrahangok visszaverődésének érzékelését használják fel. Echolokációt használnak denevérek, delfinek és egyes madarak (például a zsírfecskék). Az állat egy sorozat magas frekvenciájú hangrezgést bocsát ki, amelyek visszaverődnek a tárgyról, és a visszavert rezgéseket legtöbbször a fülükkel vagy más érzékszervükkel detektálják. A visszavert rezgés irányából, valamint a rezgések kibocsátása és felfogása között eltelt időkülönbségből az idegrendszerük meglehetősen pontos modellt alkot a tárgyak térbeli elhelyezkedéséről.)

Forrás:

Tankönyvtár,

Biológiai

Kislexikon

(<http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/oxford-typotex-biologiai/cho1s05.html>)

- <http://channel.nationalgeographic.com/brain-games/videos/echolocation/>
- <http://www.sciencemag.org/news/2014/11/how-blind-people-use-batlike-sonar>

Az egyes érzékszervek, észlelések témakörének tárgyalásakor nem csak a biológia és a technológia területére korlátozódhatunk. Érdekes – akár ugyancsak projektmunkák keretében – összegyűjteni más kapcsolódási pontokat is. A fenti példánál maradva a fizika (doppler effektus), a földrajz (tájékozódás, csillagászat, helymeghatározás), az irodalom (Csokonai V. M.: A Tihanyi ekhohoz), a történelem (hadi technológiák fejlődése), a kémia (a hanghullámok terjedése egyes közegekben) mind megjelenhet. Minél szélesebb skála kialakításához érdemes a különböző szakos kollégákat is bevonni.

Játékok az érzékszervekkel

Az érzékszervek, érzékelés pontosságát és lehetőségeit azok korlátozásával, használatának felfedezésével is megmutathatjuk diákjainknak. Ezek után a játékok után érdemes megbeszélni, mi okozott nehézséget, mi jelentett akadályt a játék során.

Denevér játék

Az egyik diákot kikiáltjuk denevérnek és bekötjük a szemét. A többiek lesznek a bogarak, azaz a „vacsorák”. A denevér bizonyos időközönként elkiáltja magát: „denevér”. Erre a többiek „vacsora” kiáltással válaszolnak. A játék célja, hogy a denevér elkapja a bogarakat.

A mérési pontossághoz kiegészíthető: csak bizonyos időközönként kiálthat a denevér.

Csörgőkígyó

A diákok közül kiválasztunk két kígyót, akiknek bekötjük a szemüket. A kezükbe egy-egy csörgőt – pl. egy konzervdobozt apró kövekkel – adunk. A játék célja az, hogy egyik kígyó megfogja a másikat. A kígyók egymás helyzetét a csörgetéssel tudják megállapítani. Ha az egyik kígyó „csörög”, a másiknak rögtön „válaszolnia” kell.

A feladat nehezítése lehet, ha korlátozzuk az üldöző csörgéseinek számát.

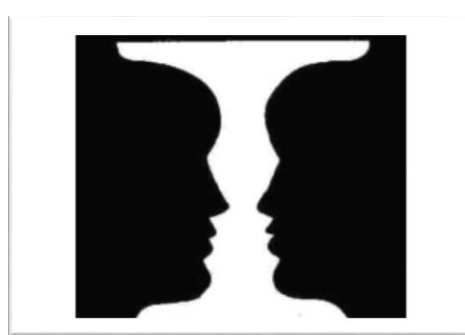
Tapintás játékok

A tapintással (látás, hallás kizárásával) a másik diák vagy egy tárgy felismerése. Pl. zsákba, dobozba rejtünk tárgyakat, melyeket tapintás segítségével kell felismerni és megnevezni. Érdekes 1-2 „megtévesztően” hasonló tárggyal is manipulálni – hogy az alaptulajdonságok egyértelműsége jobban lelepleződjön.

Csalóka képek

Mindannyian ismerünk csalóka képeket, melyek a térlátást, a perspektívákat használják ki vagy egyszerűen csak elbújtatott információk találhatók rajtuk. Pár kép tanulmányozása után érdemes megbeszélni, hogy vajon a gépi látást ilyen esetekben mi segítheti, illetve mi lehet félrevezető.

Pár ismertebb példa:



Érzelmek felismerése - arckifejezéssel

A csoport egyik tagja hang nélkül „kiált” valamit. Ezt olyan gesztusokkal, arckifejezésekkel kíséri, amiből a többiek rájönnek, hogy mit „kiáltott” pl. biztatást, segítségkérést, figyelmeztetést. Ezt érzelmek kifejezésével is játszhatjuk. Azaz a kiáltás helyett egy érzelmet kell eljátszani csak az arckifejezés segítségével: csodálkozás, harag, vidámság, ...

Szaglás

Különböző tárgyakat szaglászás segítségével kell felismerni. Könnyebb változat, amikor jól megkülönböztethető anyagokat (ecet, parfüm, fűszerek, ...) készítünk elő, és ezeket kell felismerni.

Egy nehezebb változat lehet, ha különböző parfümökkel befújít „lepkéket” (akár diáktársak, akár egyforma rongyok, bábuk) kell hozzákapcsolnunk a megfelelő parfümhöz.

Érzékelők pontossága

Az érzékelők pontosságának egyik paramétere a mintavétel gyakorisága, illetve a feldolgozás gyorsasága.

Készítsünk elő egy egyszerű robotot a padló fele néző fényérzékelővel. Készítsünk – akár a diákokkal együtt – egy programot, melyben a robot halad, amíg el nem ér egy megadott színű – pl. fekete – vonalig.

