

SE
285

REVILJA ZA ELEKTRONIKO, AVTOMATIKO, RAČUNALNIŠTVO IN TELEKOMUNIKACIJE

svet ELEKTRONIKE

ISSN 1318-4679

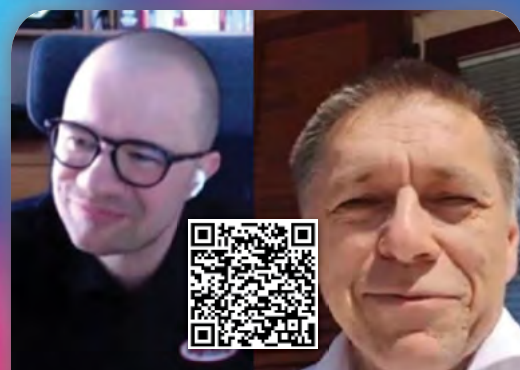


9 771 318 467 014

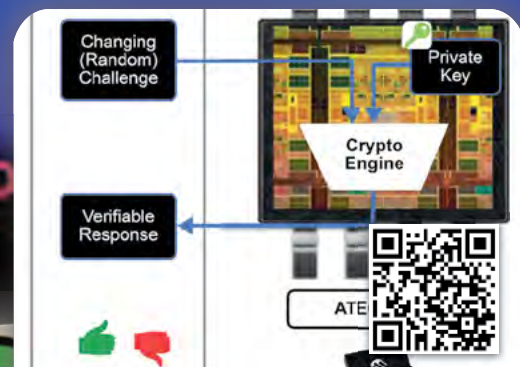


letnik XXVII
maj 2020
števila 285
cena:

4,50 €



**Digi-Key nagovarja EMS
podjetja v Sloveniji**



**Za varnost IoT je
potreben celovit pristop**

**Nov Bluetooth 5.1 modul Laird Connectivity
Murata in Googlova razvijata
najmanjši AI modul
IoT izboljšal spremljanje radona na gori Etna
Digi-Key vlaga v slovenski in
Svzhodnoevropske trge
LEGO koračni robot
WiFi z ESP8266 za domači hardware (4)
KY-015, senzor temperature in vlažnosti (8)**



Napravimo si IR kamero

PREVZEMITE NADZOR

VEČ KOT 1.000 VODILNIH DOBAVITELJEV V PANOGI

VEČ KOT 2 MILIJONA IZDELKOV NA ZALOGI

VEČ KOT 9 MILIJONA IZDELKOV NA SPLETU

**BREZPLAČNA
DOSTAVA**
PRI NAROČILIH NAD
50 € ALI 60 \$*



+31 53 484 9584
DIGIKEY.SI



*Pri vseh naročilih pod 50,00 € bodo zaračunani stroški pošiljanja v vrednosti 20,00 €. Pri vseh naročilih pod 60,00 USD bodo zaračunani stroški pošiljanja v vrednosti 30,00 USD. Vsa naročila so poslana prek UPS, Federal Express ali DHL in dostavljena v roku 2 do 4 dni (odvisno od končnega cilja). Brez stroškov obdelave. Vse cene so v evrih ali ameriških dolarjih. Digi-Key je pooblaščen distributer za vse partnerske dobavitelje. Dnevno dodajamo nove izdelke. © 2020 Digi-Key Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, ZDA



Jurij Mikeln

Kako naprej?

Lep pozdrav dragi bralci in bralke, ni ga junaka, ki bi nedvoumno znal odgovoriti na zgornje vprašanje. Situacija s Covid-19 nam je precej spremenila življenje. Marsikdo je žal ostal tudi brez službe in rednega dohodka. Je pa tudi res, da marsikdo pa dela na polno – pravkar sem govoril s kolegom, ki je mesec april zaključil z rekordnimi številkami – in se ne ukvarja s prodajo zaščitnih mask.

Res je – kriza običajno pomeni veliko izgub služb, nižanje standarda in še bi lahko našteval. Po drugi strani pa zdaj vidimo (vsaj pri nas v uredništvu), da zahvaljujoč odlični komunikacijski podpori v Sloveniji, lahko delamo od doma. S tem prihranimo veliko pri stroških prevoza, pripomoremo pri manj onesnaženem ozračju in predvsem prihranimo pri času za vožnjo v pisarno in nazaj. Po anketi mobilnosti, ki jo je izvedla časopisna hiša Delo v svoji publikaciji Svet Kapitala, je največji delež (20%) zaposlenih oddaljenih od 20 – 40 km od svojega delovnega mesta, kar bi lahko pomenilo od 10 pa tudi do 30 ali več minut vožnje – odvisno od kod in kam se vozite v službo. In ta čas je zdaj na voljo bodisi za to, da si odpočijete od celodnevnega sedenja pred računalnikom (kar vsi opažamo!), ali pa si omislite neko dejavnost, ki vas obogati na nek način – ne samo z dejanskim denarjem, (čeprav marsikdo mora v tej krizi početi točno to), pač pa tudi na drugačen način. Recimo nova znanja na področjih, ki jih že poznate ali pa na področjih, ki jih še ne poznate. Eno takšnih področij je seveda elektronika in ravno v reviji Svet elektronike predstavljamo takšne “animacijske” članke, ki naj bi v vas prebudili željo po “še več” - v tem primeru več elektronike.

Covid-19 je pomenil tudi spremembo v področju poučevanja na daljavo. Na FERi v Mariboru so presenečeni nad rezultati, saj ugotavljajo, da imajo na predavanjih in vajah boljšo udeležbo, kar je gotovo dober znak.

Izmed člankov, ki jih boste našli v tokratni številki naj opozorim tudi na moj intervju z g. Arekom iz podjetja Digi-Key. Z Arekom sva intervju posnela sredi karantene in ga naložila na LinkedIn, kjer si ga lahko ogledate. Bistvo intervjuja je v tem, da je Arek pojasnil, kako Digi-Key v teh časih nagovarja večja EMS podjetja v Sloveniji. Intervju je zanimiv in ga priporočam vsem direktorjem in nabavnikom EMS podjetij. Zanimiv je tudi članek o IoT varnosti. Namreč glede na to, da bo ta kriza še dodatno podžgala IoT in njegovo širitev, bo varnost naših IoT naprav toliko bolj pomembna. Kako doseči to varnost, si preberite v tokratni številki.

Kot vedno je tudi v tej številki še veliko zanimivih člankov, ki jih ne morem omeniti v tem kratkem uvodniku, zato si zagotovite svoj izvod najboljše revije za elektronike v Sloveniji - revije Svet elektronike.

Jure

Lep pozdrav!
Jure

REVILJA ZA ELEKTRONIKO, AVTOMATIKO, RAČUNALNIŠTVO IN TELEKOMUNIKACIJE

Ustanovljena leta 1994, izhaja mesečno,
11 števk letno, julij/avgust ena številka.

Glavni in odgovorni urednik:
JURIJ MIKELN, dipl.inž.
Tel.: 01 528 56 88
E-pošta: stik@svet-el.si

Tehnični urednik:
Samo Gregorčič
E-pošta: dtp@svet-el.si

Prodajni servis, naročnine:
Samo Gregorčič, Andreja Košir
E-pošta: prodaja04@svet-el.si

Razvoj:
Bojan Kovač
E-pošta: bojan@svet-el.si

Marketing:
Tel: 01 528 56 88 in 01 549 14 00
GSM: 031 872 580
E-pošta: stik@svet-el.si

Prototipna tiskana vezja: Luznar d.o.o., Kranj
Antivirusni program: PANDA security

Založnik in računalniški prelom:
AX ELEKTRONIKA d.o.o.
Špruha 33, 1236 Trzin

Direktor:
JURIJ MIKELN, dipl.inž.

Tisk:
EVROGRAFIS d.o.o.
Naklada do: 1.500 izvodov
ISSN 1318 4679

Spletna revija:
<https://svet-el.si/category/revija/pretekle-stevilke>

Cena za posamezni izvod je 4,50 EUR, za letno naročnino priznavamo 25% popust za dijake in študente s potrdilom o šolanju, 20% popust ostalim fizičnim osebam ter 10% popust za podjetja. V skladu s 25. členom 7. odstavka Zakona o davku na dodano vrednost se za revijo Svet elektronike plačuje in obračunava 9,5% DDV.

Izid publikacije finančno podprla Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS iz sredstev državnega proračuna iz naslova razpisa za sofinanciranje domačih poljudnoznanstvenih periodičnih publikacij.

Uredništvo ne odgovarja za škodo, ki bi nastala zaradi nestrokovnega sestavljanja in uporabe naprav, ki so opisane v reviji, zaradi napak avtorjev ali napak v tisku. Uredništvo si pridržuje vse pravice do projektov, opisanih v reviji. Dovoljuje se izdelava naprav za lastno uporabo, prepoveduje pa se kakršnakoli reprodukcija projektov ali posameznih delov revije brez pisnega soglasja uredništva.





Električni pastir

Pašni aparat majhne in srednje moči. Za domače živali (psi, mačke) ali za večje živali (ovce, koze, konje) Možen dokup tudi različnih dodatkov








<https://svet-el.si>

Kode:
5ELU0056, 5ELU0059,...

KAZALO

UVODNIK

- 3 Kako naprej?

NOVICE

- 5 Piroelektrični detektorji za opremo v boju proti COVID-19
<https://www.electronicsspecifier.com>
- 6 Nov Bluetooth 5.1 modul Laird Connectivity za industrijski IoT, ki ponuja daljši doomet
<https://www.lairdconnect.com>
- 7 Murata in Googlova ekipa skupaj razvijata najmanjši AI modul z inteligenco Coral na svetu
<https://www.murata.com>
- 8 Mouser Electronics distributer antenskih rešitev podjetja Fractus Antennas
<https://eu.mouser.com>
- 9 IoT izboljšal spremljanje radona na gori Etna
<https://www.electronicsspecifier.com>

PREDSTAVLJAMO

- 10 Tehnologija 5G prinaša začetek nove ere brezžičnih testov
www.add-pros.com in www.ni.com
- 12 Digi-Key nagovarja EMS podjetja v Sloveniji
Avtor: Jurij Mikeln
<https://svet-el.si>
- 13 Novi IC olajša načrtovanje 48 V / 12 V avtomobilskih sistemov z dvojnimi akumulatorji
Avtor: Tony Armstrong
www.analog.com
- 16 Digi-Key v tem obdobju, polnem izzivov, vlaga v slovenski in vzhodnoevropske trge
Avtor: Arkadiusz Rataj
www.digikey.com
- 19 FERi uspešno skozi prvi teden učenja na daljavo
www.feri.uni-mb.si
- 20 Za varnost IoT je potreben celovit pristop od začetka do konca
Avtor: Nicolas Demoulin
www.microchip.com
- 24 Zaznavanje razdalje s časom preleta in predhodno vgrajeno rešitvijo
Avtor: Rich Miron
www.digikey.com
- 31 Energetsko učinkovita tipala premikanja s strojnim učenjem
Avtorja: Maria Alejandra Salazar Martinez, Werner Neumann (SMT)
www.rutronik.com

PROGRAMIRANJE

- 34 LEGO koračni robot
www.hackster.io
- 37 WiFi z ESP8266 za domači hardware (4)
Avtor: dr. Simon Vavpotič
- 46 KY-015, senzor temperature in vlažnosti: Bascom-AVR programi za module iz kompleta 37-v-1 (8)
Avtor: mag. Vladimír Mitrović

SAMOGRADNJA

- 51 Napravimo si IR kamero
Avtor: Brian Millier

STIK

- 58 Info in naročanje
<https://svet-el.si>

Nov Bluetooth 5.1 modul Laird Connectivity

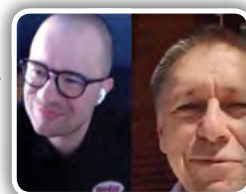
Laird Connectivity, vodilni svetovni proizvajalec na področju brezžične tehnologije, je objavil novo serijo modulov Bluetooth 5.1 BL653 za ugnedene sisteme, ki industrijskim proizvajalcem originalne opreme omogoča uporabo BLE-jev z daljšim dosegom tudi v najzahtevnejših industrijskih operativnih okoljih.



Stran: 6

Digi-Key nagovarja EMS podjetja v Sloveniji

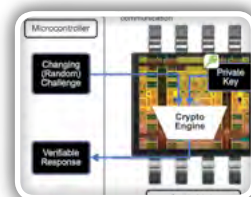
Koronavirus je spremenil naš način dela. Zdaj delamo od doma in tudi velika večina prodajnih inženirjev, ki so veliko svojega časa preživijo na terenu pri strankah, zdaj dela od doma. V uredništvu revije Svet elektronike smo izkoristili situacijo in na intervju povabili Arkadiusz Rataja iz podjetja Digi-Key. Arek – kot mu pravijo v podjetju Digi-Key...



Stran: 12

Za varnost IoT je potreben celovit pristop

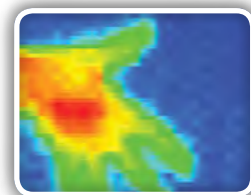
Zakon, ki ga je konec septembra 2018 sprejel kalifornijski senat, predstavlja enega od poskusov vlad po vsem svetu, da se spopadejo s problemom varnosti v povezanih napravah. Zakon je dober pokazatelj dejstva, kako se družba počasi spopriema z dejansko grožnjo široko razpredenega...



Stran: 20

Napravimo si IR kamero

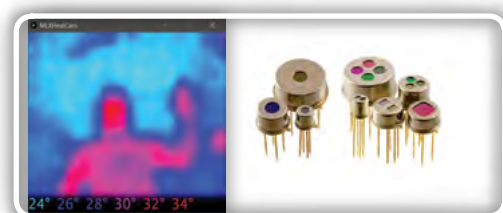
Kaj je FLIR kamera? Akronim FLIR pomeni »naprej usmerjeno infrardeče« (gledanje), zato takšne kamere zaznavajo infrardečo energijo. Infrardeča energija je v bistvu merilo, koliko toplote oddaja predmet. FLIR senzorje je prvotno zasnoval Kirby Taylor iz podjetja Texas Instruments leta 1963. Njihove prve aplikacije so bile za vojaške namene - bile so drage in so bile torej praktične samo za vojsko, ki porabi veliko za vso...



Stran: 51

DIGY-KEY	02	STROMBOLI D.O.O.	57
MICROCHIP	23	TZS	45
RUTRONIK	33		

OGLAŠEVALCI

Naslovnica: Millier in www.electronicsspecifier.com

Piroelektrični detektorji za opremo v boju proti COVID-19

Electronic Specifier Ltd.

Proizvajalec Pyreos je sporočil, da med pandemijo COVID-19 daje prednost dobavi svojih infrardečih piroelektričnih detektorjev proizvajalcem kritičnih medicinskih sistemov, zlasti kapnografskih sistemov in monitorjev za anestetik.

Kapnometri, ki jih običajno uporabljamo z ventilatorji, ne prestando merijo koncentracijo CO₂ v izdihanem zraku in zaradi velike hitrosti Pyreos infrardečih senzorjev so ti v ta namen še posebej primerni. Spremljanje CO₂ omogoča zdravnikom, da preverijo, ali so bili ventilatorji pravilno nastavljeni (intubirani), poleg tega pa podpira diagnozo delovanja pljuč in srca ter ostalih pogojev.

Smernice Svetovne zdravstvene organizacije (WHO) navajajo, da je kapnografija del priporočene minimalne opreme za anestezijo in uporabo ventilatorjev. V Veliki Britaniji je kapnografija obvezna za bolnike, ki jih anestezirajo, v Veliki Britaniji pa vse bolj narašča njihova splošna uporaba.

Pyreos že vrsto let dobavlja svoje dvokanalne analogne infrardeče detektorje za kapnografijo vodilnim evropskim in azijskim proizvajalcem medicinske opreme in sodeluje v razvoju z največjimi svetovnimi proizvajalci. Podjetje sodeluje tudi z drugimi uveljavljenimi proizvajalci kapnografije za podporo pospešenim razvojnim programom, ki se je začel med pandemijo.



Kot posledica pandemije je stekla tudi pospešena proizvodnja njihovih izdelkov ezPyro za anestezijo in odkrivanje CO₂ za podporo proizvajalcem teh vitalnih sistemov po vsem svetu.

Podjetje podpira tudi raziskovalne in razvojne projekte na dveh univerzah na področju prezračevanja in merjenja dihanja s svetovanjem, referenčnimi modeli in pomočjo pri načrtovanju. Ta podpora vključuje odprte vire do pridobivanja ustreznih referenčnih modelov za načrtovanje.

Med prednostnimi razvrstitvami med medicinskimi in nemedicinskimi aplikacijami daje Pyreos prednost dostavi izdelkov za nujno medicinsko uporabo, pri čemer so pomembni

standardni izdelki za medicinske sisteme in zagotavljanje storitev po meri za medicinsko delo, kot so nestandardni filtri in prototipi.

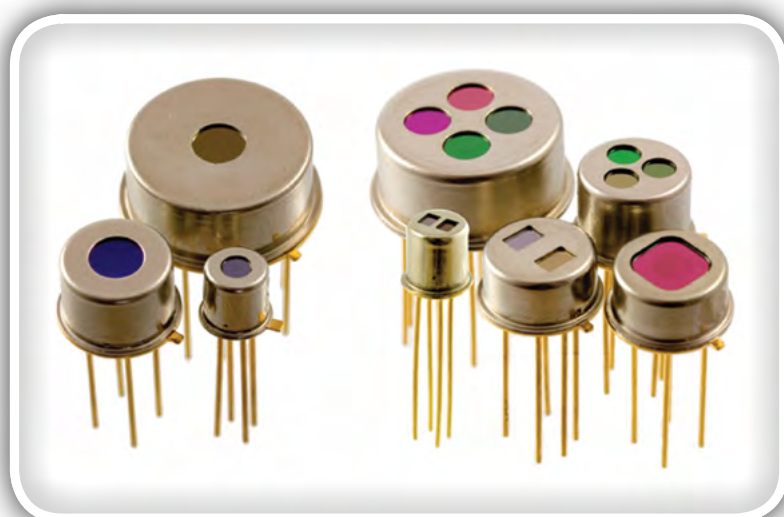
Standardni izdelki za nemedicinsko uporabo se sicer še vedno pošiljajo, vendar so uvrščeni med manj prednostne naloge kot medicinske aplikacije. V času izbruha Covid-19 podjetje ne bo sprejemalo naročil po meri za nemedicinsko delo. V tem času svoje nemedicinske stranke prosijo za razumevanje.

V tem obdobju sta dobavna veriga in dobavni rok zaradi Pyreosovih zalog številnih izdelkov zadovoljiva in bodo morda lahko izpolnili nekatere kratkoročne zahteve.

Vir:

- <https://www.electronicspecifier.com/news/latest/pyroelectric-detectors-for-equipment-fighting-covid-19>
- Pyreos Ltd, Avtor: Alex Lynn

<https://www.electronicspecifier.com>



Nov Bluetooth 5.1 modul Laird Connectivity za industrijski IoT, ki ponuja daljši doomet

Laird Connectivity

Laird Connectivity, vodilni svetovni proizvajalec na področju brezžične tehnologije, je objavil novo serijo modulov Bluetooth 5.1 BL653 za ugnedene sisteme, ki industrijskim proizvajalcem originalne opreme omogoča uporabo BLE-jev z daljšim dosegom tudi v najzahtevnejših industrijskih operativnih okoljih.

BL653 je popolna večprotokolna brezžična rešitev za ugnedene sisteme z izjemno procesno zmogljivostjo, Bluetooth 5.1 z iskanjem smeri in kota prihoda (AoA) in kotom odhoda (AoD) ter razširjenim temperaturnim območjem, idealnim za izjemno zahtevna RF okolja in brezžične industrijske IoT aplikacije.

Zgrajeni na osnovi Nordic nRF52833 čipa, majhni BL653 moduli in razvojni kompleti zagotavljajo varen, robusten BLE in Cortex-M4F procesor za katerokoli zasnovo izdelkov. BL653 nudi največjo prilagodljivost pri razvoju z možnostmi programiranja z Nordic SDK ali Zephyr RTOS, preprost, intuitiven AT niz ukazov ali lastno okolje SmartBASIC proizvajalca Laird Connectivity.

Serija BL653 ponuja vse funkcije in zmogljivosti strojne opreme čipa nRF52833, vključno z dostopom do USB, do +8 dBm oddajne moči in napajanja do 5,5 V. Poleg izstopajočih funkcij Bluetooth 5.1 ima BL653 tudi možnost združljivosti z Bluetooth 5.2 in ima strojno podporo za NFC in 802.15.4 (Thread in Zigbee).

"Serija BL653 je prihodnost brezžičnih industrijskih naprav Interneta stvari," je dejal Jonathan Kaye, direktor upravljanja izdelkov z Laird Connectivity. „BL653 proizvajalcem industrijske originalne opreme omogoča nadaljnji napredek v primerih uporabe IoT, kjer razširjeno temperaturno območje in več brezžičnih funkcij ponujajo prepotrebno prilagodljivost za različne aplikacije. Ti moduli in DVK-ji omogočajo proizvajalcem originalne opreme, da celoten razvoj svojih izdelkov pospešijo z enim samim integriranim MCU jedrom z vgrajenimi več brezžičnimi povezljivostmi, vse pa je usklajeno z velikim naborom razvojnih okolij, da ustrezajo vsem njihovim specifičnim potrebam."

BL653 omogoča industrijske aplikacije, v katerih je bila podpora brezžični povezavi doslej izziv. S tehnologijo Bluetooth povezovanja lahko proizvajalci originalne opreme ustvarijo brezžična navzkrižna omrežja, ki razširijo doseg sporočil tako,



da jih prenašajo od vozlišča do vozlišča v veliki skupini v omrežje povezanih naprav. Navzkrižna omrežja so zelo primerna za uporabo v aplikacijah pametne razsvetljave in tovarniških aplikacijah za avtomatizacijo, kjer je še dodatna prednost zaradi razširjenega območja delovne temperature BL653 (do 105 ° C). Dodatne prednosti dolgega dosega Bluetooth 5 (podpora Coded PHY) pomeni, da lahko signali Bluetooth potujejo dalje in omogočajo brezžično komunikacijo za oddaljeno, težko dostopno opremo v tovarniških prostorih in proizvodnih obratih. Te izboljšane zmogljivosti BL653 zdaj odpirajo možnost uporabe brezžične povezljivosti za industrijsko opremo, kot so črpalke,

ventili in pogoni. BL653 se ponaša tudi z robustno varnostjo, majhnimi dimenzijami za vgradnjo in modularnimi odobritvami glede skladnosti s standardi FCC, IC, CE, RCM, MIC in Bluetooth SIG, ki vključujejo tudi vgradnjo v izdelek proizvajalca opreme brez dodatnih testiranj, kar je najhitrejša pot do njegove proizvodnje.

Laird Connectivity poenostavlja omogočanje brezžičnih tehnologij z vodilnimi brezžičnimi moduli in antenami, integriranimi platformami senzorjev in prehodov ter brezžičnimi rešitvami po zahtevah stranke. Nudijo najboljšo podporo na tem področju in celovite storitve inženiringa, ki pomagajo zmanjšati tveganje in skrajšati čas do trženja izdelkov. Kadar potrebujete neprekosljivo brezžično zmogljivost, da svojo elektroniko povežete varno in z zaupanjem, potem vam Laird Connectivity ponuja karkoli želite.

Za več informacij o novi seriji BL653 modulov lahko najdete na spletni strani www.lairdconnect.com/bl653-module

Povzeto po:

- <https://www.lairdconnect.com/resources/newsroom/laird-connectivity-announces-new-bluetooth-51-module-delivers-longer-range-next-gen-industrial-iot>

<https://www.lairdconnect.com>

Murata in Googlova ekipa skupaj razvijata najmanjši AI modul z inteligenco Coral na svetu

Murata Electronics Ltd

Murata napoveduje, da je v sodelovanju z Googlom ustvaril najmanjši modul umetne inteligence (AI) – Coral modul za pospeševanje. Modul, ki je narejen po meri, ima vgrajen Googlov Edge TPU ASIC znotraj miniaturnega ohišja.

Prinaša rešitev tudi za nekatere najbolj pereče izzive pri izvajanju AI rešitev z zagotavljanjem vrhunskega zatiranja motenj in poenostavitvijo načrtovanja tiskanih vezij in to v manjšem ohišju. Miniaturizacija je ključna, saj mora biti ves prostor tiskanega vezja optimiziran za doseganje zelo robustne funkcionalnosti pri operacijah, omejenih s prostorom. Rezultat tega sodelovanja je rešitev s pospeševanjem algoritmičnih izračunov, ki so potrebni za izvedbo AI.



„Coral modul za pospeševanje je odlična ponudba, Murata pa je ponudila izdelek, ki je pomemben gradnik ekosistema AI Edge. Ta modul je neke vrste preobrat, ki omogoča načrtovanje inteligentnih naprav naslednje generacije. Zaupanje, ki ga je Google namenil našemu tehnološkemu, procesnemu in materialnemu vodstvu, govori o trdnosti procesa Murata Multi-Chip Module,“ je dejal Sean Kim iz tržne skupine izdelkov za povezljivost pri Murati.

„Coral omogoča nove uporabe AI na napravah v številnih panogah, od proizvodnje do zdravstva in do kmetijstva. Sodelovanje z Murato, da bi izdelali modul za pospeševanje - s programom Google Edge TPU, ki je na voljo v robustnem, spajkljivem in enostavnem paketu, pomeni, da lahko tudi ostali kupci vključijo Coral inteligenco v svoje izdelke v različnih okoljih,“ je dejal Vikram Tank, produktni vodja za Coral.

Glavna prednost Corala je, da omogoči AI aplikacijam, ki se izvajajo na ravni naprav, da hitro preidejo iz prototipa na proizvodnjo. Coral ponuja celoten komplet orodij komponent strojne opreme, programske opreme in vnaprej sestavljenih modelov za gradnjo naprav z lokalnim AI. AI modul je sestavni del popolnoma integrirane platforme Coral, ki jo je mogoče implementirati v številnih aplikacijah v številnih panogah.

Podjetje Murata je pri razvoju tesno sodelovalo s podjetjem Coral, s čimer so

želeli zagotoviti, da bo AI modul omogočal fleksibilnost, razširljivost in združljivost za vključevanje v aplikacije, ki uporabljajo tehnologijo Coral. V ta namen je Murata izkoristil svoje svetovne vire in desetletja raziskav in razvoja na področjih načrtovanja komponent z visoko gostoto in integracije komponent.

Coral modul za pospeševanje bo za prodajo na voljo v začetku leta 2020 prek spletne strani Coral. Več informacij o tej tehnologiji najdete na spletni strani www.coral.ai

O proizvajalcu Murata

Murata je vodilni proizvajalec elektronskih komponent, modulov in naprav. Celotna ponudba vključuje keramične kondenzatorje, upore / termistorje, induktorje / dušilke, krmilne naprave, zvočnike, senzorje in filtre za zatiranje EMI. Čeprav je podjetje znano kot svetovni proizvajalec keramičnih kondenzatorjev, je tudi vodilni svetovni proizvajalec modulov Bluetooth® & WiFi™, DC-DC pretvornikov za vgradnjo na tiskana vezja in je ključni proizvajalec standardnih in prilagojenih napajalnikov AC-DC.

Podjetje Murata je bilo ustanovljeno leta 1944 s sedežem na Japonskem in ima evropske pisarne na Finskem, v Franciji, Nemčiji, na Madžarskem, v Italiji, na Nizozemskem, v Španiji, Švici in Veliki Britaniji.

<https://www.murata.com>

Mouser Electronics distributer antenskih rešitev podjetja Fractus Antennas

Mouser electronics

Mouser Electronics, Inc., pooblaščen svetovni distributer z najnovejšimi polprevodniki in elektronskimi komponentami, napoveduje globalno pogodbo o distribuciji s podjetjem Fractus Antennas. Po dogovoru je pri Mouserju zdaj na voljo vrsto rešitev za čip antene Fractus Antennas, vključno z Virtual Antenna™ (mXTEND™) in Xtend™ čipi za mobilne naprave, brezžične komunikacije in internet stvari (IoT).

Fraxusove mXTEND čip antene z ojačenjem temeljijo na tehnologiji Virtual Antenna™, ki jo ima v lasti Fractus Antennas. Tehnologija je zasnovana tako, da nadomešča običajne antenske rešitve za standardne in miniaturne komponente antenskih ojačevalnikov.

Rešitve mXTEND, ki so na voljo v različnih oblikah, velikostih in funkcijah, zagotavljajo uporabo v aplikacijah GPS, 3G, 4G, 5G, NB-IoT, LoRa, Wi-Fi in Sigfox v aplikacijah brezžičnih naprav, kot so IoT, pametni telefoni, pametne ure, športni navigatorji, nosilci, tablice, digitalni fotoaparati in prenosniki. Za razvoj antenskih rešitev mXTEND, kot je na primer RUN mXTEND™ za visoko zmogljivost v napravah IoT ali TRIO mXTEND™, večkanalna antenska komponenta, ki pokriva GNSS in mobilni telefon hkrati. Mouser ima na zalogi tudi mXTEND razvojne ploščice.

Čipi podjetja Fractus Antennas Micro Reach Xtend in Slim Reach Xtend so primeri majhnih čip anten, ki se uporabljajo v napravah, delujočih v frekvenčnem pasu ISM 2,4 GHz. Micro Reach Xtend antena združuje majhno velikost in manjšo potrebno okoliško površino (7,0 mm × 3,0 mm × 0,9 mm) z visoko zmogljivostjo in prilagodljivostjo glede vgradnje. Ta monopolna antena dobro izkorišča svoje odlične lastnosti za zapolnjevanje prostora in je idealna za zelo razdrobljen notranji prostor naprav in za majhne naprave potrošniške elektronike.

Slim Reach Xtend je majhna (4,1 mm × 2,0 mm × 1,0 mm), pravokotna antena v obliki čipa, primerna za majhne slušalke z Bluetooth® povezavo in drugimi napravami z brezžičnimi standardi 2,4 GHz. Njena široka pasovna širina zagotavlja visokokakovosten sprejem in prenos signala prek brezžičnih naprav in različnih plastičnih ohišij, ne glede na to, kako ima uporabnik svojo napravo nameščeno.

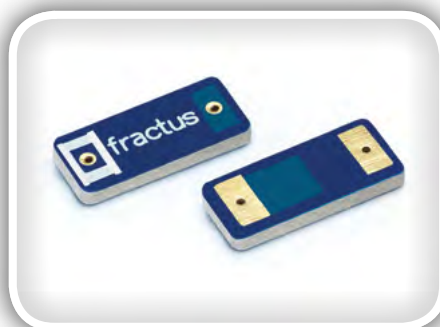


Če želite izvedeti več, obiščite <https://eu.mouser.com/manufacturers/fractus-antennas/>.

Vir:

- <https://ebom.com/2020/03/mouser-electronics-signs-global-agreement-to-distribute-virtual-antenna-solutions-from-fractus-antennas/>

<https://eu.mouser.com>



IoT izboljšal spremljanje radona na gori Etna

Electronic Specifier Ltd.

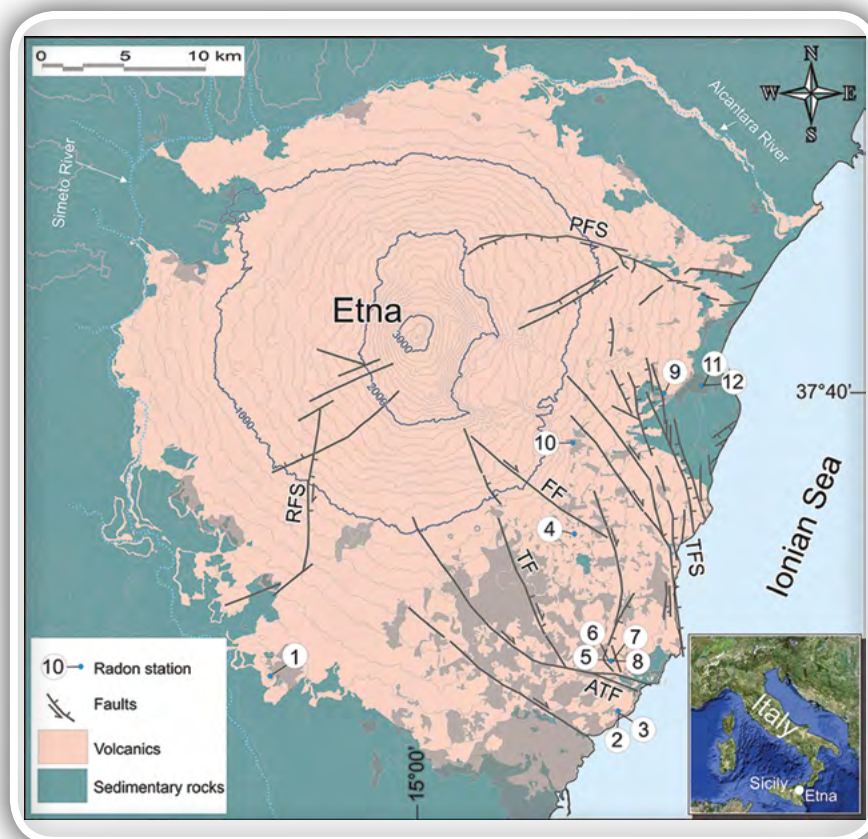
NOVICE

V novem primeru široke uporabe povezave LoRaWAN Internet of Things (IoT) je francosko podjetje Kerlink, sicer strokovnjak za rešitve, namenjene IoT-u, objavil novico, da je Wirnet prehod osnova projekta zaznavanja radona na najbolj aktivnem vulkanu v Evropi, Etni.

Nedavno razvito omrežje, ki povezuje goro Etno na vzhodni obali Sicilije z znanstveniki v Clermont-Ferrandu v Franciji, ki je od Etne oddaljen 1200 km, prenaša podatke o meritvah radona, kar znanstvenikom pomaga spremljati aktivnost vulkana. Radon je naravni radioaktivni element, ki ga najdemo v visokih koncentracijah v bližini vulkanov in uranovih nahajališč in je eden od možnih indikatorjev pri napovedovanju vulkanskih izbruhov. Znanstveniki že vrsto let merijo radon v tleh 3.300 metrov visoke Etne, kar je doslej zahtevalo obiske na kraju samem. Nov sistem avtonomnih senzorjev radona, ki so ga francoski znanstveniki zasnovali in uporabili v Clermont-Ferrandu in ga podpira mreža LoRaWAN, daljinsko in neprekinjeno meri radon v množini vulkanskega plina. Sistem omogoča tudi merjenje emisij radona čisto blizu vrha vulkana, sicer območja, ki pozimi ni bilo dosegljivo za jemanje vzorcev zemlje. Postaja Kerlink Wirnet na lokaciji Etne zbira podatke iz vozlišč LoRaWAN, ki so povezana s senzorji za merjenje radona in meteorološkimi senzorji, ter podatke posreduje prek vgrajenega 3G backhaul, na strežnik LoRa v Clermont-Ferrandu v Francoskem nacionalnem inštitutu za jedrsko fiziko in fiziko delcev, kjer znanstveniki te podatke analizirajo.



"Senzorji za zaznavanje radona, ki svoje podatke skozi vse leto v skoraj realnem času pošiljajo na LoRaWAN strežnik v Clermont-Ferrandu, dajejo vulkanologom nesluteno sliko dogajanja na Etni," je dejal Laurent Royer iz Laboratoire de Physique de Clermont. Ta laboratorij je skupna raziskovalna enota univerze Clermont-Auvergne (UCA) in Francoskega nacionalnega centra za znanstvene raziskave (CNRS), ki podpira omenjeni projekt Etna.



"Ta projekt ne poudarja samo raznolike in vitalne primere konkretne uporabe, ki jih omogočajo LoRaWAN omrežja, temveč tudi položaj podjetja Kerlink kot vodilnega ponudnika močnih, robustnih ter visokozmogljivih prehodov za takšne primere," je povedal Stéphane Dejean, Kerlink CMO. »Wirnet prehodi so osnova velikim IoT projektom, ki jih omogočajo v nekaterih najbolj zahtevnih okoljih na Zemlji. Naše ekipe so zelo ponosne, da lahko prispevajo k takšnemu projektu znanstvenih raziskav in pravočasnega odkrivanja kazalcev aktivnosti." Vulkanski raziskovalni projekt je prejel sredstva iz projekta I-SITE Clermont CAP20-25 in Evropskega sklada za regionalni razvoj (FEDER) v sodelovanju z italijanskim inštitutom za geofiziko in vulkanologijo (INGV).

Povzeto po:

- <https://www.electronicspecifier.com/products/iot/iot-enhances-radon-monitoring-on-mount-etna>
- Avtor: Alex Lynn

<https://www.electronicspecifier.com>

Tehnologija 5G prinaša začetek nove ere brezžičnih testov

ADD ProS d.o.o.

Cena obetov nove tehnologije 5G je povečana kompleksnost. Razviti bo treba nove tehnike za testiranje opreme 5G. Obstaja potreba po novih, cenejših testih prekoračinskih valov (OTA).

Testni inženirji vse od začetka brezžične komunikacije uporabljajo uveljavljene meritve in tehnike za množično preizkušanje brezžičnih komunikacijskih naprav, vse od VF-polprevodnikov do baznih postaj in mobilnih terminalov.

Tehnologija 5G v teh brezžičnih napravah bo kompleksnejša in zato bo potrebno poiskati nadgradnjo visoko-optimiziranih tehnik, s katerimi so bile testirane predhodne generacije opreme. Za preverjanje delovanja tehnologije 5G bo nujno potrebno preizkušanje komponent in naprav 5G z metodami testiranja preko radijskih valov (OTA) namesto kabelskih metod, kot se uporabljajo danes. Vodilni razvijalci potrebujejo nove testne metode za uspešno komercializacijo izdelkov in rešitev 5G v različnih industrijah in aplikacijah.

Povečanje pasovne širine

Eden glavnih ciljev standarda 5G je znatno povečanje zmogljivosti prenosa podatkov kot odgovor na vse večje potrebe uporabnikov, za uvajanje najvišje ciljne pasovne širine 10 Gb/s na uporabnika pa se uvajajo nove tehnologije. Specifikacija 5G tako vključuje tehnologijo Multiuser MIMO (MU-MIMO), ki uporabnikom omogoča skupno rabo istega frekvenčnega pasu s tehnologijo oblikovanja snopa, ki za vsakega uporabnika ustvari edinstveno, fokusirano brezžično povezavo. Standard 5G tudi širi brezžični spekter v področje centimetrskih in milimetrskih valov (mmWave).

Fizična implementacija tehnologij MU-MIMO in mmWave uporablja bistveno večje število antenskih elementov kot prejšnje generacije standardnih celičnih omrežij. Signali v frekvenčnem območju mmWave zaradi zakonov fizike med potovanjem skozi prazen prostor slabijo bistveno hitreje kot signali na frekvencah trenutnih mobilnih omrežij. Frekvence mmWave imajo tako pri primerljivi oddajni moči precej manjši doseg kot frekvenčni pasovi trenutnih celičnih omrežij.

