

slovensky



Modernisation of VET through
Collaboration with the Industry

Radoslav Vargic
Peter Trúchly
Pavol Podhradský

Inteligentné technológie



Erasmus+

Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie.
Táto publikácia (dokument) reprezentuje výlučne názor autora a Komisia
nezodpovedá za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto publikácii
(dokumente).

Názov: Inteligentné technológie
Autor: Radoslav Vargic,
Peter Trúchly,
Pavol Podhradský
Vydalo: České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická
Kontaktná adresa: Technická 2, Praha 6, Česká republika
Tel.: +420 224352084
Tlač: (iba elektronická)
Počet strán: 45
Edícia (vydanie): 1. vydanie, 2019

MoVET

Modernisation of VET through
Collaboration with the Industry

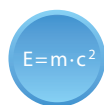
<https://movet.fel.cvut.cz>



Tento projekt bol financovaný s podporou Európskej Komisie.

Táto publikácia (dokument) reprezentuje výlučne názor autora a Komisia nezodpovedá za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v tejto publikácii (dokumente).

VYSVETLIVKY



Definícia



Zaujímavosť



Poznámka



Príklad



Zhrnutie



Výhody



Nevýhody

ANOTÁCIA

Nástup inteligentných technológií a inteligentnej automatizácie postupne mení svet. Tieto technológie nám umožňujú zjednodušiť a zlepšiť život v domoch a domácnostiach, v mestách a komunitách. Sú schopné sa automaticky prispôbovať a modifikovať svoje správanie na základe požiadaviek a podmienok prostredia. Inteligentné technológie používajú senzory, aby mohli snímať okolie, získavať dáta, analyzovať ich a vytvárať závery na základe pravidiel. Sú tiež schopné sa učiť. Tento modul poskytuje úvod do inteligentných technológií. Opisuje a vysvetľuje, čo sú inteligentné technológie, aké sú ich hlavné funkcie, výhody, nevýhody, použitie či aplikácie.

CIELE

Hlavným cieľom tohto modulu je predstaviť študentom oblasť inteligentných technológií. Študenti sa dozvedia základné vlastnosti inteligentných domov a komponenty, z ktorých sa skladajú. Študenti sa tiež oboznámia so základnými vlastnosťami a štruktúrou inteligentných zariadení v domácnosti, ako sú inteligentné televízory alebo inteligentné spotrebiče ako aj s inteligentnými koncovými prenosnými zariadeniami, ako sú inteligentné telefóny, hodinky a okuliare. Naučia sa o inteligentných mestách a komponentoch, ktoré robia mestá a komunity inteligentnými. A tiež získajú základné informácie z krátkeho prehľadu inteligentných strojov v podnikoch.

LITERATÚRA

- [1] Jason Baker. 6 open source home automation tools. Opensource, 2017. <https://opensource.com/tools/home-automation>
- [2] Home toys. Nine Open Source Home Automation Projects. 2015. <https://www.hometoys.com/article/2015/10/nine-open-source-home-automation-projects/32466>
- [3] Z-wave Zone. The Best Open Source Home Automation Systems. 2017. <https://zwavezone.com/open-source-home-automation-systems/>
- [4] OpenHAB homepage. 2018. <https://www.openhab.org>
- [5] Home Assistant homepage, 2018. <https://www.home-assistant.io>
- [6] SmartHome University. Best of open source smart home: Home Assistant vs OpenHAB. 2018. <https://smarthome.university/your-smart-home-platform-home-assistant-vs-openhab/>
- [7] Karthik Kumar Parthasarathy and Dorairaj Vembu. Anatomy of Smart TVs. White paper, May 2017.

https://www.sasken.com/sites/default/files/files/white_paper/Sasken_Whitepaper_Anatomy%20of%20Smart%20TV.PDF