Próbáljuk ki, hogyan működik a program,

- ha nagyon gyorsan, vagy lassabban halad a robot;
- ha világosban vagy ha sötétben indítjuk el;
- ha a csík szélesebb vagy nagyon is keskeny;
- ha ezeket a paramétereket egyszerre változtatjuk (pl. nagyon gyors robot keskeny vonallal).

A megfigyeléseinket beszéljük is meg a diákokkal. Vajon miért van az, hogy ugyanaz a program (fényérzékeléshez beállított paraméter-érték) hol működik, hol nem (túlszalad a robot a vonalon).

Tervezés, építés előkészítése

A tervezési fázis fontos momentum egy projekt életében. Az, hogy hogyan érdemes terveznünk, milyen lépéseken keresztül, mitől és mikor lépünk vissza, módosítsunk eredeti ötleteinken ugyanúgy tanulható (és tanulandó) folyamat.

Honnan veszik a mérnökök az ötleteiket?

Jó ötlet és inspiráció gyűjtés, tanulási folyamat lehet, ha megnézzük mások – pl. a robotmérnökök honnan veszik az ötleteiket.

Ehhez gyűjthetünk videókat, leírásokat és feldolgozhatjuk a robotok megismerését bemutató tevékenységek átalakításával.

Ld. pl. videók: robosnail, robofly

<https://www.pbslearningmedia.org/resource/engO6.sci.engin.systems.robosnail/robosnail/?#.WrokQohuY2w>

Mimika:

<https://www.pbslearningmedia.org/resource/engO6.sci.engin.design.kismet/kismet-the-social-robot/?#.WyfrPaczY2w>

Robotépítés

Milyen paraméterek, tulajdonságok miért fontosak egy robot megalkotásakor?

Készítsünk elő kártyákat az alábbi tulajdonságokkal:

- Haladás

- Alak, forma
- Nagyság, méret
- Anyag
- Meghajtás
- Üzemidő
- ...

Miért és mikor fontosak ezek a tulajdonságok? A diákok gyűjtsenek példákat arra, hogy milyen felhasználási területek esetében mely tulajdonságok hogyan teljesülnek.

A robotika alapjait célzó fejezetben gyűjtött robotokat is használhatjuk erre a célra – akár úgy is, hogy a diákok megkapják ezeket képen, leírással.

Tervezz célfeladatra

A robotok külső megtervezésekor fontos tulajdonságok megbeszéléséhez tűzzünk ki célfeladatokat a robotok számára. Például: mélytengeri kutatórobot, tűzoltórobot, bomba hatástalanító robot, szemétszedő robot, takarító robot, ...

A diákok feladata lesz a céloknak megfelelő robot tervezése. Hívjuk fel a figyelmüket arra, hogy a megjelenés, a forma, az anyag, a nagyság, méret, üzemidő, meghajtás és a haladás tulajdonságok milyen szinten befolyásolják a tervezést.

Például egy mélytengeri robotnak áramvonalas, úszásra alkalmas megjelenése mellett a víz nyomását is ki kell bírnia. A tűzoltáshoz esetlegesen nagy víztartállyal kell rendelkezni, melyet mozgatni is kell tudnia a robotnak.

A feladatnál ugyancsak érdemes bemutatni (pl. videók segítségével), milyen funkciókhoz, milyen robotok épülnek és ezek tulajdonságait csoportosítani, átbeszélni.

Robot tervező, építő aktivitások

A tervezéssel, építéssel kapcsolatos folyamatok igen komoly koordinációs feladatot jelenthetnek. A diákok fantáziája és kreativitása igen hosszú és sajnos akár eredménytelen – és így demotiváló – megvalósítást is eredményezhetnek.

Amikor építéssel kapcsolatos feladatokat adunk, próbáljuk meg minél egyértelműbben megfogalmazni, mit is várunk és mennyi időt szánunk a feladatra.

Érdemes a tervezési fázisban már megvalósított ötleteket, projekteket, prototípusokat megmutatni – esetlegesen valamennyire elfedve a mechanizmust.

Egy alapmodell továbbfejlesztése, kibővítése is segíthet az építési célkitűzéseinkben.

A következőkben olyan építési ötleteket írtunk össze, melyek minimum egy motor használatát igénylik. Interneten (is) több olyan ötletet találhatunk, melyek a STEM témakörök segítségével a fogaskerekek, mechanizmusok, súlyeloszlás és még más fizikai és technikai megvalósítások mélyebb megismerését segítik elő. A céljaink, időkeretünk és eszköz-lehetőségünk tekintve érdemes ezek közül a megfelelőeket beépíteni a tevékenységeinkbe.

Érzékelők beépítése

Az egyik legegyszerűbb építési feladat egy alap robot kiegészítése a megfelelő érzékelőkkel: a projekt feladatát megvalósító szerkezet alapja mellé az érzékelők felszerelése, megfelelő szögben, pozícióban és biztonságosan való rögzítése.

Működés közben kiderülhet, hogy a feladat megvalósításához az érzékelőnek más irányban, más magasságban kell állnia, esetleg erősebb, biztosabb rögzítést igényel, hogy ne essen le, mozduljon el.

Mind a tervezési, mind az építési és programozási fázisban érdemes összehasonlítani az egyes megvalósítások használhatóságát, eredményességét: előnyeit és hátrányait.

Ki a gyorsabb?