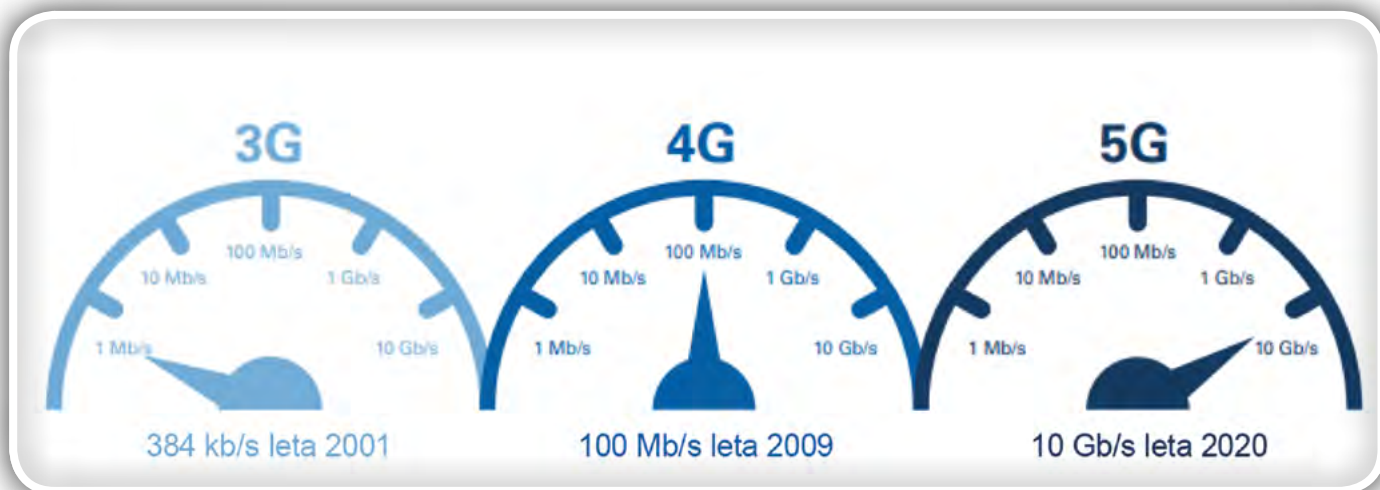
Oddajniki in sprejemniki 5G bodo za kompenzacijo teh izgub uporabljali nize istočasno delujočih anten in tehnologijo oblikovanja snopov za ojačenje moči signala namesto ločenih anten za vsak frekvenčni pas, kot je običajno za trenutne naprave. Antenski nizi in tehnike oblikovanja snopov pa niso pomembni le za povečanje moči signala, saj so tudi ključni za implementacijo tehnik MU-MIMO.

Seveda se postavlja vprašanje, ali bo za vse te antene sploh dovolj prostora v mobilnih telefonih jutrišnjega dne. Antene za frekvence mmWave so na srečo precej manjše od anten v današnjih standardnih celičnih omrežjih, nove tehnologije pakiranja, kot je AiP (antenna in package), pa bodo olajšale integracijo teh anten v sodobne mobilne telefone z omejenim prostorom. Ti nizi anten pa bodo morda popolnoma obdani z ohišjem in brez neposredno dostopnih točk za testiranje.

OTA kot odgovor na nove izzive

Testni inženirji bi zaradi razširjenih frekvenc, novih tehnologij pakiranja in večjega števila anten težko ohranili visoko kakovost ob omejenih investicijskih (oprema) in obratovalnih stroških (čas za preizkušanje vsake naprave). Pri tem bodo lahko pomagale nove tehnike OTA, kjer pa spet ne gre brez novih izzivov.





Prva težava bo točnost meritev. Za razliko od testov s kablji morajo testni inženirji pri meritvah OTA računati z dodatno merilno negotovostjo, ki izhaja iz umerjanja in točnosti antene, vgradnih toleranc in odbojev signala. Kot drugo bo potrebno v načrte za testiranje naprav dodati povsem nove meritve za integracijo gluhih sob, karakterizacijo snopov, izračun optimalne šifrirne knjige in karakterizacijo antenskih parametrov. Kot tretje bodo s povečevanjem pasovnih širin RF naraščale tudi potrebe po umerjanju in merjenju teh povečanih pasovnih širin, zato se bo podaljšal čas testiranja.

Na koncu pa bodo morali vodje testiranj sprejeti določene

poslovne odločitve za zagotavljanje zahtevane kakovosti izdelkov ob minimalnem vplivu na čas izdaje produkta na trg, investicijske in obratovalne stroške ter prostorske razmere za vpeljavo OTA-komor. Industrija testiranja in meritev se bo v prihodnjih letih naglo odzvala na te potrebe z mnogimi inovacijami. Testne skupine bodo morale razmisliti o prilagodljivih, softversko opredeljenih strategijah in platformah za testiranje, da bodo njihove investicije lahko obdržale korak s hitrim ciklom inovacij.

Tehnike OTA pa imajo seveda tudi svoje prednosti. OTA je edina možnost za testiranje tehnologij AiP, kjer so nizi anten zaprti v ohišju, brez neposrednega dostopa do posameznih elementov. Tudi če bi bil testnim inženirjem zagotovljen kontakt s posameznimi elementi antene za prevodne teste, bi bili postavljeni pred težavno odločitev za paralelno testiranje (več opreme in višji investicijski stroški) ali serijsko testiranje (podaljšanje časa in manjša produktivnost testiranja). Razrešiti bo treba še veliko tehničnih problemov, toda testi OTA omogočajo preizkušanje nizov anten kot sistema namesto kot množice ločenih elementov, zato obetajo večjo učinkovitost testov na sistemski ravni.

Proizvajalcem naprav za testiranje in testnim inženirjem je v preteklosti še vedno uspelo odgovoriti na izzive testiranja vse bolj zmogljive in kompleksne opreme ob hkratnih zahtevah po skrajšanju časa prihoda na trg in zmanjšanju stroškov testiranja, in to jim bo ponovno uspelo tudi pri tehnologiji 5G. Problemi testiranja tehnologij 5G so danes morda videti zelo zahtevni, toda inženirji po vsem svetu že razvijajo nove instrumente in metode za preizkušanje, kot je OTA, ki bodo potrebni za komercialni uspeh tehnologije 5G.

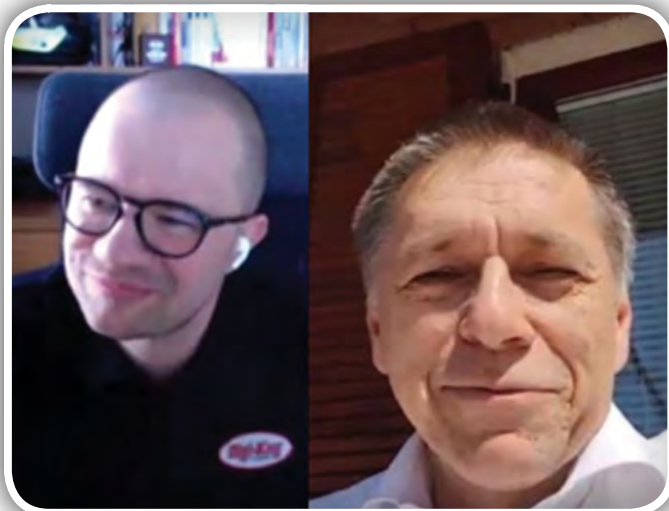
ADD ProS d.o.o.
 Opekarniška cesta 15a
 3000 Celje, Slovenija
 Tel: +386 3 4250800
 info@add-pros.com
 www.ni.com
 www.add-pros.com



Digi-Key nagovarja EMS podjetja v Sloveniji

AX elektronika d.o.o.
Avtor: Jurij Mikeln
E-pošta: stik@svet-el.si

Koronavirus je spremenil naš način dela. Zdaj delamo od doma in tudi velika večina prodajnih inženirjev, ki so veliko svojega časa preživijo na terenu pri strankah, zdaj dela od doma.



posla, ki ga opravijo v Sloveniji in sosednjih državah. Na koncu intervjuja pa je odgovoril na moje vprašanje, ali bo Digi-Key odprl pisarno v Sloveniji.

Povezava:

- 1 : <https://bit.ly/2VFO3Tb>

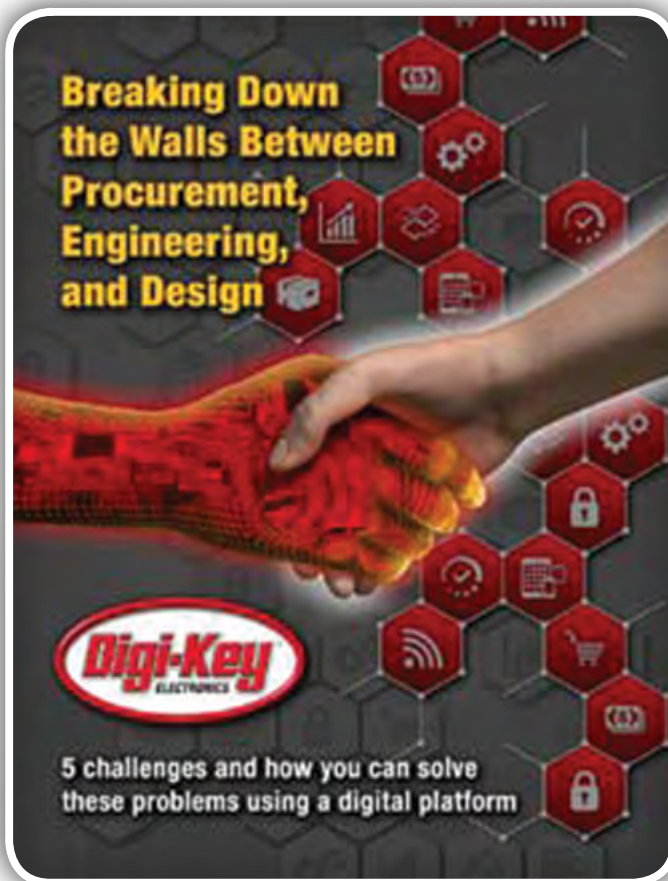
<https://svet-el.si>

V uredništvu revije Svet elektronike smo izkoristili situacijo in na intervju povabili Arkadiusz Rataja iz podjetja Digi-Key. Arek – kot mu pravijo v podjetju Digi-Key, se je z veseljem odzval našemu povabilu in nastal je »unplugged« intervju, ki si ga lahko ogledate na LinkedIn [1].

O čem vse sva se pogovarjala z Arekom? Beseda je tekla predvsem o API-jih, ki jih Digi-Key ponuja svojim strankam – predvsem večjim EMS podjetjem, ki naročajo velike količine različnih komponent, pri čemer lahko zaradi človeške napake pride do nepotrebnih stroškov.

Nadalje sva z Arekom govorila o tem, kako je Digi-Key prisluhnil slovenskim razvojnim podjetjem tako, da je znižal stroške poštnine.

Arek je tudi odgovoril na moje vprašanje glede primerjave



Novi IC olajša načrtovanje 48 V / 12 V avtomobilskih sistemov z dvojnimi akumulatorji

Analog Devices, Inc.
 Avtor: Tony Armstrong

Prihodnost 48 V / 12 V avtomobilskih baterijskih sistemov je takoj za vogalom. Večina večjih proizvajalcev avtomobilov po vsem svetu že nekaj let dela na dokazovanju svojih sistemov in očitno je, da bo njihovo izvajanje razmeroma blizu. To je nujen in ključen korak na dolgi in naporni poti do popolnoma avtonomnega potniškega vozila, ki ne potrebuje človeka pri nadzoru in ima resnično avtonomno vožnjo. Kljub temu to še ne pomeni, da bo 12 V baterija izginila; V obstoječih vozilih je preveč starih sistemov, da bi se to lahko zgodilo. To pomeni, da bodo avtonomni avtomobili imeli tako 12 V kot 48 V baterijo.

To dejstvo pomeni, da bodo notranji sistemi vozil delovali na 48 V litij-ionsko (Li-Ion) baterijo ali na 12 V zaprto SLA-baterijo - vendar ne na obe hkrati. Kljub temu, da poleg teh dveh baterij zaradi ustrezne kemije obstajata dve ločeni polnilni vezji, mora obstajati tudi mehanizem, ki omogoča, da se polnjenje dogaja med njima, ne da bi pri tem poškodovali akumulatorje ali kateri koli sistem znotraj vozila. Še več, ker imamo dve bateriji tudi to omogoča redundanco v primeru, če ena izmed njiju odpove med delovanjem.

Čeprav to zagotovo otežuje zasnovo različnih električnih podsistemov v vozilih, je treba povedati tudi nekaj prednosti. Po mnenju nekaterih proizvajalcev avtomobilov električni sistem na osnovi 48 V povzroči 10 - 15-odstotni boljši izkoristek goriva kot pri vozilih z motorjem z notranjim zgorevanjem in s tem zmanjša emisije CO₂. Poleg tega bodoča vozila, ki uporabljajo dvojni 48 V / 12 V sistem, inženirjem omogočajo, da vključijo električno ojačevalno tehnologijo, ki deluje neodvisno od obremenitve motorja in s tem izboljša zmogljivosti

PREDSTAVLJAMO



Slika 1: Avtomobile nove generacije bosta napajali 12 V in 48 V bateriji

pospeška. Takšni kompresorji so že v naprednih fazah razvoja in bodo nameščeni med indukcijskim sistemom in med hladilnikom, pri čemer 48V napajalnik krmili turbo polnilnike.

Predpisi o varčevanju z gorivom po vsem svetu se zastrujejo, medtem ko se sposobnost avtonomne vožnje s povezljivostjo še naprej širi v nove avtomobile. V skladu s tem je 12 V avtomobilski električni sistem dosegel mejo uporabne moči. Samodejno je, kot da teh sprememb že ni dovolj, prišlo do občutnega povečanja avtomobilskih elektronskih sistemov. Te spremembe, skupaj s povezanimi zahtevami po moči, so ustvarile nov spekter inženirskih priložnosti. Jasno je, da je 12-voltni avtomobilski sistem s svinčevo baterijo in mejo moči 3 kW treba dopolniti.

Poleg tega obstajajo novi avtomobilski standardi, ki vplivajo na delovanje teh sistemov. Na novo predlagani avtomobilski standard, znan kot LV 148, kombinira sekundarni 48 V vodilo z obstoječim avtomobilskim 12 V vodilom. 48 V vodilo vključuje integriran zaganjalni generator (ISG) ali generator zaganjalnika jermena, 48 V Li-ionsko baterijo in dvosmerni DC-DC, ki lahko iz 48 V in 12 V baterij odda desetine kilovatov razpoložljive energije. Ta tehnologija je namenjena običajnim avtomobilom z notranjim zgorevanjem, pa tudi hibridnim električnim in blagim hibridnim vozilom, saj si avtomobilski proizvajalci prizadevajo doseči vse strožje cilje glede emisij CO₂.

Novo močnostne rešitve za 48 V/12 V sisteme baterij

Ta novi standard zahteva, da 12 V vodilo neprekinjeno napaja sisteme za vžig, razsvetljava, zabavo in avdio sisteme. Medtem ko bo 48 V vodilo poganjalo sisteme šasije, kompresorje za klimatsko napravo, nastavljivo vzmetenje, elek-

trične superpolnilnike, turbo polnilnike in celo regenerativno zaviranje.

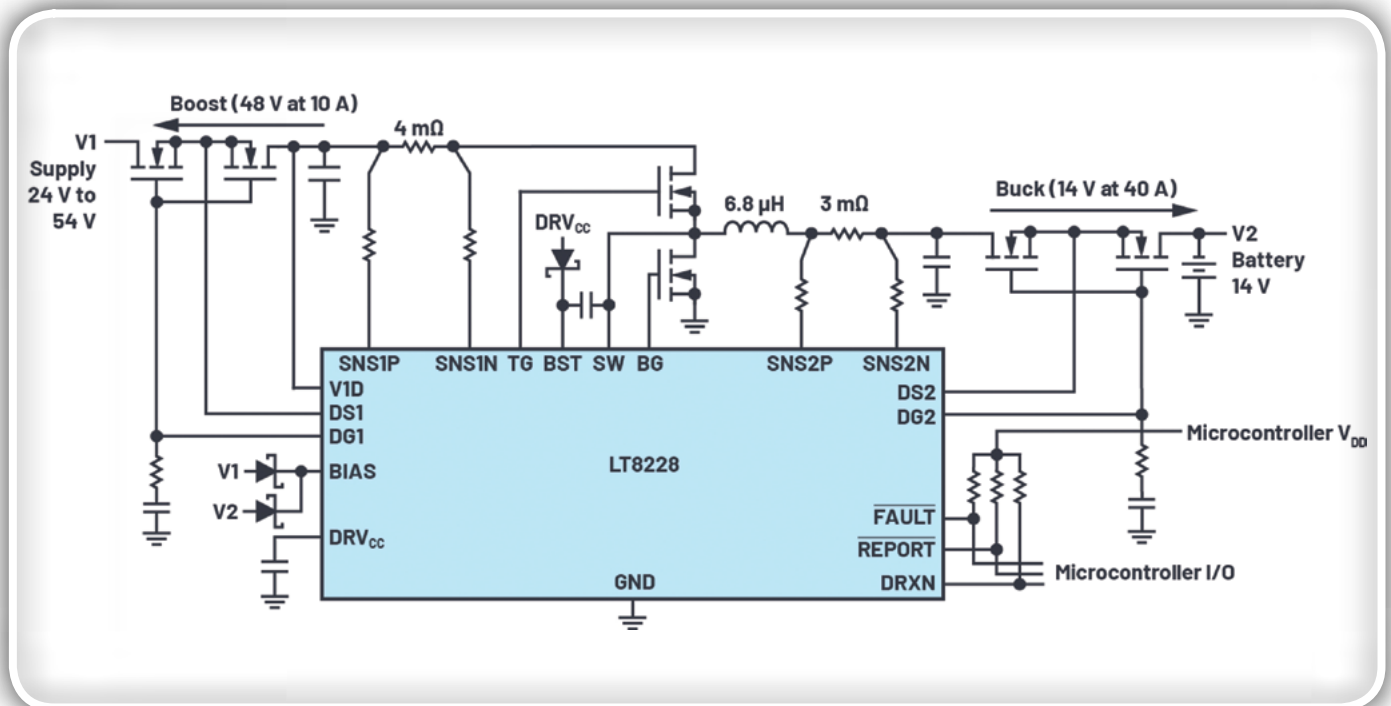
Vgradnja dodatnega 48 V napajalnega omrežja v vozila ne bo ostala brez vpliva. Vpliv bodo čutile elektronske krmilne enote (ECU), ki bodo morale svoj obseg delovanja prilagoditi višji napetosti. To bo zahtevalo, da bodo morali tudi proizvajalci DC-DC pretvornikov vpeljati specializirane ICje, da bodo omogočili ta prenos velike moči.

Skladno s tem je skupina Analog Devices Power by Linear™ (PbL) zasnovala in razvila nekaj DC-DC pretvornikov, ki omogočajo ta prenos energije z zelo visoko učinkovitostjo z namenom ohranitve energije, hkrati pa minimizirajo termalne aspekte.

Jasno je, da je potreben dvosmerni DC-DC pretvornik navzgor/navzdol, ki se nahaja med baterijami 12 V in 48 V. Takšne pretvornike je mogoče uporabiti za polnjenje ene od baterij in hkrati omogočiti obema akumulatorjema zagotavljanje toka z isto obremenitvijo, če je to potrebno v sistemu. Zgodovinsko gledano so te zasnove DC-DC pretvornikov za dve bateriji 48 V / 12 V uporabljale različne močnostne komponente za povečanje in zmanjšanje napetosti.

Vendar pa je skupina ADI PbL pred kratkim predstavila LT8228, dvosmerni DC-DC krmilnik, ki za iste stopnje pretvorbe uporablja enake zunanje napajalne komponente za pretvorbo navzgor ali navzdol.

LT8228, kot je prikazano na sliki 2, je 100 V dvosmerni sinhronski krmilnik s konstantnim tokom ali konstantno napetostjo z neodvisnimi kompenzacijskimi vezji. Smer pretoka moči samodejno določi LT8228 ali pa ga zunanje nadzorujemo. Vhodni in izhodni zaščitni MOSFETi ščitijo pred negativnimi napetostmi,



Slika 2: LT8228 konfiguriran v poenostavljenem dvosmernem rezervnem sistemu akumulatorja

nadzorujejo previsoke vhodne tokove in omogočajo izolacijo med sponkami v pogojih napake, kot je kratek stik MOSFETA. V načinu pretvorbe navzdol zaščitni MOSFET na priključku V1 preprečuje povratni tok. V načinu pretvorbe navzgor isti MOSFET uravnava izhodni previsok tok in se zaščiti z odklopnikom, ki vsebuje nastavljeni timer.

Poleg tega LT8228 ponuja dvosmerno omejitev vhodnih in izhodnih tokov ter neodvisno spremljanje toka. LT8228ju se lahko vzporedno dodat ali odvzame dodaten LT8228 zaradi zagotavljanja delitev toka, ki je neobčutljivo na napake brez nadzornega vezja. Notranja in zunanja diagnostika ter poročanje o napakah sta na voljo preko priključkov za sporočanje napak. LT8228 uporablja TSSOP ohišje z 38 priključki.

LT8228 je 100 V dvosmerni sinhroni krmilnik z načinom vršnjega toka in zaščitnimi MOSFETi. Krmilnik zagotavlja izhodno napetost v režimu navzdol, V2, od vhodne napetosti, V1, ki je v buck načinu ali v načinu navzgor, V1, od vhodne napetosti, V2. Vhodno in izhodno napetost lahko nastavite do 100 V. Način delovanja je zunanje krmiljen preko DRXN priključka ali če je izbrano samodejno. Poleg tega ima LT8228 zaščitne MOSFETe za V1 in V2 priključke. Zaščitni MOSFET-ji zagotavljajo zaščito pred negativno napetostjo, izolacijo med vhodnimi in izhodnimi sponkami med notranjo ali zunanjo napako, zaščito pred povratnim tokom in nadzor nad vhodnim tokom. V aplikacijah, kot so rezervni sistemi za akumulatorje, dvosmerna funkcija omogoča polnjenje akumulatorja bodisi z višjo ali nižjo napetostjo. Kadar napajanje ni na voljo, baterija povečuje ali povrne energijo napajanju.

Za optimizacijo odziva na prehodne pojave ima LT8228 dva ojačevalnika napak: EA1 v načinu navzgor in EA2 v načinu navzdol z ločenimi kompenzacijskimi priključki VC1 oziroma VC2. Krmilnik deluje v načinu neprekinjene prevodnosti, ko zazna povratni tok skozi tuljavo za pogoje, kot je delovanje nizke obremenitve. LT8228 ponuja programiranje mejnih vrednosti vhodnih in izhodnih tokov v buck in boost načinu delovanja z uporabo štirih priključkov: ISET1P, ISET1N, ISET2P in ISET2N. Krmilnik omogoča tudi neodvisno spremljanje vhodnih in izhodnih tokov s pomočjo priključkov IMON1 in IMON2. Programiranje in spremljanje mejnih vrednosti je funkcionalno za celotno vhodno in izhodno napetostno območje od 0 V do 100 V.

Poleg tega LT8228 zagotavlja brezhibno delitev izhodnega toka brez napak med več LT8228 vzporedno, kar omogoča večji tok obremenitve, boljše upravljanje toplote in redundanco. Vsak LT8228 uravnava povprečni izhodni tok, kar odpravlja potrebo po glavnem regulatorju. Ko je posamezen LT8228 onemogočen ali je

v stanju napake, preneha prispevati k povprečnemu vodilu, zaradi česar je shema delitve toka tolerantna.

Dodatne funkcije vključujejo:

- Toleranca povratne napetosti: $\pm 0,5\%$ nad temperaturo
- Regulacija in spremljanje trenutnega toka je dvostransko programirana
- Obsežno samotestiranje, diagnostika in poročanje o napakah
- Programirana fiksna ali sinhronizacijska stikalna frekvenca: 80 kHz do 600 kHz
- Programiran mehki zagon in omejitev dinamičnega toka
- Deljenje toka brez nadzorne naprave in neodvisno od napak

Zaključek

LT8228 prinaša novo raven zmogljivosti, nadzora in poenostavitve na 48 V / 12 V, dvojno baterijo, v DC-DC avtomobilske sisteme, kar omogoča, da se iste zunanje napajalne komponente uporabljajo za režim delovanja navzgor ali navzdol. Deluje na zahtevo v načinu buck od 48 V vodila do 12 V vodila ali v načinu boost od 12 V do 48 V. Ob zagonu avtomobila ali ko je potrebna dodatna moč, LT8228 omogoča, da obe bateriji napajata breme z energijo. To razvijalcem pretvorbe moči daje bogat dvosmerni pretvornik, ki z lahkoto konfigurira 12 V in 48 V akumulatorski sistem, kar bo potrebno za popolnoma avtonomna vozila v bližnji prihodnosti.

O avtorju

Tony Armstrong je bil direktor marketinga izdelkov za Analog Devices 'Power by Linear. Odgovoren je bil za vse vidike izdelkov za pretvorbo in upravljanje električne energije od njihove uvedbe do zastarelosti. Preden se je pridružil podjetju ADI, je Tony zasedal različne položaje na področju trženja, prodaje in poslovanja pri Linear Technology, Siliconix Inc., Semtech Corp., Fairchild Semiconductors in Intel. Dobil je B.S. iz uporabne matematike z univerze v Manchestru, Anglija.

www.analog.com



Digi-Key v tem obdobju, polnem izzivov, vlaga v slovenski in vzhodnoevropske trge

Digi-Key Electronics
Avtor: Arkadiusz Rataj

Pandemija bolezni COVID-19 ustvarja nepredvidljivo in muhasto okolje za globalno trgovanje, zaradi česar lahko podjetja hitro zamika, da bi v tem času, polnem izzivov, mirovala ali se krčila, podjetje Digi-Key pa je odločeno, da bo ravnalo ravno nasprotno. Zdaj še bolj kot kdaj koli prej vlaga v svoje stranke tako, da jim zagotavlja nove vire, izdelke in orodja, vse s ciljem, da bi naredili vse, kar je mogoče, da bi usmerili in lokalizirali proces nakupovanja. Na kratko: zelo si prizadevajo ostati konsistenten in zanesljiv partner, kakršnega stranke trenutno najbolj potrebujejo.

Digi-Key vlaga v lokalizirane vire

Digi-Key ima ne samo lokalno prisotnost zaposlenih v vzhodnoevropski regiji, ampak so vse njegove linije izdelkov v celoti na voljo v franšizah in jih je mogoče večini strank dostaviti v 48 urah. Kot globalni distributer s celovitimi storitvami vlaga v vire, ki so potrebni, da se strankam zagotovijo tržne informacije, jamstvo kakovosti in visoki panožni standardi, ki še celo precej presegajo njihova pričakovanja.



Kot dodano vrednost za stranke v Vzhodni Evropi Digi-Key zagotavlja pogodbo o dobavi blaga s plačanimi dajatvami (DDP). V skladu s to pogodbo podjetje prevzema vso odgovornost, tveganja in stroške, povezane s prevozom blaga, dokler jih kupec ne prejme, kar pomeni, da carinske dajatve plača podjetje Digi-Key.

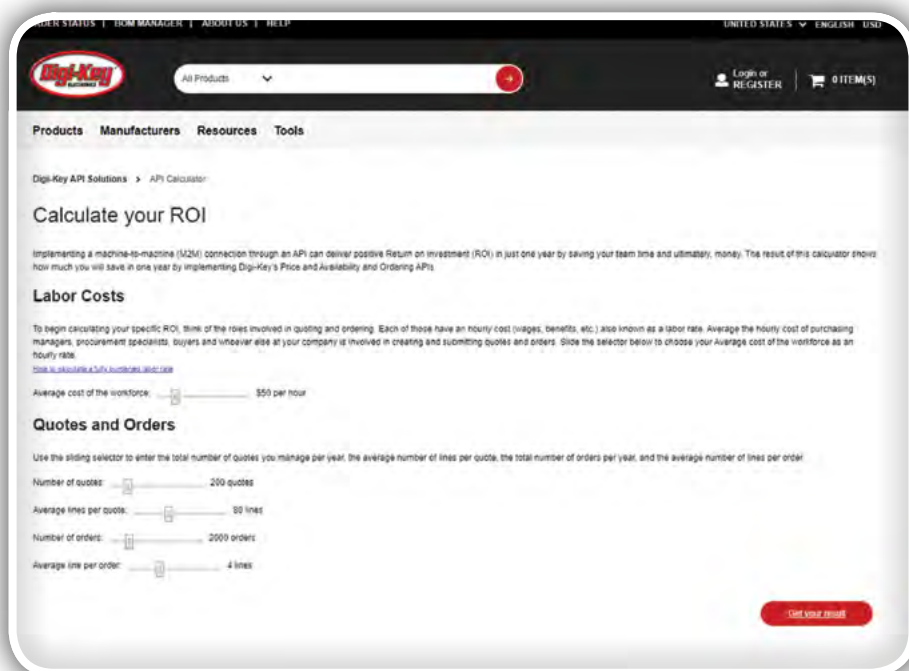
Nedavno je podjetje za vzhodnoevropske stranke predstavilo orodje Price and Availability[1](PandA). Orodje PandA omogoča strankam, da naložijo svoj seznam delov, ga interaktivno pregledujejo in zaključijo, dodajo dele v svojo košarico ter seznam prenesejo – s čimer se zagotovijo cene in razpoložljivost za več milijonov elektronskih komponent. Navodila za to orodje so na voljo tukaj[2].

Drug nedavni dodatek v njihovo zbirko brezplačnih spletnih orodij in virov so rešitve API-jev. Če stranke do zdaj še niso slišale za vmesnik za namensko programiranje (API), kmalu bodo. Pravzaprav kaže, da bodo rešitve API-jev v naslednjih 10 letih postale ena najbolj prebojnih inovacij na trgu elektronike. Digi-Key je edini distributer elektronike, ki svojim strankam ponuja celovito reši-

tev (ali zbirko) API-jev v realnem času – in to povsem brezplačno. Samo vprašanje časa je, kdaj bodo temu sledili tudi drugi distributerji elektronike, in ko bodo, panoga elektronike nikoli več ne bo enaka.

Povedano na preprost način, je API povezava med več računalniki oziroma je upravitelj, ki povezuje digitalne vire. Gre za procesno opravilo, ki omogoča povezovanje računalnikov in skupno rabo podatkov. Rešitve API-jev ne izboljšujejo samo hitrosti, učinkovitosti in stroškov, ampak tudi natančnosti. Od natančnosti, ki jo prinaša ta povsem digitalna rešitev, ima korist celotna dobavna veriga, še najbolj očitno pa končna stranka.

Trenutno Digi-Key ponuja največje število API-jev na trgu in to v realnem času, zaradi česar strokovnjaki za nabavo porabijo manj časa za utrudljive procese pridobivanja cen in se lahko naslonijo neposredno na digitalne rešitve tega podjetja. Povezljivost z API-ji je mogoče implementirati na tri različne



načine – odvisno od velikosti in potreb podjetja. Stranke lahko API implementirajo prek lastnih notranjih virov, s pogodbo z zunanjo skupno razvijalcev ali z uporabo rešitev programske opreme tretjih oseb s seznama kvalificiranih partnerjev[3] podjetja Digi-Key.

Uporaba rešitev API-jev podjetja Digi-Key je brezplačna, podjetja, ki želijo izvedeti več o tem, pa lahko obišejo spletno stran <https://www.digikey.si/api>. Stranke, ki jih zadeva zanima, lahko prenesejo tudi brezplačno e-knjžico[4] in preizkusijo brezplačen izračun donosnosti naložbe[5], ki prikaže, koliko bi lahko prihranile v enem letu, če bi uvedle uporabo storitve Price and Availability podjetja Digi-Key in API-je za naročanje. Stranke, ki so uporabile izračun, so v povprečju dobile rezultat od petdeset do sto tisoč dolarjev prihranka pri stroških zaradi uvedbe rešitev API-jev.

Digi-Key stranki olajša zadeve

Podjetje posluje že skoraj 50 let, zato zares razume svoje stranke. Ko se stranka razvija, pa spremlja, kaj potrebuje danes in kaj bo potrebovala v prihodnosti. Ena od potreb strank, ki so jo nedavno predvideli, je združitev več pošiljk (MSC). Na to potrebo so se odzvali tako, da so ponudili možnost združitve naročil podjetja in stranki omogočili dva do tri dni časa za združitev – odvisno od števila tedenskih računov. Izberejo lahko dva dneva v tednu in vsa njihova naročila se združijo na ta dva dneva, zaradi česar stranki ne bo več treba povpraševati naokoli po svoji zaposleni ekipi, če še kdo potrebuje kaj od podjetja Digi-Key. To je še posebej koristno v trenutni sezoni, ko si podjetja morda prizadevajo zmanjšati stike in tudi čas, ki ga preživijo v pisarni v pričakovanju pošiljk.

Digi-Key ponuja visoke ravni prilagodljivosti glede delov, po katerih je največje povpraševanje, s čimer strankam zagotavlja izjemne ravni prilagodljivosti, še posebej na tem turbulentnem trgu. Nedavno so tudi znižali prag za naročanje za Slovenijo



na 50 EUR in vse časovne okvire dobave za vse vzhodnoevropske stranke, s čimer so omogočili naročilo manjših količin in hitreše čase dobave, pri čemer njihov tipični cikel dobave traja 48 ur ali manj.

Nedavno so za vse stranke uvedli orodja za spletno načrtovanje[6] v lokalnih valutah, ki strankam omogočajo načrtovanje in oddajo naročil za do šest mesecev vnaprej v lokalni valuti. Medtem ko se podjetja še naprej spoprijemajo z nepredvidljivostjo zaradi epidemije bolezni COVID-19, se je podjetju Digi-Key zdelo, da je v tem času pomembno strankam omogočiti več nadzora nad procesom nakupovanja, kjer je to mogoče. Nova spletna rešitev za načrtovanje pošiljk je uporabniku prijazna in samopostrežna.

Digi-Key vlaga v rast skladišč

Na sedežu podjetja, v kraju Thief River Falls, v Minnesoti, trenutno poteka eden največjih gradbenih projektov v Združenih državah – gradnja distribucijskega centra za izdelke na 204.500 kvadratnih metrih površine, ki ga bo z njihovim obstoječim sedežem in skladiščem na 93.000 kvadratnih metrih površine povezoval sistem potniških in tovornih kapsul po žičnici.

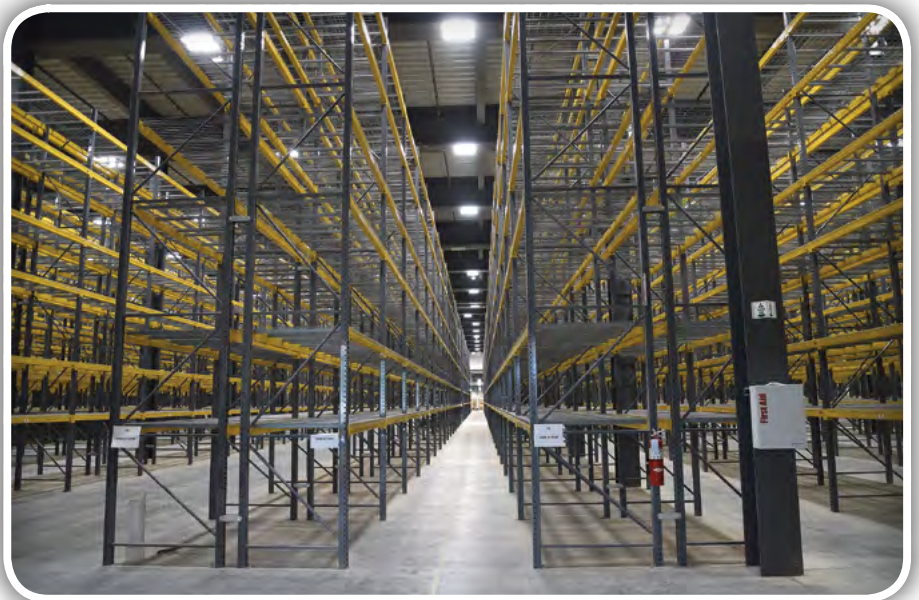
Podjetje je zavezano nenehnim prizadevanjem k odličnosti, saj skrbi za več kot 700.000 strank po vsem svetu in ima globalno več kot 4400 zaposlenih, ta naložba v novi vrhunski kompleks, vredna 400 milijonov USD, pa je odličan primer, ki dokazuje, da podjetje to obljubo tudi drži. Novi distribucijski center za izdelke se bo ponašal s številnimi naprednimi tehnologijami, ki so zasnovane tako, da bo lahko podjetje s še večjo



storilnostjo in zmogljivostjo še bolj služilo svojim strankam in članom ekipe.

Digi-Key 99,9 odstotka od svojih več kot 5,3 milijona naročil letno odpošlje s sedeža podjetja v kraju Thief River Falls. Širitev bo še naprej omogočala prevzem, pakiranje in pošiljanje naročil neposredno iz kraja Thief River Falls v 20 minutah in dostavo strankam po vsem svetu v 48 urah.

Gradnja novega kompleksa se je začela aprila 2018, pričakuje pa se, da se bo odprl in začel delovati do julija 2021. Fizična zgradba je končana, trenutno pa poteka namestitve regalov, inteligentnih prenosnih sistemov in druge opreme za avtomatizacijo. Ta projekt je odlični primer, ki kaže, kako podjetje svojo poslovno inteligenco, osredotočeno na stranke, združuje s tehnologijo, da bi še naprej povečevalo kakovost in učinkovitost.



Digi-Key ostaja konsistenten tudi v časih, kot jih do zdaj še nismo doživeli

Nihče ni mogel predvideti epidemije virusa, ki povzroča bolezen COVID-19, vendar se je model podjetja Digi-Key v trenutnih razmerah izkazal zelo dobro. Njihov poslovni model z bogato zalogo je zagotovil odlično podporo strankam, saj jim je omogočil dostop do vsega, kar so potrebovale, takrat, ko so to potrebovale. Podjetje trenutno globalno ponuja več kot 10 milijonov izdelkov več kot 1000 proizvajalcev kakovostnih blagovnih znamk, pri čemer je več kot 2,2 milijona izdelkov na zalogi in na voljo za takojšnje pošiljanje (v 48 urah za vzhodnoevropske stranke). Ta model, osredotočen na zalogo, v kombinaciji s spletnimi in lokaliziranimi storitvami za stranke, je prispeval k zanesljivi in konsistentni uporabniški izkušnji v turbulentnih časih.

Oddaljeni sedež podjetja v ZDA je tudi pomagal ublažiti učinke epidemije bolezni COVID-19 na njihovo dobavno verigo. To je podjetju, v kombinaciji z njihovimi močnimi logističnimi partnerstvi, pomagalo zagotoviti, da je ostalo konsistenten in zanesljiv distributer, kar stranke trenutno obupano potrebujejo. Na svojem spletnem mestu so vzpostavili stran z viri o bolezni COVID-19[7], ki jo posodablja z odgovori na najpogostejša vprašanja in najnovejšimi informacijami vladnih organizacij, panožnih zvez ter partnerjev, ki izvajajo dostavo, in dobaviteljev. Stranke vabijo, da si ogledajo te informacije, saj so na voljo 24 ur na dan, 7 dni v tednu, hkrati pa ponujajo tudi podporo za stranke po telefonu in e-pošti ter prek klepeta v živo in forumov. Tukaj boste dobili odgovore na vsa svoja vprašanja.

2020 je že postalo edinstveno leto, vendar podjetje poleg soočanja s temi novimi izzivi z inovativnimi novimi rešitvami nadaljuje tudi naložbe v svoj preizkušen poslovni model, s ka-

terim zagotavlja konsistentnost in učinkovitost za svoje stranke. V zadnjih dveh letih so prav tako dodali več kot 200 novih dobaviteljev in 300.000 novih izdelkov.

Kot zadnje bodo svojim strankam pomagali tudi racionalizirati profile dobaviteljev z razširitvijo prek tradicionalnih blagovnih znamk komponent v druge panoge poleg inženiringa, projektiranja in proizvodnje. Širitev je del pobude DK+, ki predstavlja nenehno rast podjetja Digi-Key kot distributerja svetovnega razreda, ki zagotavlja izdelke, storitve in rešitve za vse faze ekosistema tehnoloških inovacij.