- [8] Sooyoung Kang and Seungjoo Kim. How to Obtain Common Criteria Certification of Smart TV for Home IoT Security and Reliability. *Symmetry Journal*, Vol. 9, 233, 2017.
- [9] Table website. Smart TVs vs. Set-Top Boxes - Five things Cord Cutters Should Consider. January 2017. <https://www.tablotv.com/blog/5-things-cord-cutters-compare-smart-tv-set-top-box/>
- [10] Luke Bouma. Smart TVs vs. streaming set-top boxes. September 2017. <https://ting.com/blog/smart-tvs-vs-streaming-set-top-boxes/>
- [11] Southwest Appliance. 5 Benefits of Smart Appliances in your Home. 2017. <http://www.southwestapplianceinc.com/blog/five-benefits-smart-home-appliances/>
- [12] Daniel Wroclawski. Which Smart Appliances Work With Amazon Alexa, Google Home, and More - Your appliances might already be smarter than you think. 2018. <https://www.consumerreports.org/appliances/smart-appliances-that-work-with-amazon-alexa-google-home-and-more/>
- [13] BBC. CES 2017: LG fridge is powered by Amazon's Alexa. 2017. <https://www.bbc.co.uk/news/technology-38509167>
- [14] David Nield. All the Sensors in Your Smartphone, and How They Work. 2017. <https://fieldguide.gizmodo.com/all-the-sensors-in-your-smartphone-and-how-they-work-1797121002>
- [15] Bisio Igor, Delfino Alessandro, Lavagetto Fabio, Marchese Mario. Opportunistic Detection Methods for Emotion-Aware Smartphone Applications. 2013. pp. 53-85.
- [16] Amy Ann Forni, Rob van der Meulen. Gartner Says Worldwide Sales of Smartphones Grew 9 Percent in First Quarter of 2017. 2017. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2017-05-23-gartner-says-worldwide-sales-of-smartphones-grew-9-percent-in-first-quarter-of-2017>
- [17] Caitlin McGarry, Mark Spoonauer. Smartwatch Buying Guide: Everything You Need to Know. June 2018. <https://www.tomsguide.com/us/smartwatch-buying-guide,review-3360.html>
- [18] NPD. Expanding use cases, new products, and advances in operating systems refresh smartwatch excitement. 2017. <https://www.npd.com/wps/portal/npd/us/news/press-releases/2017/us-smartwatch-ownership-expected-to-increase-nearly-60-percent-into-2019/>
- [19] Abrar Mohi Shafee. 11 Exceptional Smartwatches With Extremely Long Battery Life. 2017. <https://www.smartgeekwrist.com/smartwatches-long-battery-life/>

- [20] Dave Bursky. Wireless Connectivity Lets Smart Watch Users Communicate and Monitor Themselves. 2014.
<https://www.digikey.com/en/articles/techzone/2014/oct/wireless-connectivity-lets-smart-watch-users-communicate-and-monitor-themselves>
- [21] L.-H. Lee, P. Hui. Interaction Methods for Smart Glasses: A Survey. in IEEE Access, vol. 6, pp. 28712-28732, 2018.
- [22] Brian Buntz. The World's 5 Smartest Cities. IoT World Today, 2016.
<http://www.iotworldtoday.com/2016/05/18/world-s-5-smartest-cities/>
- [23] Richard van Hooijdonk. 6 of the smartest smart cities in the world. 2017.
<https://www.richardvanhooijdonk.com/en/blog/6-smartest-smart-cities-world/>
- [24] IEEE Smart Cities homepage, 2018. <https://smartcities.ieee.org/>
- [25] J. Joy, D.E.A. Jasmin, V.R. John. Challenges of Smart Grid. IJAREEIE, 2013. pp. 976-981
- [26] Power Engineering International. Microgrids key to the Smart Grid's evolution. 2010.
<https://www.powerengineeringint.com/articles/print/volume-18/issue-4/power-report/microgrids-key-to-the-smart-grids-evolution.html>
- [27] Henrik Lund, Poul Alberg Østergaard, David Connolly, Brian Vad Mathiesen. Smart energy and smart energy systems, Energy. 2017.
- [28] LinkLabs. What Is Smart Waste Management? 2015. <https://www.linklabs.com/blog/smart-waste-management>
- [29] B. Abinaya, S. Gurupriya, M. Pooja. Iot based smart and adaptive lighting in street lights. 2nd International Conference on Computing and Communications Technologies (ICCCT), 2017.
- [30] Rastislav Ovšonka. Inteligentné lampy nielen svietia. Podtatranske noviny, 2017.
<http://www.podtatranske-noviny.sk/2017/06/inteligentne-lampy-nielen-svietia/>
- [31] Nicole Laskowski. A physician-programmer experiments with AI and machine learning in the ER. TechTarget. <https://searchcio.techtarget.com/feature/A-physician-programmer-experiments-with-AI-and-machine-learning-in-the-ER>