A feladat minden csoportnak egy olyan robot építése, mely *kerekek nélkül* halad. A megvalósított járgányokat egy verseny keretein belül mérettethetjük meg.

A feladat megadásakor nehezítést jelenthet, ha nem mutatjuk meg előre a „terepet” – esetlegesen nem csak egy sík terepet használunk, de emelkedő, lejtő, bukkanók, nem egyenletes talaj is található az útszakaszon –, vagy nem ismertetjük, mi alapján pontozzuk a feladatot: csak a gyorsaság vagy esetleg a pontosság is számít majd az eredményben.

Ez az aktivitás lehet korlátozottan 1 tanórás, de biztosíthatunk lehetőséget arra is, hogy a diákok utána nézhessenek esetleges megoldás-ötleteknek.

Mindenképpen érdemes egymás megoldásait is megtekinteni, valamint átbeszélni a nehézségeket, tapasztalatokat.

A versenyt követően hasznos lehet, ha a korábbi fejezetekben említett járással, tervezéssel kapcsolatos videók, anyagok segítségével megmutatjuk, mennyire komoly elgondolásokat igényel egy-egy ilyen „haladó mechanizmus” megépítése.

Mesehős megsegítése

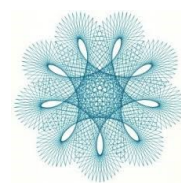
Mindenki által ismert – vagy együtt megismert – mesék, történetek alapján is elindulhatunk a konstruálás útján. Egy kiválasztott probléma megoldását kell megvalósítani a diákoknak valamilyen szerkezet elkészítésével, és így segíteni a hősnek egy feladat megoldásában, vagy éppen egy szereplő „helyettesítésében”.

Időt takaríthatunk meg, ha előre meghatározzuk a történeteket, illetve az azokban megtalálható kiváltható problémákat – esetlegesen a megoldási lehetőségeket is szűkítjük.

Nézzük meg alaposabban két ELTE-hallgató ötletét: a Grimm testvérek Békakirályfi című meséjében az aranygolyó kiemelését a kútból. Az egyszerű feltekeréstől kezdve a bonyolultabb karmokig több megoldás is születhet a feladatra. Ha szabadon hagyjuk a diákokat alkotni, több napot, hetet is igénybe vehet a feladat. De szűkíthetjük a lehetőségeiket egy előzetes feladat-megbeszélés keretein belül: például használjuk ki, hogy a golyó fémből készül és egy mágnessel emeljük ki – ezzel kiküszöböltük a „megfogás” problémáját. Rakjunk esetleg eléjük meghatározott eszközöket, alkatrészeket melyeken kívül mást nem használhatnak. Nézzünk át közösen pár szerkezetet, melyek kiemelésre alkalmasak. Beszéljük meg előnyeiket, hátrányaikat.

Rajzgép

Hogy is működik egy spirográf? Egy aránylag egyszerű szerkezet megépítésével és a fizikai paramétereinek változtatásával igen sokféle ábrát megrajzolhatunk. Az egyes képek kinézete függ a két tengely irányától és hosszától, de tovább bonyolíthatjuk a feladatot, ha a lapot forgatjuk rajzolás közben.



is

Természetesen nem csak tollal rajzolhatunk, de ki is vetíthetjük a mozgást tükrök és lézermutató segítségével: <https://cults3d.com/en/3d-model/tool/four-motor-laser-spirograph-diy>

Egérfogó

Azaz egy Rupe Goldberg gép.

Ebben a feladatban már kiemelt szerepet kaphatnak az érzékelők is. Az egyszerű, mechanikus, egymást mozgásba hozó események érzékelők visszajelzéseivel, motorok beindításával tehetőek bonyolultabbá és programozhatókká.

Csokiautomata

Egy automata építéskor is gondoskodhatunk arról, hogy ne csupán egy egyszerű szerkezet üzembeállítása legyen a feladat, de az érzékelők is szerepet kapjanak.

A diákok habitusának és a rendelkezésre álló eszközöknek megfelelően ez a feladat is bonyolítható az egyszerű gombnyomás-árukiadás folyamatától addig, hogy a beadott „ellenérték” (pénzt, kártyát, ...) is megvizsgálva különböző „árut” adunk ki.

Robot életre keltése

Az építési fázisban kialakított eszközök megmozgatása, érzékelők használata, beüzemelése már eleve a programozás mezsgyéjére terel minket.

Amikor azonban nincs lehetőségünk az építés, konstruálás megvalósítására, vagy azt megelőzően az eszközkészletünk lehetőségeit szeretnénk megmutatni a diákjainknak, érdemes 1-1 alaprobotot kiválasztanunk.

Igyekezzünk minden kiválasztott, kiadott feladatot alfeladatokra bontani, majd ezeket összefűzni. Érdemes sokszor az egyes tévutakat is kipróbálni – nem egyből elárulni azt, hogy ez nem fog működni, és miért nem, hanem kipróbáltatni és megbeszélni a konklúziókat.

Vegyük például a **vonalkövetés** feladatát.

Első lépésként valósítsuk meg a robot haladását.

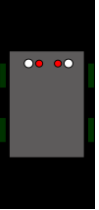
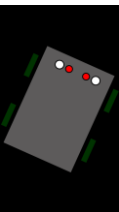
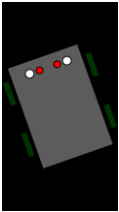
Ezután érdemes egy megadott pontig (érezkelt vonalig) eljuttatni, majd megállítani a robotot. A vonalkövetés alapja ennek az inverze, azaz amíg a vonalon vagyok, megyek és amikor letérek róla, akkor megállok – illetve módosítva valahogy vissza kell térnem a vonalra.