Čeprav se zdi, da se trg vsa dan spreminja, potreba strank po konsistentnosti in zanesljivosti ostaja enaka. Stranke še naprej dajejo prednost partnerjem, ki zagotavljajo pravočasno dobavo, konkurenčne cene in je z njimi preprosto poslovati. Ne glede na stanje trga, zaveza podjetja Digi-Key, da bo doseglo in še preseгло te potrebe, tudi danes in vedno ostaja v ospredju.

Arkadiusz Rataj je vodja prodaje pri podjetju Digi-Key Electronics, kjer je odgovoren za regijo Srednje in Vhodne Evrope ter Turčije, strankam in partnerskim dobaviteljem pa prinaša prednosti svojih 13-letnih izkušenj v nabavi, pridobivanju ugodnih cen in poslovnih odnosih v panogi elektronike. Digi-Key je eden največjih distributerjev elektronskih komponent na svetu, ki ponuja celovite storitve in več kot 8,9 milijona izdelkov več kot 1000 proizvajalcev kakovostnih blagovnih znamk, od katerih jih ima več kot 1,8 milijona na zalogi ter na voljo za takojšnje pošiljanje.

Povezave:

- 1: <https://bit.ly/34TEtAl>
- 2: <https://bit.ly/2XK76Ov>
- 3: <https://bit.ly/2z67pJj>
- 4: <https://bit.ly/3et2OBd>
- 5: <https://bit.ly/3evlslP>
- 6: <https://bit.ly/3afqBBE>
- 7: <https://bit.ly/2zbp2rr>

FERI uspešno skozi prvi teden učenja na daljavo

UM FERİ

Na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko (FERI) Univerze v Mariboru danes uspešno zaključujejo prvi teden študija na daljavo. Fakulteta je v pedagoškem procesu, ob pomoči in podpori Računalniškega centra Univerze v Mariboru (RCUM) in rektorata UM, že redno uporabljala spletna orodja za poučevanje. V teh spremenjenih razmerah pa so na predavanjih in vajah na daljavo v živo povezali še študente, profesorje in asistente. Mnogi sporočajo, da je udeležba na predavanjih in vajah izjemno dobra.

FERI
Fakulteta za elektrotehniko,
računalništvo in informatiko

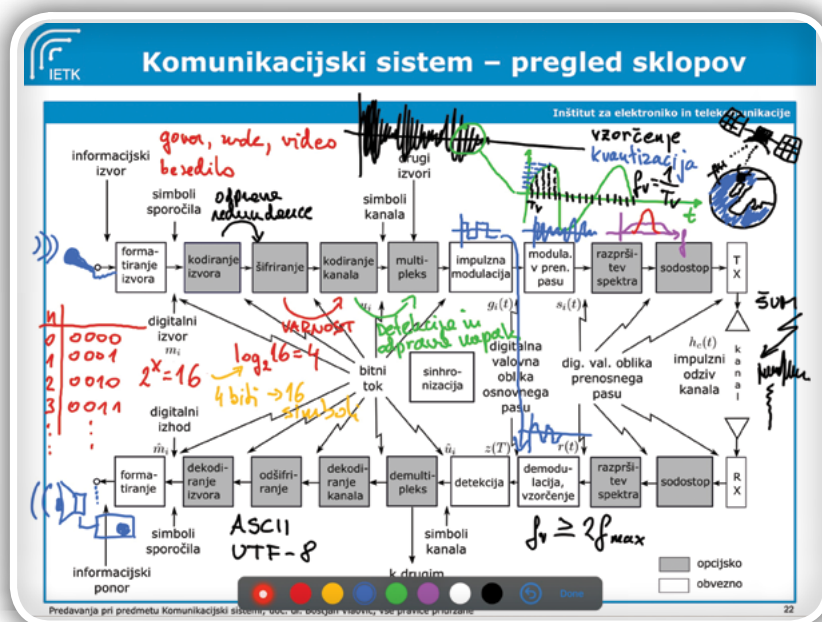
Na FERİ-jū že kar nekaj let uporabljajo spletna okolja, kamor študenti oddajajo svoje izdelke, prejema jo poprave in mnenja profesorjev ter asistentov, dobivajo sporočila o spremembah in novostih pri predmetih... Zdaj so vsemu temu dodali še predavanja in vaje na daljavo, ki danes, 5. dan od zaprtja fakultete, uspešno potekajo: »Odzivi naših zaposlenih in študentov so zelo dobri, saj študijski proces poteka domala nemoteno. Zanimivo je, da profesorji in asistenti pogosto povedo, da so udeležbe na spletnih predavanjih vajah zelo dobre, celo boljše od tistih v živo,« razlaga dekan fakultete prof. dr. Gorazd Štumberger in ob tem poudarja, da pri zagotavljanju nemotnega študijskega procesa izjemno dobro sodelujejo s kolegi iz RCUM in rektorata UM. Na Univerzi v Mariboru študij nemoteno poteka na vseh članicah. Fakulteta je s hitrim nakupom nekatere potrebne opreme za delo od doma, denimo grafičnih tablic, ki nadomeščajo klasično tablo v predavalnici, zaposlenim omogočila, da svoje delo opravljajo kar se da nemoteno. Profesorji in asistenti na FERİ-jū, ki v teh dneh poučujejo na daljavo, so si v nečem enotni: »Udeležba na predavanjih in vajah je izjemno dobra. Trudimo se, da študenti ne bi bili prikrajšani za znanje in veščine, ki bi jih sicer prejeli pri študiju na Koroški,« razlagajo. Tudi odzivi študentov, ki sodelujejo na predavanjih in vajah, so zelo dobri. Ob tem zaposleni na FERİ-jū izpostavljajo, da je na fakulteti zelo prisotna izjemna kolegialnost med sodelavci, saj morebitne težave in prepreke rešujejo sproti ter tako skrbijo za nemoten potek študija.



PREDSTAVLJAMO

Eno od strokovnih področij FERİ-ja in njegovih študijskih področij so prav omenjene rešitve, ki danes, v spremenjenih razmerah, omogočajo delovanje družbe. Tako na programih elektrotehnike, telekomunikacij, informatike in tehnologij komuniciranja, računalništva, mehatronike in medijskih komunikacij profesorji, raziskovalci in študenti skozi študijski proces razvijajo rešitve, ki nam omogočajo delo in komunikacijo, tudi če smo vsak v svojem delu države ali sveta.

Predavalnice in hodniki na fakulteti te dni samevajo, a študenti in zaposleni se že veselijo ter aktivno pripravljajo na nove izzive, ki jih prinaša to leto – med drugim tudi na sprejem novih študentov v oktobru, ki se lahko preko sistema eVŠ za študij na FERİ še prijavijo. Zaradi epidemije koronavirusa je namreč Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport RS rok za prijavo podaljšal do 9. aprila.



www.feri.uni-mb.si

Za varnost IoT je potreben celovit pristop od začetka do konca

Microchip Technology Inc

Avtor: Nicolas Demoulin

Zakon, ki ga je konec septembra 2018 sprejel kalifornijski senat, predstavlja enega od poskusov vlad po vsem svetu, da se spopadejo s problemom varnosti v povezanih napravah. Zakon je dober pokazatelj dejstva, kako se družba počasi spoprijema z dejansko grožnjo široko razpredenega hekerskega in kibernetnega kriminala. Vendar se je potrebno zavedati, da sprejemanje kakršnihkoli zakonov, kot je ta, ne bo odpravilo temeljne težave v zvezi z varnostjo.

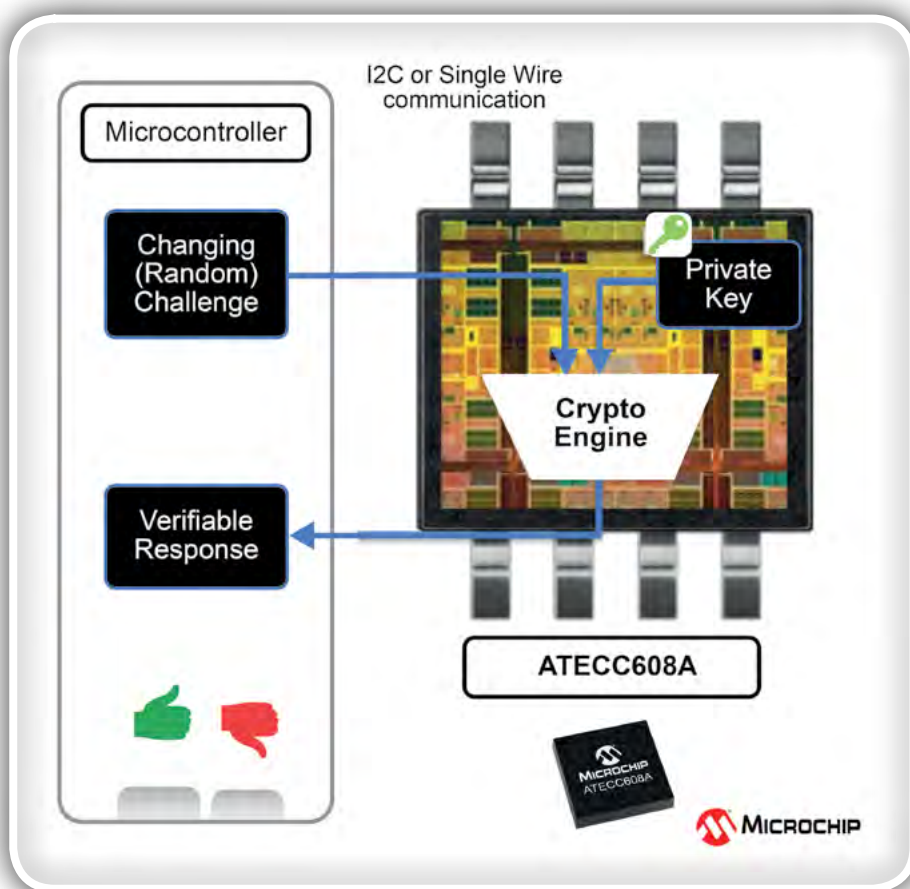
Hekerski napadi postajajo vse bolj izpopolnjeni in pogosto zasnovani tako, da izkoriščajo več naprav hkrati, zato jih je mogoče uporabiti kot dostopne točke pri napadih distribuiranega zavračanja storitve (DDoS) ali jih zaposliti v obsežnih robotskih omrežjih (botnet) za izvajanje različnih operacij kibernetnega kriminala. Priložnost hekerjem za avtomatizacijo napadov, s katerimi jim uspe namestiti več kopij iste naprave, je pogosto posledica slabe varnostne arhitekture in šibke zaščite varnostnih poverilnic.

Zelo pogost razlog, da hekerji najdejo lahko ranljive sisteme je, da so si razvojniki izdelkov bolj prizadevali za njihovo lažjo namestitev kot za doseganje sprejemljive varnosti. Šibka gesla - včasih tako preprosta, kot so na primer štiri zaporedne ničle, so preproste bližnjice, ki uporabnikom olajšajo začetno namestitev.

Celo zapletena gesla, ki jih enaka dodelite vsem priključenim napravam, ogrožajo celotno populacijo nameščenih naprav. Ko hekerji z analizo ene same enote odkrijejo to geslo, morda tudi s pomočjo zapletenih napadov prek stranskih kanalov, lahko to isto geslo uporabijo za katero koli ciljno enoto.

Na napravah za končne uporabnike, kot so na primer domači internetni prehodi, obstaja rešitev, ki se je proizvajalci takšne opreme oklepajo in ki je sprejemljiva po kalifornijskem zakonu o zasebnosti informacij za povezane naprave, je programiranje edinstvenega gesla v napravo in posebna nalepka na sami enoti, s katero sta o tem obveščena kupec ali monter. Vendar to nikakor ni rešitev, ki bi bila primerna v dobi interneta stvari (IoT). Številne aplikacije zahtevajo tudi samodejni zagon in vključitev.

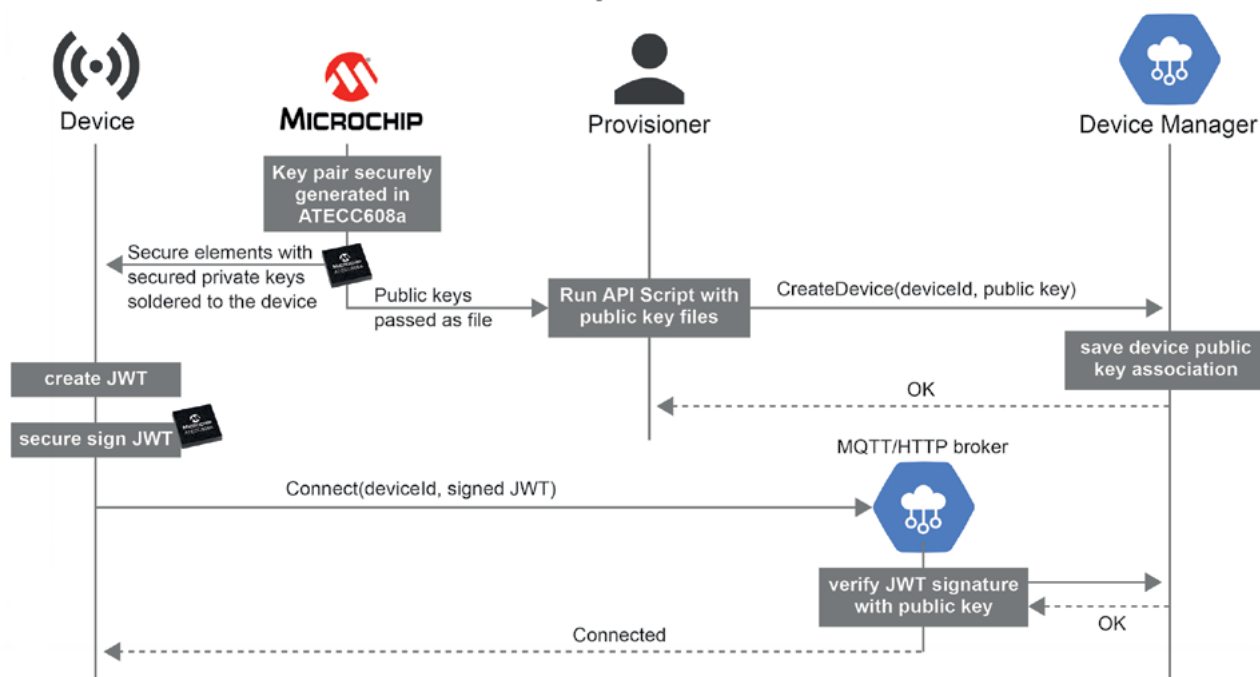
Tudi v primerih, ko je inženir za namestitve na voljo, obstajajo težave pri zasnovah z zaščito na podlagi gesla. Ne le zato,



ker običajno ni nekega uporabniškega vmesnika, ki bi bil primeren za vnos gesel, ampak takšen tradicionalni pristop k varovanju IoT naprav tudi ni smiseln, izpostavljanje vidnega gesla na katerikoli napravi pa povzroči tveganje, da ga izdajo tudi nepooblaščenim osebam, ki s tem dobijo dostop do te enote. Čeprav posamezna gesla lahko znatno omejijo obseg enega samega napada, pa še vedno obstaja veliko tveganje, da se v omrežje priključenih naprav zlonamerno dostopa in se jih preprogramira, s čimer se potem lahko izkoristijo še druge slabosti. Zato je za najpreprostejše naprave potreben samodejni način nameščanja varnih poverilnic.

Ker se mora IoT naprava povezati s strežnikom, da lahko opravlja celoten nabor svojih funkcij, je najpreprostejši način ta, da se naprava poveže v omrežje s standardnim naborom poverilnic in edinstveno digitalno identifikacijsko kodo, ki se

Secure flow with Microchip



uporablja za identifikacijo vsake posamezne enote. Ko prepozna digitalno identifikacijsko kodo naprave, lahko strežnik nastavi šifriran kanal in prenese vse potrebne informacije, da se naprava prijavi na varen strežnik in sporoči svoje podatke.

Pri oblikovanju tega preprostega mehanizma pa obstaja kritična pomanjkljivost. Vse, kar mora napadalec storiti, je iskanje in poskus dostopa z neuporabljenimi, vendar veljavnimi kodami digitalnih identitet ali uporaba očitnih vzorcev na način, kot se mu zdi, da se kode ustvarijo, nato pa jih s pomočjo lastnih orodij prevara. Alternativno lahko pridobijo seznam veljavnih digitalnih identifikacijskih kod s pomočjo tehnik socialnega inženiringa ali prestrežanja v tovarni, kjer se naprave programirajo in jih uporabljajo za dostop do omrežja. Z dostopom do brezžičnih prehodov lahko hekerji prestrežejo komunikacijo z napadi človeka v sredini. Z uporabo svojih zlonamernih naprav po zagonu lahko napadalci poskušajo vdreti v druge dele omrežja ali prekinejo delovanje njihove osnovne storitve.

Potrebna je neka oblika za zanesljive identifikacije naprav z uporabo poverilnic, ki jih ni mogoče pridobiti z drugimi sredstvi. To je mogoče doseči le z uporabo ustreznih varnostnih praks in z upoštevanjem celotne dobavne verige.

Prva težava je že pri ugotavljanju, ali je naprava IoT zakonita. To je atribut, ki ga je mogoče doseči s ključi, bodisi da se uporabimo na tehnologijo javnih ključev (PKI) ali digitalno potrdilo, ki vsebujeta javni ključ ali preprost par javnih / zasebnih ključev brez vključitve certifikata. Pod PKI ima vsaka naprava edinstven zasebni ključ, ki je matematično povezan z znanim dobrim digitalnim potrdilom, ki ga proizvajalec varuje. Ta zasebni ključ se uporablja za podpis izzivov, ki enolično prepoznajo napravo na katerem koli strežniku, ki ima dostop

do ustreznega javnega ključa. Javni ključ je javno viden niz informacij in zato ne predstavlja tveganja, tudi če ta ključ dobijo v roke nepooblaščen uporabniki.

Digitalna potrdila je mogoče upravljati s standardnimi protokoli, kot je X.509. V skladu s tem standardom se vsa digitalna potrdila prek hierarhije podrejenih certifikatov sklicujejo na izvirno potrdilo proizvajalca opreme. Stranka lahko prek imena izdajatelja na podlagi vsakega podrejenega potrdila pridobi javni ključ potrdila navzgor po hierarhiji, s čimer lahko preveri, ali je podpis podrejenega potrdila zakonit.

Tristopenjska hierarhija digitalnih potrdil je najprimernejša izbira za številne IoT aplikacije. V tem primeru je certifikat proizvajalca izdelka shranjen pri njem. Vsaka posamezna stranka bi nato uporabila certifikat na ravni naročnika, ki izhaja iz tega potrdila, za ustvarjanje potrdil na ravni naprave. Ko vsaka naprava dobi svoj certifikat, je mogoče preveriti podatke, ki jih vsebuje, s čimer se prepriča, da je to resnični podrejeni certifikat originalnega proizvajalčevega certifikata.

X.509 zagotavlja mehanizem, s katerim je mogoče prepoznati napravo kot zakonite. Poleg tega ni vezan na sisteme s preprostim besedilom, kot so na primer serijske številke. Vendar pa to samo po sebi ni dovolj, da bi zagotovili, da certifikati na ravni naprave in ustrezní zasebni ključ ne bi bili ogroženi na kateri od točk dobavne verige. V mnogih scenarijih dobavne verige je treba podatke potrdil programirati v vsako napravo med ali po montaži na ploščico tiskanega vezja.

Proizvajalec lahko uporabi serijski programator za programiranje v vezju za nalaganje potrdil in z njimi povezanih zasebnih ključev v ROM pomnilnik na vsaki enoti na proizvodni

liniji. Uporabnik bi lahko uporabil dostop prek zunanjih serijskih vrat za nalaganje praznih naprav z ustreznimi ključi in certifikati, ko prevzame blago. Toda s temi pristopi obstaja velika nevarnost, da lahko do zasebnih ključev dostopate z omrežnim hekerskim socialnim inženiringom.

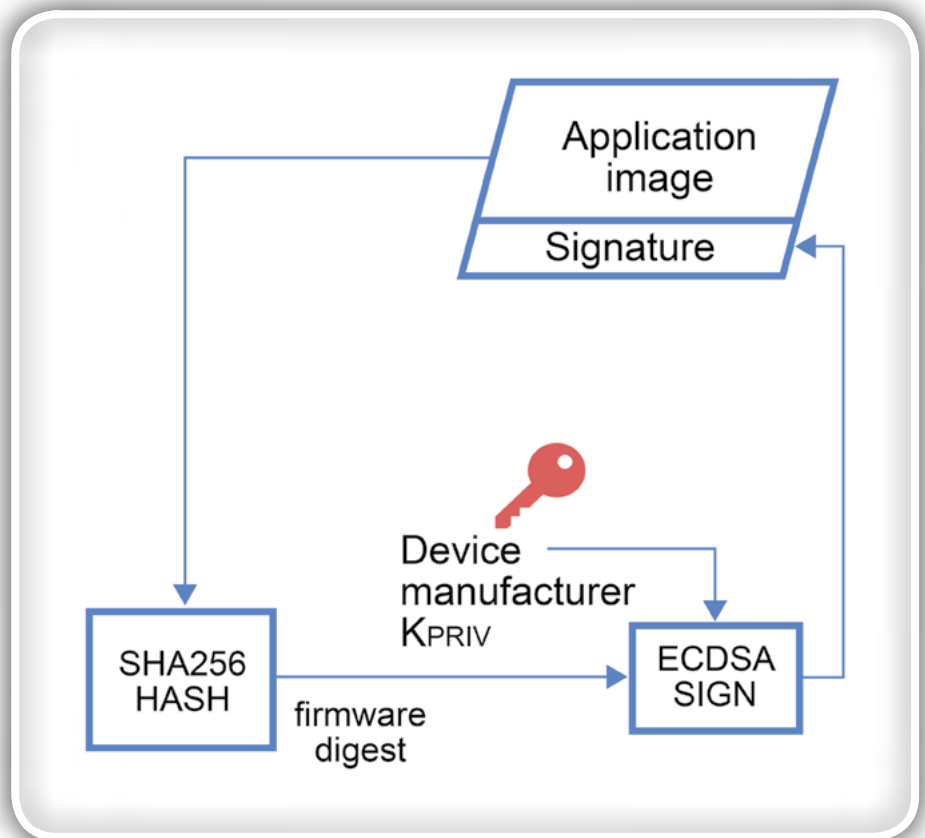
Nadaljnje vprašanje je prestrezanje po prodaji. Heker s fizičnim ali omrežnim dostopom bi kasneje lahko izvlekel zasebne ključe ali poškodoval napravo, če ROM pomnilnik ni zaščiten. Ključna zahteva za zagotovitev, da se to ne bi bilo mogoče, je uporaba strojno uveljavljenega korena zaupanja. Koren zaupanja zagotavlja, da ni znanega mehanizma, po katerem bi lahko zasebni ključi ali druge kritične poverilnice uhajali prek vgrajenega sistema. To vključuje tako zaščito pred posegi, zaščito pred stranskimi kanali ter podporo za preverjanje programske opreme.

Varen zagon zagotavlja, da lahko IoT naprava poganja samo pooblaščen kodo. Vsak poskus izvajanja programske kode, ki bi jo naloži heker in ki lahko deluje zlonamerno, je blokiran že na ravni strojne opreme. Naprava se lahko med zagonom zažene samo iz blokov programske kode, ki jih razgradijo in podpišejo z zasebnim ključem, ki je last OEM-ja. Če naprava naleti na napačno podpisani blok kode, preneha z nalaganjem zlonamerne programske kode in se poskusi vrniti v stanje s tovarniško sprogramirano programsko kodo, če pa tega ne more, se deaktivira.

Preverjanje ugnezdene programske opreme je prav tako bistveno za omogočanje posodobitev ugnezdene programske opreme (FOTA) v IoT napravah, ne da bi pri tem tvegali, da bodo ogrožene. Digitalno podpisane posodobitve je mogoče preveriti na podoben način kot zagonsko kodo za pristnost, preden se posodobi. Ko bo koda shranjena v notranjosti, mora opraviti podobne preizkuse varnega zagona, kot vgrajena programska oprema, ki jo nadomešča.

Eden izmed pristopov k izvajanju postopkov varnega zagona in shranjevanja ključev je vključitev vseh potrebnih blokov v sam mikrokontroler. Vendar takšnih varnih mikrokontrolerjev ni na voljo v številnih različicah, ki bi jih načrtovalci ugnezdenih sistemov imeli na voljo za izbiro, kar lahko poveča stroške sistema. Prilagodljiva alternativa je uporaba namenskega varnega elementa, kot je ATECC608a. Ta čip ponuja kombinacijo ključnih pomnilniških in kriptografskih pospeševalnih funkcij, ki so lahko nadgradnja kakršnihkoli mikrokontrolerjev in mikroprocesorjev. Ko mora mikrokontroler naložiti zagonsko programsko kodo iz programskega pomnilnika ROM, zahteva preverjanje iz javnega ključa, ki ga resnično ne more nihče spreminjati in ki ga hrani ATECC608a.

Komplementarno se komunikacija z oddaljenim strežnikom



lahko vzpostavi s protokoli PKI, ki iz shranjenega zasebnega ključa pridobivajo efemeralne ključe, ki so potrebni za TLS seje. Zasebni ključ sam nikoli ne zapusti ATECC608a, ustvarjen pa je znotraj samega čipa v varnih tovarnah podjetja Microchip, opremljenih s strojno varnimi moduli (HSM). Poleg tega varni element uporablja različne mehanizme za zaščito ključev pred razkritjem tudi v primeru fizičnih napadov, kot je fizično odstranjevanje plasti. Aktivni kovinski ščit nad matrico bo na primer deaktiviral funkcije čipa, če napadalec poseže v ščit pri fizičnem sondiranju naprave. Ukrepi pred znanimi napadi prek stranskih kanalov, na primer napadi z napetostnimi konicami in diferencialna analiza porabe, preprečujejo pridobivanje ključnih podatkov z uporabo nekaterih orodij za vdor z metodo penetracije, ki so na trgu zlahka dostopna.

V nasprotju s številnimi proizvodnimi postopki načrtovanja in izdelave ATECC608a, pa poseben izziv predstavlja celotna dobavna veriga, s katerim se soočajo razvijalci IoT naprav, poleg tega pa tudi logistična zapletenost distribucije ključev. Namesto da bi bil dobavljen prazen za poznejše programiranje, se varni element pošlje iz Microchipovih varnih proizvodnih obratov kupcu ali proizvajalcu pogodb že z nameščenimi s ključi in potrebnimi certifikati. To zagotavlja, da ključi niso nikoli razkriti ali izpostavljeni tretjim osebam, kar znatno zmanjša tveganje za razkritje.

Končna točka v dobavni verigi je namestitev in preverjanje. Naprava mora biti prepričana, da se pri zagonu povezuje z zakonito storitvijo v oblaku in ni izpostavljena napadu z vmesnim prisluškovanjem, ki bi ga lahko uporabili za razkrivanje skrivnosti, ki jih zbira sama naprava. Naprava lahko z uporabo PKI interakcij zagotavlja, da se pogovarja s pooblaščenim strežnikom.

Da bi strežniku zagotovil potrdilo ali javni ključ, podjetje Microchip kupcu pošlje ustrezna potrdila podpisnika ali javne ključne, ki jih generira jih z uporabo HSM nastavitve pred odpremo. Stranka se lahko odloči, da bo ta potrdila in javne ključne uporabila neposredno na svojem lokalnem strežniku ali jih usmerila na drugega ponudnika storitev v oblaku, kot sta Amazon Web Services (AWS) in Google CloudPlatform, ki bo upravljal verigo zaupanja, ki vsaki veljavni napravi zagotavlja, da se neposredno pogovarja s pooblaščenim strežnikom. Ko so potrebne povezave vzpostavljene, naprava IoT postane polnopravni član omrežja z edinstveno, zaupanja vredno, zaščiteno in upravljano identiteto, ki podatke varno prenaša s šifriranimi protokoli, kot je na primer TLS.

Čeprav digitalna potrdila in PKI omogočajo dostop do številnih spletnih storitev, so lahko stroški na najpreprostejših senzorskih vozliščih kar precejšnji. Ponudniki storitev v oblaku so razvili mehanizme, ki izkoriščajo PKI infrastrukturo, ne da bi pri vsaki končni napravi zahtevali uporabo celotnih certifikatov X.509. Google Cloud, na primer, v sodelovanju z Microchipom lahko prinese prednosti zagotavljanja varnega delovanja tudi najpreprostejših IoT naprav. Dovoljenje za jedro Google Cloud IoT ne zahteva izdelave popolnih digitalnih potrdil. Namesto tega uporablja enostavnejše 'JSON spletne žetone' (JWT), ki so ustvarjeni na podlagi zasebnega ključa znotraj ATECC608a.

Ko se naprava prvič poveže z omrežjem, dostopa do Google

Cloud v mqtt.google.com. Običajno gre za prijavo na podlagi gesla. Vendar Google Cloud namesto gesla sprejme tudi spletni žeton JSON (JWT) in te podatke uporabi za odobritev nove naprave in povezovanje s svojim digitalnim dvojčkom v oblaku. Preprost protokol omogoča izvajanje tudi na preprostitih 8-bitnih mikrokontrolerjih, ne da bi s tem na kakršen koli način ogrozili varnost. Tesno partnerstvo Microchipa in Google zagotavlja celovito varno upravljanje poverilnic naprav.

S storitvami, kot je Googleova platform v oblaku, uporabniki ATECC608a varno dostopajo do storitev v oblaku, praktično iz kateregakoli kraja na svetu in brez potrebe po postavljanju zasebnih strežnikov in na varen način. Model celovite dobavne verige, ki ga Microchip ponuja za delo s storitvami v oblaku, kot sta Google in AWS, pomeni, da razvijalcem IoT naprav tudi ni potrebno implementirati lastnih tehnologij za njihovo zagotavljanje, s čimer bi seveda tvegali možnost napak, ki bi hekerjem omogočale dostop do njihovih virov podatkov. Rezultat je celostni pristop k varnosti povezanih naprav, ki je pripravljen za IoT sedanjosti in prihodnosti.

Opomba: Ime in logotip Microchip sta registrirani blagovni znamki podjetja Microchip Technology Incorporated v ZDA in drugih državah. Vse druge blagovne znamke, ki so morda tu omenjene, so last njihovih podjetij.

www.microchip.com



Vaš izkušeni partner za ugnezdene rešitve pri razvoju medicinskih pripomočkov

Prvovrstna podpora v zahtevnih časih

Microchip je dolga leta zaupanja vreden in izkušen partner razvijalcev in proizvajalcev medicinskih pripomočkov. Dobava delov in podpora za ugnezdene medicinske pripomočke razreda FDA razreda 1, 2 in 3 je pri nas nekaj običajnega.

Če se ukvarjate z načrtovanjem ali izdelavo diagnostičnih, terapevtskih ali življenjsko pomembnih medicinskih pripomočkov, vam lahko pomagamo. Zavzemamo se za nemoteno delovanje vaših razvojnih in proizvodnih procesov. Če vas skrbijo težave z dobavno verigo ali potrebujete celovito pomoč naših strokovnjakov za ugnezdene razvojne ali medicinske rešitve, smo tu, da vam pomagamo.

Če želite prejeti klic naše ekipe ali izvedeti, kako vam lahko pomagamo, obiščite: www.microchip.com/MedicalDeviceSupport

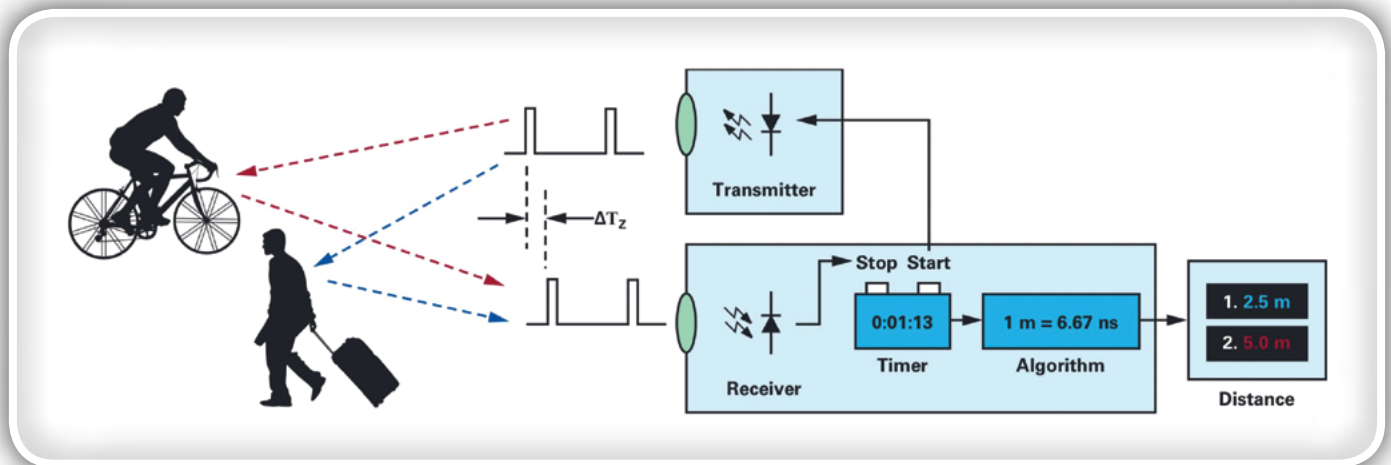
Ime in logotip Microchip ter logotip Microchip sta zaščiteni blagovni znamki Microchip Technology Incorporated v ZDA in drugih državah. Vse druge blagovne znamke so last njihovih registriranih lastnikov. © 2020 Microchip Technology Inc. Vse pravice pridržane. MEC2316A-SLO-04-20



Zaznavanje razdalje s časom preleta in predhodno vgrajeno rešitvijo

Digi-Key Electronics
Avtor: Rich Miron

Slikovna obdelava s časom preleta 3D (ToF) omogoča učinkovito alternativo video slikovni obdelavi za široko paleto vrst uporabe, vključno z industrijsko varnostjo, robotsko navigacijo, vmesniki za nadziranje kretenj in še veliko več. Ta pristop pa vendarle zahteva natančno mešanico optične zasnove, natančnih vezij za merjenje časa in zmogljivosti za obdelavo signalov, kar lahko razvijalcem pogosto predstavlja težave pri uvajanju učinkovite 3D ToF platforme.



Slika 1: ToF sistemi izračunavajo razdaljo med senzorjem in zunanji predmeti tako, da merijo časovno zakasnitev med oddajanjem energije in časom, ko sistem prejme energijo, ki se odbije od predmeta. (Vir slike: Analog Devices)

Kaj je ToF tehnologija?

ToF tehnologija se zanaša na znano načelo, da je mogoče določiti razdaljo med predmetom in določeno izhodiščno točko na ta način, da se izmeri razlika med časom, ko se energija odda iz vira, in časom, ko vir prejme njen odboj (slika 1).

Čeprav osnovno načelo ostaja enako, se rešitve ToF precej razlikujejo ter nosijo zmogljivosti in omejitve, ki so značilne za njihove temeljne tehnologije, vključno z ultrazvokom, svetlobnim zaznavanjem in merjenjem (LiDAR), kamerami in signali RF v milimetrskih valovih (mmWave):

- Ultrazvočne ToF rešitve ponujajo cenovno ugodno rešitev, ki pa ima omejen doseg in omejeno prostorsko ločljivost predmetov
- Optične ToF rešitve lahko ponudijo večji doseg in prostorsko ločljivost kot ultrazvočni sistemi, vendar nanje negativno vplivajo gosta megla ali dim
- Rešitve, ki temeljijo na mmWave tehnologiji, so običajno bolj zapletene in drage, vendar lahko delujejo z znatnim dosegom, hkrati pa zagotavljajo informacije o hitrosti in smeri gibanja ciljnega predmeta, ne glede na dim, meglo ali dež

Proizvajalci izkoriščajo zmogljivosti vsake tehnologije, kot je potrebno za izpolnjevanje določenih zahtev. Primer: ultrazvočni senzorji so zelo primerni za zaznavanje ovir, ko se

roboti pomikajo prek poti ali ko vozniki parkirajo svoja vozila. mmWave tehnologija pa nasprotno od tega vozilom omogoča zmogljivost zaznavanja na dolge razdalje, ki je potrebna za zaznavanje bližajočih se nevarnosti na cesti tudi, ko drugi senzorji ne morejo prodreti skozi težke vremenske pogoje.

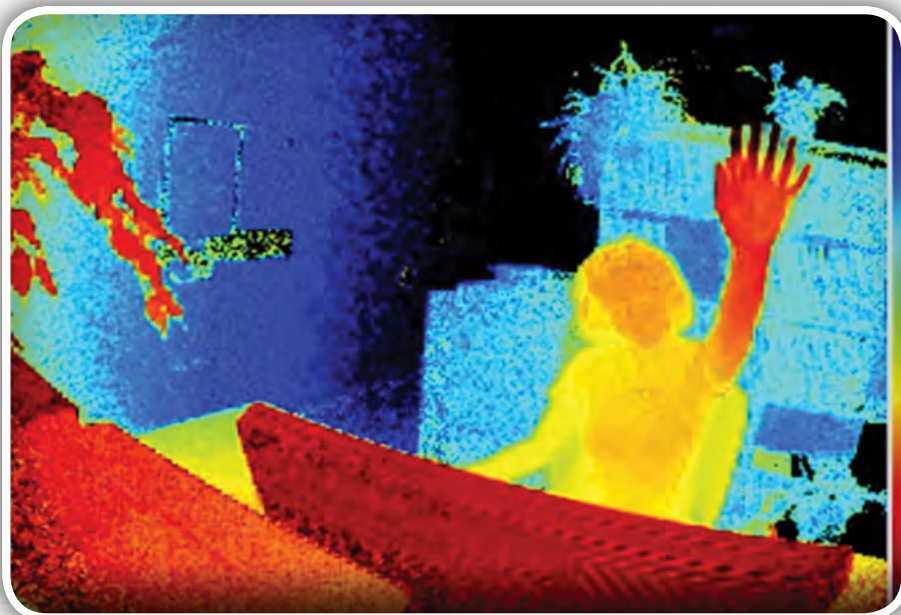
ToF zasnove so lahko zgrajene okoli enega para oddajnikov/sprejemnikov. Primer: preprosta optična ToF zasnova po svojem konceptu potrebuje le LEDico za osvetljevanje interesnega območja in fotodiodo za zaznavanje odbojev od predmetov v tem interesnem območju. Ta na videz preprosta zasnova pa vseeno zahteva natančna vezja za merjenje časa in sinhronizacijo, ki merijo zakasnitev. Poleg tega so morda potrebna vezja za modulacijo in demodulacijo za razlikovanje signala osvetlitve od virov v ozadju ali za podpiranje bolj zapletenih metod neprekinjenih valov.

