Opportunities of Raspberry Pi's Use in Education

Raspberry Pi felhasználási lehetőségei az oktatásban

Patrik Gréczi *, Antónia Berecz **

* Dennis Gábor College/Institute of Basic and Technical Sciences, Budapest, Hungary

** Gábor Dénes Főiskola, Magyarország, Budapest

* grezipatrik@gmail.com, ** berecz@gdf.hu

Abstract—In our ever more "digitalizing" world the question arises among in IT teachers or parents often: "With what hardware / software tools and how we should integrate the studying of the use of the new technologies into the education?" In connection with this question, the lecturers selected the Raspberry Pi. The initial target group of this IT family consisted of students, but now it widely used among who want to fully understand their own computers and to make use of their specialties. The price and size of these open, mobile platform card-PC-s are a fraction of the PC / laptop, still they can be used as a full-fledged computer, from playful learning to the core of home automation.

Keywords: card computer, Raspberry Pi, mathematics education, programming education, IoT.

Abstract—Egyre inkább „digitalizálódó” világunkban sokszor felmerül a technológia kapcsán az informatikát oktatókban és a szülőknél is a kérdés: „Milyen hardver-/szoftvereszközökkel és hogyan integráljuk az új technológiák használatának tanulását az oktatásba?” Ehhez a kérdéshez kapcsolódóan választották az előadók a Raspberry Pi informatikai eszközcsoportját, amelynek kezdeti célcsoportja a diákság, illetve az egyetemi hallgatóság volt, de mára széles körben elterjedt a saját számítógépüket teljes mértékben megismerni és annak specialitásait kihasználni akarók körében is. Ezen nyílt, mobilplatformú kártyaszámítógépek ára és mérete töredéke a PC-ének/laptopénak, mégis teljes értékű számítógépként használhatók, a játékos tanulástól az otthonautomatizálásig.

Kulcsszavak: kártyaszámítógép, Raspberry Pi, matematika-oktatás, programozás-oktatás, IoT.

I. BEVEZETÉS

A Raspberri Pi kisméretű kártyaszámítógépeket 2012 óta köszönhetjük az angol Raspberry Pi Alapítványnak [1]. Termékükkel a piacon új szegmenst határoztak meg. Mára a cég széles termékpalettával rendelkezik, a fejlesztés folyamatos. Az utolsó modell idén, 2018-ban jelent meg, hagyományosan a Pi-napon, vagyis március 14-én [2].

Ezen eszközökben az a közös hardver tekintetében, hogy mind mobilplatform, ARM alapokon működnek,

GNU¹ licenz alatt. A kezdeményezés célja az volt, hogy olyan platformot hozzanak létre, amely teljesen nyílt, átlátható architektúrával rendelkezik.

Ennek köszönhetően a diákok/hallgatók több mint másféltucat operációs rendszer közül választhatnak hozzá, amelyek között sok a Linux disztribúció.

Különböző programnyelveken tanulhatják saját kártyaszámítógépükön a szoftverfejlesztést. Megismerkedhetnek segítségével az IoT (Internet of Things) ökoszisztémával, valamint a Microsoft által támogatott szoftver- és IoT-fejlesztési lehetőségekkel (Windows IoT core, Minecraft Pi Edition játék szabad programozása) [3]. Továbbá a platform lehetőséget nyújt például a felhőtechnológia megismeréséhez és a felhőprogramozás tanulásához is.

Az előadás további fejezeteiben előbb áttekintjük a Raspberry Pi történetét, majd összehasonlítjuk a hagyományos PC-vel. A nyílt platform széles lehetőségeket biztosít az operációs rendszerek megismeréséhez, ezzel külön fejezetben foglalkozunk. Majd rátérünk a Raspberry Pi oktatásban rejlő további lehetőségeire, és néhány területen példákat mutatunk. Végül egy IoT eszköz esettanulmányt ismertetünk, amelyben hő- és páratartalom-mérő rendszer épült. Ennek kapcsán több lehetőségét vázoljuk fel az IoT projektek oktatásba integrálására.

II. A RASPBERRY PI KÁRTYASZÁMÍTÓGÉP TÖRTÉNETE

A Raspberry Pi tenyérnyi, olcsó, kisteljesítményű kártyaszámítógéppel (lásd 1. ábra) minden megvalósítható, ami asztali számítógéppel. Habár rendszerünk nem lesz olyan gyors, de egy PC árának töredékébe kerül csak, és emellett alacsony a fogyasztása, valamint mérete miatt beágyazott rendszerek központi egységként is alkalmazható. Sok esetben fontos, hogy zajmentes működése, például otthoni szerverként alkalmazásakor.

¹ GNU: GNU's Not Unix, „a GNU nem Unix”.

1. ábra: A Raspberry Pi Model 3 B+ [4]

Régóta hiányolt a számítástechnikai közösség egy része olyan platformot, amely annyira áttekinthető és jól dokumentált, hogy megfelelő munkabefektetéssel a „hőskorszak” eszközeihez hasonlóan teljesen megérthető működése, és hardveresen, szoftveresen továbbfejleszthető. A Raspberry Pi-nek ezt az űrt sikerült betöltenie.