Ezen a ponton érdemes akár tévutakat is kipróbálni, megbeszélni. Például mi történik, ha „addig fordulok jobbra, amíg újra meg nem találom a vonalat”, vagy „fordulok kicsit jobbra,

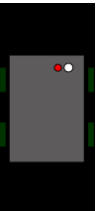

Robotikáról tanároknak

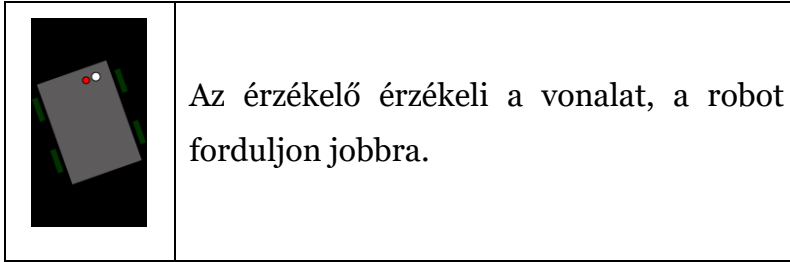
ha nem találtam meg, kicsit többet balra, majd ennél egy kicsit még többet jobbra... addig ingázva jobbra, balra, míg meg nem találok a vonalat”, ... Milyen hátulütőket tartalmaz az egyik legjobb megoldás: „ha a vonalon vagyok jobbra megyek, ha nem, balra”.

Ugyancsak érdekes annak megbeszélése – kipróbálása – mi a különbség aközött, hogy 1 vagy 2, esetleg 3 érzékelővel figyelem a vonalat. Milyen lehetőségeim vannak a megoldásra.

	Mindkét érzékelő érzékeli a vonalat, a robot egyenesen haladhat tovább.
	Csak a bal érzékelő érzékeli a vonalat, a robot forduljon balra.
	Csak a jobb érzékelő érzékeli a vonalat, a robot forduljon jobbra.

Amennyiben csak egy érzékelőnk van, a mozgást kis iránymozgásokra és a globális előre haladásra kell felbontanunk:

	Az érzékelő nem érzékeli a vonalat, a robot forduljon balra.
	



Ezt a két mozgást kombinálva egy biztos vonalkövető robotunk lesz, ami kicsit lassú, kicsit „rángat”.

Akár interneten is találhatunk ennél komplexebb megoldásokat, ahol pl. nem a színeket/visszaverődő fényeket vizsgáljuk, hanem ezek változását pl. %-os arányban.

Irányítás feladatai

A programozás során első körben általában a megmozdítás, megmozgatás jelenthet alapfeladatot: robot-járművek esetében egy megadott út bejárása, robotkaroknál egy mozdulatsor elvégzése.

Kezdő feladatnak mindezek azért is érdekesek, mert megmutathatjuk a diákoknak, milyen sok minden (tényező) befolyásolhatja robotunk működését.

Egy megadott útvonalon csak a motorokat használva nagyon ritkán érünk ugyanabba a pontba: a környezeti tényezők, mint a súrlódás, a talajon található deformációk könnyen iránytévesztéshez vezethetnek. Az elem töltöttsége robottól függően módosíthatja a megtett út hosszát, vagy akár a sebességet, forduláznál annak szögét is.

A legegyszerűbb alapfeladat lehet egy kijelölt útvonal megtétele – nehezíthető akadálykerüléssel, nem egyenes útvonallal.

Szinkrontánc

Zene és tánc iránt érdeklődő diákjaink akár egy koreográfiát is összeállíthatnak, melyet a robotoknak egyszerre kell majd végrehajtaniuk.

Rajzolás robottal

A technógrafikánál használt rajz-feladataink átültethetőek egy tollal ellátott robot irányítási feladatának is. A kérdés persze az, milyen robotot választunk. Az egyszerűbb padlórobotok között könnyen találunk olyanokat, melyek megadott fokot tudnak fordulni.

Nagyobb kihívást jelent, amikor egy-egy ábrához nekünk kell kikísérletezni, mennyi időre milyen erősséggel és milyen irányba kell a motorok meghajtásáról gondoskodnunk.

Hód feladatok megoldása robotokkal

A hód feladatok interaktívva tétele, a leírt algoritmusok átültetése, fizikai megvalósítása motiváló programozási, irányítási feladatot jelenthet.

Érzékelőkkel

Érzékelőkkel pedig már irány a csillagos ég.

A rajzolásra alkalmas robotunkba egy giroszkóp, iránytű beépítésével már nem kell annyit kísérleteznünk az egyes értékekkel, hogy pontosabb rajzokat rajzolhassunk.

Az érzékelők használatánál nagyon fontos annak felismerése és felismertetése, hogy azok pontossága igen meghatározó a feladat megoldhatóságának szempontjából.

Sok diák azzal veszi el a kedvét, hogy nem látja és érti meg a robot határait – nem látja át, fogadja el a korlátokat, esetleg nem érzékeli ezek miéértjét.

A legelterjedtebb feladatok a vonalkövetés, fénykövetés, vagy attól való távolodás és az akadályok kikerülése. Ezeket egyszerű alapokon is megvalósíthatjuk, de elmehetünk akár olyan összetett megoldásokig, hogy az alapbeállítások – melyik színt kövessük, milyen fényerősséggel dolgozzunk – mintavételként indításkor adhatóak meg.