Zapletenost zasnove hitro narašča, medtem ko razvijalci delajo na izboljšavi razmerja med signalom in šumom (SNR) ter odstranjevanju artefaktov v ToF sistemih. Nadaljnje spajanje zapletenosti, naprednejše rešitve zaznavanja bodo uporabljale več oddajnikov in sprejemnikov za sledenje več objektom ali podpiranje naprednejših algoritmov za sledenje gibanja. Sistemi mmWave bodo na primer pogosto uporabljali več sprejemnikov za sledenje smeri gibanja in hitrosti več neodvisnih predmetov. (Glejte »Uporaba radarskih kompletov z mi-

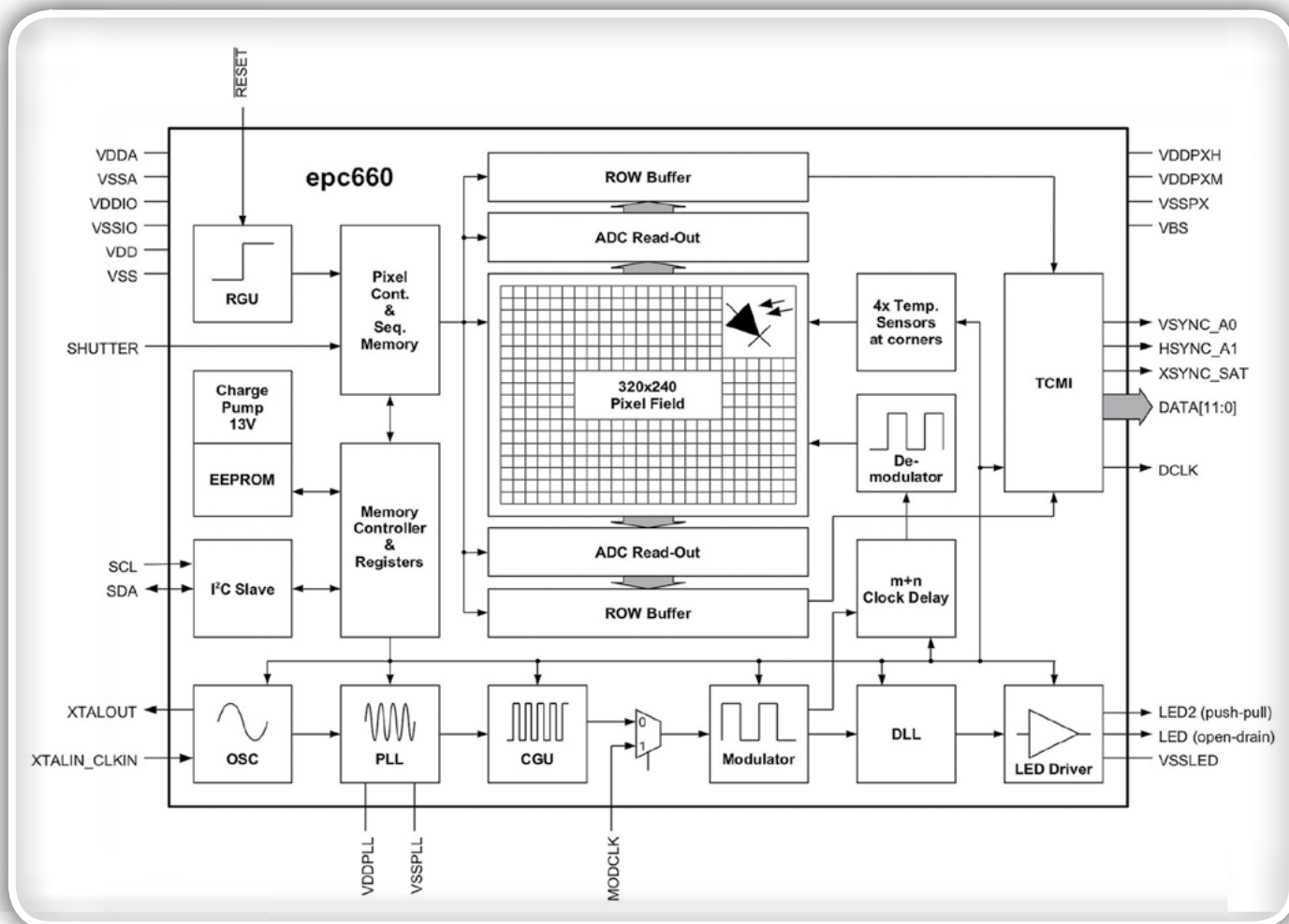
limetrskimi valovi za hiter razvoj zasnov za natančno zaznavanje predmetov«.)

3D-optični ToF sistemi

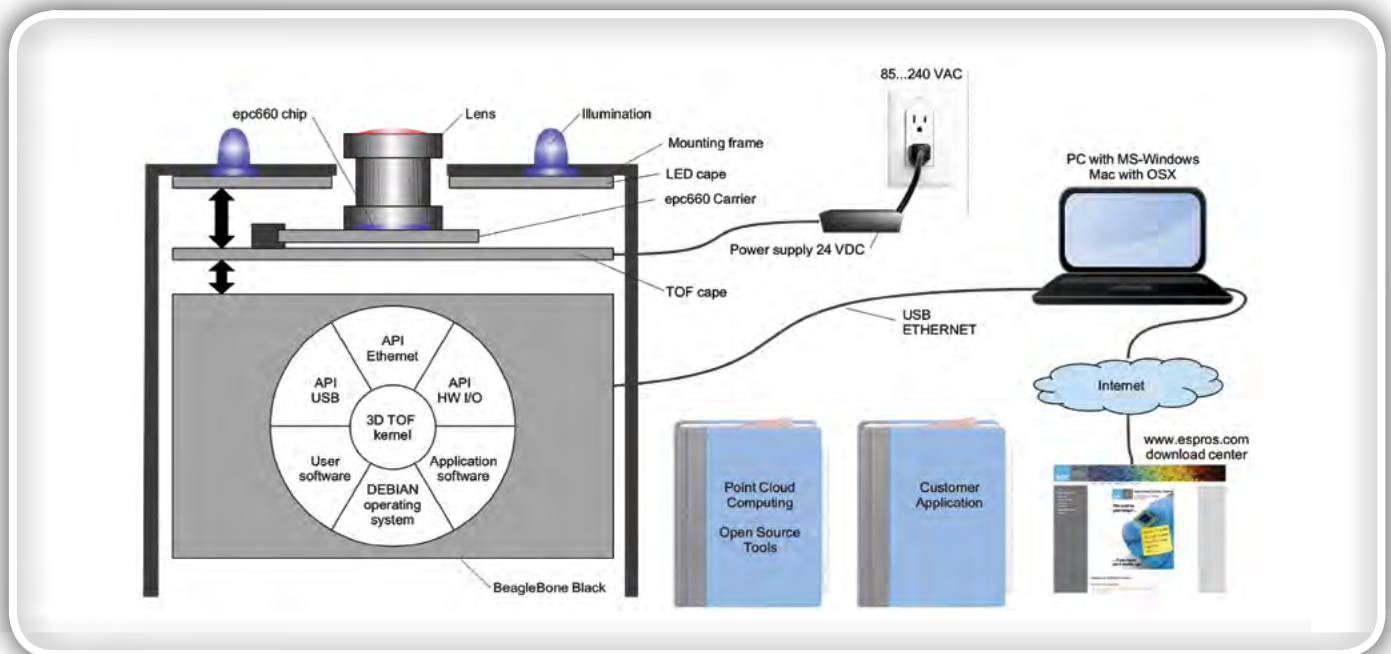
3D-optični ToF sistemi razširjajo zamisel uporabe več prejemnikov z uporabo senzorjev za slikovno obdelavo, ki običajno temeljijo na CCD matriki. Ko nabor leč izostri interesno območje na CCD matriko, se vsaka polnilna shranjevalna naprava v CCD matriki napolni s odbito svetlobo, ki se odbije od ustrezne točke v tem interesnem območju. Odbita svetloba, sinhronizirana z impulzno ali neprekinjeno valovno osvetlitvijo, ki doseže CCD matriko, se pravzaprav zajame v zaporedju oken ali faz. Ti podatki se obdelajo še naprej, da se ustvari globinski 3D zemljevid, sestavljen iz vokselov (VOLUME piXEL oz. volumnska slikovna pika), katerih vrednost predstavlja razdaljo do ustrezne točke v interesnem območju.



Slika 2: Visoka hitrost sličic in prostorska ločljivost 3D-optičnih ToF sistemov lahko sistemom vmesnikov za kretnje zagotavljata podrobne podatke, na primer roko osebe, ki se dviga v smeri ToF kamere, kot je prikazano tukaj. (Vir slike: ESPROS Photonics)



Slika 3: V izdelku EPC660 proizvajalca ESPROS je naprava za snemanje s 320 x 240 slikovnimi pikami združena s popolno paleto vezij za merjenje časa in krmilnikov, potrebnih za pretvarjanje surovih podatkov naprave za snemanje v globinske zemljevide. (Vir slike: ESPROS Photonics)



Slika 4: Razvojni komplet EPC660 proizvajalca ESPROS Photonics zagotavlja predhodno vgrajen 3D ToF sistem kamer in povezano programsko opremo za uporabo informacij o globini v aplikacijah. (Vir slike: ESPROS Photonics)

Podobno kot sličice v videoposnetku je mogoče posamezne globinske zemljevide zajeti v zaporedju, da se zagotovijo meritve s časovno ločljivostjo, ki jo omejuje le hitrost sličic sistema za zajem slik in prostorsko ločljivostjo, ki jo omeujeta le CCD matrika in optični sistem. Z razpoložljivostjo večjih CCD 320 x 240 naprav za snemanje je mogoče 3D-optične ToF sisteme z večjo ločljivostjo uporabljati v zelo različnih segmentih, vključno z industrijsko avtomati-

zacija, zračnimi plovili brez posadke (UAV) in celo v vmesnikih za kretnje (slika 2).

Za razliko od večine metod, ki temeljijo na kamerah, lahko 3D ToF sistemi zagotavljajo natančne rezultate navzlic sencam ali spremenljivim svetlobnim pogojem. Ti sistemi zagotavljajo svojo lastno osvetlitev, običajno z laserji ali visokozmogljivimi infrardečimi LEDicami, kot so Luxeon IR LED proizvajalca

Seznam 1: Ta odlomek vzorčne aplikacije iz distribucije Analog Devices 3D ToF SDK prikazuje nekaj korakov, potrebnih za pridobivanje globine iz IR slik ter za njihovo razvrstitev v razrede z modelom sklepanja. (Vir kode: Analog Devices)

```
import aditofpython as tof
import numpy as np
import cv2 as cv
. . .
try:
net = cv.dnn.readNetFromCaffe(args.prototxt, args.weights)
except:
print(»Error: Please give the correct location of the prototxt and caffemodel«)
sys.exit(1)
swapRB = False
classNames = {0: 'background',
1: 'aeroplane', 2: 'bicycle', 3: 'bird', 4: 'boat',
5: 'bottle', 6: 'bus', 7: 'car', 8: 'cat', 9: 'chair',
10: 'cow', 11: 'diningtable', 12: 'dog', 13: 'horse',
14: 'motorbike', 15: 'person', 16: 'pottedplant',
17: 'sheep', 18: 'sofa', 19: 'train', 20: 'tvmonitor'}

system = tof.System()
status = system.initialize()
if not status:
print(»system.initialize() failed with status: », status)
```

nadaljevanje seznama 1 →


```

cameras = []
status = system.getCameraList(cameras)
. . .
while True:
# Capture frame-by-frame
status = cameras[0].requestFrame(frame)
if not status:
print(»cameras[0].requestFrame() failed with status: », status)

depth_map = np.array(frame.getData(tof.FrameDataType.Depth), dtype=»uint16«, copy=False)
ir_map = np.array(frame.getData(tof.FrameDataType.IR), dtype=»uint16«, copy=False)

# Creation of the IR image
ir_map = ir_map[0: int(ir_map.shape[0] / 2), :]
ir_map = np.float32(ir_map)
distance_scale_ir = 255.0 / camera_range
ir_map = distance_scale_ir * ir_map
ir_map = np.uint8(ir_map)
ir_map = cv.cvtColor(ir_map, cv.COLOR_GRAY2RGB)

# Creation of the Depth image
new_shape = (int(depth_map.shape[0] / 2), depth_map.shape[1])
depth_map = np.resize(depth_map, new_shape)
distance_map = depth_map
depth_map = np.float32(depth_map)
distance_scale = 255.0 / camera_range
depth_map = distance_scale * depth_map
depth_map = np.uint8(depth_map)
depth_map = cv.applyColorMap(depth_map, cv.COLORMAP_RAINBOW)

# Combine depth and IR for more accurate results
result = cv.addWeighted(ir_map, 0.4, depth_map, 0.6, 0)

# Start the computations for object detection using DNN
blob = cv.dnn.blobFromImage(result, inScaleFactor, (inWidth, inHeight), (meanVal, meanVal, meanVal),
swapRB)
net.setInput(blob)
detections = net.forward()
. . .
for i in range(detections.shape[2]):
confidence = detections[0, 0, i, 2]
if confidence > thr:
class_id = int(detections[0, 0, i, 1])
. . .
if class_id in classNames:
value_x = int(center[0])
value_y = int(center[1])
label = classNames[class_id] + »: » + \
»{0:.3f}«.format(distance_map[value_x, value_y] / 1000.0 * 0.3) + »« + »meters«
. . .
# Show image with object detection
cv.namedWindow(WINDOW_NAME, cv.WINDOW_AUTOSIZE)
cv.imshow(WINDOW_NAME, result)

# Show Depth map
cv.namedWindow(WINDOW_NAME_DEPTH, cv.WINDOW_AUTOSIZE)
cv.imshow(WINDOW_NAME_DEPTH, depth_map)

```

Lumileds, ki lahko delujejo pri hitrostih preklapljanja v višini enega megahertza (MHz), ki se uporabljajo v teh sistemih. Za razliko od metod, kot so stereoskopske kamere, 3D ToF sistemi zagotavljajo kompaktno rešitev za ustvarjanje podrobnih informacij o razdalji.

Predhodno vgrajene rešitve

Vendar se pri uveljavljanju 3D ToF sistemov razvijalci soočajo s številnimi razvojnimi izzivi. Poleg prej omenjenih vezij za merjenje časa so ti sistemi odvisni od natančno zasnovanega sistema za obdelavo signalov, optimiziranega za hitro branje rezultatov iz CCD matrike za vsako okno ali merjenje faze, nato pa za dokončanje obdelave, ki je potrebna za spreminjanje teh surovih podatkov v globinske zemljevide. V naprednih napravah za 3D ToF snemanje, kot je ToF naprava za snemanje EPC660-CSP68-007 proizvajalca ESPROS Photonics, je CCD matrika 320 x 240 združena s popolno paleto zmogljivosti za obdelavo merjenja časa in signalov, ki je potrebna za izvajanje 3D ToF meritev ter zagotavljanje 12-bitnih podatkov o razdalji na slikovno piko (slika 3).

Nosilec vezja robnega priključka ESPROS Photonics EPC660-007 namešča napravo za snemanje EPC650 na tiskano vezje velikosti 37,25 x 36,00 milimetra s kondenzatorji za ločevanje in robnim priključkom. Čeprav ta nosilec vezja naslavlja osnovni vmesnik strojne opreme v zasnovi 3D ToF sistema, se morajo razvijalci še naprej ukvarjati z izzivi dokončanja ustreznega optičnega oblikovanja v ospredju in zagotavljanja virov za obdelavo v ozadju. Razvojni komplet EPC660 proizvajalca ESPROS Photonics odpravlja potrebo po teh opravilih tako, da zagotavlja popolno okolje za razvoj 3D ToF aplikacij, ki vključuje predhodno vgrajen sistem za

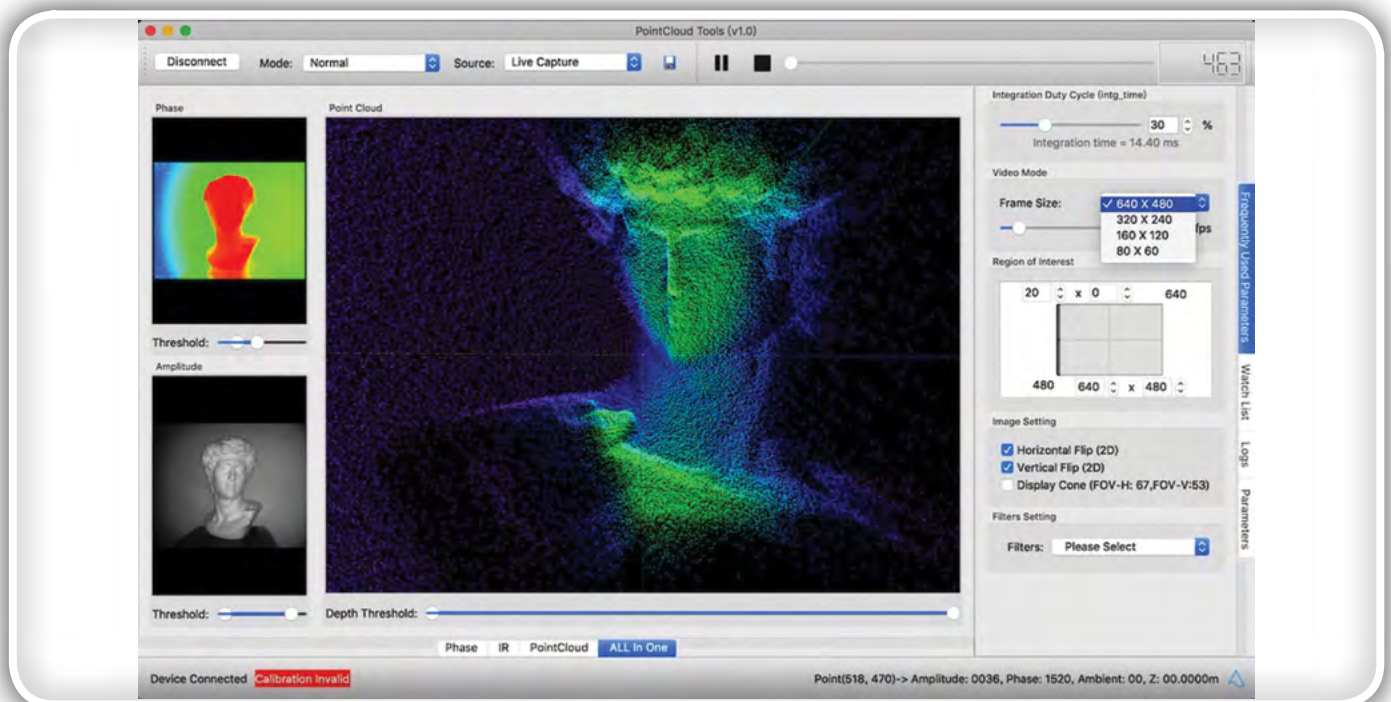
3D ToF slikovno obdelavo in povezano programsko opremo (slika 4).

Komplet ESPROS, zasnovan za razvoj in hitro izdelavo prototipov, zagotavlja predhodno sestavljen sistem kamer, ki združuje nosilec vezja EPC660 CC, sestav optičnih leč in komplet osmih LEDic. Poleg sistema kamer procesorska plošča BeagleBone Black s 512 megabajti (Mb) RAM pomnilnika in 4 gigabajti (Gb) Flash pomnilnika služi kot gostiteljski krmilnik in vir za obdelavo aplikacij.

ESPROS ponuja tudi programsko opremo za podporo razvojnega kompleta EPC660, ki jo lahko prenesete z njegovega spletnega mesta in odprete z geslom, ki ga lahko zahtevate pri lokalnem predstavniku tega podjetja. Ko razvijalci pridobijo dostop do programske opreme, preprosto zaženejo aplikacijo grafičnega uporabniškega vmesnika (GUI) z eno od več priloženih konfiguracijskih datotek, da začnejo upravljati sistem kamer. GUI aplikacija ponuja tudi okna za nadzor in prikaz za nastavitve dodatnih parametrov, vključno z nastavitvami prostorskega in časovnega filtra ter za ogled rezultatov na koncu. Z minimalno količino truda lahko razvijalci komplet uporabijo za začetek zajema globinskih zemljevidov v realnem času in njihovo uporabo kot vhodne podatke za lastno programsko opremo za aplikacije.

3D ToF sistemi z izboljšano ločljivostjo

Naprava za snemanje 320 x 240, kot je ESPROS epc660, se lahko uporablja za več aplikacij, vendar morda ne ponuja ločljivosti, potrebne za zaznavanje majhnih premikov v



Slika 5: Globinska kamera Seeed Technology DepthEye Turbo, uporabljena skupaj s povezanim paketom programske opreme, razvijalcem omogoča enostavno vizualizacijo 3D ToF podatkov v različnih prikazih, vključno z oblaki točk, kot je prikazano tukaj v glavnem oknu. (Vir slike: Seeed Technology/PointCloud.AI)

vmesnikih za kretanje ali za razlikovanje majhnih predmetov brez bistvenega omejevanja interesnega območja. Pri teh aplikacijah razpoložljivost že pripravljenih razvojnih kompletov, ki temeljijo na 640 x 480 ToF senzorjih, razvijalcem omogoča hitro izdelavo prototipov za visokoločljivostne aplikacije.

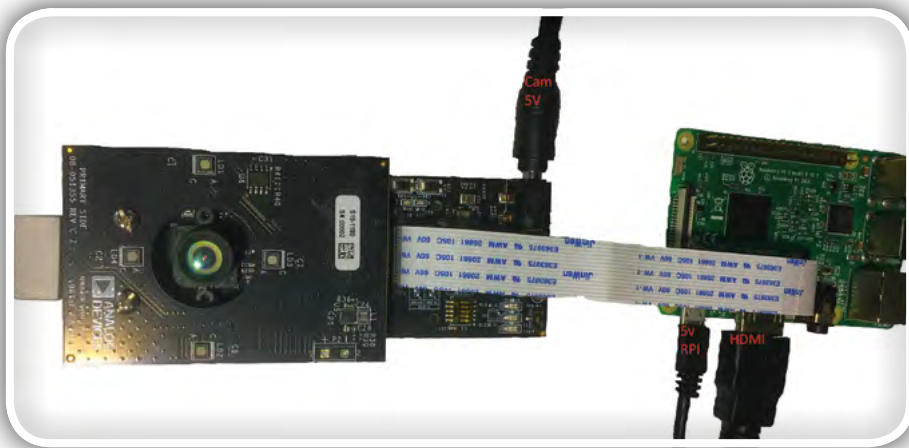
Globinska kamera DepthEye Turbo proizvajalca Seeed Technology združuje 640 x 480 ToF senzor, štiri 850-nanometrijske (nm) diode laserja s površinskim oddajanjem in vertikalno resonančno votlino (VCSEL), operativno vezje za osvetlitev in zaznavanje, napajanje in podpora za USB vmesnik v ločeni kocki z dimenzijami 57 x 57 x 51 mm. Podpora za programsko opremo se ponuja prek odprtokodnega repozitorija libPointCloud SDK github s podporo za platforme Linux, Windows, Mac OS in Android.

Poleg C++ gonilnikov, knjižnic in vzorčne kode, distribucija libPointCloud SDK vključuje Python API za hitro izdelavo prototipov ter orodje za vizualizacijo. Po namestitvi distribucijskega paketa na gostiteljski razvijalni platformi lahko razvijalci kamero prek USB povezave povežejo s svojim računalnikom in takoj začnejo uporabljati orodje za vizualizacijo za prikaz faze, amplitude ali zemljevide oblakov točk, ki so pravzaprav izboljšani globinski zemljevidi, prikazani s teksturnimi površinami za omogočanje bolj gladke 3D slike (slika 5).

Razvojni komplet AD-96TOF1-EBZ 3D ToF proizvajalca Analog Devices ponuja bolj odprto zasnovo strojne opreme, izdelane z dvema ploščama ter zasnovano za uporabo Raspberry Pi 3 Model B+ ali Raspberry Pi 4 proizvajalca Raspberry Pi kot gostiteljski krmilnik in lokalni vir za obdelavo (slika 6).

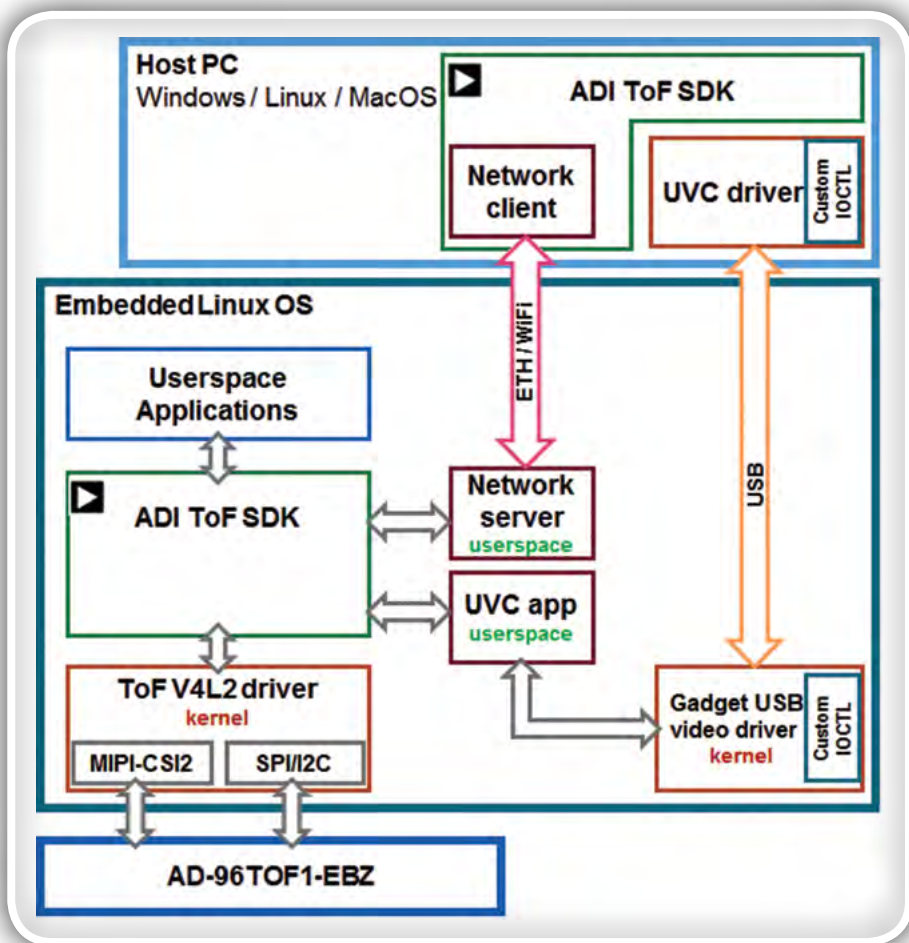
Analogna sprednja plošča (AFE) kompleta vsebuje optični sestav, CCD matriko in medpomnilnike, pomnilnik ugnedene programske opreme in procesor, ki upravlja celotno delovanje kamere, vključno z merjenjem časa osvetlitve, sinhronizacijo senzorjev in ustvarjanjem globinskih zemljevidov. Druga plošča hrani štiri laserske diode 850 nm VCSEL in gonilnike ter je zasnovana za povezovanje z AFE ploščo, tako da laserske diode obkrožajo optični sestav, kot je prikazano na sliki 6.

Podjetje Analog Devices podpira komplet AD-96TOF1-EBZ z lastnim kom-



Slika 6: Razvojni komplet AD-96TOF1-EBZ 3D ToF proizvajalca Analog Devices združuje sestavo dveh plošč za osvetlitev in pridobivanje podatkov s ploščo Raspberry Pi za lokalno obdelavo. (Vir slike: Analog Devices)

pletom odprtokodne 3D ToF programske opreme, ki vključuje 3D ToF SDK ter vzorčno kodo in primeri kode za C/C++, Python in Matlab. Za podpiranje gostiteljskih aplikacij in nizkostopenjskih interakcij strojne opreme v omrežnem okolju je podjetje Analog Devices razdelilo SDK na gostiteljsko particijo, optimizirano za USB in omrežno povezljivost, ter nizkostopenjsko particijo, ki deluje na možnosti Embedded



Slika 7: 3D ToF SDK API proizvajalca Analog Devices podpira aplikacije, ki delujejo na lokalnem Embedded Linux gostitelju in aplikacije, ki delujejo na daljavo pri gostiteljih, povezanih v omrežje. (Vir slike: Analog Devices)

Linux in je zgrajena na podlagi Video4Linux2 gonilnika (V4L2) (slika 7).

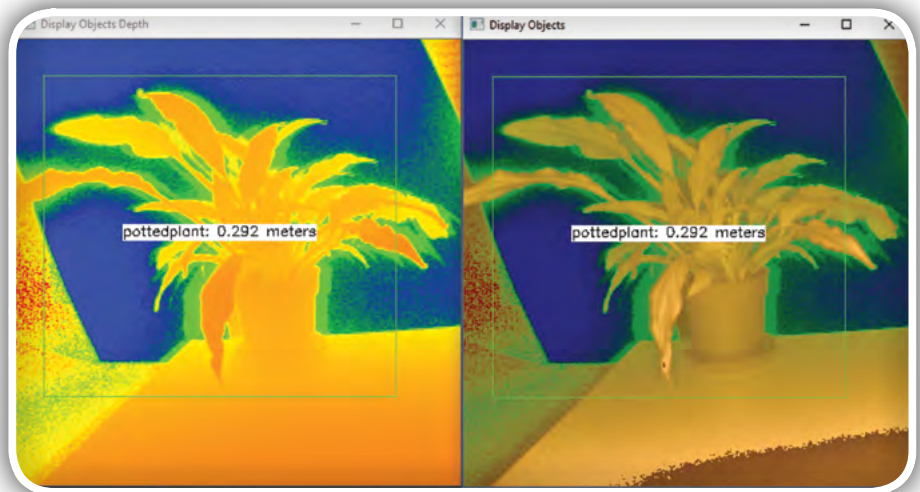
Ta SDK z možnostjo povezovanja z omrežnimi aplikacijami, ki tečejo na gostiteljih, povezanih v omrežje, omogoča delo na daljavo s ToF sistemom strojne opreme za dostop do kamere in zajem globinskih podatkov. Tudi uporabniški programi lahko delujejo v Embedded Linux particiji in v popolnosti izkoriščajo napredne možnosti, ki so na voljo na tej ravni.

Podjetje Analog Devices kot del distribucije programske opreme zagotavlja vzorčno kodo, ki prikazuje ključne nizkostonjenjske delovne zmogljivosti, kot je inicializacija kamere, osnovno zaje-manje sličic, oddaljen dostop ter zajem med platformami na gostiteljskem računalniku in lokalno z Embedded Linux možnostjo. Dodatne vzorčne aplikacije temeljijo na teh osnovnih operacijah, da bi prikazovale uporabo zajetih podatkov v aplikacijah višje ravni, na primer ustvarjanju oblaka točk. Vzorčna aplikacija pravzaprav prikazuje, kako lahko uporabljate model sklepanja globokih nevronskih mrež (DNN) za razvrščanje podatkov, ki jih ustvarja sistem kamer, v razrede. Ta vzorčna aplikacija DNN, napisana v programskem jeziku Python (`dnn.py`), prikazuje vsak korak v procesu, potreben za pridobivanje podatkov in pripravo njihovega razvrščanja v razrede s strani modela sklepanja (seznam 1).

Tukaj se proces začne z uporabo metod OpenCV DNN (`cv.dnn.readNetFromCaffe`) za branje omrežja in povezanih uteži za obstoječi model sklepanja. V tem primeru gre pri modelu za implementacijo Caffe omrežja za zaznavanje Google MobileNet Single Shot Detector (SSD), znanega po doseganju visoke stopnje natančnosti z relativno majhnimi velikostmi modelov. Po nalaganju imen razredov s podprtimi identifikatorji in oznakami razredov vzorčna aplikacija prepozna razpoložljive kamere in izvede niz postopkov za inicializacijo (ni prikazano na seznamu 1).

Glavnina vzorčne kode obravnava pripravo globinskega zemljevida (`depth_map`) in zemljevida IR (`ir_map`) pred njunim združenjem (`cv.addWeighted`) v eno samo matriko za izboljšanje natančnosti. Na koncu koda prikliče še eno metodo OpenCV DNN (`cv.dnn.blobFromImage`), ki pretvori združeno sliko v štiri-dimenzionalno vrsto podatkov blob, ki je potrebna za sklepanje. Naslednja vrstica kode pridobljene podatke blob nastavi kot vhodne podatke za model sklepanja (`net.setInput(blob)`). Klic `net.forward()` prikliče model sklepanja, ki vrne rezultate razvrščanja v razrede. Preostali del vzorčne aplikacije prepoznava rezultate razvrščanja v razrede, ki presegajo predhodno nastavljen prag ter zanje ustvari oznako in vezni okvir, ki prikazuje zajete slikovne podatke, oznako, ki jo prepozna model sklepanja, in njeno razdaljo od kamere (slika 8).

Kot prikazuje vzorčna DNN aplikacija proizvajalca Analog De-



Slika 8: Z nekaj vrsticami kode Python in knjižnico OpenCV vzorčna DNN aplikacija v distribuciji 3D ToF SDK proizvajalca Analog Devices zajema globinske slike, jih razvrsti v razrede ter prikaže oznako in razdaljo prepoznanega predmeta. (Vir slike: Analog Devices)

vices, lahko razvijalci globinske zemljevide 3D ToF uporabljajo skupaj z metodami strojnega učenja, da bi ustvarjali bolj prefinjene funkcije aplikacij. Čeprav bodo aplikacije, ki zahtevajo odzive z nizko stopnjo latence, te funkcije bolj verjetno gradile s programskim jezikom C/C++, osnovni koraki ostajajo enaki.

Industrijski robotski sistemi lahko z uporabo 3D ToF podatkov in visokozmogljivih modelov sklepanja varneje sinhronizirajo svoja gibanja z drugo opremo ali celo z ljudmi v okoljih »cobot«, kjer ljudje in roboti sodelujejo na majhni razdalji. Z drugačnimi modeli sklepanja lahko druga aplikacija uporablja 3D ToF kamero visoke ločljivosti za razvrščanje finih premikov v razrede za vmesnik za kretnje. Pri avtomobilskih aplikacijah lahko ta pristop pomaga pri izboljšanju natančnosti sodobnih sistemov za pomoč voznikom (ADAS), pri čemer v popolnosti izkorišča prednosti visoke časovne in prostorske ločljivosti, ki je na voljo v 3D ToF sistemih.

Zaključek

ToF tehnologije igrajo ključno vlogo v skoraj vseh sistemih, ki so kritično odvisni od natančnega merjenja razdalje med sistemom in drugimi predmeti. ToF optična tehnologija lahko zagotavlja tako visoko prostorsko ločljivost kot visoko časovno ločljivost, s čimer omogoča natančnejše razlikovanje med manjšimi predmeti in natančnejši nadzor njihove relativne razdalje.

Vendar so se morali razvijalci soočiti s številnimi izzivi v povezavi z optično zasnovo, natančnim merjenjem časa in sinhroniziranim pridobivanjem signalov teh sistemov, da so lahko izkoristili to tehnologijo. Kot je prikazano, razpoložljivost predhodno ugnedjenih 3D ToF sistemov, kot je razvojna platforma AD-96TOF1-EBZ proizvajalca Analog Devices in razvojni komplet EPC660 proizvajalca ESPROS Photonics, odstranjuje te ovire v tej tehnologiji v industrijskih sistemih, vmesnikih za kretnje, avtomobilskih varnostnih sistemih in še kje drugje.

Energetsko učinkovita tipala premikanja s strojnim učenjem

Rutronik GmbH

Avtorja: Maria Alejandra Salazar Martinez, Werner Neumann (SMT)

Za zaznavanje premikov in orientacije v prostoru ter stabilizacijo slike in predmetov so zelo uveljavljene inercialne merilne enote, ki združujejo merilnike pospeška in žiroskop. Največkrat se uporabljajo v mobilnih napravah, kjer je odločilna energetska učinkovitost. Podjetje STMicroelectronics si jo prizadeva zmanjšati (in hkrati izboljšati zaznavanje) z vključitvijo tehnologij strojnega učenja v svoje najnovejše tipalo.

LSM6DSOX iz podjetja STMicroelectronics

Zmanjšanje porabe energije pri inercialnih merilnih enotah (angl. »Inertial Measurement Units« – IMU) je znano nerešeno vprašanje. Njihovo delovanje namreč zahteva pošiljanje ogromnih količin zajetih surovih podatkov ali pa predhodno obdelavo teh podatkov v gostiteljskem mikrokontrolerju, kar oboje zahteva veliko energije.



Ta gordijski vozal so v podjetju ST elegantno rešili z novim tipalom MEMS LSM6DSOX iz družine iNEMO: Združuje namreč jedro za strojno učenje (angl. »Machine Learning Core«) in avtomat s končnim številom stanj (angl. »Finite State Machine« – FSM), ki skupaj razvrščata podatke o premikanju po odločitvenem drevesu na podlagi znanih vzorcev. To pomeni, da glavnemu procesorju ni več treba izvajati te prve stopnje spremljanja dejavnosti. Rezultat: Poraba energije upada, hkrati pa se izboljša prepoznavanje in poveča hitrost obdelave za načine uporabe, kot so naprave za sledenje za fitnes, nadzor telesnega počutja, navigacija ali prepoznavanje padcev za pametne telefone, naprave za nošnje na telesu ali upravljalnike za igre.

Logika z odločitvenim drevesom za hitro in učinkovito obdelavo

Odločitveno drevo je orodje, ki podpira matematično razlikovanje. Sestavlja ga več konfigurabilnih vozlišč. Na vsakem vozlišču se statistični parameter primerja s pragovno vrednostjo, nato pa se na podlagi rezultata izbere naslednje vozlišče. Ko na koncu pridemo do lista (zadnjega vozlišča drevesa), dobimo s tem rezultat odločitvenega drevesa, ki ga lahko bere določen register naprave.

Odločitveno drevo omogoča tipalu, da z induktivnim algoritmom pridobi rezultate za le majhen del običajne porabe energije. Sistem pa ni sposoben le prepoznave gibov, kot so hoja, tek, kolesarjenje ali mirovanje, ampak tudi šteje na primer dvige uteži, počepa, sklece in druge premike med vadbo – vse na podlagi naučenih vzorcev.

Številka dela	Opis
STEVAL-MKI197V1	Prilagodilna plošča za LSM6DSOX za standardno podnožje DIL24
X-NUCLEO-IKS01A2	Razširitvena plošča za Motion MEMS in okoljska tipala za STM32 Nucleo
STEVAL-MKI109V3	Plošča za profesionalna orodja MEMS
STEVAL-MKSBOX1V1 (SensorTile.box)	Pripravljen komplet s platformo za brezžične sisteme IoT in tipala za nošnje na telesu, ki je namenjen za uporabo ter razvoj aplikacij, ki temeljijo na na daljavo pridobljenih podatkih o premikanju in okolju, ne glede na raven strokovnega znanja.

Tabela: Orodja za preizkušanje

6-axis iNEMO™ IMU with Machine Learning Core

PREDSTAVLJAMO



Za doseganje zanesljivih rezultatov je odločilna izbira podatkov: Zbrati je treba podatke, ki karakterizirajo želeni razred premika. Ker je ročno opisovanje teh razredov v programski opremi zelo zapleteno, se v ta namen uporabljajo orodja za strojno učenje, ki programiranje močno poenostavijo. V podjetju ST uporabljajo v ta namen javno dostopno orodje za strojno učenje »Weka« in lastno razvojno okolje, ki pridobljene parametre pretvori v nastavitve registrov tipala. To pomeni, da se mora razvijalec ukvarjati le še s funkcionalnostjo in mu ni več treba izvajati prvega vrednotenja zbranih podatkov.

Napravo LSM6DSOX je mogoče konfigurirati tako, da v njej

vzporedno in medsebojno neodvisno deluje do osem odločitvenih dreves.