A fejlesztés elején úgy gondolta a cég, hogy a felhasználói közösség a diákság, illetve a felhasználási terület az oktatás lesz, valamint a fejlődő országok. Ezért EBEN UPTON, a Raspberry Pi Alapítvány megbízottja tanárokat, kutatókat és számítógép-rajongókat kért fel olyan rendszer tervezésére, amely a számítástechnika mélyebb megismerésére készíti a gyerekeket [5] [6]. A platform megjelenése után viszont elsősorban nem az oktatók, hanem a hobbisták kedvenc fejlesztő eszköze lett.

Az első tervek már 2006-ban készen voltak, majd 2012 áprilisában kijött az első, a Model 1 B változat. Egyre több változata születik növekvő képességekkel – kivéve a Zero sorozatot, amelyet kisteljesítményű feladatokra, még alacsonyabb áron hoztak forgalomba.

Ígényeink szerint választhatunk a palettáról, figyelembe véve néhány különbséget a modellek között (például USB-portok száma, SDRAM memória mérete, tároló mérete, hálózat elérésének lehetősége, kezelendő alacsony szintű perifériák száma, eszköz teljesítményfelvétele, súlya). Mindegyik modell tartalmaz GPU²-t, videóbemenetet és -kimenetet, audiókimenetet. Méretük – a Compute Modul kivételével – 85,60×56,5mm (a kiálló csatlakozókat leszámítva).

Használatba vételéhez szükség van tápegységre, valamint jó, ha beszerzünk hozzá házat is a panel védelmére. Ha külső merevlemez akarunk hozzá csatlakoztatni, akkor mivel ehhez a Raspberry Pi tápegysége nem szolgáltat megfelelő áramerősséget, olyan külső HDD-ház vagy külső dokkoló beszerzése szükséges, amelynek van külső tápcsatlakozása. A Raspberry Pi konfigurálásához, illetve a rajta történő munkavégzéshez szükséges monitor, HDMI-kábel, billentyűzet és egér [3].

III. A RASPBERRY PI ÉS A HAGYOMÁNYOS PC ÖSSZEHASONLÍTÁSA

A Raspberry Pi termécsalád közös jellemzője, hogy mindegyik mobilplatform, ARM³ alapokra épül. Eppen ez teszi szabaddá és átláthatóvá a platformot, ugyanis ma a

legtöbb okostelefon, tablet, okos mobil eszköz ARM architektúrára épül.

A hagyományos PC-vel ellentétben a Raspberry Pi nem rendelkezik sem BIOS⁴-szal sem UEFI⁵-vel. De akkor hogyan is történik az operációs rendszer betöltése (bootolása) a microSD kártyáról?

Az SD kártyára image-fájlból kész operációs rendszert írunk ki az első használat előtt. Az ilyenkor létrejövő config.txt fájlba már a memóriakártyán konfigurálhatjuk a Raspberry Pi-nk beállításait. Az eszköz bootolása ezután úgy történik, hogy indításnál a szükséges fájlok, adatok a microSD kártyáról bekerülnek a CPU/GPU-ba, ahonnan elindul az operációs rendszer.

A Raspberry Pi fő előnyei a PC-vel szemben az alábbiak:

- Kis méret, könnyű hordozhatóság.
- Alacsony ár, kiváló ár/érték arány (maximum 35 \$).
- Analóg televízió is használható hozzá monitorként.
- Magas szoftvertámogatottság (főként a saját Raspbian operációs rendszer alatt).
- A platform univerzálisan felhasználható. (A microSD kártyán lévő rendszertől függ, hogy miként használjuk.)
- Teljes mértékben ellátja a mai PC-k alapjainak feladatait (például irodai szoftverek használata, képszerkesztés, böngészés, levelezés, filmezés stb.).
- Zaj nélkül működés.

A Raspberry Pi fő hátrányai a PC-vel szemben pedig:

- Bizonyos célfeladatokra még gyenge a hardvere. (Például a Raspberry Pi-re portolt 2.72-es Blender 3D modellező szoftver nem fut elegendően gyorsan a kényelmes munkához, mert ahhoz nem elegendő a platform integrált mobil GPU-ja és memóriája.)
- A hardvergyengeségek és az IT ezen területének fejletlensége miatt még nem tud igazi versenytársa lenni a piacon a PC-nek.

IV. A RASPBERRY PI PLATFORMRA TELEPÍTHETŐ OPERÁCIÓS RENDSZEREK

Egy olyan közösségi „terméknek”, amely esetében a felhasználók különösen hangsúlyozzák a szoftverszabadságot, nem lehet „hivatalos” változatú operációs rendszere. A GNU licenz alatt elérhető Linux disztribúciók közül választhatunk magunknak, de melyiket érdemes? Olyat, amelyhez a legszélesebb körű támogatás, vagyis nagy a dokumentáltsága; aktív a felhasználói közössége, amely a szoftver hibáit folyamatosan javítja; valamint használatának tanulását sok leírás, oktatóanyag segíti.

² GPU: Graphical Process Unit, grafikus processzor.

³ ARM: Advanced RISC Machine. A csökkentett utasításkészletű (RISC) processzorok egy családja.