Az alapérezékelőkkel megoldható feladatok pl. a távolságtartás, amikor a robot követ, vagy távolodik, a lényeg, hogy közte és a demonstrátor közötti távolság mindig ugyanaz maradjon.

Adatgyűjtés a környezetről

Változók – akár tömbök, összetett adatszerkezetek – használatával a bejárt, megtekintett környezetről is gyűjtethetünk információkat a robotunkkal, melyet akár neki is kell feldolgoznia. Ilyen feladat például amikor egy (szín)kód leolvasása adja meg a robotnak a végrehajtandó feladatot. Összetettebb algoritmus szükséges egy labirintus bejárásához.

Robotok közötti kommunikáció

Két, vagy több robot egymással való együttműködése már nem csak az érzékelőkkel lehetséges. A legtöbb használtban lévő eszköz képes a bluetooth, wifi, rádió vagy infra kommunikációra.

A robotok együttműködése nem csupán összetettebb feladatot jelent, de az egyes csoportok együttműködését is erősítheti.

Komplex projektötletek

Egy-egy hosszabb projektet érdemes az iskola, a diákok életkorához, motiváltságához, életéhez, aktuális témakörökhöz kapcsolni. A következőkben pár olyan ötletet és variációikat foglaltunk össze, melyek kisebb módosításokkal könnyen átalakíthatóak, beépíthetőek.

Az alaptörténet szólhat olvasott mesehősökről, a kevésbé ismert Trul és Klapanciusz⁸ robotmérnökökről vagy valós szituációk leegyszerűsített modelljéről.

Terepasztal bejárása

A legelterjedtebb feladatok alapja egy terepasztal, melyen vonalkövetést, akadálykerülést valósíthatunk meg.

Az alaptörténet könnyen variálható: lehet egy házunk, városunk, bolygónk, melyen egy olyan küldetést kell teljesítenünk, hogy eljutunk egyik pontból a másikba. A nehezítés, amikor akadályokat kell kikerülnünk, esetleg nem vízszintes a felületünk.

Az akadályok érzékelése, kikerülése többféle érzékelőkkel és több irányba is megoldható.

Tárgyak elmozgatása, összegyűjtése

Az előző csoportba tartozó feladat nehezíthető, amikor elmozgatnunk, összegyűjtenünk kell tárgyakat.

Építési kihívásokat jelent, amikor nem egyszerűen eltolni, hanem felemelni, megadott helyre áthelyezni, vagy például egy célba begurítani kell egy tárgyat.

Például mentő, golfozó robot, robotporszívó készítése.

Programozható robot, kódolvasás

Bármilyen feladat kiegészíthető azzal a nulladik lépéssel, hogy a végrehajtandó feladatot egy beolvasandó kóddal adjuk meg a robotnak. Vonalak vastagsága, szín – valamilyen kódolt üzenet az érzékelőkkel való beolvasása és értelmezése a legegyszerűbb formától a nehezebb, komplexebb értelmezésig használható.

⁸ Stanislaw Lem Kiberiáda c. könyvének 2 főhőse, robotmérnökök

Robot foci, robotharc, sumo

A legtöbb esetben a robotok egymás elleni küzdelme távirányítással valósul meg. Természetesen a robotok megépítése és a távirányításhoz alkalmas alkalmazás elkészítése is megfelelő feladatot jelenthet. A projektek azonban többet adhatnak, ha autonóm működésre programozzuk a robotokat ezekben a feladatokban is.

Okosotthon, okosiskola és okosház vagy okosváros

Ugyan nem szorosan a robotika témakörébe tartozik, de amikor egy kevésbé mozgó modellel dolgozunk, egy okosotthon elkészítése érdekes kihívásokat jelenthet. Az érzékelők, adatok feldolgozásának világába kalandozhatunk okosnövény, intelligens üvegház elkészítésével.

Az egyes részfeladatokat akár külön-külön az egyes csoportok is elkészíthetik, majd összeállíthatják egy komplex modellé.

Közlekedésirányítás

A közlekedési lámpák, sorompók már sok esetben nem csak előre beprogramozottan működnek. A gyalogos által jelzett szándék, vagy az aszfaltba beépített érzékelő is utasíthatja az eszközt állapota megváltoztatására. Ehhez készíthetünk egyszerűbb, vagy akár összetettebb modelleket.

Robotok és művészet

Egy rajzoló robot összeállítása és beprogramozása a matematikai és a művészeti érdeklődésű diákok számára is érdekes lehet.

Igen széles tárházat találjuk az ötleteknek: a spirográftól a robotkaron át a haladásos mozgással rajzoló, esetleg író robotokig.

A felhasználható eszközök többsége alkalmas zenei elemek használatára. Készíthetünk hangszert, leprogramozhatjuk azt, vagy zenei elemeket alkalmazhatunk a korábbi projektötleteink során is.

Az irányítás (programozás) és az építés, konstruálás egyaránt lehet egy projekt része.

Robotok és az irodalom (történelem)

Irodalmi művek, történelmi események rekonstruálása, egy-egy problémakör megoldása a korábbi projektötletek felhasználásával, kombinálásával is lehetséges. Kisebbeknek akár csak egy adott jelenet lejátszatása is lehet a feladat. Nagyobbaknak érdemes a robotok autonómitását, esetleg egymás közötti kommunikációját kihasználni.