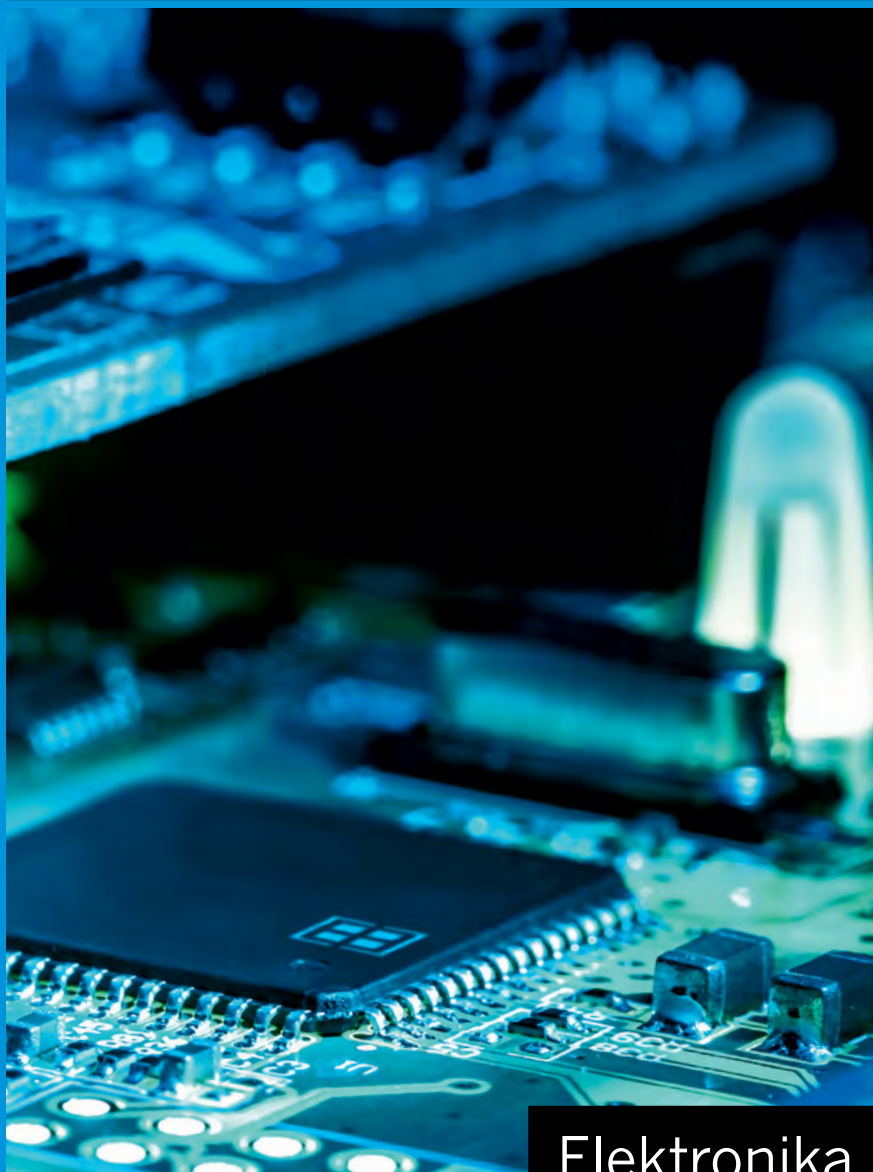
Programirljive prekinitve

Naprava LSM6DSOX lahko pri določenih premikih, ki jih določi uporabnik, odda prekinitve. V ta namen je mogoče avtomate s končnim številom stanj medsebojno neodvisno programirati za prepoznavo določenega premika, na primer za pogled na prikazovalnik, obrat zapestja, tresenje, dvojno tresenje ali dvig naprave. Vsak od 16 avtomatov ima tako svoj pomnilnik in deluje neodvisno. Prekinitve se sproži, ko je doseženo končno





RUTRONIK
ELECTRONICS WORLDWIDE



Visokotehnoški gradniki za vaše inovacije

Kot vodilni distributer elektronskih komponent ponujamo široko ponudbo izdelkov po vsem svetu, kompetentno tehnično podporo pri razvoju in zamenjavi komponent, logistične rešitve po meri ter obsežen nabor storitev.

- Polprevodniki
- Pasivne komponente
- Elektromehanske komponente
- Tehnologije za shranjevanje podatkov
- Brežžične tehnologije
- Prikazovalniki in krmilne plošče

Informacije o podjetju RUTRONIK: +386 (1) 56109-80



www.rutronik.com

Committed to excellence

Elektronika po vsem svetu

stanje preklica. Dodatne konfigurabilne funkcije so določene vnaprej, da sprožijo prekinitve za prosti padec, zaznan premik, 6D/4D-orientacijo, klik in dvojni klik.

Naprava LSM6DSOX je primerna tudi za zaprte regulacijske zanke, na primer za stabilizacijo premikajočih se industrijskih krmilnih sistemov. Poseben primer take uporabe je optično ali elektronsko stabiliziranje slike (OIS in EIS) pri kamerah. Te funkcije so podprte z dodatnim pomožnim izhodom SPI, ki omogoča dostop do podatkov brez registrov FIFO in tako zagotavlja potrebno odzivnost, na primer pri optični stabilizaciji slike.

Vedno razpoložljive funkcije pri nizki porabi energije

LSM6DSOX je sistem v ohišju (angl. »System-in-Package« – SiP), ki združuje mehanski 3D-merilnik pospeška in 3D-žiroskop z namenskim integriranim vezjem (ASIC) s tehnologijo CMOS z nizko porabo v ohišju z mrežasto razporejenimi priključki (angl. »Land Grid Array« – LGA-14L). Njegova merilna območja pospeška znašajo $\pm 2/\pm 4/\pm 8/\pm 16$ g, merilna območja kotne hitrosti pa $\pm 125/\pm 250/\pm 500/\pm 1000/\pm 2000^\circ/s$ in jih je mogoče izbirati dinamično. Način visoke zmogljivosti zagotavlja visoko zmogljivost pri porabi le 0,55 mA. S svojim izredno nizkošumnim merilnikom pospeška in žiroskopom to tipalo kombinira izkušnjo uporabe z vedno razpoložljivimi funkcijami, majhno porabo energije in izredno točnostjo merjenja. Vozlišče za tipala omogoča priključitev dodatnih tipal, na primer magnetometra.

Vse to pomeni, da LSM6DSOX omogoča najrazličnejše načine uporabe – ne le prepoznavanje premikanja, ampak tudi upravljanje uporabniških vmesnikov, zaščito prenosnikov, prepoznavanje vzorcev premikanja in treslajev za robote ter krmilnike strojev in viličarjev ter celo prepoznavanje premikanja pri letalih, npr. vzleta in pristanka.

Rutronik GmbH, Podružnica v Ljubljani
Motnica 5, 1236 Trzin, Slovenija
E-pošta: rutronik_si@rutronik.com
Tel. +386 1 561 09-80
www.rutronik.com

LEGO koračni robot

Hackster Inc.

Naj zaživijo Lego kocke, Arduino, koračni motor, IR senzor, piezo piskač in gremo!

Arduino UNO & Genuino UNO	1 kos
TSOP 4838 IR-sprejemnik	1 kos
Piezo piskač/zvočnik	1 kos
28BYJ-48 Koračni motor s krmilnikom	2 kosa
9V baterija	1 kos
Kateri koli IR-daljinec	1 kos

Hardverske komponente

Zgodba

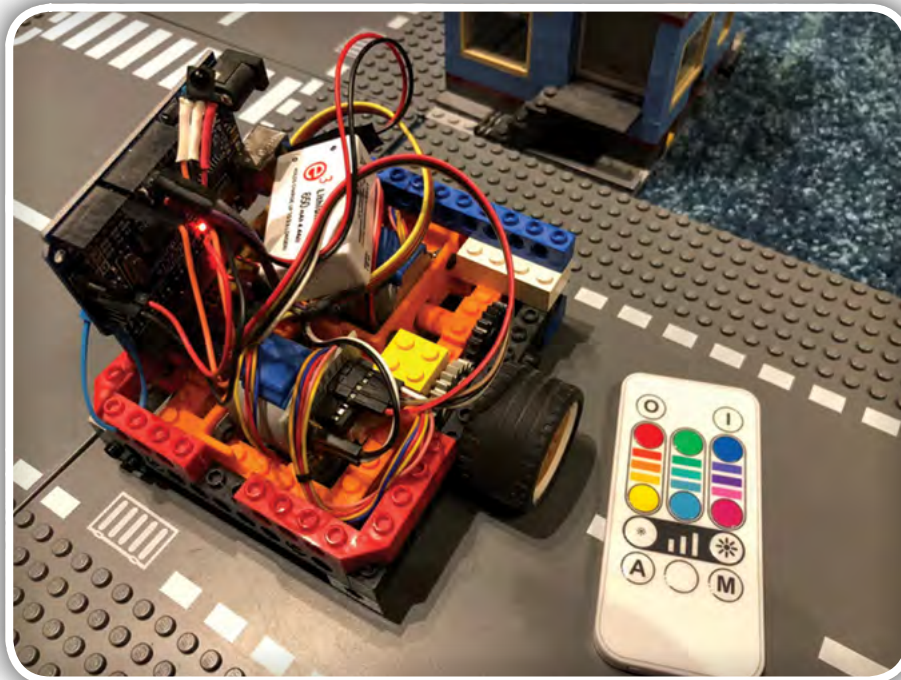
Nekoč (leta 2015) sem se igral z Lego Mindstorms skupaj s svojimi otroki. Navdušen nad uspehom prijatelja, ki je navdušil njegove otroke sem razmišljal, da bi z gradnjo Sumo borilnega robota dosegel podobno.

Vendar je prišlo do težave. Imeli smo le en komplet Lego Mindstorms in za tango sta potrebna dva. Torej, sem šel v varianto "oče ga lahko naredi". Izzival sem svoje otroke, da so zgradili in programirali robota Lego, jaz pa bi jih udaril v rame s sumo borbo z mojim kmalu zgrajenim robotom! Kratka zgodba: moj robot je nesrečno izgubil, je bil močno nadvladan in potisnjen v bedo zunaj obroča. Otroci so se radi zabavali, kako počasen je bil moj bot ...

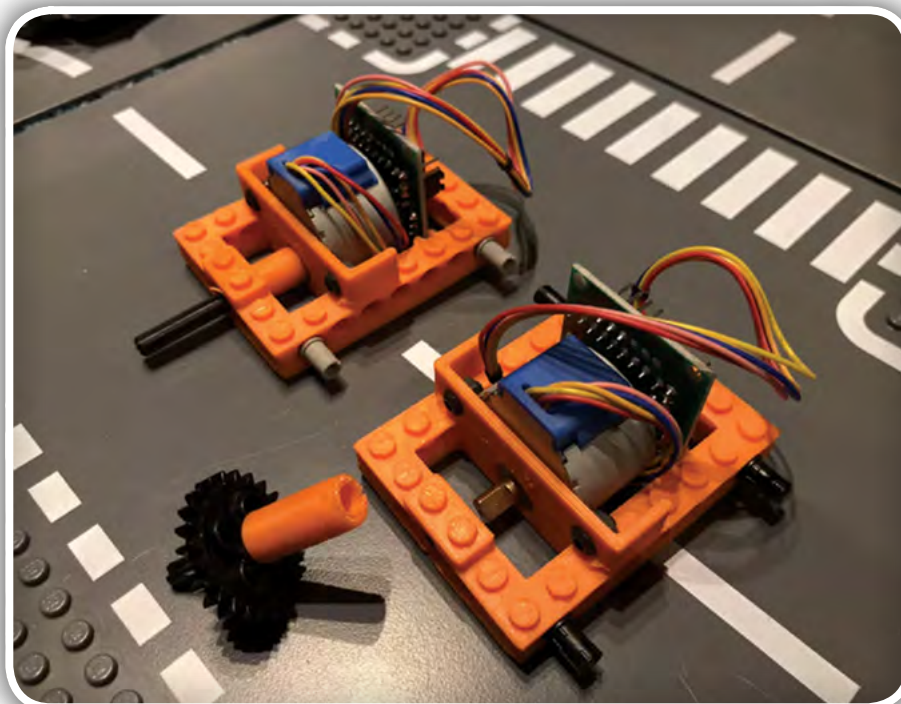
Ker sem zgradil potrebne dele in sem imel dejansko delujočo robotsko platformo, sem razmišljal, da bi jo uporabil drugače. Videl sem luštnega majhnega robota (ne morem se spomniti njegovega imena) v otroški trgovini z roboti, ki bi se ga je dalo »programirati« z vnosom sekvenc premikov in potem naj bi jih robot posnema. Mislim, da bi to dalo novega življenja v žalostnega Sumo robota!

LEGO kocke s koračnim motorjem

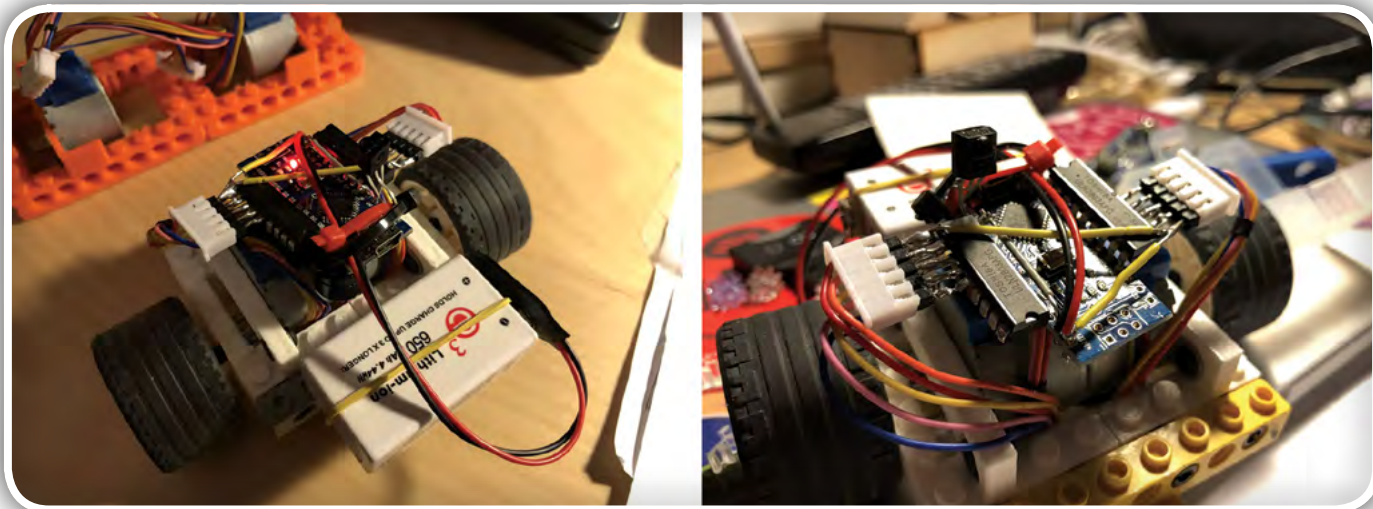
Najpomembnejši del strojne opreme je koračni motor Lego. Imel sem dobesedno na ducate koračnih motorjev 28BYJ-48 zaradi drugega projekta. Torej sem seveda 3D-natisnil Lego adapterje za njih! Kot pri vsakem poskusu tiskanja Lego, jih lahko natisnete približno OK, vendar pa se nikoli ne bodo lepo ujemali z izvorniki.



Želel sem narediti kompakten in vsestranski koračni blok v pravem Lego duhu. Rekel bi, da se je izkazalo, da je OK, vendar ne tako dobro, kot sem upal. Na odtisu 6x8 je veliko večji od zelenega, kar omejuje uporabo na precej velike Lego gradnje. Vključitev v gradnjo je precej priročna zaradi lukenj



Slika 1: Lego blok s koračnimi motorji



Slika 2: 8x8, kolesa malce štrlijo, deli večjega robota so v ozadju

na straneh, ki omogočajo Lego priključkom, da dobijo trden vmesnik z drugimi bloki.

Natisnil sem blok iz ABS plastike na moj stari Makerbot Thing-O-Matic, in razen nekaj ukrivljenih vogalov je bilo vse povsem OK.

IR vmesnik

Uporaba IR za Arduino Uno je naravnost fantastična, Resno, je odlična, vas ne hecam. Je najboljša stvar, kii so jo izumili po razrezanem kruhu ali siru, boste videli. Najboljše do sedaj!

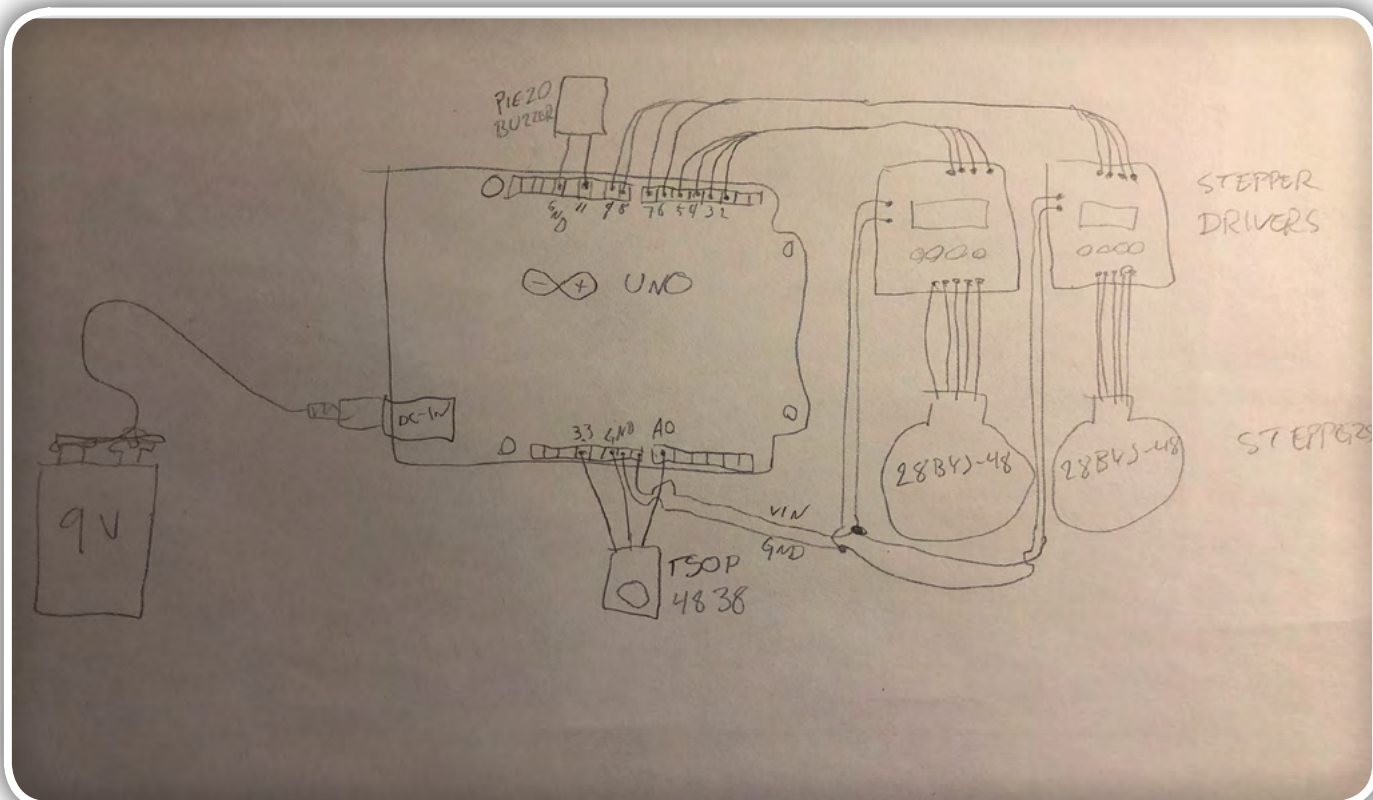
Naj povem tako:

- cenejše kot mehanska stikala (za 5 US\$ lahko kupite 10 sprejemnikov na ebayu),
- TSOP4838 lahko vklopite v Arduino ploščo neposredno tako, da malce razširite njegove priključke in uporabite A0 kot vhod,
- stavim, da imate doma po predalih nekaj IR daljinskih oddajnikov, ki vam ležijo neuporabni in celotna programska oprema je že napisana!

Želim slišati nekaj zvokov!

Vaš izdelek mora znati generirati zvoke! Zakaj?

Kaj bi bil robot R2D2 brez zvokov?



Slika 3: Shema

ODLIČNO je, če imate avdio povratno informacijo, ko pritisnete stikalo zato, da veste, da ste stikalo dejansko pritisnili.

To je enostavno narediti, priključite zgolj piskač med GND in I/O priključkom.

Je smešno poceni! Išcite "passive buzzer" na ebayu.

Za generiranje dejanskih tonov lahko uporabite obstoječe »tone« funkcije, ki so del Arduino standardne knjižnice, lahko pa tudi napišete svojo kodo. V tem projektu sem napisal svojo kodo za generiranje piskov zato, ker rutina iz knjižnice za svoje delovanje potrebuje timer, ki pa ga jaz potrebujem za delovanje IR knjižnice. Kot boste videli v kodi, v resnici ni raketna znanost.

Zaključki?

No, vedno se je zabavno igrati z Lego kockami. Gradnja projektov z Arduino je tudi zabavna. In pri tem niti ne omenjam robotike, ki je tudi zanimiva. In seveda 3D tiskanje. In piskanje tonov, kot R2D2! Mislim, da bom morda zgradil bolj kompakten Lego motorni blok v bližnji prihodnosti. Bilo bi super, če bi lahko zgradil majhnega Lego robota. Kot 4x8 Lego avto, ki vozi po Lego ulicah. To bi bilo res super...

Nisem se mogel ustaviti in sem naredil robot bolj kompakten. Manjši robot, manjši odtis.

Manjši bot je bil res manjši, saj je zmanjšal velikost Stepper-to-Lego adapterjev. Novi adapterji imajo dimenzije 6x4. Da bi bila os stabilna, je bila odmaknjena od osi motorja in dodana sta bila še dva zobnika z osmimi zobmi. Ker je eden od zobnikov moral biti montiran neposredno na motor, sem ga moral natisniti (in ob tem sem natisnil tudi drugega). 3D-tiskanje majhnih Lego zobnikov je več, kot zmore moj tiskalnik, zato sem jih namesto tega izrezal z laserjem iz akrila. (Ja, sem srečnež, ki imam laser!)

Manjši adapterji ne vsebujejo več krmilnikov za koračne mo-



Slika 4: Krhki zobniki

torje, zato so morali biti nekje drugje. Med iskanjem v mojem kupu neporabljenih stvari sem našel Nano, ki sem ga uporabil namesto Uno. Precej priročno, enostavno za spajkati, nekaj gonilnikov ULN2803 IC-jev: prav na robu Nano plošče. Z upogibanjem in rezanjem nekaj nog seveda ... IR-sprejemnik je bil prispajkan na D13-3.3V-A0, D13 pa krmiljen z nizkim signalom, da deluje kot podlaga :-). Piskač je živel na hrbtni strani plošče, spajkan na D10-D12. Rekel bi, da se to šteje kot "pravi hack".

Zaključki za ta manjši bot? Manjši je. Bilo je zabavno. Deluje. Razbija se. Ne izdelujte zobnikov iz akrila ... Potrebno je ponovno načrtovati, da ne uporabljate tako majhnih in krhkih zobnikov.

Povzeto po:

- <https://www.hackster.io/fredrikstridsman/lego-stepper-bot-df26b9>

www.hackster.io

ARDUINO

Arduino UNO R3

Arduino Nano V3.0

PROGRAMIRAJMO Z LAHKOTO

ARDUINO
PROGRAMIRAJMO Z LAHKOTO
AVTOR: PETER ERKOC

<https://svet-el.si>

WiFi z ESP8266 za domači hardware (4)

Avtor: dr. Simon Vavpotič

ESP8266 Wi-Fi moduli, kot majhna, enostavna in učinkovita 32-bitna osnova za gradnjo naprav in sistemov interneta stvari (IoT), že leta burijo domišljijo programerjev. Čeprav so novi navadno predprogramirani kot brezžični Wi-Fi modemi, jih lahko z lastno programsko opremo spremenimo v samostojne krmilnike enostavnih IoT naprav.

V preteklem nadaljevanju smo si ogledali zgradbo zelo zmogljivega in svojevrstnega procesorja Tensilica L106 v jedru ESP8266 modulov in nadaljevali s primeri njegove uporabe, pri čemer smo največ časa namenili delu s spletnim strežnikom. Tokrat se bomo posvetili konkretnim problemom in razmišljali o domačih projektih, pri katerih bi lahko koristno uporabili ESP8266, še prej pa bomo nadgradili spletni strežnik za kakovostnejše prikazovanje spletnih strani, bogatih s slikovnim gradivom. Nato se lotimo nadgradnje daljinsko vodene modela traktorja za uporabo v IoT.

Posodobljeni napredni spletni strežnik

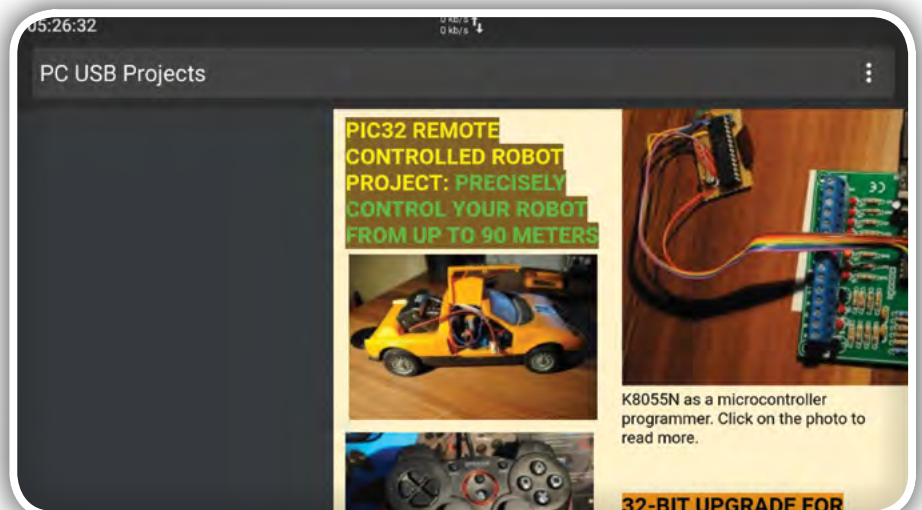
Ker mi radovednost ni dala miru, sem moral izvedeti, zakaj AdvancedWebServer ne prikaže vseh slik iz kopije spletne strani PC USB Projects na mikro SD kartici. Izkazalo se je, da ne zna interpretirati posebnih znakov, ki jih lahko vnesemo v naslov URL. Znaki, kot je presledek so zapisani z dvomestno šestnajstiško koda, ki sledi posebnemu znaku »%«. Spletni strežnik tako zapisane kode ni znal pretvoriti v znak iz tabele ASCII in tako spletni strežnik ni odkril večine slikovnih datotek. Za pravilno delovanje sem moral v glavno zanko za pogojnimi stavki za interpretacijo različnih tipov datotek dodati še popravek, ki ga lahko vidite v Programu 1. Večji del programske kode je namenjen pretvorbi dvomestnega šestnajstiškega števila v znakovnem nizu v desetiško celo število, ki ga nato pretvorimo v znak ASCII abecede, ki ga predstavlja, ki ga z ukazom replace zamenjamo na vseh mestih v URL, kjer nastopa njegova koda. Nato zanko ponavljamo dokler ne zamenjamo vseh tovrstnih kod znakov z dejanskimi znaki.

Celotno izvorno kodo prenovljenega spletnega strežnika s podpro za SD kartico lahko prenesete iz spletne stra-



Slika 1: IoT traktor s prikolico (z zmogljivejšimi AA baterijskimi akumulacijami)

ni sites.google.com/site/pcusbprojectsdownloads v datoteki ESP8266_SDcard_WEBServer_DEMO.zip. Pred prvim zagonom ESP8266 z novo vgrajeno programsko opremo na SD kartico naložite vsebino svoje spletne strani, ki se mora začeti z datoteko index.html.



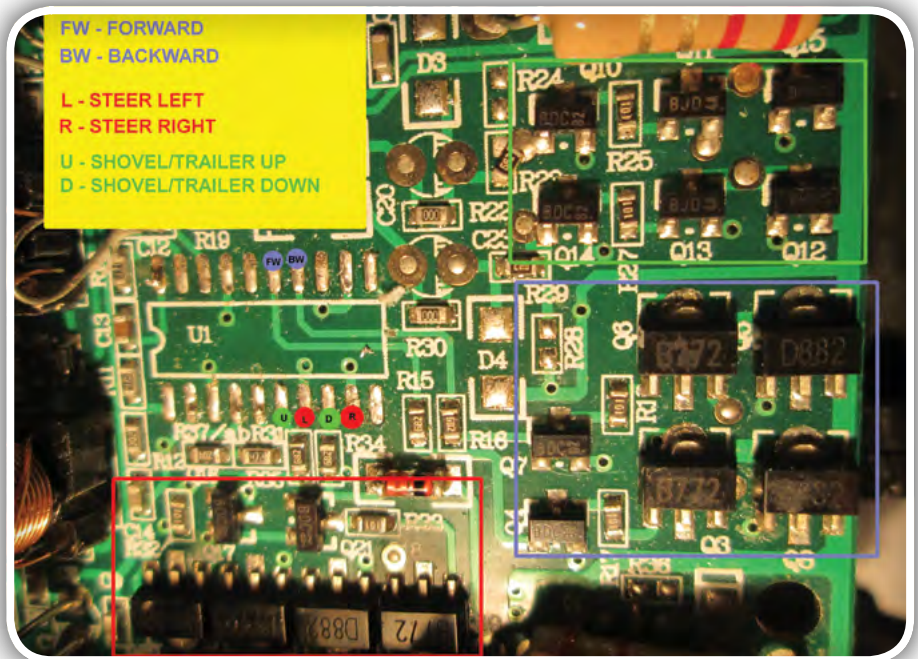
Slika 2: Posodobljen spletni strežnik, ki brez težav prikazuje slike

Omenimo še to, da lahko ESP8266 hkrati deluje strežnik in odjemalec. Naprednemu spletnemu strežniku sem tako poskusno dodal še nekoliko prilagojeno funkcionalnost odjemalce za telnet omrežja, ki ga bomo v tokratnem nadaljevanju uporabili za upravljanje daljinsko vodenega modela traktorja. Podrobnosti si lahko ogledate v primeru `ESP8266_SDcard_WEBServer_TelnetClient_DEMO.zip`. Več o tem prihodnjič, glej program 1.

IoT model traktorja

Robotiki začetniki navadno kupijo namensko strojno osnovo za gradnjo takega ali drugačnega raziskovalnega robota, redko pa vidijo potencial v ponovni uporabi katere od neuporabnih daljinsko vodenih igračk, ki ima lahko celo kakovostnejšo mehaniko. Za robotsko osnovo tako res porabijo manj časa, a mnogi obupajo, ko morajo več izvirnosti pokazati pri naboru tipal in izdelavi krmilnih algoritmov. Ko preganjamo koronadolgčas in je dostava po spletu naročenih elektronskih komponent upočasnjena, popravilo in

nadgradnja sicer neuporabne igrače sploh ni slaba zamisel... Z vgradnjo novega krmilnika na osnovi ESP8266-13 bomo popravili motoriziran model traktorja s prikolico, ki je po odpovedi daljinskega upravljalnika nesrečno obležal v



Slika 3: Originalno tiskano vezje traktorja z odstranjenim RX-6BS čipom za daljinsko vodenje in označenimi krmilniki priključki

Program 1: Dopolnitev spletnega strežnika

```
while ((idx=path.indexOf(»%«))!=-1){
s_str=path.substring(idx,idx+3);
h_val_H=path.charAt(idx+1); // get character code
h_val_L=path.charAt(idx+2); // get character code
if(isHexadecimalDigit(h_val_H)&&isHexadecimalDigit(h_val_L)){ // Is a 2 digit hexadecimal number?
if((h_val_H>='0')&&(h_val_H<='9')){
r_val=(h_val_H-'0');}
else {
if((h_val_H>='a')&&(h_val_H<='f')){
r_val=(h_val_H-'a'+10);
} else {
r_val=(h_val_H-'A'+10);
}
}
r_val<<=4; // multiply by 16
if((h_val_L>='0')&&(h_val_L<='9')){
r_val|=(h_val_L-'0');}
else {
if((h_val_L>='a')&&(h_val_L<='f')){
r_val|=(h_val_L-'a'+10);
} else {
r_val|=(h_val_L-'A'+10);
}
}
}
}
path.replace(s_str,String(r_val));
}
```


omari. Poleg novega krmilnika mu bomo dodali še tipalo za napetost, da bomo vedeli, koliko energije je še v bateriji. Z dodatkom ESP32-CAM bomo vzpostavili spletni video strežnik za prenos žive slike iz robota. Za zajem slike bi lahko uporabili tudi dodatni ESP8266, ki bi mu dodali ArduCAM modul. Kljub temu pa se ArduCAM splača le, če želimo snemati statične slike visoke ločljivosti, vse do 5 milijonov točk. Za več si raje omislimo sonyjevo kamero za Raspberry Pi, ki ima hkrati več kot dovolj priključkov za krmiljenje raziskovalnih robotov, a je energijsko precej bolj požrešen. Kakorkoli, cenovno je za prenos žive slike ESP32-CAM daleč najugodnejši.

Zamenjava krmilnika z ESP8266

Realistični model velikega traktorja z lopato bi gotovo prej ali slej končal v smeteh, če ne bi pred časom odkril zanimive lastnosti cenениh krmilnih čipov za daljinsko vodenje, kot je Silan Microelectronicsov RX-6BS, ki ga na daljavo upravljamo s čipom TX-6BS. Čeprav pokvarjen daljinec traktorja ni dal ničesar od sebe, je traktor začel »živčno« in precej nenadzorovano premikati svoje tri motorje za pogon, zavijanje in upravljanje lopate, ko sem uporabil nezdržljivega daljinca ene od drugih igrac, ki prav tako deluje pri frekvenci 27 MHz. RX-6BS je več kot očitno napačno interpretiral ukaze. Na spletu sem nato našel specifikacijo čipov TX-6BS in RX-6BS, ki je hkrati ustrezala zgradbi originalne tiskanine v traktorju. Z daljincem na osnovi novega TX-6B bi skoraj gotovo lahko vodil traktor, a to bi bilo dolgočasno. ESP8266-13 je poceni vstopnica v IoT, ki omogoča veliko več, celo programiranje gibanja traktorja v popularnem grafičnem programskem jeziku Scratch.

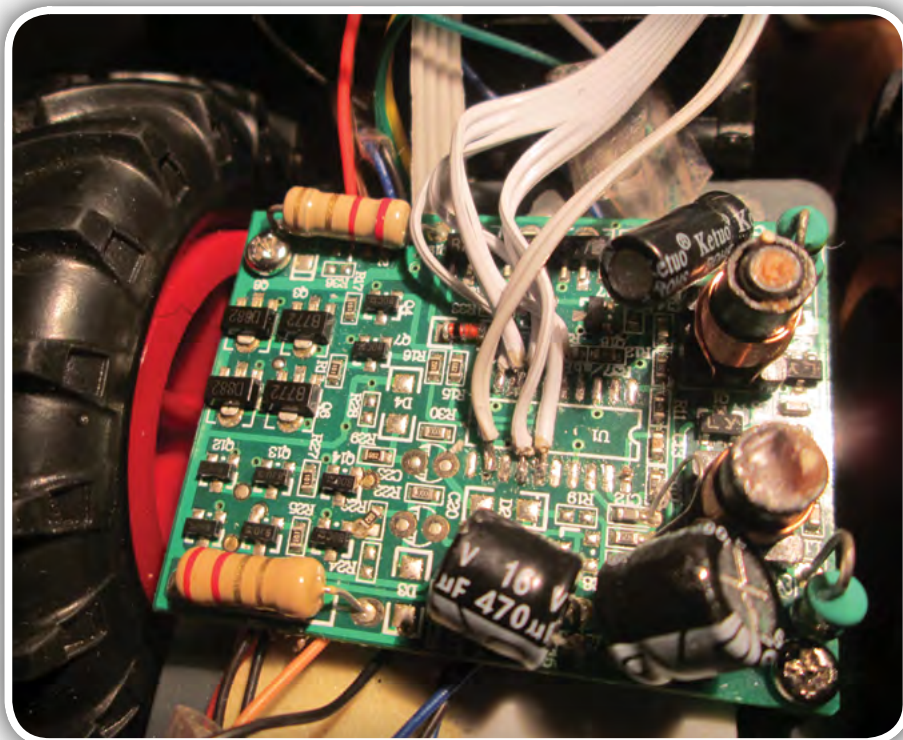
ESP8266-13 potrebuje za poganjanje krtačnih elektromotorjev igrac tranzistorske mostičke s po štirimi močnostnimi tranzistorji in po dvema krmilnima tranzistorja, ki odpirata po en par močnostnih tranzistorjev. Električni tok, ki lahko doseže tudi 1 A, tako motor zavrti naprej ali nazaj. Hitrost vrtenja motorjev lahko določimo z impulzno-širinsko modulacijo (PWM), pri čemer robotizirani model deluje veliko bolj realistično kot pri krmiljenju le s polno hitrostjo (brez PWM), ki ga omogoča originalni krmilnik. Obenem lahko traktorsko vožnjo po prostoru zdaj tudi vnaprej sprogramiramo z višjimi programskimi jeziki, kot so: Scratch, Logo, Python, Visual Basic, C/C++ idr. Dovolj je, da znamo brati in pošiljati podatke prek Wi-Fi s telnet protokolom za zaporedni prenos podatkov (podobnim RS232), za kar večinoma potrebujemo le ustrezno programsko knjižnico, pri Scratch pa ustrezno programsko razširitev, ki jo lahko na osnovi programskega jezika Java in dokumentacije iz Githuba razvijemo sami.

Razstavljanje in sestavljanje

Razdiranje in sestavljanje modela traktorja je za marsikoga zapleteno, saj je proizvajalec uporabil vijake različnih tipov; odlično pa je da ni uporabil lepila. K sreči so krajši vijaki z ozkimi križnimi glavami uporabljeni zgolj za namestitve stranskih nosilcev mehanizma lopate, vijaki s širokimi glavami in gostim navojem pa le na štirih pregibih lopate. Ostali vijaki so enaki. Vsekakor si lahko pri razstavljanju igrace pomagamo tudi z digitalnim fotoaparatom, s katerim posnamemo razdiranje in položaje posameznih vrst vijakov. Pri sestavljanju moramo paziti, da ne zamešamo daljših vijakov s krajšimi, saj s privijanjem daljših vijakov v ležišča krajših, slednja poškodujemo ali uničimo. Programsko orodje za grafično urejanje fotografij (npr. Microsoftov Paint) je pri razdiranju vsekakor dobrodošlo, saj lahko z njim na fotografijah korakov razdiranja s puščicami in besedilom označimo vse podrobnosti in tako s sestavljanjem ne bo težav.

Lotimo se razstavljanja! Najprej odstranimo zgornji del kabine s streho, ki je zgolj zataknjen v spodnji del kabine. Nato odvijemo štiri vijake, ki držijo spodnji del kabine, pod katero sta originalna tiskanina in pogonski skop. Tiskanina je na nosilno ogrodje traktorja privita z dvema vijakoma, ki ju zlahka odstranimo, vendar moramo pri tem paziti, da ne odtrgamo katerega od osmih kablov (k sreči barvnih) za napajanje motorjev, glavno napajanje in nekoliko debelejšo FM antensko žico, ki so prispajkani neposredno na tiskano vezje. Zdaj je dobro narediti fotografijo spodnjega dela tiskanega vezja, saj si bomo tako najlažje zapomnili, na katera mesta bo morebiti treba kable prispajkati nazaj. Vsekakor ni odveč, če si pri delu pomagamo s samostojnim povečevalnim steklom z mikroelektroniko.