⁴ BIOS: Basic Input Output System, magyarul alapvető be-/kimeneti rendszer. Interfész a számítógép szoftveres és hardveres része között. Nemfelejtő firmware tároló, amely a számítógép indításakor a hardveres inicializálást hajtja végre, illetve futásidejű szolgáltatásokat nyújt az operációs rendszer és a programok számára.

⁵ UEFI: Unified Extensible Firmware Interface, magyarul egységesített, bővíthető firmware interfész. Specifikáció, amely szoftverinterfészt definiál az operációs rendszer és a platform firmware között. Célja a BIOS firmware interfész kiváltása.

A Raspberry Pi operációs rendszer szempontjából is szerencsés választás, mert a „hivatalos” – az Alapítvány által is támogatott és ajánlott operációs rendszere –, a Raspbian a jó támogatású Debian disztribúció egy alváltozata. A Debianban bizonyos szoftverkomponenseket célirányosan lecseréltek, vagy egyes alapértelmezett beállításokat módosítottak, hogy létrejöhessen a hardverhez optimális Raspbianban. Az alváltozat, a „leszármazott” Raspbian így hasznosulni tud öse minden fejlesztéséből. A Debian továbbfejlesztésekor csak az eltéréseket kell újratanulni utódjából, a Raspbianból. A Debian támogatottságát mutatja az is, hogy a PC-ken legtöbbször használt Linux disztribúció, az Ubuntu Linux is az ő változata.

A Raspberryre a Debianon és az azon alapuló Raspbianon kívül fejlesztett operációs rendszerek az alábbiak például:

- Minibian (a Raspbianon alapuló, minimális operációs rendszer)
- Pidora (a Fedora Remix Raspberry Pi-re optimalizált változata)
- OpenELEC (Kodi/XBMC alapú médialejátszóra optimalizált operációs rendszer)
- OSMC (Open Source Media Center, régi nevén RaspBMC, amely Debian és Kodi alapú Alpha állapotú médiacenter)
- Risc OS (nem Linux alapú rendszer)
- RetroPie (kifejezetten régi konzolok emulálására fejlesztett operációs rendszer Emulation Station és Raspbian alapokon)
- Plan 9 (a Bell Labs egy elosztott operációs rendszere)
- Inferno (a Bell Labs elosztott operációs rendszere és futtatókörnyezete)
- Openwrt (Linux-rendszermagon alapuló beágyazott operációs rendszer)
- FreeBSD (unixszerű szabad operációs rendszer)
- NetBSD (unixszerű szabad operációs rendszer)
- Windows 10 IOT Core

A Raspberry Pi hivatalos oldaláról tucatnyi operációs rendszer tölthetünk le [7].

V. PÉLDÁK A RASPBERRY PI FELHASZNÁLÁSÁRA AZ OKTATÁSBAN

A. Raspberry Pi platform, mint tanári munkaadó

Korábban már említettük, hogy a Raspberry Pi univerzális számítógép. A microSD kártya tartalmától függ, hogy például teljes értékű számítógép, médialejátszó vagy időjárásállomás. De térjünk rá az oktatásban történő felhasználhatóságra! Oktatási intézményben gyakran kell előadást tartani kisebb-nagyobb termekben. Sokszor felmerülhet az a probléma, hogy az előadói gép vagy a rá telepített programok nem felelnek meg nekünk teljes mértékben.

Most tekintsünk el a speciális igényektől, például szakterületi szoftvektől, beszéljünk inkább a nem megfelelő virtualizációkról és hardverfelhasználásról. Az esetek többségében gazda operációs rendszerről futtatható az aktuális virtuális gép, amelyen a diavetítés zajlik. Ha nem megfelelően választottuk ki a gazda operációs rendszert, akár fizikai memória hiányába és a merevlemez írási/olvasási sebességének szűk keresztmetszetébe

ütközhetünk, azaz lassú lesz az előadói gép. Jobb esetben a gépben elegendő fizikai memória található a virtualizációhoz, de a merevlemez írási/olvasási sebessége továbbra is szűk keresztmetszet két egyszerre futó operációs rendszer esetében (például két Windows jelenthet problémát a 7-es verziótól felfelé).

Miért és milyen megoldást jelenthet a Raspberry Pi erre az oktatótermekben? Az árát tekintve itthon a legkisebb Raspberry Pi Zero W (lásd 2. ábra) kb. 10 000 Ft-nál kezdődik, míg a nagyobb és egyben legerősebb változat, a Raspberry Pi model 3 B+ kb. 13 000 Ft-tól indul. Ezek kiszerezéstől függően igen széles árkategóriában kaphatók, de új PC-vel összevetve is mind lényegesen olcsóbb.

Milyen előnye van még, a könnyen megfizethető ár mellett? Már foglalkoztunk azzal, hogy a microSD kártyának köszönhetően igen nagy szabadságfokot kapunk az operációs rendszerek tekintetében. Figyelembe véve, hogy napjainkban a 8 GB-os microSD kártya ára kb. 2000-3000 Ft, a 16 GB-osé kb. 4000 Ft, szintén kihasználhatjuk az operációs rendszer választásának lehetőségeit.

Ezek miatt akár minden oktató a saját környezetében, a saját magának előre konfigurált operációs rendszerén tud oktatni.