Saját robot

A saját robot ötvözheti az előzőekben leírt projektötletek elemeit. A lényege, hogy a tervezési fázisban specifikálódik a környezet és a szükséges eszközök.

Érdemes ezeken kívül a robot-versenyek kiírásait, a robotikában használt oktatási eszközök hivatalos, illetve oktatási oldalait, blogjait is átböngészni, hiszen rengeteg ötletet kaphatunk.

További feladatok, ötletek

- A NASA-tól:
<https://www.nasa.gov/audience/foreducators/robotics/lessonplans/#.W1bmRdIzY2x>
- <http://www.cs4fn.org>
- <https://teachinglondoncomputing.org/>
- <https://www.instructables.com/id/Robotics-7/>

–

Milyen robotot válasszunk, használjunk?

„A cél szentesíti az eszközt” mondhatnánk. Itt is fontos alap kérdés, hogy mit szeretnénk megvalósítani, mennyi időnk, milyen erőforrásaink, lehetőségeink kapcsolhatók mindehhez.

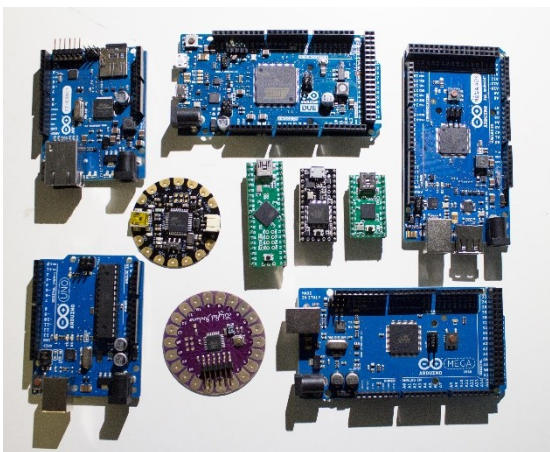
A korábbi fejezetekből kitűnik, hogy sok minden elsajátítható robotok, külső eszközök nélkül is. A továbbiakban pár eszközzel adunk rövid leírást, illetve további leírásokhoz, lehetőségekhez elérhetőségeket.

Az eszközök listája nem teljes. A válogatás során szem előtt tartottuk, hogy minél szélesebb kört tudjunk bemutatni, illetve a több hasonló eszköz közül csak egy-egy kerüljön a palettánkra, melyeken bemutathatjuk az alap lehetőségeket.

Az eszközök megismeréséhez további forrásokat gyűjtöttünk, melyek konkrét leírásokkal, tervekkel segítik azok használatát.

Mikrokontroller - Micro:bit

Rengeteg féle mikrokontroller kapható jelenleg. Integrált érzékelőkkel, kijelzővel rendelkező, és külön lapka és külön csatlakoztatható eszközökből álló csomag. Van olyan, mely saját programozási nyelvvel is rendelkezik, vagy összekapcsolható más blokk-alapú vagy éppen valamilyen procedurális programozási nyelvet használó felülettel, környezettel.



A mikrokontrollerek előnye alacsony áruk és pótolhatóságuk, kiegészíthetőségük. Hátrányt jelenthet azonban az apró alkatrészek nyilvántartása és tárolása, valamint a sok felhasználós üzem alatti gyors elhasználódásuk.

Az ilyen típusú eszközök választáskor megfontolandó az egyes apró alkatrészek tárolása és pótolhatósága mellett az is, hogy a tevékenységeinkbe mennyire szeretnénk fizikai

fogalmakat, ismereteket bevonni – esetleg az előismeretekkel nem rendelkező diákoknak hogyan és milyen szinten tudjuk elmagyarázni pl. az ellenállás szerepét, egy led pozitív és negatív „lábát” elmagyarázni.

A micro:bit a kezdeti lépések megtételénél áthidalja nekünk ezeket a nehézségeket, de a későbbiekben lehetőséget biztosít a kiterjesztésekre.

A micro:bit egy egylapkás mikrovezérlő. Kimondottan oktatási céllal fejlesztették ki 29 partner bevonásával, a BBC koordinálásával.

Az eszköz 4x5 cm, melyen egy 5x5-ös LED kijelző, gyorsulásérzékelő, hőmérséklet érzékelő, fényérzékelő, irány érzékelő szenzorok, be- és kimeneti csatlakozók, 2 gomb, bluetooth/rádió kapcsolódási lehetőség.

Igen sokrétű alkalmazást tesz lehetővé, legyen az (akár többfelhasználós) játék fejlesztése, viselhető eszközök (pl. okosóra, lépésszámláló, okosruha) tervezése és megvalósítása, kísérletezés a szenzorok által mért adatok felhasználásával, vagy éppen külső eszközök vezérlése/irányítása.

Krokodilcsipesz, vagy külön erre a célra kifejlesztett csatlakozók segítségével további és/vagy pontosabb érzékelőket, motorokat, hangszórót is csatlakoztathatunk a lapkánkhoz és akár gyári, akár saját nyomtatott, bütykölt kiegészítésekkel bonyolultabb robotokat, okosotthont, mérőállomást is építhetünk.

Többféle tematikus csomaggal is találkozhatunk, melyek leveszik vállunkról a forrasztás terheit. Érdekes azonban figyelni arra, hogy ezek mennyire kompatibilisek egymással, mennyire használhatóak esetleg a téma-projekt megvalósítása mellett másra is.