Lotimo se odstranjevanja krmilnega čipa RX-6BS v SMD ohišju! Odločil sem se, da mu priključke preprosto odrežem s kleščami, saj sem želel tiskanino ohraniti v kar najboljšem stanju,



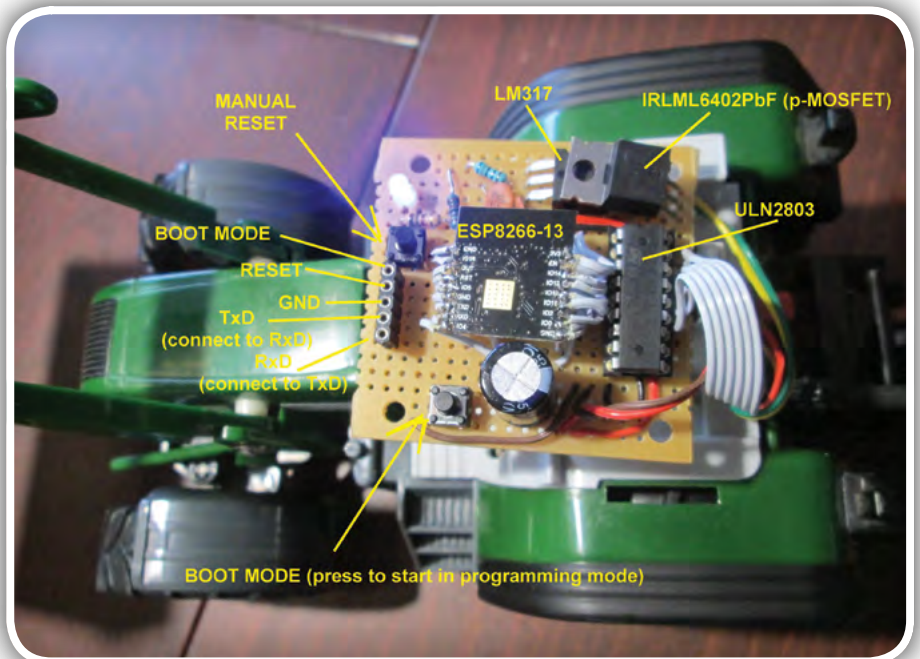
Slika 4: Žična povezava z novim krmilnikom na osnovi ESP8266

brez morebitnega pregretja priključkov, na katere sem želel prispajkati kable z novega krmilnika. Sicer bi za odstranjevanje potreboval posebno orodje, s katerim bi vse priključke odspajkal hkrati.

Sledi testiranje delovanja pogonskih sklopov, pri katerem ročno sprožimo posamezno funkcijo tako, da posamezen krmilni signal pritaknemo na napajanje, pri čemer se mora eden od motorjev zavrteti naprej ali nazaj (glej sliko z označenimi priključki). Motorji delujejo enako tudi, če namesto žice uporabimo 4,7 kohmski upor, kar pomeni, da krmilna tranzistorja vsakega od mostičkov za odprtje potrebujeta zelo malo toka. Vsekakor projekta ne bi nadaljeval, če bi bilo tu kaj pokvarjeno. V omari neslavno »kraljuje« tudi model BMW 3 z pokvarjenim daljinskim upravljanjem, ki prav tako čaka na popravilo. Delujoči model traktorja je bil večja in razkošnejša robotska osnova, ki jo je lažje opremiti z dodatnimi tipali in z ustrezno programsko opremo spremeniti v avtonomnega robota.

Iz 3,3 V na 5 V

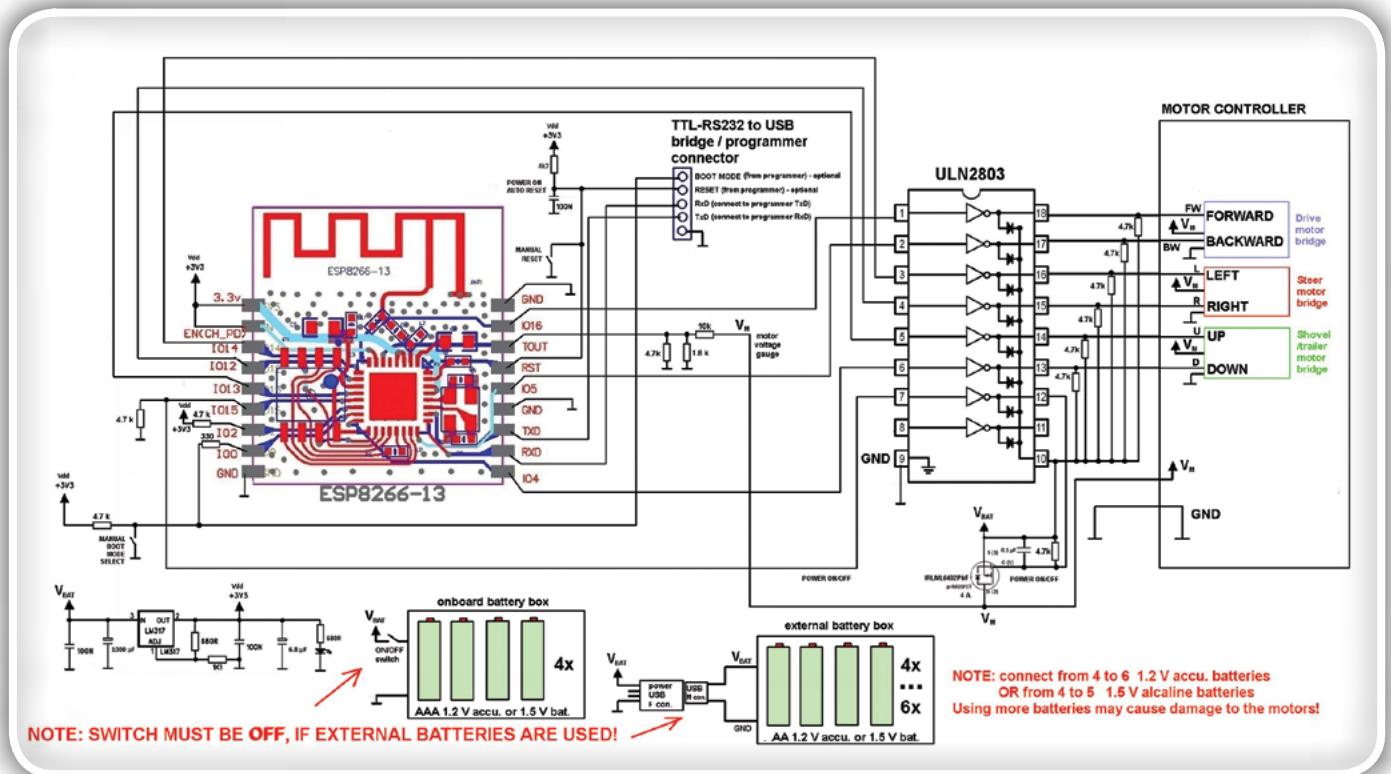
ESP8266-13 deluje pri napetosti 3,3 V (največ 3,6 V), kar je premalo za pogon motorjev. Obenem na priključkih ESP8266-13 ne sme biti višje napetosti od napajalne plus 0,3 V. Zato je nujno potreben napetostni pretvornik, za katerega sem porabil kar čip ULN2803, ki je namenjen predvsem krmiljenju



Slika 5: Novi krmilnik na osnovi ESP8266

relejev. Namesto relejev sem kot bremena vezal 4,7 kohmske upore proti napajalni napetosti, izhode ULN2803 pa sem nato vezal neposredno na krmilne signale tranzistorjskih mostičkov za upravljanje motorjev. Za napajanje ESP8266-13 sem uporabil regulator LM317T, ki sem ga z uporoma 1,1 kohma in 680 ohmov nastavil tako, da zagotavlja konstantno napetost 3,3 V.

Za programiranje ESP8266-13 sem vgradil vtičnico s TTL priključki: GND, Tx/D, Rx/D, boot mode(GPIO0) in reset (RST). Zaradi vgrajenih uporov na priključkih GPIO0, GPIO2, GPIO15



Slika 6: Shema novega krmilnika

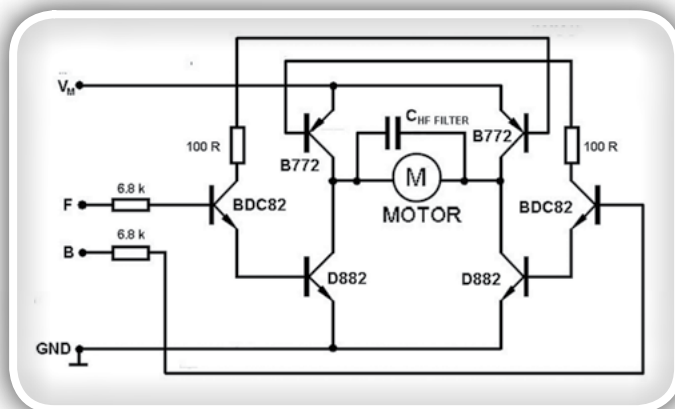
in RST in mikrostikal, s katerima lahko tudi ročno upravljamo GPIO0 in RST, lahko za programiranje uporabimo tudi ničelno modemsko vezavo, pri kateri z vtičnico povežemo samo priključke GND, TxD in RxD USB na TTL RS232 mosta, kot je CH341, ali pa uporabimo npr. most MCP2200 iz preteklega nadaljevanja, ki omogoča digitalno krmiljenje vseh priključkov.

Naslednji korak je bil preizkus delovanja traktorja z novim krmilnikom, ki pa ni šel čisto po načrtih. ESP8266-13 rabi za lastni zagon kako sekundo, vendar je bilo to je bilo ravno dovolj, da sta se za kratek čas skušala hkrati zagnati vsaj dva motorja, napetost baterij je padla, kar je prekinilo zagon ESP8266-13, tako da je traktor »obvisel« nekem vmesnem stanju, ko se je počasi vrtel eden od motorjev in pregreval eden tranzistor-skih mostičkov. K sreči sem uspel še dovolj hitro izklopiti baterije. Potem sem odklopil krmiljenje pogonskega motorja nazaj in še enkrat poskusil. Tokrat je vse delovalo, le da traktor ni mogel voziti nazaj. Vendar do popolnega dizajna ni bilo daleč. Odločil sem se dodati še stikalni tranzistor p-MOSFET, ki ga prav tako krmilim preko napetostnega ULN2803. Vendar je bil za njegovo krmiljenje potreben še en priključek ESP8266-13. GPIO15 je bil idealen, saj ima že 4,7 kohmski upor, vezan na maso, ULN2803 pa je v logičnem smislu set negatorjev, kar pomeni, da 4-amperski P-MOSFET IRLML6402PbF ob zagonu ESP8266-13 ne prevaja in je motorna elektronika traktorja brez napajanja. Rešitev se je izkazala kot naravnost idealna v več pogledih. Ne le, da ima stikalni P-MOSFET v prevodnem stanju skoraj ničelno upornost (in skoraj neskončno v zapornem stanju), temveč traktor zagotovo miruje tudi pri zagonu in nalaganju nove programske opreme, pri katerih mora biti GPIO15 v nizkem stanju. Hkrati moramo za aktivacijo pogona najprej vklopiti P-MOSFET in nato še ustrezne krmilne mostičke, kar dodatno zmanjšuje možnost nehotenega premikanja motorjev tudi v primeru naložitve napačne ugnezdene programske opreme.

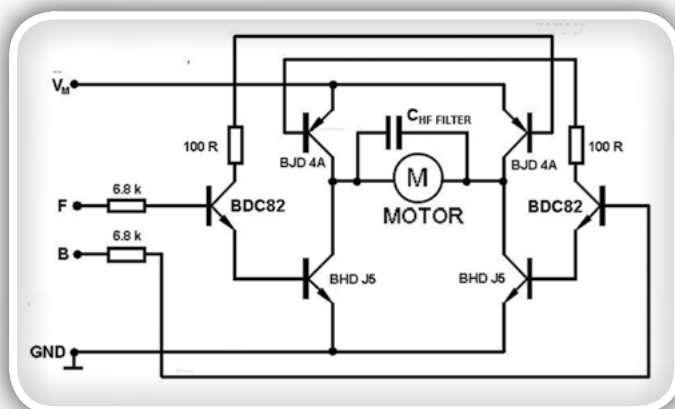
Ostana je le še implementacija merilnika napajalne napetosti za pogonske motorje. ESP8266 ima vgrajen 12-bitni A/D pretvornik, ki lahko meri notranje napetosti ali napetost na vходу TOUT. Območje merjenja je majhno in znaša le med 0 V in 1 V. Zato moramo vgraditi ustrezno uporovno vezje, s katerim merilni doseg povečamo na vsaj kakih 8 V. Uporovni delilnik se splača izdelati z upori večjih vrednosti, saj s tem zmanjšamo porabo toka. Poleg 10 kohmskega upora sem uporabil še 1,8 kohmskega in 4,7 kohmskega. Za doseg od 0 do 11 V bi bil dovolj že en sam 1 kohmski upor, a sem na začetku napačno sklepal, da je merilni doseg A/D pretvornika enak napajalni napetosti ESP8266-13 (3,3 V), kot je to običajno pri mikrokontrolerjih. Vzoredna vezava 4,7 kohm in 1,8 kohm da upornost 1,3 kohma, kar omogoča še nekoliko manjši doseg: od 0 V do 8,69 V.

Razvoj ugnezdene programske opreme ESP8266

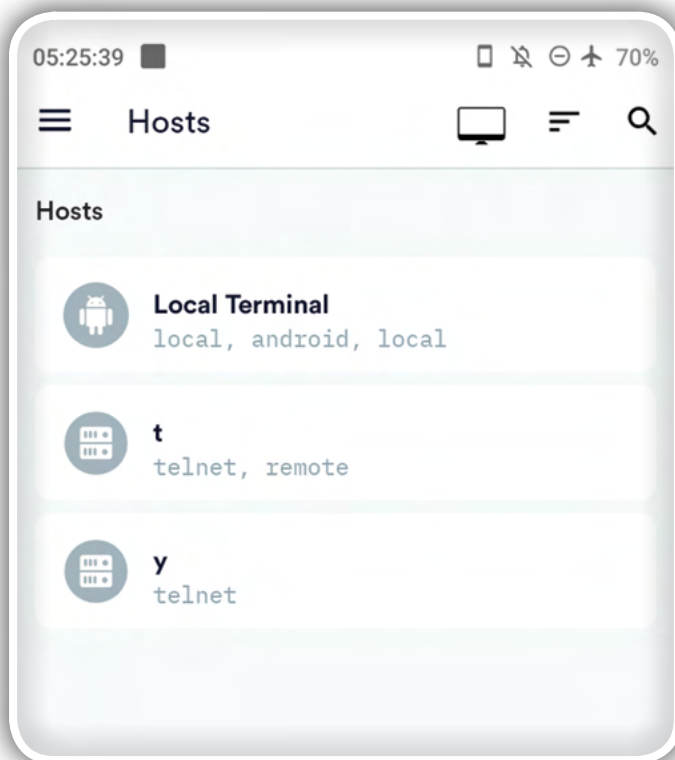
Razvoja ugnezdene programske opreme upravljanje moda traktorja sem se lotil po modelu odjemalca-strežnik, tako da je ESP8266 strežnik, druge IoT naprave pa so odjemalci. Naenkrat se lahko z ESP8266 poveže le en odjemalec, ki lah-



Slika 7: Shema tranzistor-skih mostičkov za upravljanje pogonskega motorja in motorja lopate oz. prikloice



Slika 8: Shema tranzistor-skega mostička za upravljanje smernega motorja



Slika 9: Prek aplikacije Terminus Android se lahko iz pametnega telefona povežemo z IoT Traktorjem

ko s pošiljanjem ASCII alfa numeričnih znakov (ukazov) preko telnet poveza-ve upravlja vse funkcije robota, slednji pa mu v tekstovni obliki vrača podatke o svojem stanju. Čeprav bi lahko za upravljanje traktorja izdelal tudi spletni strežnik, je omenjeni način nekajkrat hitrejši, saj je, denimo za gibanje robota naprej, dovolj prenesti znak »1«, namesto, da bi na spletnem strežniku osveževali vsebino spletne strani, za kar je potrebno prenesti tudi 1000 ali več bajtov. Primer spletnega strežnika za krmiljenje električnih porabnikov si lahko ogledate v drugem nadaljevanju. Kakorkoli, od telnet povezave do aplikacije v višjem programskem jeziku v operacijskem sistemu Windows, Android ali Mac OSX je zgolj majhen korak, vsekakor pa ne manjka tudi gotovih aplikacij.

Odločil sem se tudi, da bo ESP8266 samostojna dostopna točka, kar traktorju zagotavlja neodvisnost od obstoječe omrežne infrastrukture ter omogoča lastna SSID in geslo, kar je dodatni faktor varnosti. Telnetni strežnik sicer ni nič posebnega. Krmilni računalnik se z njim poveže prek standardiziranih vrat 23, pri čemer traktor vrne seznam razpoložljivih ukazov, če pošljemo znak »?«. Ker se v prvem koraku nisem odločil za razvoj lastne krmilne aplikacije za Windows in/ali Android, sam namesto tega razporedil ukaze na tipke standardne tipkovnice (navadne ali virtualne), ki je na voljo tudi v odjemalskih programih za telnetne povezave, kot je Terminus za Android. Tako sem lahko natančno preveril delovanje traktorja, predem bi se lotil nekoliko zamudnejšega razvoja lastne krmilne aplikacije, o kateri več v naslednjih nadaljevanjih.

ESP8266 kot daljinski upravljalnik

Čeprav lahko traktor upravljamo tudi iz osebnega računalnika s standardnim Wi-Fi vmesnikom s programskimi orodji, kot je popularni Tera Term, je zanimiva tudi možnost razvoja lastnega vmesnika za računalnika brez vgrajenega Wi-Fi vmesnika pa tudi za primere, v katerih želimo zagotavljati višjo stopnjo varnosti. Ideja je preprosta! Potrebujemo le še en ESP8266, ki ga prek mostu iz USB na TTL RS-232 povežemo z osebnim računalnikom, lahko pa celo z nekaterimi pametnimi telefoni, ki omogočajo način USB OTG.

V odjemalski ESP8266 vgradimo programsko opremo, ki se samodejno poveže z ESP8266 v traktorju preko telnet (vrata 23) ter nato posreduje vse znake iz TTL RS-232 vmesnika telnetnemu vmesniku in obratno. Tako dobimo še en most, ki

osebni računalnik prek navideznih COM vrat in Wi-Fi pripelje neposredno do telnetnega strežnika v traktorju. Zato lahko krmilno aplikacijo za osebni računalnik izdelamo preprosto tako, da namesto telnet preko Wi-Fi vmesnika uporabimo telnet preko navideznega COM vmesnika, kar omogoča tudi aplikacija Tera Term. Programer namenske aplikacije za krmiljenje traktorja v višjem programskem jeziku pa mora uporabiti ustrezno programsko knjižnico.

Čeprav komunikacija prek COM vrat ni nekaj, o čemer bi bilo vredno izgubljati veliko besed, potrebujemo zanjo v odjemalskem ESP8266 ugnezdjeno programsko opremo za prenos podatkov iz Wi-Fi telenetne povezave na navidezna COM vrata in nazaj. Gre za sorazmerno enostaven kos programske opreme, v katerem najprej vzpostavimo povezavo s traktorskim ESP8266, ki je hkrati tudi dostopna točka, nato



Slika 10: Upravljanje traktorja prek telnetne povezave



Slika 11: IoT traktor prikolica z originalnimi AAA baterijami

pa se odjemalski ESP8266 kot telnetni klient poveže z njegovim telnetnim strežnikom. V glavni programski zanki nato izvajamo prenos posameznih bajtov iz COM vrat na Wi-Fi telnetni strežnik in v obratni smeri. Za vse zadošča že kratek programček (glej program 2), ki se izvaja znotraj glavne programske zanke (loop) in hkrati v vsakem koraku preverja tudi, ali je povezava med klientom in strežnikom še aktivna. V primeru porušitve povezave ponovno preide na predhodni korak za njeno samodejno vzpostavljajanje. V terminalskem odjemalcu na osebнем računalniku (npr. Tera Term) po vzpostavitvi povezave sprejemamo in oddajamo enake podatke kot bi jih preko odjemalca za telnet.

IoT kamera

Šele prenos žive slike zares omogoči vodenje robota na daljavo, oziroma izven našega vidnega polja. Podobno kot se roverja Spirit in Opportunity na Marsu brez kamere in drugih tipal za zaznavanje gibanja in ovir na poti ne bi znašla brez ugnezdene kompleksne programske in strojne opreme, si tudi sam brez Wi-Fi kamere traktorja gotovo ne bi upal voziti iz dnevne sobe po kuhinjski mizi. Je pa za preizkušanje brez kamere uporabna sorazmerno glasna lopata, katere delovanje je moč slišati skozi odprta vrata.

Za prenos žive slike s traktorja lahko uporabimo katerokoli od možnosti: ESP32-EYE, ESP32-CAM ter ESP32 in ESP8266, na katera kamero OV2640 na modulu ArduCAM-mini-2MP z 2 milijonoma pik (ali drugo SPI digitalno kamero) povežemo prek priključkov HSPI in I2C. Pri ESP32 lahko dodamo tudi mikrofona, ki deluje preko vodila I2S. Vendar takoj poudarimo, da ESP32-CAM in ESP32-EYE za prenos slike ne uporabljata SPI vodila za začasno shranjevanje slik in videa, ampak bistveno hitrejše 10-bitno (uporabljenih je višjih 8 bitov, bita y0 in y1 pa sta nepovezani) vzporedno podatkovno

<Program 2: Del programske kode za prenos podatkov med telnet in COM vmesnikom

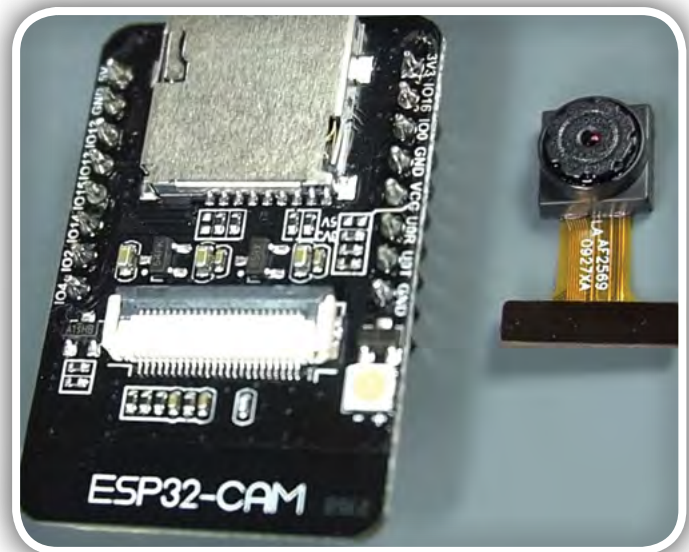
```

if (client.available()) {
  char c = client.read();
  Serial.print(c);
}
while (Serial.available() > 0) {
  char inChar = Serial.read();
  if (client.connected()) {
    client.print(inChar);
  }
}

```

Slika 12: Upravljanje traktorja iz telnetne aplikacije na PC

povezavo in zato omogočata tudi tekoč prenos videa tudi pri ločljivosti XGA (1024x768), a je na voljo veliko manj prostih priključkov. Ker sem imel ESP8266 module pri roki, sem nekaj časa razmišljal o nakupu ArduCAMa, a je ESP32-CAM, ki vključuje kamero, cenejši (v ZDA stane okoli 7 USD, pri nas pa je lahko tudi dvakrat dražji). ArduCAM je namenjen pred-



Slika 13: ESP32-CAM z miniaturno kamero z dvema milijonoma slikovnih točk

vsem ljubiteljem Arduina Mega, ki kamere sicer ne bi mogli priklopiti. Omenimo še čisto novi, zmogljivejši ArduCAM-mini-5MP modul s kamero OV5640 s petimi milijoni pik, ki lahko snema statične slike in 2-sekundne videe visoke ločljivosti. Sicer je mogoče le sorazmerno počasno ponavljanje zajema posameznega posnetka, ki se (glede na videe, objavljene na spletu) spremeni v tekočo sliko le pri najnižji nizki ločljivosti, 320 x 200 pik.

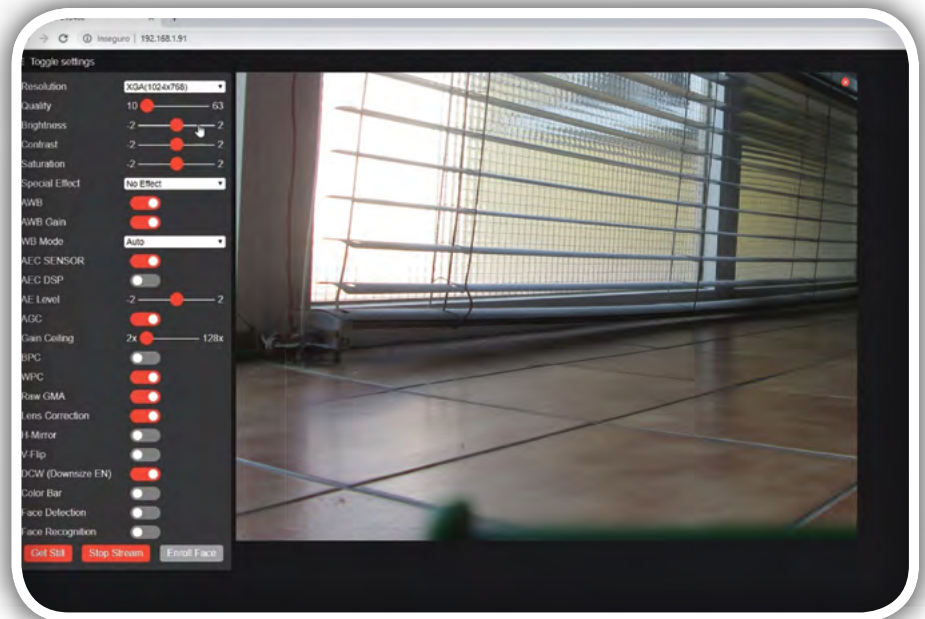
Napajanje ESP32-CAM

ESP32-CAM modul ima notranje napajanje 3,3 V, vgrajen pa ima tudi napetostni regulator AMS1117, ki omogoča, da ga napajamo s 5 V, a mora pri tem podatkovna komunikacija potekati pri TTL nivojih do 3,3 V. ESP32-CAM modul lahko zato napajamo tudi iz 3,3 V traktorskega regulatorja (LM317T), ki že napaja ESP8266-13. V specifikacijah AMS1117, ki jih lahko potegnemo s spleta preberemo, da se lahko napaja iz največ 15 V enosmerne napetosti, a je priključek za njegovo napajanje na ESP32-CAM vseeno označen s 5 V. Kljub temu je glede na Ai-Thinkerjevo shemo ESP32-CAM modula malo verjetno, da bi bilo lahko karkoli narobe, če vhod AMS1117 povežemo kar na baterijsko napetost (med 4,8 V in 8,5 V). Vendar višja vhodna napetost navadno pomeni tudi večje segrevanje regulatorja. Zato ima modul ESP32-CAM na voljo tudi priključek za 3,3 V napajanje, s katerim zaobidemo AMS1117. Nekateri uporabniki sicer poročajo, da so imeli pri uporabi 3,3 V napajanja težave, vendar menim, da

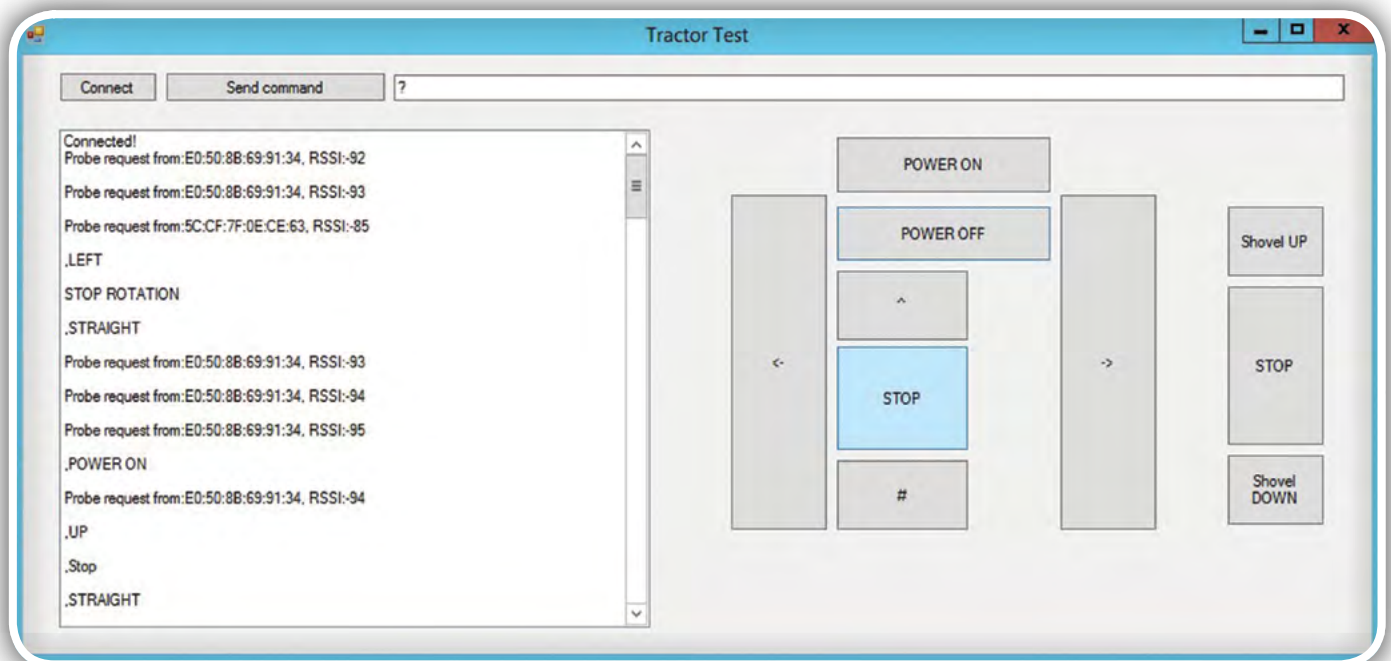
je pomembna predvsem stabilnost tovrstnega napajanja, ki jo brez težav zagotovimo z dovolj velikimi kondenzatorji ter dovolj zmogljivim in dovolj natančnim 3,3 V napetostnim regulatorjem.

Vgrajena programska oprema ESP32-CAM

Za začetek je dovolj, da uporabimo prednaloženo ugnezdeno programsko opremo ESP32-CAM modula s funkcionalnostjo spletnega video strežnika, lahko pa iz razvojnega okolja Arduino namestimo primer CameraWebServer. Obakrat imamo na voljo živo sliko ločljivosti do 1600 x 1200 pik, kar je



Slika 14: Pogled iz kamere ESP32-CAM med vožnjo traktorja



Slika 15: Primer aplikacije za upravljanje traktorja iz višjega programskega jezika Visual Basic

vsekakor več kot dovolj za upravljanje traktorja. ESP32-CAM ima vgrajeno tudi ležišče za mikro SD kartico, pri čemer na vzporednih zunanjih konektorjih vzdolž tiskanega vezja najdemo še 10 GPIO priključkov, s katerimi bi lahko krmilili tudi traktorske motorje, če bi poprej za ta namen dopolnili strežniško aplikacijo CameraWebServer, ali vanjo združili storitev telnet. Vendar to le pod pogojem, da ne bi potrebovali mikro SD kartice, saj ta zasede 6 priključkov za hitri 4-bitni vzporedni podatkovni prenos podatkov, namesto klasičnega SPI. Tak prenos podpira večina novejših SD kartic.

Razvoj aplikacijske programske opreme za daljinsko vodenje Pošiljanje in sprejemanje podatkov preko COM vrat je v večini višjih programskih jezikov enostavno. Denimo, v Micro-softovem Visual Basicu 2015 imamo na voljo komponento SerialPort, ki omogoča enostaven prenos različno dolgih podatkovnih blokov in znakovnih nizov pa tudi posameznih bajtov. Uporabimo jo tako, da jo preprosto povlečemo v načrtovalsko okno programa (design window), nato pa v programu uporabljamo kot objekt z metodami in lastnostmi.

Zato se moramo pri razvoju namenske aplikacije za upravljanje traktorja osredotočiti predvsem na uporabnost in intuitivnost. Še posebej dobrodošla je uporaba sodobne igralne palice, ki ne zaznava le premikov krmil igralne palice v levo, desno, nazaj ali naprej, ampak tudi, velikost odmika v posamezno smer. Tako lahko zelo natančno z različnimi hitrostmi krmilimo vse motorje. Namenska aplikacija lahko omogoča

tudi lepši prikaz povratnih informacij robot, kot je podatek o napetosti na krmilnem modulu, ali podatki z drugih tipal, denimo ultrazvočnega za merjenje oddaljenosti.

Izvirno kodo vzorčne aplikacije Tractor test lahko prenesete s spletne strani sites.google.com/site/pcusbprojects v datoteki TractorTest_DEMO.zip. Na omenjeni spletni strani najdete tudi vgrajeno programsko opremo, ki sem jo izdelal za krmiljenje traktorja. Programska oprema za prenos žive slike iz ESP32-CAM je na voljo s spletnih strani razvijalcev, oziroma potem, ko v razvojno okolje Arduino s spleta dodamo module za razvoj programske opreme za ESP32. Med primeri za ESP32 je tudi CameraWebServer.

Prihodnjšč

Tokrat smo model traktorja usposobili za daljinsko vodenje, prihodnjšč pa ga bomo z dodatnimi tipali spremenili v avtonomnega robota. Vsekakor ima pri tem pomembno vlogo tudi programska oprema za ESP32-CAM, ki zna razpoznavati obraze. Spoznali bomo tudi, kako vzpostavimo redundantno IoT mrežo, v kateri je vsaka IoT naprava hkrati strežnik in odjemalec, pri čemer lahko deluje tudi kot komunikacijski most med drugimi IoT napravami, ki so preveč oddaljene, da bi bila mogoča neposredna komunikacijska povezava med njimi.

<https://svet-el.si>

Naročam se na revijo Življenje in tehnika:

- Letna naročnina 45 €
- Letna naročnina za dijake, študente in upokojenca 38 €

Kopirajte kartice upokojenca oz. potrdila o vpisu pošljite na mojca.borko@tzs.si ali po pošti na naš naslov.

Izberite knjižno darilo:

- Skrivnosti predstavitev Steva Jobsa
- Paradižniki z mojega vrta
- Poker
- Veliki alpinistični vzponi



Poštnina plačana po pogodbi št. 88/1/S. Znamka ni potrebna.

Tehniška založba Slovenije, d. d.
Lepi pot 6 (p. p. 541)
SI - 1000 Ljubljana

Veliki alpinistični vzponi
PARADIŽNIKI z mojega vrta
Skrivnosti predstavitev Steva Jobsa
POKER

DARILO OB NAROČILU

* Naročnina velja do pisnega preklica. Naročnino bom poravnal/-a po prejemu položnice. Podatki, označeni z zvezdico, so obvezni.
S svojim podpisom dovoljete Tehniški založbi Slovenije, d. d., da vaše podatke hrani v svoji evidenci ter vas redno obvešča o najboljših ponudbah. Vaše podatke bomo hranili vse dokler se morda ne odločite drugače – kadarkoli lahko pisno ali po telefonu zahtevate, da v 15 dneh trajno ali začasno nehamo uporabljati vaše osebne podatke za namen neposrednega trženja. Tehniška založba Slovenije zagotavlja varstvo osebnih podatkov po Zakonu o varstvu osebnih podatkov. Knjižno darilo prejmete po plačilu položnice z letno naročnino.

*Ime in priimek:

*Ulica in hišna številka:

*Poštna številka in kraj:

*Telefon:

E-pošta:

*Podpis:

KY-015, senzor temperature in vlažnosti: Bascom-AVR programi za module iz kompleta 37-v-1 (8)

Avtor: mag. Vladimir Mitrović
E-pošta: vmitrovic12@gmail.com

Drugi modul, ki omogoča natančno merjenje temperature, je KY-015. V tem članku se bomo zato ukvarjali z njim, potem pa raziskali, kaj vse lahko pričakujemo od modula KY-013 z NTC uporom.

KY-015

Senzor temperature in vlažnosti (Temperature and Humidity Sensor Module, slika 103a)

Na modulu KY-015 se nahaja integrirano vezje DHT11, ki združuje senzor relativne vlažnosti in NTC upor v vlogi temperaturnega tipala, delovanje obeh pa upravlja 8-bitni mikrokontroler. Po specifikacijah proizvajalca je vsak DHT11 element tovarniško kalibriran, podatki so trajno zapisani v OTP pomnilnik mikrokontrolerja in jih uporablja algoritem za obdelavo izmerjenih vrednosti. Merilno območje za merjenje vlažnosti je od 20% - 90%, pri tem pa je točnost izmerjene vlage boljša od $\pm 5\%$, temperaturno merilno območje pa je od 0°C - 50°C s točnostjo izmerjene temperature boljšo od $\pm 2\%$.

DHT11 podpira serijsko komunikacije prek enobitnega vodila, ki je obenem namenjeno sinhronizaciji in prenosu podatkov. Od ostalih 1-wire komponent se razlikuje po tem, da čip nima lastnega naslova, tako, da mora biti vsaki DHT11 povezan s

svojim nadzornim mikrokontrolerjem s posebno 1-bitno povezavo. Osnovno načelo te komunikacije je naslednje:

- mikrokontroler pošlje na vodilo start signal, ki je negativni impulz, daljši od 18 ms;
- DHT11 odgovori z negativnim impulzom v trajanju 80 μs , potem pa začne pošiljati podatke;
- dolžina podatkov je 40 bitov, sestavljajo jih 16-bitna vlažnost (8 celoštevilčnih in 8 decimalnih mest) + 16-bitna temperatura (8 celoštevilčnih in 8 decimalnih mest) + 8 kontrolnih bitov;
- ko DHT11 pošlje vse podatke, preklopi način delovanja v stanje spanja (sleep mode) v katerem ima zelo majhno porabo.

Binarne ničle in enke so pulzno-širinsko kodirane: "0" predstavlja negativni impulz dolžine 50 μs + pozitivni impulz trajanja 26-28 μs , logično "1" pa predstavlja negativni impulz trajanja 50 μs + pozitivni impulz trajanja 70 μs . Bascom-AVR nima predvidenega protokola za tako vrsto komunikacije, zato smo za naše bralce pripravili vse potrebne programske rutine in jih združili v programski knjižnici DHT11\$SE.sub.

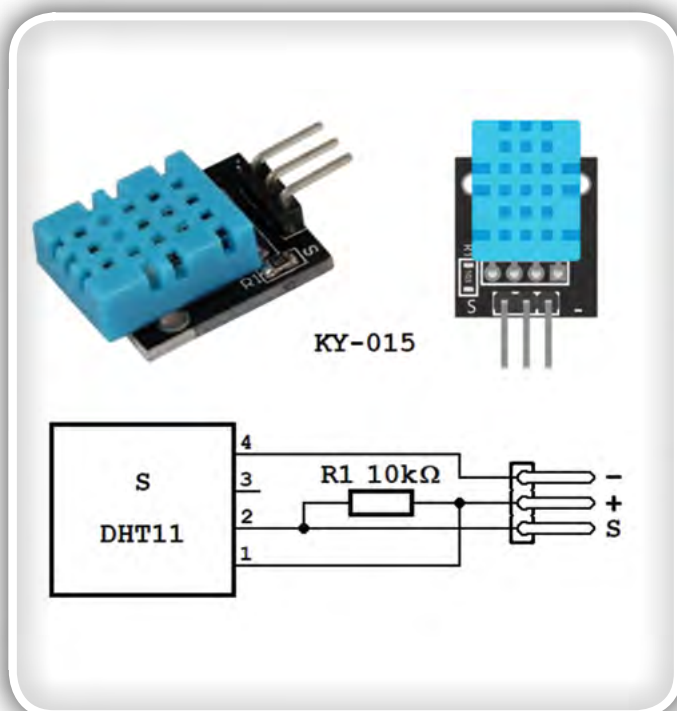
Knjižnica DHT11\$SE.sub

V knjižnici DHT11\$SE.sub se nahaja nekaj globalnih spremenljivk in podprogram DHT11\$read, ki izvaja komunikacijski protokol in sprejema rezultate merjenja.