2. ábra: Raspberry Pi Zero W

Mi az a tulajdonság, ami még a Raspberry Pi mellett szólhat hagyományos PC-vel szemben az előadótermekben? A helytakarékosság! A mellett, hogy hasonló be-/kiviteli perifériákat igényel (monitor, egér, billentyűzet stb.), az egész eszköz elfér az oktató zsebében vagy kistáskájában. Ha az oktatónak van saját Raspberry eszköze, hordhatja magával, és előadást is tarthat róla, csupán HDMI-kábelt és néhány átalakitót kell magánál tartania a tápegység mellett (ami akár microUSB csatlakozós Android töltő is lehet), hiszen a teremben megtalálja a többi szükséges perifériát.

Ahogy említettük, ezek a parányi eszközök teljes értékű számítógépek. A Raspbianban van klasszikus Linux grafikus felhasználói interfésze, van rajta előre telepített, szabad forrású Libre Office iroda csomag, lehet rajta fájlokat kezelni (telepíthető NTFS, exFAT támogatás stb.), telepíthető Gimp képszerkesztő és még rengeteg-rengeteg szoftver, amelyek Debianra vagy Ubuntu-ra lettek kifejlesztve.

Mivel a Raspberry Pi alapítvány elsődleges célközönsége a diákság, hallgatóság volt, ezért a következő fejezetekben bemutatunk néhány olyan alkalmazási területet és programot, amelyeket az oktatásba is beépíthetünk.

B. Programozás tanítása

Napjainkban az IT piacon programozó állásokból is jócskán van betöltésre váró, és ezek száma folyamatosan

növekszik. Na de milyen nyelveken is van lehetőségünk programozni ezen a kis „kütyűn”? Ezekre mutat logókkal példát a 3. ábra.

Kezdjük az egész fiatal generáció bevonásával, a végzős általános iskolásokkal, olyan szakközépiskolásokkal vagy gimnazistákkal, akik még csak ismerkednek a programozással. Nekik a Scratch, illetve a Sonic Pi ajánlott. Míg a Scratch esetében blokkok segítségével ismerkedhetnek a programozás gondolkodásmódjával, logikájával és alkothatnak algoritmusokat, addig a Sonic Pi alatt hasonló elven „szerezhetnek zenét”. Ez alatt a zeneszerzés alatt nem klasszikus Mozart szimfóniát kell érteni vagy Armin Van Bureen féle Trance műfajt, hanem az 1990-es évekből, néhány bites Mario vagy Tetris hangzású dallamokat. Persze akinek van ideje és kedve, bármit ki tud hozni ebből a néhány bitből, szinte már-már fantasztikus dallamokat is!

3. ábra: Programozás tanulásához nyelvek Raspberry Pi-n

A haladóbb, programozásban jártas hallgatók számára (kezdésként még maradván a Raspbian által kínált lehetőségeknél) elérhető a Java, amelyet programozhatunk BlueJ, Geany és Greenfoot IDE környezetekben. Elérhető a Neatbeans IDE is, amely viszonylag népszerű ingyenes Oracle termék, de a hardverigénye miatt nem ajánlott. Valamint választható a Python⁶ is programozási nyelvként, amely részben alkalmas GPIO⁷ lábak programozására is, illetve tudunk C/C++ is nyelven programozni (például Code Blocks-ban). Érdekes megemlíteni még az Arduino IDE fejlesztő környezet lehetőségét, amellyel rengeteg mikrokontrollert tudunk (Arduino termékek mellett más is) programozni magas szintű C/C++ nyelven.

C. Matematika oktatása

A matematika oktatása/tanulása a Raspberry Pi lelkivilágát megismerve kifejezetten izgalmas és érdekes terület. A platformra az oktatásban résztvevők ingyenesen telepíthetik a GeoGebra-t. A Wolfram Engine és a Mathematica (lásd 4. ábra) úgy használható a Raspberry Pi-n, hogy benne van a standard szoftverei között. De ha megvásároljuk is diákként a Mathematica-t, az standard felhőszolgáltatás kint mindössze £12/hónap vagy £90/év – ami azt jelenti, hogy hozzávetőlegesen 3-4 havi előfizetési díjból már egy Raspberry Pi-t is vehetünk, amelyen a Mathematica-t ingyen kapjuk meg, korlátlan használatra.

⁶ A Raspberry Pi nevében a Pi a Python programozási nyelvre utal. Ennek oka, hogy a platform tervezésének kezdetén az egyik fő szempont az volt, hogy Python nyelven lehessen programozni, és segítségével megszerettetni a diákokkal a programozást. Azt gondolták, hogy gyenge teljesítménye miatt más nyelven nem is lehet majd fejleszteni rajta. A raspberry, vagyis málna nevet azért választották, mert hagyományosan a számítógépgyártók gyakran használják termékeikre a gyümölcsneveket. [3]

⁷ GPIO: General Purpose I/O, vagyis általános felhasználási célú be-/kimenet. A Raspberry Pi verziójától függően tartalmaz programból állítható be- és kimeneteket. A tervezők célja a GPIO-val az volt, hogy változatos külső kártyák, szintillesztők és analóg I/O modulok legyenek használhatók a panel forrasztása nélkül.