A programozáshoz választhatunk blokk nyelvet (microbit esetén mind a Makecode, mind a Scratch kitűnően működik), vagy akár javascript, php illetve az egyes lapkákhoz a gyártó által javasolt egyéb nyelveket.

Elérhető tananyagok, segédletek

- Microbit oldal: <http://microbit.org>
- Microbit csámborgás oldala: <http://microbit.inf.elte.hu/>
- Letölthető szakköri anyag (dr. Abonyi-Tóth Andor, ELTE IK T@T Labor):
<http://microbit.inf.elte.hu/wp-content/uploads/2018/05/Programozzuk-microbiteket-2018.pdf>
- Microbit tanári facebook csoport:
<https://www.facebook.com/groups/898764273601915/>
- Angol microbit csoport: <https://www.facebook.com/groups/1756471244599979/>
- Angol nyelvű újságok, folyóiratok: <https://issuu.com/search?q=microbit>

- Projekt ötletek (angolul): <https://codeclubprojects.org/en-GB/microbit/>
- Tanmenet (angolul): <https://codeclubprojects.org/en-GB/curriculum/>

A mikrokontrollerekről

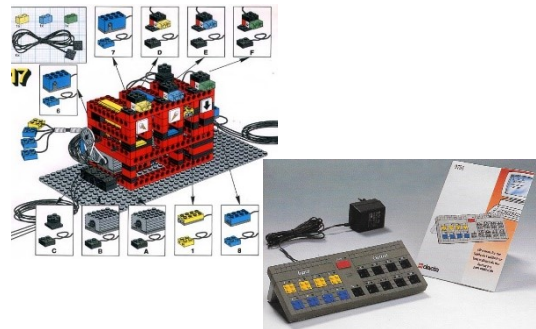
- <https://www.electronicshub.org/microcontrollers-basics-structure-applications/>
- MálnaSuli: <http://www.malnasuli.hu/>
- Ruzsinszky Gábor: Programozható elektronikák

LEGO Education lehetőségek

A Lego cég már jó ideje foglalkozik irányítható szerkezetekkel (ld. technik panelek, motorok és távirányítók) és oktatási megvalósításokkal.

A LEGO lehetőségek és csomagok előnye a kompatibilitás, könnyű átépíthetőség és variálhatóság (akár hagyományos készletekkel), valamint az, hogy strapabírók és a lefedett fizikai megvalósítás miatt kevésbé „ijesztő” a kezdeti használatuk, illetve könnyebb az állagmegóvás. Hátrányuk az ár, ami ugyan rengeteg (angol nyelvű) tananyagot, segédletet foglal magában, de a 2-3 gyermekre jutó készlet pl. a lapkás eszközökből 20-30 diákra elegendő keretet jelenthet.

Az első komolyabb, érzékelőkkel is ellátott, programozható megjelenés (1990) a Dacta cég interface-e és az ehhez tartozó csomagok. Itt ugyan sok kimenettel és bemenettel dolgozhattunk, de a számítógép soros portjára kapcsolva, a motorok és érzékelők kábellel való összekötése miatt kevésbé mobil robotokat lehetett megvalósítani.



Jelenleg a LEGO a kisebbeknek a **WeDo** (2.0) egy motorral, egy mozgás és egy döntés érzékelővel ellátott készleteit, az idősebbeknek pedig a **Mindstorms**



EV3-as lehetőséget kínálja. Ez utóbbiban az okostégla („agy”) magában is programozható és wifi, bluetooth vagy kábel kapcsolattal is csatlakoztatható a géphez. Rengetek érzékelő fajtát használhatunk: a gyroscope-tól a fényérezkelőn át az



ultrahangos érzékelőig. Többféle készlet, vagy akár külön megrendelés alapján is bővíthetjük a lehetőségeinket.

A programozáshoz is találunk a cég által kínált LabView szoftver mellett egyéb lehetőségeket. Pl. a blokk alapú Scratch (3.0-ban valóban működik), vagy Java, C, ... egyéni megvalósításokat.

Elérhető tananyagok, segédletek

- EV3 szakköri anyag - Barbalics Dóra, Solymos Dóra munkája (ELTE IK):
<http://tet.inf.elte.hu/tetkucko/erdekessegek/lego-mindstorms-ev3-robotok-programozasa-szakkori-anyag/>
- Feladatgyűjtemények magyarul:
 - Hdidakt (forgalmazó) oldalán található feladatgyűjtemények:
 - http://hdidakt.hu/wp-content/uploads/2016/02/Robot_feladagyujtemeny_EV3_NXT.pdf
 - <http://hdidakt.hu/wp-content/uploads/2015/08/Megoldasok.zip>
 - Kiss Róbert, Badó Zsolt online könyve:
https://www.amcham.hu/download/002/556/Robotkonyv_KR_BZS.pdf
- LEGO által kiadott tanaanyagok, ötletek (angolul):
 - <https://education.lego.com/en-gb/downloads/mindstorms-ev3/curriculum>
 - WeDo 2.0 e-learning tananyag: <https://elearning.legoeducation.com/wedo-2-0>
 - EV3 online kurzus: <https://elearning.legoeducation.com/ev3>
- WeDo
 - Lego WeDo tanterv 1.: <https://le-www-live-s.legocdn.com/sc/media/files/curriculum-previews/wedo/9580-curriculum-preview-enus-90f9b8b33cff3e66faa1348f198585e9.pdf>
 - Lego WeDo tanterv: <https://le-www-live-s.legocdn.com/sc/media/files/curriculum-previews/wedo-2/45300-curriculum-preview-enus-6c8c0b46dff8986afec21bdc60b7445e.pdf>
 - Scratch+LegoWeDo Wiki oldala:
http://wiki.scratch.mit.edu/wiki/LEGO%C2%AE_WeDo%E2%84%A2_Construction_Set
 - ScratchED WeDo cikkei: <http://scratched.gse.harvard.edu/content/274>