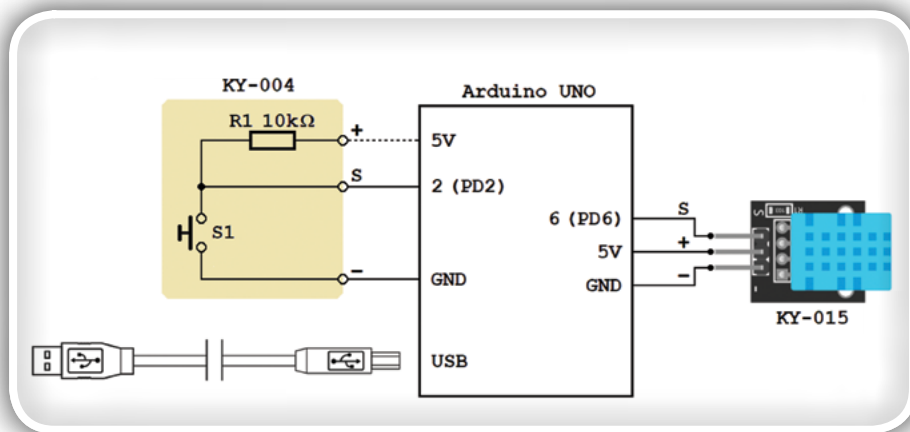
Ko DHT11\$SE.sub knjižnico dodate svojemu programu, postanejo njegov sestavni del tudi naslednje spremenljivke:

```
Dim Dht11$h1 As Byte
Dim Dht11$h2 As Byte
Dim Dht11$t1 As Byte
Dim Dht11$t2 As Byte
```

Prvi dve spremenljivki predstavljata celoštevilčni in decimalni del izmerjene vlažnosti, drugi dve pa celoštevilčni in decimalni del izmerjene temperature. Poleg omenjenih spremenljivk podprogram dimenzionira še nekaj drugih spremenljivk s predpono DHT11\$. Čeprav so tudi te spremenljivke globalne, so namenjene predvsem posameznim podprogramom iz knjižnice in jih ni priporočljivo uporabljati neposredno iz glavnega programa.



Slika 103a: KY-015, Senzorski modul temperature in vlage



Slika 103b: Tako je treba povezati KY-015 modul za preverjanje delovanja s programom 37in1_prog_10.bas

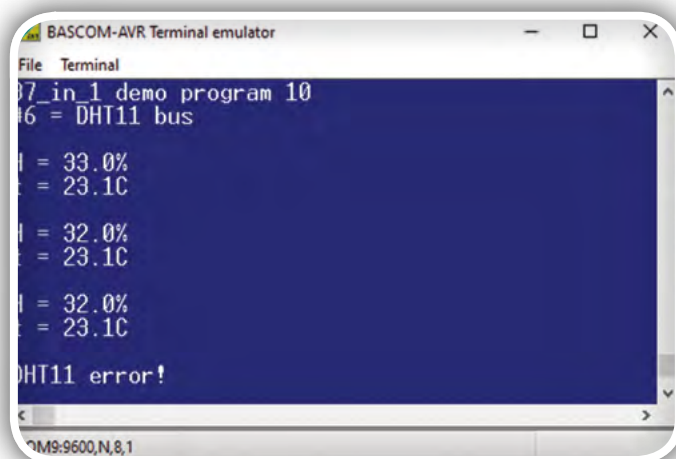
Knjižnica vsebuje le en ukaz, `Dht11$read`.
Ukaz `Dht11$read`

Dht11\$read	
Parametri:	Brez parametrov
Funkcija:	Iz čipa DHT11 sprejema podatke o izvedenih meritvah i njih shranjuje v spremenljivke <code>Dht11\$h1</code> , <code>Dht11\$h2</code> , <code>Dht11\$t1</code> in <code>Dht11\$t2</code> .
Opombe:	V primeru napake v komunikaciji ali če vsebina kontrolnega registra (CRC) ni v skladu s sprejetimi podatki, ukaz postavi Err bit.

Poleg tega ukaza se v knjižnici nahaja še nekaj podprogramov s predpono `DHT$$`. Te podprograme uporablja ukaz `DHT$11read` in jih ni priporočljivo uporabljati neposredno iz uporabniškega programa.

Program 37in1_prog_10.bas

Program je napisan za preverjanje delovanja KY-015 modula in ilustracijo uporabe knjižnice `DHT11$SE.sub`. Modul je treba povezati na Arduino Uno po shemi na sliki 103b. Program ciklično komunicira z modulom KY-015, sprejema podatke meritev iz DHT11 čipa, jih oblikuje in izpiše na emulatorju terminala. Tipka S1 je predvidena za nadgradnjo programa in se v tej različici ne



Slika 103c: Izpis programa 37in1_prog_10.bas na terminal emulatorju

uporablja.

Na začetku programa moramo vključiti programsko knjižnico `DHT11$SE.sub`:

```
$include "DHT11$SE.sub"
```

S tem so v programu definirane vse `DHT11$` spremenljivke in ukaz `Dht11$read` postane dostopen. Opomba: Knjižnica uporablja nov način definiranja podprogramov (Config Submode = New), zato je treba to upoštevati, če se v programu uporabljajo podprogrami iz nekih drugih knjižnic ali lastni podprogrami.

Potem definiramo priključek mikrokontrolerja, ki ga bomo uporabljali za komunikacijo:

```
Dht11$in Alias Pind.6
Dht11$out Alias Portd.6
```

Zaradi omejitve pri pisanju podprogramov na tem nivoju smo morali isti priključek definirati dvakrat, kot izhodni in kot vhodni. Iz istega razloga ne moremo uporabljati alternativnih imen priključkov Arduino iz knjižnice `Arduino_pins.sub`, kot smo to lahko storili v ostalih programih. Po potrebi lahko priključek zamenjamo, vendar njegovega alternativnega imena ne smemo zamenjati, ker ga uporabljajo podprogrami iz knjižnice.

V glavni programski zanki program vsako sekundo in pol zbere podatke iz čipa DHT11

```
Do
Waitms 1500
Dht11$read
```

in če ni bilo napak pri komunikaciji, izpiše izmerjeno vlažnost in temperaturo:

```
If Err = 0 Then
Print "H = " ; Dht11$h1 ; "." ; Dht11$h2 ; "%"
Print "t = " ; Dht11$t1 ; "." ; Dht11$t2 ; "C"
```

Če je ugotovljena napaka pri komunikaciji ali če CRC število ni ustrezno, bo program poslal obvestilo o napaki:

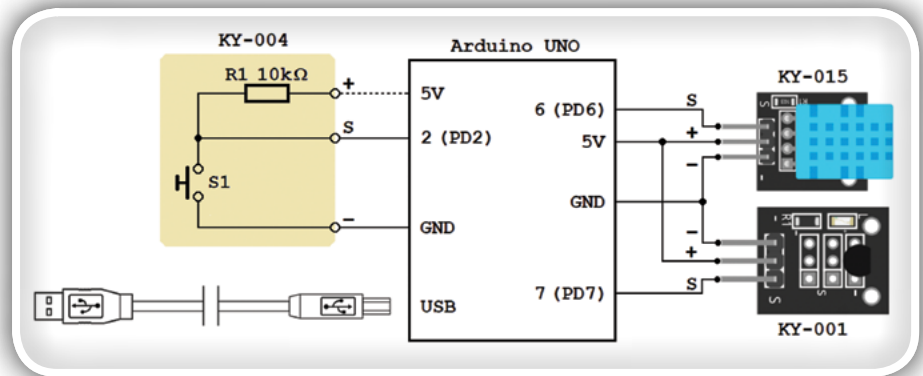
```
Else
Print "DHT11 error!"
End If
Loop
```

Zelo enostavno, knjižnica je vse delo opravila sama!

Program 37in1_prog_11.bas

Če pa že imamo na razpolago kar dva modula s čipi za merjenje temperature, se spodobi, da ju med sabo primerjamo!

Modula KY-001 in KY-015 bomo z Arduino Uno ploščico povezali po shemi na sliki 104a. Potrebujemo še modul s tipko KY-004 (ali kakšno drugo tipko) in povezavo z osebnim računalnikom prek USB kabla, poleg tega pa seveda tudi ustrezeni program, 37in1_prog_11.bas. Program uporablja obe knjižnici, DS18B20\$SE.sub in DHT11\$SE.sub, sestavljajo pa ga segmenti programov 37in1_prog_9.bas in 37in1_prog_10.bas.



Slika 104a Tako povežemo modula KY-001 in KY-015 za preverjanje delovanja s programom 37in1_prog_11.bas

Predvideni sta dve različici glavne programske zanke. V prvi se podprogram Measure_temp ciklično kliče vsakih 5 s

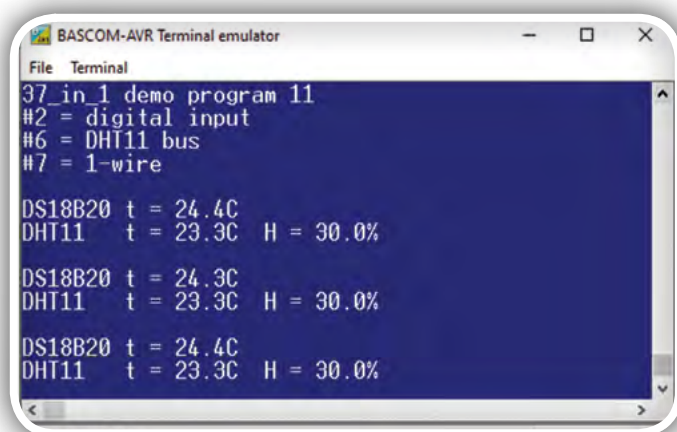
```
Do
Wait 5
Gosub Measure_temp
Loop
```

V drugi pa se isti podprogram izvede s pritiskom na tipko S1 ali s pošiljanjem ukaza "1" iz emulatorja terminala.

```
Do
Debounce Arduino_pin#2 , 0 , Measure_temp , Sub
Cmd = Inkey()
If Cmd = "1" Then
Gosub Measure_temp
End If
Loop
```

Podprogram Measure_temp združuje postopke komunikacije s čipi DS18B20 in DHT11 iz programa 37in1_prog_9.bas in 37in1_prog_10.bas, z nekoliko prilagojenim prikazom; rezultat programa je prikazan na sliki 104b.

Meritve se razlikujejo za približno 1°C, pri tem pa je opazno, da DS18B20 znatno hitreje reagira na temperaturne spremembe in bi morali biti, vsaj po podatkih iz tehnične dokumentacije, rezultati njegovih meritev nekoliko bolj točni od meritev z DHT11 čipom.



Slika 104b: Izpis programa 37in1_prog_11.bas na emulatorju terminala

Kako izmeriti temperaturo z NTC uporom?

Ostane nam še en preizkus: primerjava meritev, ki jih dobimo z modulom KY-001, ki meri z DS18B20 čipom in KY-013 modulom z NTC uporom. Če želimo iz njega dobiti vse, kar zmore, se bomo okrog KY-013 modula morali malce potruditi! Shema na sliki 91a (Svet elektronike 277) prikazuje, da se na KY-013 modulu nahaja serijska vezava neznanega NTC upora in pull-up upora R1, z upornostjo 10 kΩ. Napetost izhodnega priključka je napetost na stiku teh dveh uporov in je odvisna od njunih vrednosti in napajalne napetosti. Pri temperaturi 25°C je bila izmerjena upornost NTC upora (približno) 10 kΩ, zato je razmerje vrednosti teh dveh uporov zelo blizu idealni vrednosti 1, zato bo izhodna napetost okrog 2,5 V (če je modul priključen na napajalno napetost 5 V). Ker je upornost NTC upora temperaturno odvisna, je tudi napetost na izhodnem priključku odvisna od temperature. Z merjenjem te napetosti z A/D pretvornikom mikrokontrolerja bomo dobili neko ADC vrednost med 0 in 1023. Če označimo upornost NTC upora pri temperaturi t kot R_t , bomo v programu lahko izračunali njegovo upornost s pomočjo formule:

$$R_t = \frac{R_1}{\frac{1023}{ADC} - 1}$$

Ta vrednost je funkcija temperature in v literaturi jo srečamo v dveh oblikah kot formuli:

- eksponentno enačbo, v kateri se pojavlja še temperaturni koeficient NTC upora, beta ali
- eksponentno Steinhart and Hart enačbo, v kateri se pojavljajo koeficienti A, B in C.

Kadar se srečamo z NTC uporom neznanih karakteristik, moramo te koeficiente določiti z merjenjem. V prvem primeru moramo merjenje upora R_t narediti na dveh, v drugem pa na treh enakomerno razporejenih temperaturah znotraj železnega merilnega območja. Tudi če bi imeli na voljo tehnično dokumentacijo NTC upora, je raztros vrednosti parametrov tolikšna, da je za vsako bolj točno merjenje priporočljivo vsak upor kalibrirati, kar seveda spet pomeni merjenje vrednosti upornosti pri dveh, oziroma treh temperaturah.

Ker je prva metoda bolj enostavna, jo bomo tudi mi uporabili. Sicer zagotavlja malo manjšo zanesljivost merjenja temperature, vendar bomo ugotovili, kakšno točnost lahko pričakujemo. V literaturi in na internetnih forumih so opisani postopki, s katerimi določamo dva začetna parametra: vrednost upornosti R_t pri temperaturi 25°C (to vrednost običajno označimo z R_0):

$$R_0 = \frac{R_1}{\frac{1023}{ADC} - 1}$$

in vrednost parametra beta. Parameter beta se določa z merjenjem vrednosti upora R_t pri dveh med seboj dovolj "oddaljenih" temperaturah T_1 in T_2 in potem izračuna po formuli:

$$\beta = \frac{\ln \frac{R_{t1}}{R_{t2}}}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}}$$

Temperaturi T_1 in T_2 se izražata v stopinjah Kelvina. Mi bomo splošno znane formule nekoliko spremenili in bomo namesto R_t raje izmerili razmerje R_t/R , tako na temperaturi 25°C , kot tudi pri vseh ostalih temperaturah:

$$\frac{R_t}{R_1} = \frac{1}{\frac{1023}{ADC} - 1}$$

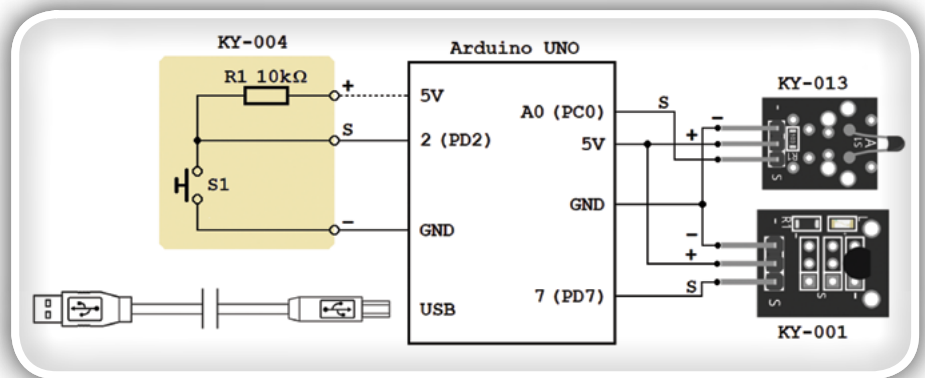
Izraz za izračun parametra beta je sedaj videti takole:

$$\beta = \frac{\ln \frac{R_{t1}/R_1}{R_{t2}/R_1}}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}}$$

Ko poznamo koeficient beta NTC upora in njegovo upornost R_0 pri temperaturi T_0 ($T_0 = 25^\circ\text{C} = 298,15\text{K}$), lahko temperaturo izračunamo z merjenjem upornosti NTC upora R_t , oziroma razmerja R_t/R_1 :

$$T = \frac{1}{\frac{1}{T_0} + \frac{1}{\beta} \cdot \ln \frac{R_t}{R_0}} = \frac{1}{\frac{1}{T_0} + \frac{1}{\beta} \cdot \ln \frac{R_t/R_1}{R_0/R_1}}$$

Tudi tu so vse temperature v stopinjah Kelvina. Sedaj, ko poznamo osnove, lahko začnemo s pisanjem programa. Pravzaprav bomo napisali dva programa: s prvim bomo izmerili in izračunali osnovne parametre NTC upora na KY-013 modulu, potem pa bomo te vrednosti uporabili v drugem programu.



Slika 105a: Tako je treba povezati modula KY-001 in KY-013 za določanje parametrov NTC upora s programom `37in1_prog_12.bas`

V tem drugem programu bomo primerjali merjenja temperature z NTC uporom in našim etalonom, integriranim vezjem DS18B20.

Program 37in1_prog_12.bas

S tem programom določamo parametra R_0/R_1 in beta NTC upora z modula KY-013. Pri tem bomo potrebovali še natančni merilnik temperature, za kar bomo uporabili modul KY-001 z integriranim vezjem DS18B20 in tipko S1, samostojno ali tisto, ki je vgrajena na modulu KY-004. Vsi moduli se povežejo z Arduino Uno ploščico po shemi na sliki 105a. Če želimo doseči zanesljive rezultate, morata biti NTC upor in DS18B20 nameščena zelo blizu skupaj, še najbolje je, da se dotikata. To "merilno sondo" bomo povezali z Arduino Uno ploščico s kablom dolžine okrog 1 m, da jo bomo lahko enostavno postavili v prostore z različnimi temperaturami (na primer v zamrzovalnik ali v pečico).

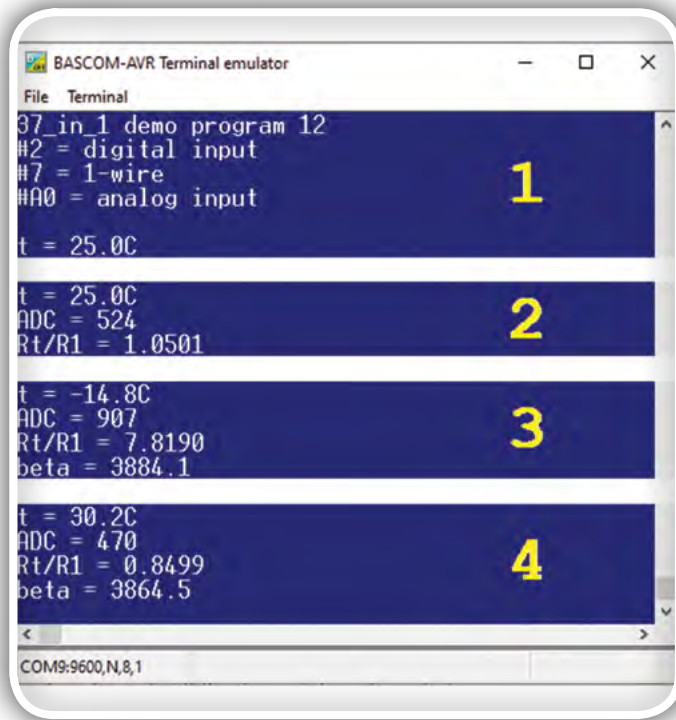
Program v glavni programske zanki meri temperaturo z integriranim vezjem DS18B20, približno enkrat v sekundi:

```
Do
Gosub Measure_temp
...
Loop
```

Podprogram `Measure_temp` uporablja ukaze iz knjižnice DS18B20\$SE.sub in je zelo podoben prej opisanemu; edina bistvena razlika je način izpisa temperature, ki ima sedaj tako obliko:

```
Measure_temp:
Print Chr(13) ; "t = ";
...
Print Fusing(temp_1 , "#.#") ; "C  ";
...
Return
```

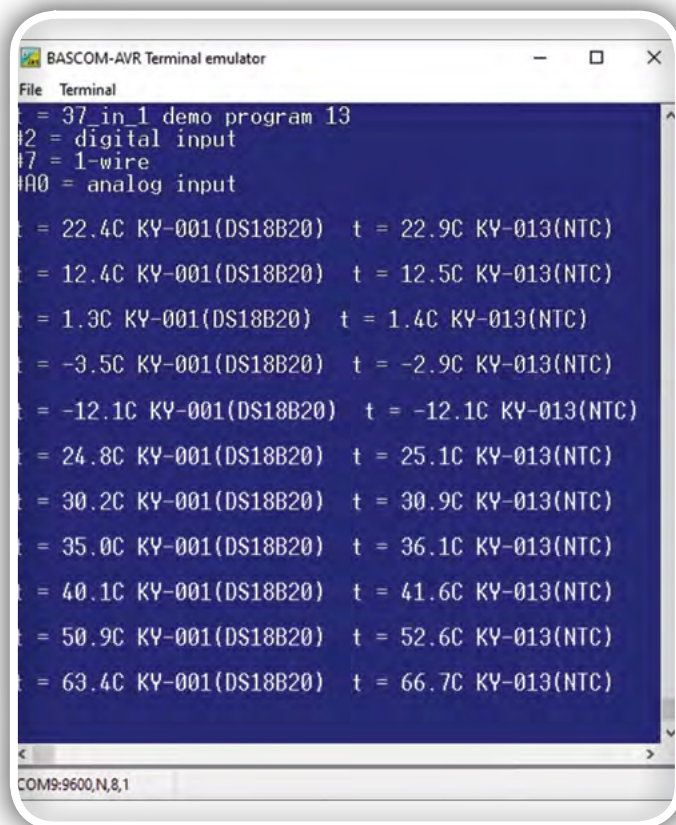
Znak `Chr(13)` je kontrolni znak CR (Carriage Return) in ta povzroči, da se izpis začne na začetku tekoče vrstice. Znak ";" na kraju drugega `Print` ukaza preprečuje pošiljanje kontrolnega znaka LF (Line Feed), ki bi povzročil premik na začetek naslednje vrstice. S to spremembo smo dosegli, da se izpis temperature ponavlja v isti vrstici emulatorja terminala, kar



Slika 105b: Izpis programa 37in1_prog_12.bas na emulatorju terminala

povzroči, da se izmerjeni podatki na zaslону ne premikajo in s tem ne odvrtačajo pozornosti (slika 105b, segment 1).

Merjenje napetosti na NTC uporu lahko poženemo na dva



Slika 105c: Izpis programa 37in1_prog_13.bas na terminal emulatorju

načina: s pritiskom na tipko S1 ali s pošiljanjem ukaza "1" iz emulatorja terminala:

```
Do
...
Debounce Arduino_pin#2 , 0 , Measure , Sub
Cmd = Inkey()
If Cmd = "1" Then
Gosub Measure
End If
Loop
```

V podprogramu Measure bomo izmerili napetost na izhodnem priključku modula KY-013 z A/D pretvornikom (ADC), ga preračunali v razmerje Rt/R1 in potem te vrednosti prikazali v emulatorju terminala (slika 105b, segment 2). Zelo je pomembno, da to prvo merjenje izvedemo pri temperaturi točno 25°C; to bomo najlažje dosegli, če merilno sondo pokrijemo z dlanjo v obliki polkrogle in počakamo, da temperatura počasi naraste do 25°C. Merjenje je treba ponoviti pri temperaturi, ki je dovolj različna od 25°C: v segmentih 3 in 4 slike 105b je sonda najprej postavljena v zamrzovalnik, potem pa v rahlo segreto pečico. V obeh primerih je treba paziti, da se sonda ne dotika okoliških predmetov (da je nameščena prosto v zraku), poleg tega pa je potrebno čakati dovolj dolgo, da se temperatura stabilizira in šele potem začeti z merjenjem. V teh naslednjih merjenjih (v vseh, razen prvega) dobi program dovolj podatkov, da lahko izračuna parameter beta in ga nato tudi prikaže v emulatorju terminala.

Merjenje je priporočljivo nekajkrat ponoviti in vzeti srednje vrednosti parametrov Rt/R1 in beta. Mi smo to izvedli z enim samim merjenjem in dobili izmerjene vrednosti parametrov NTC upora na našem KY-013 modulu

```
R0/R1 = 1.0501 in
beta = 3884.1
```

Program 37in1_prog_13.bas

Program 37in1_prog_13 uporablja izmerjene parametre NTC upora, s katerimi lahko potem izmerjeno napetost na NTC uporu z uporabo formule:

$$T = \frac{1}{\frac{1}{T_0} + \frac{1}{\beta} \cdot \ln \frac{R_t/R_1}{R_0/R_1}}$$

preračuna v temperaturo in jo zatem prikaže na emulatorju terminala. Program ciklično meri temperaturo s pomočjo čipa DS18B20 in jo prikazuje na nepremičnem izpisu s prej opisano tehniko programiranja. S pritiskom na tipko S1 ali pošiljanjem ukaza "1" iz emulatorja terminala se izvede klic podprograma Measure. V njem se prebere vrednost A/D pretvornika, preračuna v razmerje Rt/R1 in se s primerjavo razmerja R0/R1 in vrednostjo beta parametra izračuna trenutna temperatura. Da bi lahko naredili ta izračun, je v program treba prenesti vrednosti parametrov, ki smo jih dobili s programom 37in1_prog_12.

bas; ti dve vrednosti vpišemo kot konstanti na začetku programa in v našem primeru imata take vrednosti:

```
Const Beta = 3884.1
Const R0r1 = 1.0501
```

Točnost meritev je bila preverjena z nameščanjem merilne sonde v prostore z različnimi temperaturami. V vseh primerih je bilo potrebno počakati, da se je temperatura, ki jo meri DS18B20 čip, stabilizirala in se je šele zatem izvedla meritev temperature z NTC uporom. Rezultati merjenja so prikazani na sliki 105c.

Opažamo, da se meritve v temperaturnem območju od -12°C do 35°C zelo dobro ujemajo; odstopanja niso večja od 1°C . Pri temperaturah nad 35°C se začnejo odčitki vse bolj razlikovati in pri temperaturi 63°C je odstopanje že okoli 3°C (najbrž bi se zgodilo isto, tudi če bi meritve izvajali pri temperaturah, znatno nižjih od -12°C). Za ta pojav obstajata dva razloga:

- parametri NTC upora so izmerjeni pri temperaturah -14°C in 25°C , zato smo lahko pričakovali, da bodo odstopanja pri teh temperaturah najmanjša; izkazalo se je, da je dobro "pokrito" tudi celotno področje med tema dvema mejnima temperaturama;

- upornost NTC upora je pri višjih temperaturah znatno manjša od upornosti pri 25°C , krivulja odvisnosti upornosti (in seveda tudi izhodne napetosti) od temperature je skoraj horizontalna, kar pomeni, da je potrebna večja sprememba temperature, da lahko zaznamo merljivo spremembo napetosti, ločljivost A/D pretvornika mikrokontrolerja v tem področju pa je premajhna, da bi lahko natančno izmerili nastale spremembe.

Kljub navedenim pomanjkljivostim pa se je točnost merjenja temperature z NTC uporom pokazala kot popolnoma zadovoljiva v razmeroma širokem temperaturnem razponu.

Opombe: Tu so programi predstavljeni zelo površno; za popolno razumevanje je potrebno dobiti na vpogled in proučiti celotne programe. Datoteko Arduino_pins.sub z definicijami Arduino UNO priključkov, knjižnici DS18B20\$SE.sub in DH-T11\$SE.sub ter omenjeneprograme37in1_prog_10.bas,37in1_prog_11.bas, 37in1_prog_12.bas in 37in1_prog_13.bas lahko dobite brezplačno v uredništvu revije Svet elektronike.

Opomba uredništva: pričujoči članek bi moral biti 23. po vrsti v seriji Barduino, vendar je zaradi napake objavljen kot 24. po vrsti. Bralcem in avtorju se za napako iskreno opravičujemo.

<https://svet-el.si>

svet
ELEKTRONIKE

PROGRAMIRANJE

Napravimo si IR kamero

Avtor: Brian Millier

Kaj je FLIR kamera? Akronim FLIR pomeni »naprej usmerjeno infrardeče« (gledanje), zato takšne kamere zaznavajo infrardečo energijo. Infrardeča energija je v bistvu merilo, koliko toplote oddaja predmet. FLIR senzorje je prvotno zasnoval Kirby Taylor iz podjetja Texas Instruments leta 1963. Njihove prve aplikacije so bile za vojaške namene - bile so drage in so bile torej praktične samo za vojsko, ki porabi veliko za vso svojo tehnologijo. Sčasoma pa so se stroški teh senzorjev dovolj znižali, da so postali praktični za komercialno / potrošniško uporabo.

Infrardeča svetloba spada v dve območji - dolgovalovno in srednjevalovno IR območje. Senzorji za dolgovalovne IR lahko zaznavajo telesno toploto in toploto, ki jo proizvajajo elektronske komponente itd., vendar delujejo le na omejeni razdalji (kar je na splošno v redu za predvideni namen). Srednjevalovni IR senzorji imajo še nekaj drugih prednosti, je pa senzorje na splošno potrebno ohladiti na kriogene temperature.

Pred petintridesetimi leti sem delal za podjetje General Electric Medical Systems. Servisirali sem sistem IR kamer, imenovan Spectrotherm, ki jim ga je GE prodal. Uporabljali so ga za izdelavo mamogramov za odkrivanje raka dojke. Če mi spomin pravilno služi, je njegov IR senzor izdelal vojaški pogodbenik Hughes. Kot že omenjeno, je bilo treba ta senzor vzdrževati pri minus 195°C ,



Fotografija 1: Spectrotherm sistem



Fotografija 2: Leptonov senzor

tako da je bil obkrožen z vakuumsko posodo (dewar), ki vsebuje tekoči dušik. To ni bilo tako neprijetno, kot bi si morda mislili, saj bolnišnice uporabljajo tekoči dušik za številne druge namene. Spectrotherm IR-senzor sploh ni bil nič podoben sodobnim senzorjem IR-kamere, saj je ustvaril le en "piksel". Da bi dobili sliko, je bilo treba prihajajoči IR energiji, ki sestavlja sliko, odbiti dve pomični ogledali, ki sta omogočali skeniranje vhodne IR energije v navpični in vodoravni ravnini. Načeloma je to podobno fiksni čitalcem črtnih kod, ki jih vidite v trgovini za prodajo živil. Fotografija 1 je stara slika tega sistema z nizko ločljivostjo.

Sodobni senzorji IR kamere spadajo v tri široke skupine:

- **Zelo nizka ločljivost tipala**, ki naj bi le nejasno zaznavala obliko predmeta s svojim toplotnim podpisom, na primer na montažni liniji. Primer tega bi lahko bil infrardeči senzor Panasonic AMG8833 Grid-EYE®, ki ima ločljivost le 8 x 8 slikovnih pik.
- **Senzorji zmerne ločljivosti** proizvajalca Melexis. Senzor MLX90640 ima ločljivost 32 x 24 slikovnih pik in ga je enostavno povezati prek I2C. Pri ceni približno 40 €, so ti senzorji dobra izbira za domače projekte.
- **Senzorji visoke ločljivosti**, ki jih je izdelal Lepton. Izraz visoke ločljivosti je seveda relativen. V polju IR kamere se ločljivost tipala Lepton 160 x 120 pik šteje za "visoko ločljivost". Kamera našega mobilnega telefona skoraj ne bi štela za visoko ločljivost, če bi zahtevala te specifikacije. Ti so precej dražji, približno 170 €, a če upoštevate stroške na piko, so povsem razumni. Na fotografiji 2 je prikazan Leptonov senzor.

Odločil sem se, da je Melexis MLX90640 dober izbor za moje namene, zato sem zasnoval projekt okoli njega. Tu v Kanadi sem si ga kupil pri podjetju Digi-Key. Ker je Melexis s sedežem

v Belgiji, bi ga morali bralci revije Svet elektronike enostavno dobiti od regionalnih distributerjev v EU.

MLX90640 IR slikovni senzor

MLX90640 ima še eno prednost pred nizko ceno - nameščen je v istem TO39 ohišju, ki so ga v preteklosti uporabljali za številne tranzistorje. Vsebuje 4 priključke in jih je enostavno pritrditi na razvojno ploščo z rasterjem 0,1". Na voljo je v dveh različicah z vidnim poljem (FOV) bodisi 55° x 35° (oznaka BAB) bodisi 110° x 75° (oznaka BAA). Konfiguracija BAB je nekoliko nižja in je ta, ki sem jo izbral. Na fotografiji 3 je prikazan MLX90640 senzor, ki sem ga kupil - možnost BAA je videti podobno, le da je njegov črni kolimator nekoliko krajši in ima večji premer.

Ti senzorji so tovarniško umerjeni. To pomeni, da so odčitki temperature natančni. Prav tako je pomembno, da se ujemanje vseh 768 posameznih tipal izvede s pomočjo koeficientov, shranjenih v tabelah EEPROM znotraj naprave. Zato, če bi kamero usmerili na nekaj, kar je izotermično po celotni površini, na dobljeni sliki ne bi videli vročih ali hladnih madežev. Sumim, da tovarniški kalibracijski faktorji bistveno vplivajo na ceno enote.

Ti senzorji so sposobni relativno hitro osveževati. Hitrost osveževanja je mogoče nastaviti v območju od 0,5 do 64 Hz. Pri mojem projektu je bil omejujoč dejavnik to, kako hitro sem lahko osvežil TFT displej, ki se je izkazal da je 4 sličice/sekundo.

MLX90640 deluje na 3,3 voltih, kar je priročno, saj je to napajalna napetost, ki je potrebna tako za MCU, ki sem ga izbral, kot tudi za TFT LCD displej. MLX90640 troši približno 20 mA toka, tako da ni pomembna obremenitev LiPo baterije, ki jo uporabljam.

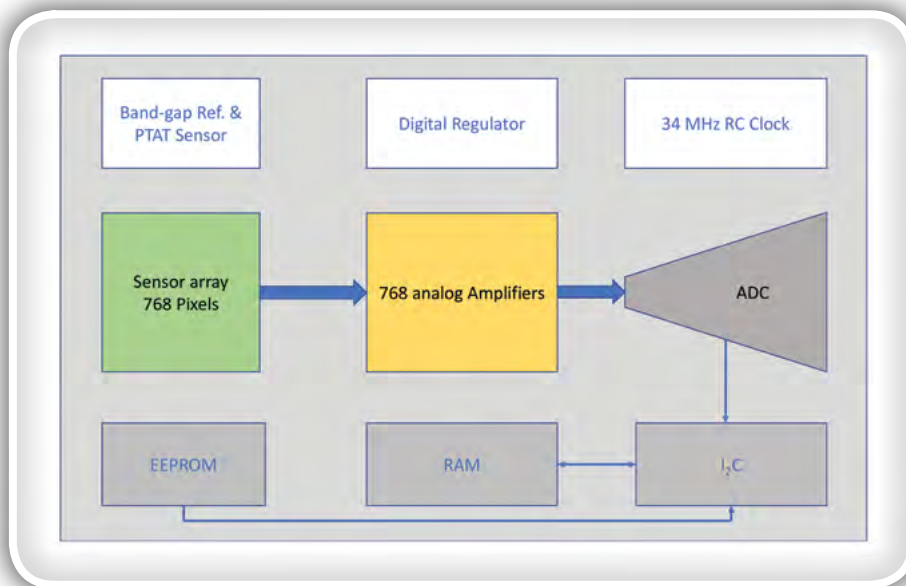
V MLX90640 je 768 ločenih IR senzorjev. Vsi senzorji merijo temperaturo (tj. IR sevanje) glede na temperaturo podlage, na katero so senzorji nameščeni. Zato je v čip vključen notranji senzor temperature podlage (imenovan PTAT). Slika 1 prikazuje notranje elemente vezja.

Kaže, da ima vsak senzor svoj analogni ojačevalnik, preden se njegov signal vodi v ADC, za kar predvidevam, da mora biti en ADC z vhodnim multiplekserjem. ADC ima ločljivost 18 bitov, vendar je to mogoče spremeniti s programskimi ukazi.

Naprava vsebuje EEPROM matriko za shranjevanje veliko različnih tovarniško izmerjenih koeficientov kalibracije. Obstaja nekaj diskretnih koeficientov, kot so tisti, ki shranjujejo notranjo vrednost VDD in kalibracijo senzorja temperature okolice. Vendar je večina EEPROM prostora zasedena s koeficientnimi nizi, ki ustrezajo parametrom za vsakega od 768 senzorjev v matriki.



Fotografija 3: MLX90640 senzor



vrednosti je bila potrebna formula (plus notranja napetost, kolikor se spominjam). V primeru MLX90640 so potrebni izračuni veliko bolj zapleteni. In s tem ne mislim samo, da ima vsak piksel svoj nabor kalibracijskih koeficientov - na splošno je potrebnih še veliko več izračunov.

Čeprav je bilo ohišje senzorja in priložen vmesnik I2C spodbudno, sem bil zaskrbljen zaradi zapletene matematike, potrebne za uporabo senzorja. Medtem ko je bil del tega moja skrb glede pisanja programa, sem se tudi spraševal, kako zahtevno bo MCU moral delovati, da bi "drobil številke". Skrbelo me je tudi za količino potrebnega SRAM pomnilnika v MCU.

Melexis je očitno razumel to skrb - napisali so gonilnik za to vezje, ki ga vidno prikažejo na prvi strani svojega podatkovnega lista. To je na voljo na spletnem mestu Melexis GitHub (povezava je navedena v referencah). Sestavljen je iz API-ja, napisanega na „C“, in namenskega gonilnika I2C za vezje. Obstaja tudi PDF datoteka z naslovom "MLX90640 gonilnik", ki opisuje različne funkcije API-ja, pa tudi sam opis I2C gonilnika.

Slika 1: Notranji elementi vezja

Naprava vsebuje natančno referenčno pasovno vrzel za analogni vezje ter pomnilno RAM polje, ki začasno shrani vsako vrednost pikselov, dokler jih ni mogoče serijsko prebrati preko I2C. Čeprav na sliki 1 ni prikazano, obstaja tudi MCU ali DSP, ki upravlja s celotnim pretokom podatkov, sinhroniziranim s 34 MHz RC taktom.

V preteklosti sem uporabljal IR vezje Melexis, ki vsebuje samo en senzor. Izmerili so tudi temperaturo glede na notranjo temperaturo substrata čipa. Za določitev temperature iz teh dveh

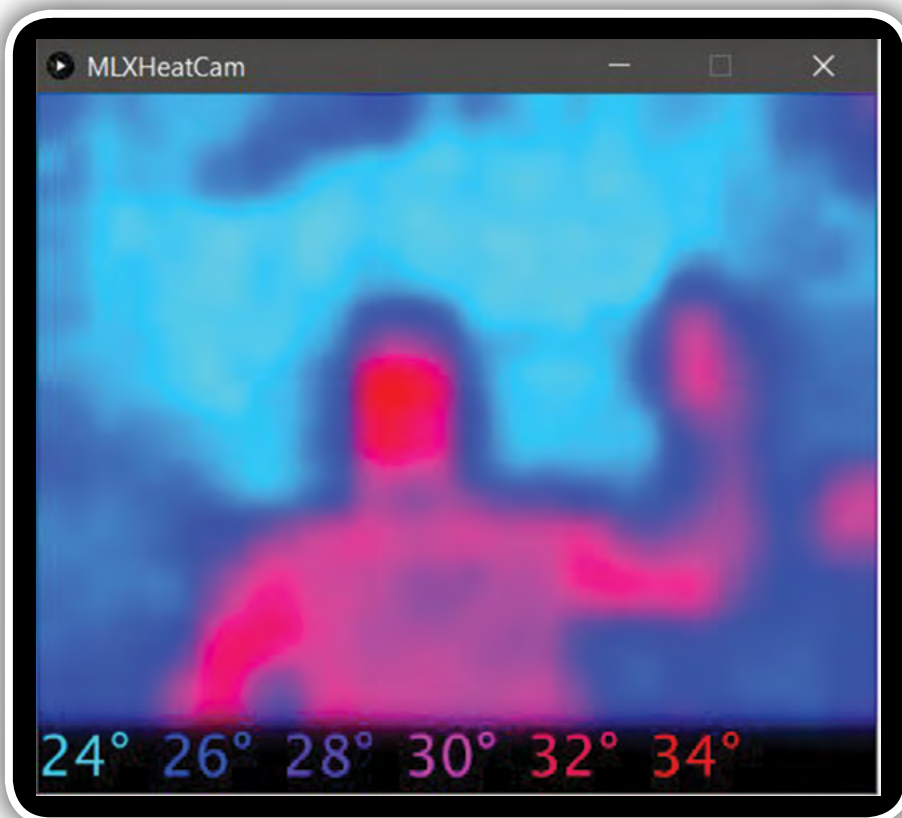
To je dober prvi korak, toda skica z Arduino primerom bi bila še bolj uporabna. Našel sem takšno skico, ki jo je napisalo ameriško podjetje Sparkfun, ki oskrbuje ljubitelje elektronike.