4. ábra: A Mathematica program kezelőfelülete

Hogy miért is olyan nagyszerű a Mathematica? Sok matematikai függvényt, egyenletet, mátrixot stb. le tud vezetni akár parametrikusan is.

D. 3D modellezés tanítása

3D modellezésre is nyújt lehetőséget a platform. Az eddig felsoroltak közül ez a terület kicsit „kilóg a sorból” a „gyenge” hardver miatt. Nem volt célja a tervezőknek „renderfarmot” tenni ezekre a kis lapkákra.

Portolták a Raspberry Pi-re a (nem túl régi) 2.72-es verziójú Blendert, amely akár új korszak kezdetét is jelezheti a modellezés terén. A kérdés csak az, hogy meg fog-e jelenni például az Androidos nagyközönség számára. A platform megfelelő a kezdő lépések megtételéhez: a Blender felületének megismerése, alapok elsajátítása alacsony poligonszámú modellekkel, jelenetek egyszerű árnyalásokkal (lásd 5. ábra). Számítási kapacitás hiánya miatt nem igazán alkalmas fényes, komplexebb felületek kezelésére, azonban textúrázni lehet benne.

5. ábra: Rubik kocka modellezése Blenderben [8]

A fent látható modellt elkészítettük Raspberry Pi-n. Azért esett erre a választás, mert viszonylag kis poligonszámú, lehet benne módosítókat (modifikereket) alkalmazni, és lehet mit textúrázni rajta. Kipróbáltuk a hagyományos Blender és a Cycles rendermotorral is a textúrázott kocka renderelését. Kellemes meglepetés volt, hogy a Cycles-t választva, amely valóságosabb képet tud készíteni, gyorsabban készültek el a képek. Ezt azt mutatja, hogy a Raspberry Pi grafikus processzorára optimalizált a Cycles futása.

E. Ötletek Raspberry Pi-s projektmunkákhoz

Mielőtt rátérnénk a következő fejezetben az IoT eszköz esettanulmányra, amelyben hő- és páratartalom-mérő rendszer építését mutatjuk be, tekintsünk át néhány ötletet a Raspberry Pi-t felhasználva otthoni, illetve ipari környezetben. Ezekből kerülhetnek ki például a felsőoktatásbeli hallgatók projektmunkái. Sok esetben

lényeges a kis fogyasztás ezekben a rendszerekben, amely követelményt a Raspberry Pi teljesít.

IoT eszközök fejlesztésén túl alkalmazhatjuk ipari vagy lakásautonizálásra, robotok vezérlésére. De lehet robot (például Rubik-kockát kirakó, rajzoló, festő, repülő). Webkamerát kezelhetünk vele, de akár biztonsági monitorozást is végezhetünk segítségével. Egészségügyben kiegészítő használatával légzést, pulzust, vérnyomást, testhőmérsékletet is mérhetünk. Megfigyelőközpontként használva szenzorokból érkező adatokat gyűjthetünk. Számos szerverfunkciót bízhatunk rá, például felhőszerverét, nyomtatószerverét, és lehet kommunikációs szerver (például VPN), LAMP szerver, kisebb játékszerver (például Minecraft). Még mindig a szórakozást tekintve lehet professzionális médialejátszó, HTPC⁸, TV- vagy monitor háttérvilágítás (ambilight).

VI. IoT ESZKÖZ ESETTANULMÁNY: HŐ- ÉS PÁRATARTALOM-MÉRŐ RENDSZER ÉPÍTÉSE

A. A rendszerrel szemben támasztott kezdeti követelmények

Esettanulmányunk története egyszerű projektként indult: e cikk első szerzőjét hajtotta a kíváncsiság a Raspberry Pi, illetve az IoT felhasználhatóságának területén. A kis projektre aztán a következő tanévben kisebb kutatás épült. Kezdetben olyan egyszerű okoshőmérő megalkotása volt a cél mikrokontroller segítségével, amely a Raspberry Pi-től függetlenül, önmagában is tud működni. A fő szempontok a következők voltak:

- Legyen független, önállóan is működőképes a „hőmérőegység”. Vagyis működjön internetkapcsolat és távoli szerverhez kapcsolódás nélkül is.
- Ez az egység a mért adatokat tudja továbbítani internetkapcsolaton keresztül távoli szerverre (amely Raspberry Pi), hogy később feldolgozhatóak legyenek az adatok.
- Legyen kijelző, amely a mért információkat mutatja a felhasználónak.
- A rendszer a piacon elérhető olcsó megoldások/elemek felhasználásával készüljön.
- Kisfogyasztású legyen a rendszer.
- Stabil működésű legyen a rendszer.

A teljes mérőrendszer sematikus működési ábráját a 6. ábra mutatja.

6. ábra: Teljes mérőrendszer sematikus működési ábrája

B. A rendszer alapegységeinek kiválasztása

A rendszer megépítéséhez ki kellett választani az interneten megrendelendő, megvásárolandó alapegységeket. Eközben tovább bővültek a követelmények: mivel hőmérsékletmérésről van szó, logikusnak tűnt a páratartalom mérése is, hiszen az ember komfortérzetét az is meghatározza. A választási szempont a páratartalom-érzékelő esetében is elsősorban az ár volt, sőt kifejezetten olcsót kellett keresni, „hallgatói pénztárcabarátot”.