- Lego Education WeDo:
https://community.education.lego.com/t5/tkb/communitypage?attentionState=no_filter&breadcrumb=%5B%5D&draftState=any&publishRangeTime=0&q=wedo&restrictionStates=no_filter&search_type=message&toggleableFieldGroups=%7B%7D
- Nem hivatalos WeDo blog: <http://www.wedobots.com/>
- EV3, Mindstorms
 - Wikin:
 - Mindstorms: https://en.wikipedia.org/wiki/Lego_Mindstorms
 - NXT: https://en.wikipedia.org/wiki/Lego_Mindstorms_NXT
 - EV3: https://en.wikipedia.org/wiki/Lego_Mindstorms_EV3
 - Lego Mindstorms hivatalos oldala: <https://www.lego.com/en-us/mindstorms/?domainredir=mindstorms.lego.com>
 - EV3 hivatalos oldala: <https://education.lego.com/en-us/middle-school/explore>
 - Lego Education óratervek:
https://community.education.lego.com/t5/Lesson-Plans/tkb-p/LE_LessonPlanLibrary_TKB
 - Gindling, J., A. Ioannidou, J. Loh, O. Lokkebo, and A. Repenning. (1995), LEGOsheets: A Rule-Based Programming, Simulation and Manipulation Environment for the LEGO Programmable Brick (<http://www.cs.colorado.edu/~ralex/papers/PDF/VL95-LEGOsheets.pdf>), Proceeding of Visual Languages, Darmstadt, Germany, IEEE Computer Society Press, 172-179.
- LEGO projektek és ötletek
 - Instructables:
 - <http://www.instructables.com/howto/ev3/>
 - <http://www.instructables.com/howto/nxt/>
 - <http://www.instructables.com/howto/rcx/>
 - Lego hivatalos oldala: <https://www.lego.com/en-us/mindstorms/gallery>
 - Robotsquare: <http://robotsquare.com/>
 - Robogalaxy: <http://www.robogalaxy.com/projects>

Makeblock: Mbot és társai – az arduino alapú projekt

Az első Makeblock robot, az Mbot kiadása egy közösségi finanszírozású projektben valósult meg 2015-ben. A fő célkitűzést „minden gyereknek saját robotot!” támogatta az arduino alapú megvalósítás és az aránylag egyszerű összeépítés.

Az eszközök strapabírósága nem éri el a LEGO-ét, viszont a közösség (és a cég) növekedésével egyre több ötletet, változatot és mobilitást kapunk. Saját Scratch-csel és persze az arduino által nyújtott nyelveken programozható.



Elérhető tananyagok, segédletek

- Hivatalos oldal: <http://learn.makeblock.com/en/>
- Mbot alapoldal: <http://learn.makeblock.com/en/mbot/>
- Bevezető projektek:
 - <http://education.makeblock.com/resource/?query=146,158&page=1>
 - <https://www.robofun.ro/docs/img/getting-started-with-mblock.pdf>
- Oktatási oldal: <http://education.makeblock.com/resource/?query=146&page=1>
- Mars kaland (online, angol kurzus): <http://learn.makeblock.com/en/ranger-online-course>
- Projektötletek: <http://openlab.makeblock.com/>

FischerTechnik

Ugyan sokan csak a dübelek kapcsán hallottak korábban a FischerTechnikről, de a cég igen jelentősen ott van az oktatási robotok piacán. A LEGO-hoz hasonlóan itt is rengeteg átépítési lehetőségünk van. Korábban fémépítőként, ma már műanyag alkatrészekkel.

Az egyes csomagokhoz tartozó oktatási anyagok ingyenesen letölthetőek – többnyire németül. Saját szoftverrel programozható, melyben a program egy folyamatábra.



Elérhető tananyagok, segédletek

- Hivatalos oldal: <https://www.fischertechnik.de/en>
- E-learning portál: <https://www.fischertechnik.de/de-de/service/elearning>
- Ötletek, projektek a „fan club”-ban: <https://www.fischertechnik.de/de-de/spielen/fan-club>
- Különböző oktatási szinteknek megfelelő csomagok, leírások: <https://www.fischertechnik.de/en/teaching/level-of-education>

ArTec Robotist

Az ArTec Robotist készletek nagyon hasonlóak a FischerTechnik megoldásokhoz: egy arduino alapú lapka adja a robot agyát, melyet műanyag építő készlet és rengeteg érzékelő segítségével építhetünk. Az „agy” átlátszó tokban van, amely védi – növeli a strapabíróságot, mindemellett meg is mutatja, kiemeli a technológiai hátteret.

Ikon alapú, blokk alapú és az arduino által támogatott nyelveken programozható.



Elérhető tananyagok, segédletek

- Hivatalos weboldal: <https://www.artec-kk.co.jp/en/>
- Magyarországi weboldal: <https://artecrobot.hu/>
- Kezdéshez első lépések, video tutoriálok, leírások, feladatlapok: <https://artecrobot.hu/eszkozcsoomagok/>
- VándoRobot program: <https://abacusan.hu/category/vandorobot/>
- Projektek, ötletek: <https://artecrobot.hu/>