Prodajajo majhno razvojno ploščo, ki vsebuje ta senzor.

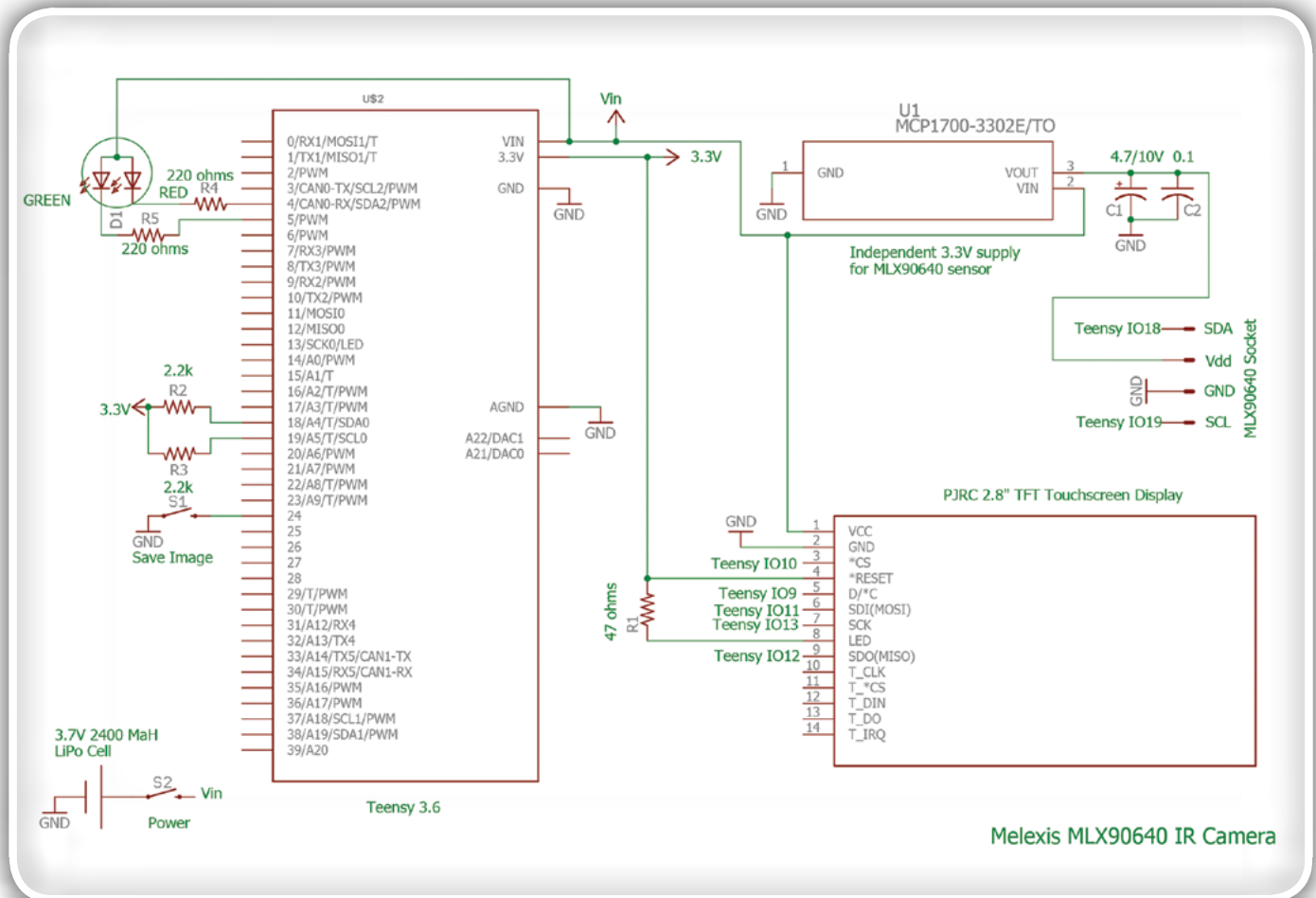
Poleg Arduino skice so napisali tudi Processing aplikacijo, ki deluje v osebnem računalniku in vam omogoča vizualizacijo slik, tudi če v svoj projekt ne vključite LCD zaslona. Slika 4 prikazuje primer slike kamere (s spletnega mesta GarkHub Sparkfun).

V svoj projekt sem nameraval vključiti TFT LCD zaslon, tako da dejansko še nisem preizkusil Processing aplikacije.

Moram omeniti, da čeprav je Sparkfun priskrbel Arduino skico za MLX90640, zaradi zgoraj omenjene kompleksne matematike ta skica ne bo delovala na nobeni Arduino plošči, ki temelji na M328, kot je na primer Uno. Za shranjevanje vseh potrebnih spremenljivk s plavajočo vejico je potrebnih 20.000 bajtov SRAM-a, kar je veliko več kot 2K na voljo v MCU-jih, kot je ATmega328. Tudi Arduino Mega 2560 vsebuje le 8K SRAM-a, zato tudi ta ni uporaben. Zato morate za projekt poiskati še en MCU, ki je združljiv z Arduino.



Fotografija 4: Primer slike kamere



Slika 2: Shema vezja projekta

V zadnjih 5 letih uporabljam različne Teensy MCU module - Teensy 3.2, 3.5, 3.6 in v zadnjem času različice 4.0. Moduli Teensy uporabljajo različne Freescale (zdaj NXP) ARM procesorje. Zelo zanimivo v MCU družini Teensy je:

- So združljivi z Arduino (z uporabo dodatka *Teensyduino* k *Arduino IDE*).
- Obstaja izjemno aktiven in koristen forum Teensy, ki olajša proces razvoja.
- Na voljo je veliko knjižnic, ki so združljive z Arduino. Mnoge od teh so nameščene samodejno, ko je nameščen dodatek *Teensyduino*, veliko več pa jih obstaja na različnih spletnih mestih *GitHub*, ki so povezane na forumu.
- Različni Teensy moduli so cenovno ugodni glede na zmoglosti.

V *Sparkfun* priporočajo modul Teensy 3.2 za izvedbo svoje skice z *MLX90640*. Vendar sem se odločil, da bom uporabil najhitrejši Teensy modul, ki je bil na voljo takrat (Teensy 3.6), saj me je zanimalo, ali se LCD zaslon osveži pri najvišji možni hitrosti. Za primerjavo hitrosti ima *Arduino Mega* rezultat *Coremark 7,03*, *Teensy 3.2 126,7*, *Teensy 3.6* pa ima *Coremark 440*.

Če bi danes delal projekt, bi morda preskočil Teensy 3.6 in naredil projekt z najnovejšim Teensy 4.0. Slednji je 2/3 cene Teensy 3.6, ker prihaja na veliko manjši PCB (z manj I/O priključki). Na Teensy 4.0 je za ta projekt še vedno dovolj vhodno/izhodnih priključkov, njegova ocena *Coremark* pa je 2313: 6x višja, kot

pri že tako hitri Teensy 3.6. Teensy 3.6 pa ima prednost vgrajene vtičnice SD kartice, kar izkoristim v tem projektu.

Shema

Na sliki 2 se nahaja shema vezja projekta. *MLX90640* komunicira prek primarnih I2C vrat Teensy 3.6 (IO18 in IO19), obe liniji SCL in SDA pa sta preko 2,2k uporov povezani do Vcc. Uporabljam I2C hitrost 800 kHz, zato je pomembno, da uporabite te zunanje pull-up upore, ne pa da le omogočite notranje pull-up upore znotraj Teensy 3.6. 2,8-palčni barvni TFT zaslon na dotik je model velikosti 320 x 240, ki ga prodaja *PJRC.com* - isto podjetje, ki proizvaja in prodaja module Teensy. Ta uporablja SPI vmesnik in vsebuje priljubljen čip gonilnika displeja *ILI9341*. Ta displej je na voljo tudi pri različnih spletnih kitajskih prodajalcih in pri *Amazonu*. Čeprav sem njegovo funkcijo zaslona na dotik uporabljal pri drugih projektih, tukaj res ni bil potreben, saj je za uporabniški vmesnik poleg stikala za vklop potrebna le ena tipka.

Napajanje zagotavlja ena sama 2400 mAh LiPo celica, ki se priključi na Vin priključek v Teensy 3.6. Modul T3.6 vsebuje lastni 3,3-voltni LDO regulator, ki deluje dobro z izhodom 3,7 voltne LiPo celice. Dostop do te regulirane 3,3 V napetosti je zagotovljen na 3V priključku na T3.6, ki omogoča napajanje drugih zunanjih vezij. V tem projektu za napajanje osvetlitve zaslona TFT uporabljam samo 3,3-voltno napajanje Teensy 3.6, preostali del TFT zaslona pa napaja LiPo celica (TFT zaslon ima svoj 3,3V LDO).

Melexis opozarja uporabnike, naj za svoj MLX90640 senzor zagotovijo 3-voltni nizkošumni napajalnik. Odločil sem se za varno rešitev in vključil ločen Microchip MCP1700-3302E LDO regulator, ki bo napajal samo MLX90640. Nisem prepričan, ali je bilo to potrebno, toda sumim, da je na 3,3-voltnem izhodnem priključku modula T3.6 nekaj visokofrekvenčnega šuma, saj napaja ARM MCU.

Za status sem uporabil dvobarvno LED - to kaže na napredek pisanja med shranjevanjem datotek na SD kartico.

Na fotografiji 5 je prikazano vezje, nameščeno v ohišju. Vtičnica SD kartice je vidna na levem delu Teensy 3.6 modula. Teensy 3.6 se sprogrami prek vgrajenega zagonskega USB-ja, mikro USB vtičnica je na desni strani modula.

Imam ločeno LiPo polnilno enoto, zato odstranim LiPo baterijo, da jo napolnim. Na fotografiji 6 je prikazana uporabniška stran kamere, ki prikazuje zaslon TFT, stikalo za vklop in tipko za zajem zaslona.

Softver skice

Programska oprema je sestavljena iz Arduino skice. V Arduino IDE morate imeti nameščen Teensyduino dodatek. To je relativno "neboleč" postopek - samo sledite navodilom na naslednjem spletnem mestu PJRC:

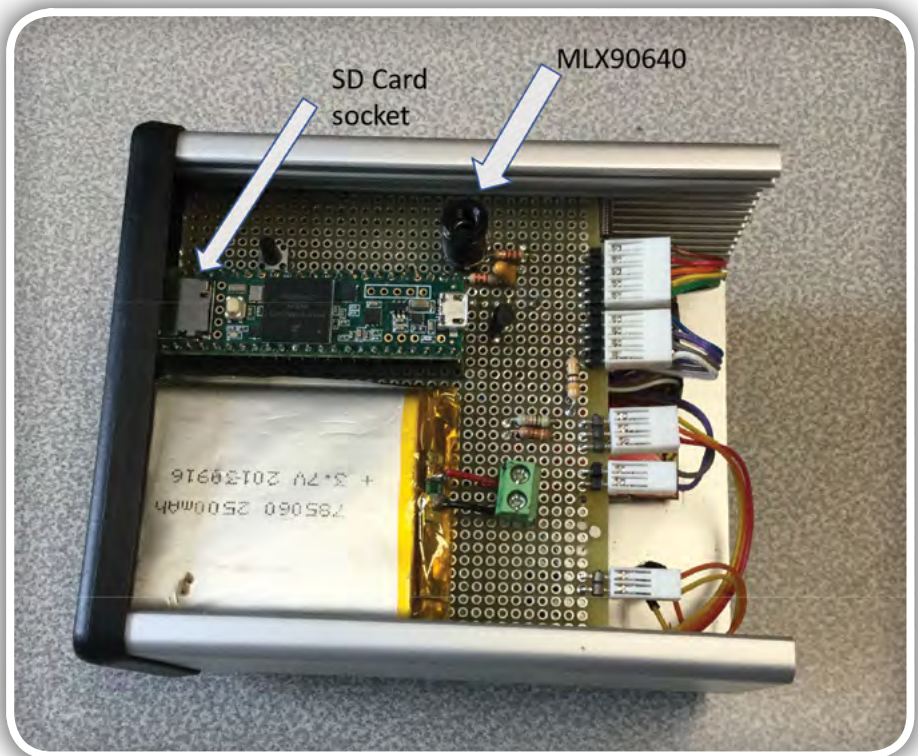
- https://www.pjrc.com/teensy/td_download.html

Na spletni strani revije Svet Elektronika sem priskrbel Arduino skico. Priskrbel sem tudi naslednje knjižnice, ki so potrebne:

- *ILI9341_t3N-master*
- *SPIN-master*
- *MLX90640 knjižnične datoteke podjetja Melexis.*

Oglejmo si te knjižnice za trenutek. Krnilnik ILI9341 se uporablja na TFT zaslonu. Verjetno najbolj priljubljena knjižnica za prikaze ILI9341 je knjižnica Adafruit ILI9341 Arduino. Na voljo je bila že zgodaj in so na začetku podprli AVR MCU. Čeprav je bil prenesen za delovanje s Teensy ARM MCU-ji, ni optimiziran za napredno ARM Teensy arhitekturo. Obstaja veliko podatkov, ki jih je treba pretočiti na zaslon, da se prikaže zaslon IR kamere, knjižnica Adafruit pa zagotavlja počasno osvežitev.

Ugotovil sem, da je knjižnica ILI9341-t3N, ki jo je napisal Kurt



Fotografija 5: Vezje, nameščeno v ohišju

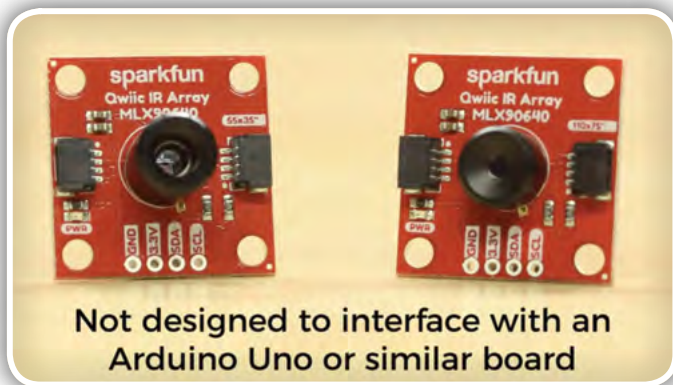


Fotografija 6: Uporabniška stran kamere

(starejši član foruma Teensy), veliko hitreje osvežila zaslon. Za uporabo te knjižnice potrebujete tudi knjižnico SPIN, ki transakcije SPI vrat obravnava drugače kot standardna SPI knjižnica, dobavljena z ID-jem Arduino / Teensyduino.

Končno dodajam tudi Melexis MLX90640 knjižnične datoteke:

- *MLX90640-API.cpp in .h*
- *MLX90640_I2C_Driver.cpp in .h*



Te 4 datoteke naj bodo postavljene v isto mapo, v kateri je Teensy_36_MLX90640_BM skica.

Ko sem prvotno napisal to skico, sem uporabljal različice njihovih Arduino/Teensyduino programov, ki so bile več različic starejše od tistih, kot jih trenutno uporabljam (vsa programska oprema dobiva nove različice vsakih nekaj mesecev!). Ko sem napisal kodo, sem v skico zapisal, da moram uporabiti možnost prevajalnika OptimizeFaster - Najhitrejša in LTO možnosti ne delujejo s knjižnico I2C341_t3N. Morda boste morali preizkusiti različne stopnje optimizacije prevajalnika s svojo različico Arduino / Teensyduino ID-ja.

Če želite uporabiti MLX90640, morate ob vklopu najprej prenesti veliko matriko koeficientov iz EEPROM MLX90640 pomnilnika v SRAM Teensy 3.6. Vsi ti koeficienti so bili določeni / shranjeni v tovarni za vaš specifični MLX90640 senzor. To doseže naslednja koda:

```
uint16_t eeMLX90640[832];
status = MLX90640_DumpEE(MLX90640_address,
eeMLX90640);
if (status != 0)
Serial.println("Failed to load system parameters");
status = MLX90640_ExtractParameters(eeMLX90640,
&mlx90640);
```

Melexis gonilnik pri branju EEPROM matrike uporablja privzeto I2C hitrost 400 kHz, po tem pa lahko povečate hitrost do 1 MHz. V Teensyju je 800 kHz najvišja hitrost, ki jo lahko konfigurirate in se nahaja pod 1 MHz.

EEPROM koeficienti se uporabljajo za generiranje več spremenljivih nizov, ki se uporabljajo pri izračunih za pretvorbo ADC vrednosti vhodnega sensorja v temperaturne vrednosti. Kot sem že omenil, je v API-ju knjižnice opravljenih veliko matematičnih izračunov s plavajočo vejico. Potrebne metode in formule so opisane v tehničnem priročniku vezja, ki se začne na strani 35 in konča na strani 46. V članku ni dovolj prostora za reprodukcijo vse te matematike, zato bom bralcu prepustil, da si priročnik pogleda, če ima željo vaditi svoje matematične spretnosti!

Ko so ti nizi enkrat nastavljeni, je pridobivanje slikov-

nih podatkov razmeroma enostavno, z uporabo naslednjih API funkcij:

```
int status = MLX90640_GetFrameData(MLX90640_address,
mlx90640Frame);
float vdd = MLX90640_GetVdd(mlx90640Frame,
&mlx90640);
float Ta = MLX90640_GetTa(mlx90640Frame,
&mlx90640);
```

Upoštevajte, da sta temperatura substrata in Vdd sensorja zbrana za vsak okvir slikovnih podatkov in upoštevana v temperaturnih izračunih. Ko se zbere vsak okvir, se uporabi povprečna rutina z uporabo vrednosti iz predhodnih okvirov, odvisno od slikovnih pik. To pomaga zmanjšati šumne artefakte na sliki. Barva (odtenek) vsakega slikovnega zaslona TFT predstavlja temperaturo te točke na sliki. Minimalna in najvišja temperatura, ki sta prisotna v okvirju, sta določeni, ti dve vrednosti pa se uporabljata za merjenje barvnega preslikavanja slike, tako da dobimo kontrast. To se v kodi izvede na naslednji način:

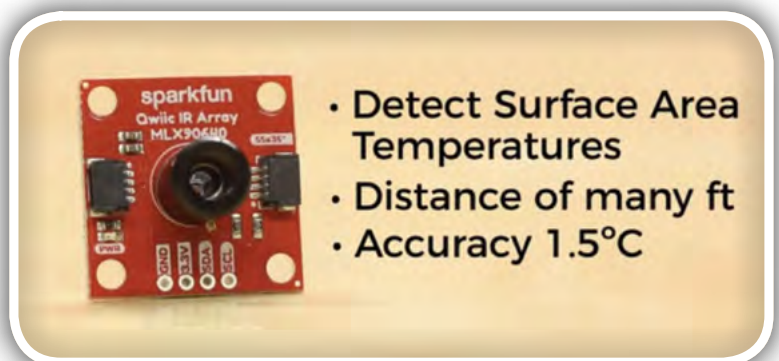
```
for (int x = 0; x < 768; x++) {
temps[x] = map(mlx90640Avg[x], tempMin-0.01,
tempMax+0.01, 256, 0);
// map tempMin to Blue and tempMax to Red
}
```

Pri opisu MLX90640 sensorja sem omenil, da podpira do 64 Hz frekvenco okvirja. Vendar pa je bil tudi pri izjemno hitrem Teensy 3.6 MCU največja hitrost okvirja, ki sem jo lahko dosegel, zgolj 4 Hz. To ni omejeno s tem, kako hitro MCU lahko pridobi podatke iz kamere. Obstaja približno 834 16-bitnih vrednosti. Pri I2C hitrosti 800 kHz lahko prenašate 480 slik na sekundo:

$800.000 \text{ bajtov / sek} / (834 * 2) \text{ bajtov} = 480 \text{ sličic}$

Ozko grlo je hitrost, s katero je mogoče osvežiti TFT zaslon, glede na to, da ga je treba opraviti preko SPI. SPI je veliko hitrejši od I2C, a čeprav ima senzor ločljivost le 32 x 24, ima zaslon ločljivost 320 x 240. To je 10 x 10-krat večja od ločljivosti sensorja, zato je veliko več podatkov, ki jih je potrebno poslati na zaslon.

16-bitni podatki o temperaturi, ki jih ponuja MLX90640,



morajo biti pretvorjeni v informacije o barvi. TFT zaslon pričakuje, da bo prejel svoje slikovne pike v RGB formatu, pri čemer uporablja 5-bitov za rdečo in modro ter 6-bitov za zeleno. Za pretvorbo senzorskih podatkov v RGB format uporabljam funkcijo HSVtoRGB ().

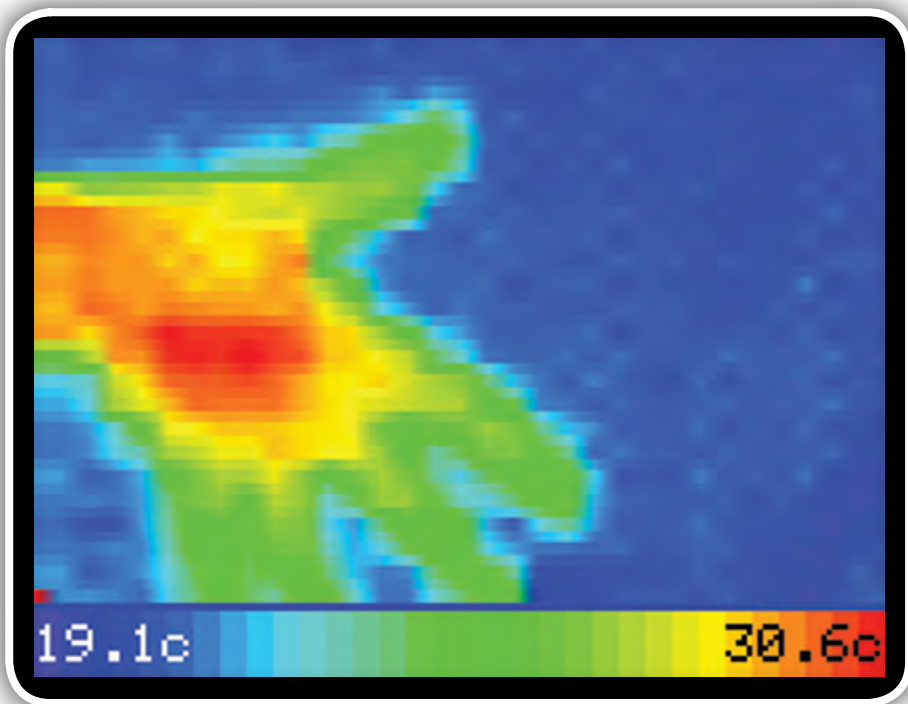
Izdelal sem svojo preprosto rutino, s katero sem ekstrapoliral podatke 32 x 24 kamere in tako zapolnil zaslon velikosti 320 x 240. Deluje s povprečjem sosednjih slikovnih pik v ravninah X in Y, nato pa jih ekstrapolira, da ustvari gradient v ustreznem vodoravnem bloku z 10 pikami na zaslonu. To deluje dobro, kot je razvidno iz vzorčne slike, ki sem jo shranil. Odtlej sem bral o Gaussovem algoritmu zamegljenosti, ki verjetno deluje bolje, saj razdeli sliko na vseh 8 sosednjih pik z različno težo, zato dela veliko več izračunov. Sumim, da se ta algoritem uporablja v Sparkfun aplikaciji, ki deluje v računalniku (fotografija 4). V članku o referencah sem postavil povezavo do članka o Gaussovi interpolaciji. Spodnji del zaslona prikazuje barvno gradientno vrstico z oznakami na obeh straneh, ki označujeta najnižjo in najvišjo temperaturo.

Preostali del programske opreme obravnava zajem zaslona v datoteko SD kartice. Ker je slika le 320 x 240, sem se odločil, da mi ni treba uporabljati stiskanja (tj. pretvarjati v JPEG datoteko). Namesto tega sem samo shranil neobdelane podatke v Windows .BMP formatu. To ni bilo preveč težko - našel sem primerno Arduino skico, ki sem jo spremenil tako, da ustreza tej aplikaciji. Ker nisem hotel implementirati izpopolnjenega uporabniškega vmesnika, datoteke le shranim kot "IRCAMxx.BMP", kjer je xx število, ki se samodejno poveča za vsak zajem v določeni seji. Fotografija 7 je dejanska datoteka za zajem zaslona v BMP formatu.

Zaključki

Ta projekt je dober primer modrosti uporabe Arduino programskega okolja kot izbranega IDE. Skica ni posebej dolga ali težko sledljiva, saj uporablja veliko različnih standardnih in prilagojenih knjižnic, ki izvajajo vse "težko delo". Zapletenost izračunov, potrebnih za obdelavo neobdelanih podatkov MLX90640 senzorja pregledno obravnava Melexisova Arduino kompatibilna knjižnica. Če te knjižnice ne bi bilo, bi me to dejstvo verjetno odvrnilo od tega, da bi se lotil projekta, ker bi bil prisiljen sam vse to napisati.

Prav tako bi poudaril, da standardnega Arduino IDE ne uporabljam več neposredno. Zdaj uporabljam kombinacijo Microsoft Visual Studio in dodatka Visual Micro za svoje razvojno delo. Ta kombinacija VS/VM deluje kot inteligenten "ovitek" okoli Arduino/Teensyduino paketa orodij, kar ima za posledico veliko bolj profesionalen IDE s funkcijami, kot sta



Fotografija 7: Dejanska datoteka za zajem zaslona

Intellisense in enostaven dostop za pregled osnovne knjižnične kode.

Viri

- MLX90640 senzor - Melexis Technologies NV.
 - » <https://www.melexis.com/-/media/files/documents/datasheets/mlx90640-datasheet-melexis.pdf>
- Knjižnica gonilnika:
 - » [.com/melexis/mlx90640-library.git](https://www.melexis.com/melexis/mlx90640-library.git)
- Teensy 3.6 Modul - PJRC.com
 - » <https://www.pjrc.com/store/teensy36.html>
- 2.8" TFT Displej občutljiv na dotik - PJRC.com
 - » https://www.pjrc.com/store/display_ili9341_touch.html
- Kompaktna Gaussova Interpolacija članek:
 - » <http://blog.dzl.dk/2019/06/08/compact-gaussian-interpolation-for-small-displays/>
- Sparkfun MLX90640 primeri programov:
 - » https://github.com/sparkfun/Qwiic_IR_Array_MLX90640

<https://svet-el.si>

RAČUNALNIŠKE NOVICE
bralcem revije
SVET ELEKTRONIKE
ponujajo POSEBNO
PONUDBO!

12 ŠTEVILK revije
RAČUNALNIŠKE NOVICE
plačate samo stroške pošiljanja
9,70 € za vseh 12 števil, brez vezave.

Navedete geslo
SVET ELEKTRONIKE.

12 števil
BREZPLAČNO

Naročite lahko na: maja@stromboli.si ☎ 01 620 88 00

KAKO, KJE in KAJ potrebujem za naročilo?

- Naročilo je možno poslati po pošti (AX ELEKTRONIKA d.o.o., Špruha 33, 1236 TRZIN), po telefonu (**01 528 56 88 ali 01 549 14 00**) ali e-pošti (prodaja04@svet-el.si). Naročeni material pošljamo preko Pošte Slovenije.
- Garancija za gotove izdelke velja 12 mesecev (datum na računu), KIT kompleti nimajo garancije.
- Plačevanje je možno po povzetju (plačilo ob prevzemu), na obroke (2 obroka), po predračunu, kreditnimi karticami ali po vnaprej dogovorjenem plačilnem roku!
- Naročene izdelke pošljemo najkasneje v roku 48 urah od prejema naročila oziroma vam sporočimo predvideni rok dobave. Vračilo izdelkov je možno v osmih dneh po prevzemu. Kontaktna oseba za naročila in vprašanja je Samo Gregorčič.
- Katerikoli **brezplačni PDF letnik revije Svet elektronike** si lahko izbere vsak novi naročnik ali obstoječi naročnik, ki podaljša naročnino.
- Popust na vse stare letnike revije Svet elektronike** v PDF in v pisni obliki imajo vsi trenutni naročniki na revijo Svet elektronike.
- Pri obeh naročninah (pisni + internet) dobite **internet naročnino za 50% ceneje**.
- Konec leta vsak naročnik **prejme stenski planer**.

Naročnine na revijo Svet elektronike

- PRAVNE OSEBE (1 leto)**. Naročnina na revijo Svet elektronike, za pravne osebe. Naročnina velja eno leto (11 števil, julij/avgust dvojna). Cena naročnine z vštetim popustom je **44,95 EUR**. Plačilo po predračunu, katerega pošljemo po pošti.
- FIZIČNE OSEBE (1 leto)**. Naročnina na revijo Svet elektronike, za fizične osebe. Naročnina velja eno leto (11 števil, julij/avgust dvojna). Cena naročnine z vštetim popustom je **39,95 EUR**. Plačilo po položnici, ki jo pošljemo po pošti.
- ŠOLAJOČE SE OSEBE (1 leto, potrdilo o šolanju)**. Naročnina na revijo Svet elektronike, za šolajoče se osebe. Naročnina velja eno leto (11 števil, julij / avgust dvojna). Cena naročnine z vštetim popustom je **37,46 EUR**. Plačilo po položnici, ki jo pošljemo po pošti. Brez potrdila o šolanju se naročniku avtomatično pošlje naročnino z 20% popustom.
- INTERNET NAROČNIKI (1 leto, fizične ali pravne osebe)**. Naročnina na internet revijo Svet elektronike. Naročnina velja eno leto (vpogled revije v PDF datoteki na www.svet-el.si). Cena naročnine znaša **19,99 EUR**. Nujna je prijava na spletni strani, kjer si lahko ogledate tudi svojo vse informacije glede naročnine.
- VSI NAROČNIKI (-50% popusta pri internetni naročnini 1 leto)**. Pri naročilu na pisno revijo Svet elektronike in internet naročnino vam za internetno naročnino priznamo **50% popust**. Izberite si zeleno pisno naročnino in jo obkrožite skupaj z internet naročnino. Vsi pogoji ostanejo enaki, lahko si jih ogledate v zgornjih naročninah. Za vse ostale informacije smo vam na voljo na tel.: 01 549 14 00 ali e-naslov: prodaja04@svet-el.si.
- AVTORJI** člankov imajo brezplačno pisno naročnino (svojo naročnino lahko tudi podarijo komur koli)

Vse cene naročnin in izdelkov »od podjetja AX, d.o.o. in revije Svet elektronike« vsebujejo DDV.

Več naročnin vam prihrani denar. Pravnim osebam, ki naročijo več izvodov revije Svet elektronike, nudimo **za 2. naročen izvod 50% popust, za 3. izvod in vse naslednje pa 70% popust do preklica**. Velja tudi za podaljšanje naročnine. Vsi izvodi revije morajo imeti istega plačnika.

Naročilnica za revijo Svet elektronike

PODJETJE / FIZIČNA OSEBA (IME IN PRIIMEK)

ULICA / HIŠNA ŠTEVILKA / POŠTA / KRAJ

DAVČNA ŠTEVILKA / ZAVEZANEC (DA ALI NE)

TELEFON

E-POŠTA

PODPIS / ŽIG

Podarite naročnino ali darilni BON

- Obdarovanje svojih najbližjih je vsako leto težje. Imamo že toliko stvari, da ne vemo več kaj potrebujemo in kaj si v življenju res želimo, zato je obdarovanje včasih težko, ker ne vemo natančno kaj podariti. V uredništvu revije Svet elektronike smo za take primere pripravili nekaj novosti. Lahko podarite naročnino na revijo Svet elektronike ali vrednostni BON. Oboje vam olajša odločitev kaj podariti.

*Brezplačni PDF letnik za naročnika*

- Svet elektronike nagradi vsakega naročnika z brezplačnim letnikom preteklih revij v PDF obliki od leta 2004 po svoji izbiri. Vsak naročnik se ob podaljšanju naročnine odloči, kateri letnik bi želel prejeti. Svojo odločitev nam lahko sporočite po elektronski pošti, telefonu ali preko virtualne trgovine.

*Brezplačni letniki*

Vsi letniki do 2006 so sedaj brezplačno na naši spletni strani!

Download Now

Vsi naročniki

- 50% popusta pri internetni naročnini 1 leto. Pri naročilu na pisno revijo Svet elektronike in internet naročnino, vam za internetno naročnino priznamo **50% popust**. Izberite si zeleno pisno naročnino, ter jo obkrožite skupaj z internet naročnino.

*Brezplačni ogledni izvod*

- Verjamemo, da se želite prepričati, zakaj je Svet elektronike najboljša revija za prave elektrone. Ker smo ponosni na to, kar delamo, vam bomo z veseljem poslali brezplačni ogledni izvod na vaš naslov - seveda brez zaračunanih stroškov poštnine!

3. konferenca

za informacijsko-komunikacijsko tehnologijo, elektroniko in mehatroniko

18. junij 2020

<https://iktem.si>

Strokovna predavanja

Praktične delavnice

Prijetno druženje s strokovnjaki

konferenca **IKT**
EM

Teme IKTEM konference so:

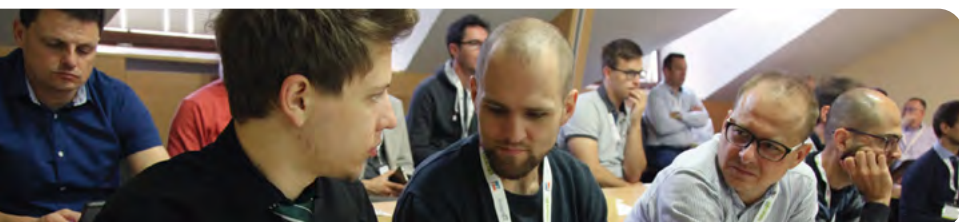
- Premagovanje izzivov v načrtovanju TIV za prihajajoče zahtevne aplikacije (5G, hitri SDRAMi, hitri video signali)
- IoT CAT M predavanje in Hands-on delavnica
- Meritve s sodobnimi merilnimi instrumenti za 5G frekvence, predavanje in delavnica
- Programiranje Android naprav predavanje in Hands-on delavnica
- Predstavitev zmožnosti FreeCad programske opreme
- Programiranje Jetson razvojne plošče, zajem in obdelava podatkov z učenjem nevronske mreže in pa machine learninga
- Primeri dobre prakse iz področij IKT, elektronike in mehatronike



Zaradi Covid-19 pandemije konferenca **IKTEM 2020** ne bo izvedena, bomo pa izdali Zbornik predavanj **IKTEM 2020**, ki ga bodo **brezplačno** prejeli vsi prijavljeni udeleženci, reviji **Svet elektronike in Svet mehatronika** pa bosta Zbornik predavanj **IKTEM 2020** poslali vsaka po svoji bazi kontaktov.



VABLJENI





AX ELEKTRONIKA

PCB parcele

profesionalna tiskana vezja:
stop lak, montažni tisk, poljubne oblike

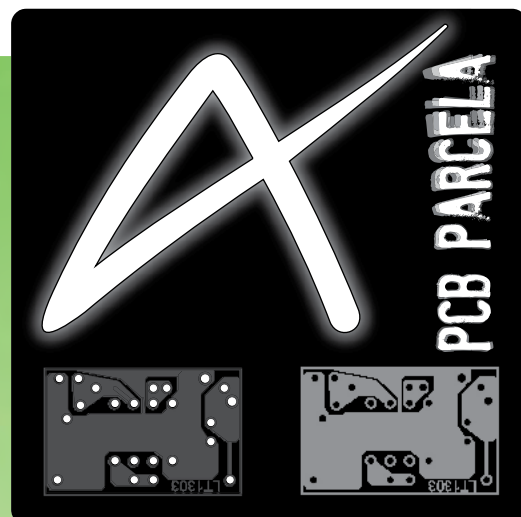
hitra izdelava

vaše tiskanine izdelamo v 7 do 14 dnevih
od dneva naročila

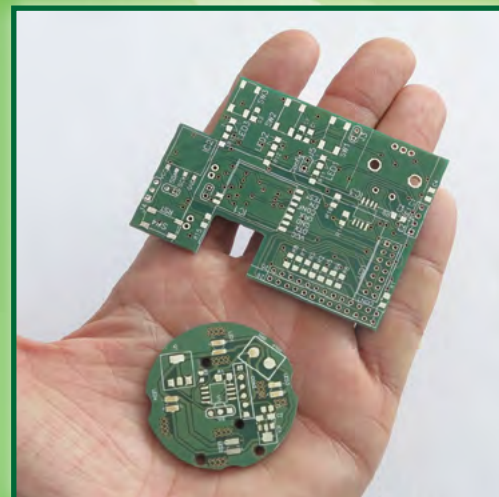
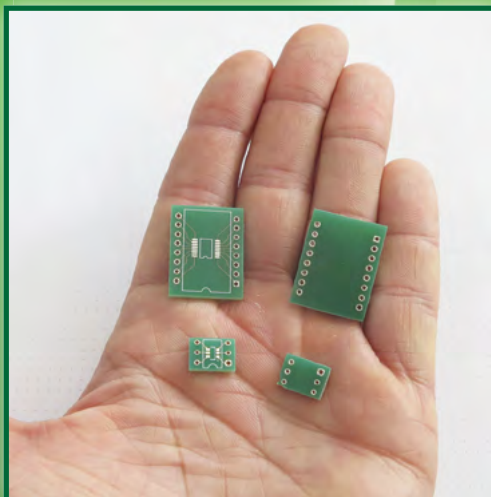
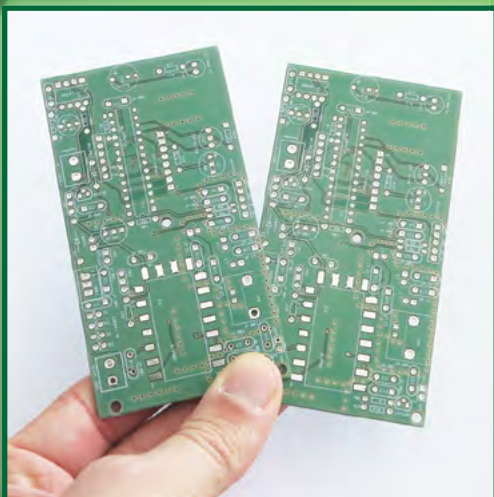
cenovno ugodno:

enostranska ali dvostranska vezja
po ceni 0,22 Euro/cm²

racionalna količina za prototipe:
najmanjše naročilo 2 kosa



Najcenejša
izdelava
vašega
prototipnega
vezja
v Sloveniji!



telefon: 01 549 14 00,
e-pošta: bojan@svet-el.si

enoslojna ali dvoslojna
tiskana vezja, enaka cena

AX elektronika d.o.o
Špruha 33
1236 Trzin
<http://svet-el.si>