Az egyes részegységek esetén azért is volt lényeges szempont az ár, mert cél lett annak megvizsgálása, hogy hőmérséklet és páratartalom mérése terén milyen alternatívák, eszközök kaphatók a piacon, amelyek kis idő- és energiárfordítással lényegesen olcsóbban állíthatók szolgálatba, mint az elérhető kész megoldások.

Egy következő, egyben utolsó választási szempont a digitális működés lett, azért, hogy ne kelljen analóg-digitális átalakítást végezni, és ezt is leprogramozni. Mint később a kutatásban kiderült, érdemes lenne ugyanezt a funkcionalitású rendszert analóg szenzorral is megépíteni.

A 7. ábra szenzorjai digitális hő- és páratartalom mérők. A DHT-11-es és a DHT-22-es között az az alapvető különbség, hogy utóbbi tízszer pontosabb, és egytizedes pontossággal tudja megjeleníteni a mért adatokat.

7. ábra: DHT-11 és DHT-22-es szenzorok [9] [10]

A specifikációban meg lett határozva, hogy Raspberry Pi-től független legyen a megoldás. A kutatás során a ma igen népszerű ESP866 mikrokontroller architektúrára esett a választás, ami révén újabb haszna lett a projektnek: meg lehetett/kellett ismerkedni a programozásával.

Az ESP866 mikrokontroller programozása Arduino IDE fejlesztői környezet alatt történt C++ nyelven, lévén hogy a NodeMCU DevKit V0.9-es fejlesztői panel (lásd 8. ábra) egy olcsó Arduino klón, amely képes WiFi-re csatlakozni.

8. ábra: NodeMCU DevKit V0.9-es fejlesztői panel

C. A rendszer megvalósítása

A feladat megvalósítása komplex tudást/ismereteket, sok készséget és motivációt igényel, mert szükség van

⁸ HTPC: Home Theater Personal Computer, házimozis személyi számítógép.

- Linux felhasználói és üzemeltetési ismeretekre a Raspberry Pi konfigurálásához;
- SQL, azon belül is MySQL ismeretekre az adatbázis létrehozásához és felhasználó létrehozásához, amely segítségével a mikrokontroller az adatokat feltölti az adatbázisba;
- megfelelő szintű programozási ismeretekre, a mikrokontroller felprogramozásához, hogy kezelni, működtetni tudja a szenzort;
- hálózati ismeretekre a külön WiFi-hálózat létrehozásához és azon fix IP címekkel történő kommunikációhoz;
- szimulációs vizsgálatokra, modellalkotásra, a mérés- és irányítástechnika tantárgy során szerezhető ismeretekre; nem utolsó sorban pedig
- angol nyelvtudásra, mert a kutatás, illetve a problémamegoldás során nagy mennyiségű angol nyelvű dokumentumot, internetes fórumot, termék- és cégeportált kell áttekinteni.

A rendszer megvalósítása során először meg kellett hajtani, majd be kellett üzemelni a 9. ábra által mutatott 2x16 karakteres kijelzőt, amelyet a mikrokontroller vezérel.

9. ábra: A kész IoT hőmérő

Ezt követően a programkódhoz le kellett programozni a szenzor működtetését. A következő lépés a szerveroldal előkészítése volt a Raspberry Pi-n, hogy ezzel előkészítsük az adatok fogadását. Ehhez Apache2-t, MySQL szervert és phpMyAdmin-t kellett telepíteni, majd ezeket konfigurálni, aztán létrehozni adatbázist az adatoknak, továbbá kellett egy felhasználó, amellyel az ESP8266-os csatlakozni tud az adatbázishoz.

A következő lépésben vezeték nélküli hálózatot kellett létrehozni vagy IP címeket kellett foglalni meglévő hálózaton, hogy a NodeMCU és a Raspberry Pi tudjon egymással kommunikálni. Ezt követően a mikrokontroller oldalát ki kellett egészíteni a WiFi-s csatlakozáshoz szükséges kóddal, illetve meg kellett oldani, hogy kapcsolódni és írni tudjon a MySQL adatbázisba. Ez önmagában még nem jelentett kész megoldást, mert a legnagyobb hibalehetőség a WiFi-hálózat állapotában rejlett. Függetleníteni kellett a hőmérséklet mérését a WiFi-csatlakozástól, -állapottól és az adatbázis csatlakozásától, állapotától, továbbá meg kellett oldani a mindkettőhöz való újracsatlakozást is. Mivel nem történt az egy CPU fizikai magon többszálúsítás, valamint mert nem lettek kihasználva a belső időzítők (timerek), ezért a

saját belső időzítő programjának megírása is sok fejtörést okozott.

Ezek megvalósítása után a „késztermék” prototípusa, váza állt még csak elő. A következő fázisban a szenzor pontosságát vettük vizsgálat alá. A szenzor modelljének elkészítésével bebizonyosodott, hogy minimum milyen tulajdonságokkal kell egy szenzornak rendelkeznie ahhoz, hogy szabályozótervezéshez használhassuk visszacsatolásként is. Itt a hasznosítható tantárgy a mérés- és irányítástechnika volt. Mivel a DHT-11-es szenzor publikált katalógusadataiból dolgoztunk, úgy gondoltuk, hogy megfelelően ismerjük a szenzort. Azonban a mérések bizonyították, hogy ezen adatok nem felelnek meg a valóságnak. Azt tudni lehetett, hogy mivel digitális szenzorokról van szó, az analóg bemenethez kapcsolódó analóg-digitális átalakító chip – amely a kommunikációért is felel – az átalakítás mellett zajt generál, és az átalakítás pontosságának, felbontásának mértékét (például egész vagy tizedes) befolyásolni tudja.

Szimulációs vizsgálataink megmutatták, hogy a szenzorok pontossága nagyban befolyásolja, hogy az eredetileg mért analóg értékeket a kapott digitális adatokból újra kirajzoltjuk-e. Az olcsóbb DHT-11-es szenzor pontossága és nagymértékű kvantálási zaja⁹ miatt alkalmatlan arra, hogy intelligens szabályozó (például internetre csatlakozó hőtermosztát) részét képezze. Összehasonlítva a DHT-22 tulajdonságaival és mért eredményeivel, utóbbi sokkal megfelelőbben használható.

VII. IoT PROJEKTEK INTEGRÁLÁSI LEHETŐSÉGEI A MÉRNÖKINFORMATIKUS HALLGATÓK OKTATÁSÁBA

A bemutatott hő- és páratartalom-mérő rendszer projektben, amely már kutatási témává nőtte ki magát, komplexen alkalmaztuk az informatika számos területét és eszközét (lásd VI. C. fejezet).

A bemutatott projektre épült kutatás volt a témája e cikk első szerzőjének a 2017-es TDK-dolgozatához. A dolgozat megfelelő alapja lehet mérnökinformatikus hallgatóknak a mérés- és irányítástechnika tantárgy során egy további elméleti és gyakorlati oktatóanyagának. A kutatás esettanulmányként szolgálhat a hallgatóknak, amelyből sok mindent megtudhatnak a fejlesztői környezetről, illetve a Raspberry Pi használatáról. A tantárgy gyakorlatain a projekt mért adatainak felhasználásával a hallgatók gyakorolhatnak a szenzoros modellalkotást, illetve a kész modellel történő szabályozó tervezését. Az esettanulmány megismerése és a modellek elkészítése után saját IoT alkalmazás projektjébe foghatnának. Megfelelő online környezetben sok lehetőséget és nagy szabad teret adhat az IoT a hallgatóknak és az oktatóknak.

Fontos megemlíteni, hogy a fejlesztés, illetve a szenzorral modellalkotás során a hallgatók rengeteg, a későbbiekben is jól kamatoztatható gyakorlati tapasztalatot szerezhetnek. A sok informatikai szakterületet átfogó komplex projektek kapcsán szintetizálják, elmélyítik addig megszerzett tudásukat, miközben hatalmas mennyiségű új elméleti és gyakorlati ismeretre tesznek szert. Mindezek nyomán mérnöki szemléletmódjuk is fejlődik.

GRÉCZI, SZANDTNER [11]-ban összefoglalta egy főiskolásokból álló, tanórán kívül szerveződött szakmai csoportban egy tanév alatt szerzett tapasztalatait a

⁹ Kvantálási zaj: analóg-digitális átalakítás során keletkező zavar.

Raspberry Pi oktatásban használatáról. Érdemes megismerni esettanulmányuknak azt a részét, amelyben meghatározzák a tanév elején, hogy milyen igényei, illetve előismeretei vannak a hallgatóknak, és azok alapján milyen irányban, hogyan induljanak el projektmunkáikkal.

A Gábor Dénes Tehetségpontban (GDT) a 2016/17. tanév elején indult a Raspberry Pi Diákműhely, hogy a platform iránt érdeklődő hallgatók a gyakorlatban is megismerhessék és kitapasztalhassák a kártyaszámítógépben rejlő fejlesztési lehetőségeket. Gyorsan és magától értetődően merült fel a csoportban az igény IoT alkalmazások fejlesztése iránt.

Az egyik nagy megoldandó feladat a műhelyfoglalkozások és az azt követően végzendő otthoni munkákkal kapcsolatban az volt, hogy az eltérő előismeretekkel rendelkező tagokat hogyan támogatják a számukra szükséges informatikai tudás megszerzésében. Erre a megoldás az lett, hogy a közösségben csoportok szerveződtek a kezdő és a haladó tagokkal – esetükben Linux üzemeltetési és programozási ismeretek terén.

Egy másik magától értetődő szempont volt a tagok csoportosítására az, hogy kik érkeztek kialakult elképzeléssel arról, hogy mit szeretnének megvalósítani és kik általános érdeklődéssel. Az előbbi csoportnál a projektek kezdetén fontos feladat volt az ötletek mederbe terelése és a projektek megfelelően szűkre szabása, hogy a tagok jól körülírt, specifikált feladaton dolgozzanak. Az általános érdeklődők igényét pedig már specifikált, esetleg korábban kivitelezett feladatok feldolgozásával elégítették ki. Így ők jó megoldásokat, követhető mintákat ismerhettek meg. A platform megismerése és az egyes IoT alkalmazások elkészítése során sok kisebb-nagyobb problémát meg kellett még oldaniuk, ahogy ebben az előadásban a VI. fejezetben láttuk.

Mindezek után a GDT Raspberry Pi Diákműhely első tanévét igen jó eredménnyel zárta. A műhelyfoglalkozásokon és otthon a projektjeinken dolgozó érdeklődő tagok sok gyakorlati és elméleti tapasztalatot szereztek. Komplex, többfunkciós IoT rendszereket hoztak létre, amelyekre támaszkodva több tagjuk indult a tanévi Kovács Magda-díj pályázaton. Az azóta is gyarapodó tapasztalatait a műhely folyamatosan publikálja például ismeretterjesztő előadásokon és gyakorlati foglalkozásokon.

VIII. ÖSSZEGZÉS

Az előadás alkalmazáspéldái azt mutatják, hogy az idősebb általános iskolás korosztályoktól a mérnökinformatikus hallgatókon keresztül a hobbistákig jól használható a Raspberry Pi az oktatásban. A tenyérnyi kártyaszámítógép kicsiket-nagyokat, diákokat-tanárokat inspirálhat az egyre újabb hardver-/szoftvereszközök és IT technológiák, IoT ökoszisztémák megismerésére és saját alkalmazások készítésére.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A hő- és páratartalom-mérő rendszer projekt kiemelt figyelmet kapott Szandtner Zoltán GDT Raspberry Pi Diákműhely vezetőtől és Szász Gábor Dr. Ph.D. főiskolai tanár, professor emeritustól. Köszönjük tutori/mentori segítségüket, a projekt során született pályázati dolgozatokhoz nyújtott konzulensi munkájukat.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] J. D. Brock, R. F. Bruce és M. E. Cameron, „Changing the world with a Raspberry Pi — tutorial presentation”, in *The Journal of Computing Sciences in Colleges*, 29. kötet, ISSN 1937-4771 print, 1937-4763 digital, pp. 151-153. 2013.
- [2] MadAdmin, „Raspberry Pi 3 model B+ teszt”, 19 03 2018, URL: <http://www.madadmin.com/raspberry-pi-3-model-b-teszt-2/>, látogatva: 2018.05.10.
- [3] E. Upton és G. Halfacree, „Raspberry Pi User Guide”, Wiley, 2016, ISBN 1119264367, 9781119264361, p. 312.
- [4] Kiwi electronics, „Kiwi electronics”, URL: <https://www.kiwi-electronics.nl/raspberry-pi-3-model-b-plus>, látogatva: 201805.09.
- [5] J. Moorhead, „Raspberry Pi device will reboot computing in schools”, 2012.01.09., URL: <https://www.theguardian.com/education/2012/jan/09/raspberry-pi-computer-revolutionise-computing-schools>, látogatva: 2018.05.09.
- [6] R. Cellan-Jones, „A 15 pound computer to inspire young programmers”, 2011.05.05. URL: http://www.bbc.co.uk/blogs/thereporters/rorycellanjones/2011/05/a_15_computer_to_inspire_young_html, látogatva: 2018.05.10.
- [7] raspberrypi.org, „Downloads”, URL: <https://www.raspberrypi.org/downloads/>, látogatva: 2018.05.10.
- [8] solivero, „GitHub”, URL: <https://github.com/solivero/kuben>, látogatva: 201805.09.
- [9] Thinkersphere Hobby Electronics, „Thinkersphere Hobby Electronics”, URL: <http://tinkersphere.com/sensors/428-humidity-and-temperature-sensor-for-arduino-raspberry-pi-b-rht01-dht11.html>, látogatva: 201805.09.
- [10] RobotShop, „RobotShop”, URL: <https://www.robotshop.com/ca/en/humidity-temperature-sensor-dht22.html>, látogatva: 201805.09.
- [11] P. Grézi és Z. Szandtner, „Raspberry Pi és IoT az oktatásban”, Inspiráció, 24. évfolyam 4. szám, pp. 12-19, 2017, URL: https://isze.hu/wp-content/uploads/2016/12/Inspira%CC%81cio%CC%812017_4.pdf, látogatva: 201805.09.
- [12] G. Wong, „Build your own prototype Raspberry Pi minicomputer”, Ubergizmo, 2011.10.24., URL: <http://www.ubergizmo.com/2011/10/build-raspberry-pi-minicomputer/>, látogatva: 2017.06.04.
- [13] S. J. Vaughan-Nichols, „Who writes Linux? Almost 10,000 developers.”, 2013.09.16., URL: <http://www.zdnet.com/article/who-writes-linux-almost-10000-developers/>, látogatva: 2017.05.10.
- [14] B. Seidl, „Operating systems used on top 500 supercomputers”, 2009.02.09., URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Operating_systems_used_on_top_500_supercomputers.svg, látogatva: 2017.08.10.
- [15] Free Software Foundation, „Overview of the GNU System”, 2017.06.16. URL: <https://www.gnu.org/gnu/gnu-history.en.html>, látogatva: 2017.07.01.