Obsah

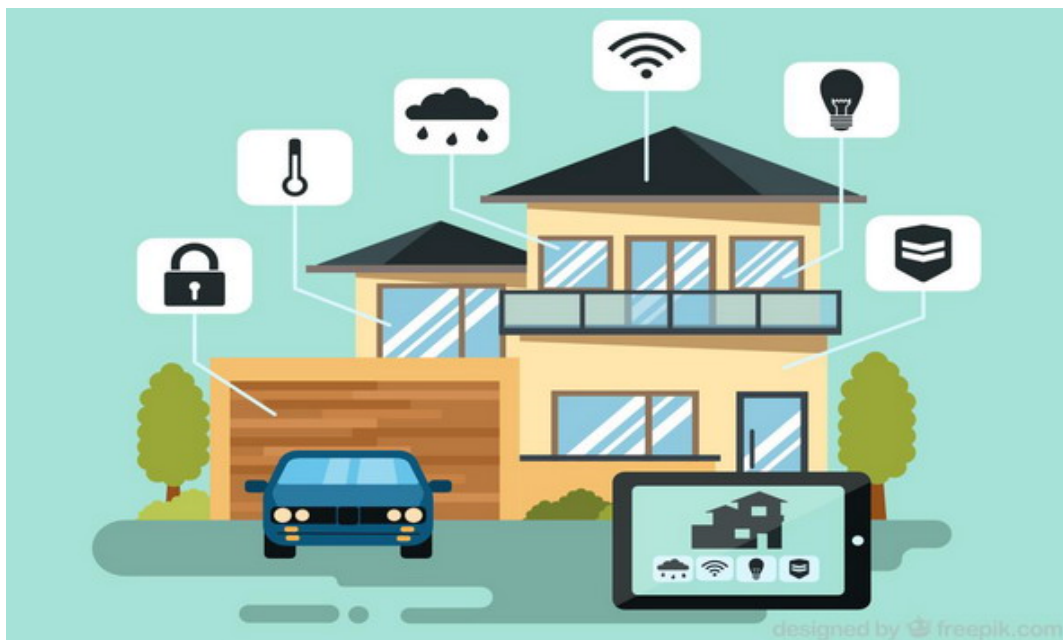
1	Inteligentné domy	8
2	Inteligentné zariadenia v domácnosti	14
2.1	Inteligentné televízory	15
2.2	Inteligentné set-top boxy	19
2.3	Inteligentné domáce spotrebiče	21
3	Inteligentné koncové (prenosné) zariadenia	23
3.1	Inteligentné telefóny	24
3.2	Inteligentné hodinky	27
3.3	Inteligentné okuliare	30
4	Inteligentné mestá a komunity	32
4.1	Inteligentné dopravné systémy	33
4.2	Inteligentné video sledovanie pre bezpečnú komunitu	35
4.3	Inteligentné meranie a inteligentné energetické systémy	36
4.4	Inteligentné odpadové hospodárstvo	39
4.5	Inteligentné osvetlenie.....	40
5	Robotika a inteligentné stroje v podnikoch	42

1 Inteligentné domy

$E=m \cdot c^2$

Inteligentný dom je rezidencia, ktorá používa zariadenia pripojené na Internet na diaľkové sledovanie a správu rôznych zariadení a systémov (napríklad vykurovanie, osvetlenie).

Technológia pre inteligentné domy sa často nazýva domáca automatizácia alebo domotika. Hlavnými oblasťami domácej automatizácie sú bezpečnosť, komfort a energetická účinnosť. Vlastník ho môže dom ovládať zvyčajne pomocou svojho inteligentného telefónu alebo iného sieťového zariadenia. Prvý sieťový protokol domácej automatizácie bol X10, ktorý využíval elektrické vedenia na prenos riadiaceho signálu. Tieto signály prenášajú príkazy na zodpovedajúce zariadenia a kontrolujú, ako a kedy by mali fungovať (napríklad zapnúť v určitom čase). Aktuálne sieťové protokoly domácej automatizácie sú väčšinou pokryté protokolmi pre Internet vecí (IoT) ako Zigbee, Z-Wave, LoRaWan, SigFox, NB-IoT, atď., ako aj WiFi a Bluetooth. Mnoho spoločností vrátane Amazon, Apple a Google vydalo svoje vlastné inteligentné domáce produkty a domáce automatizované platformy ako Amazon Echo, Apple HomeKit a Google Home. Novopostavené domy sú často postavené s inteligentnou domácou infraštruktúrou. Staršie domy, na druhej strane, môžu byť dodatočne vybavené inteligentnými technológiami.



Obr. 1 Inteligentný dom a ilustrácia niektorých jeho reprezentatívnych technológií

Technológie pre **Inteligentné domy** sa dostali aj do domácností a dotýkajú sa takmer všetkých aspektov života. Niektoré reprezentatívne technológie medzi nimi sú:

- Inteligentný televízor - pripája sa k Internetu, aby získal prístup k obsahu prostredníctvom aplikácií ako napríklad video a hudba na požiadanie. Niektoré inteligentné televízory zahŕňajú aj rozpoznávanie hlasu alebo gest.

- Systémy inteligentného osvetlenia - zariadenia môžu byť ovládané vzdialene a môžu napr. zistiť, či sú obyvatelia v miestnosti a podľa potreby upravovať osvetlenie, regulovať ho podľa dostupnosti denného svetla atď.
- Inteligentné termostaty - umožňujú napr. plánovať, monitorovať a diaľkovo ovládať teploty v dome. Taktiež sa môžu učiť správaniu vlastníkov domov a automaticky sa prispôbiť, aby poskytli obyvateľom väčší komfort.
- Inteligentné zámky a otvárače garážových dverí môžu napr. zistiť, kedy sú obyvatelia blízko a odomknúť.
- Inteligentné bezpečnostné kamery môžu napr. sledovať domy, keď majitelia sú preč alebo na dovolenke.
- Snímače inteligentného pohybu dokážu identifikovať rozdiel medzi obyvateľmi, návštevníkmi, domácimi zvieratami a zlodejmi a môžu oznámiť úradom, ak je zistené podozrivé správanie.
- Inteligentné kávovary dokážu pripraviť čerstvý pohár napr. v plánovanom čase.
- Inteligentné chladničky môžu sledovať dátumy spotreby a robiť nákupné zoznamy.
- Inteligentná elektrická zástrčka - napr. môže pocítiť elektrický náraz a vypnúť.
- Inteligentné vodné zdroje dokážu zistiť poruchy alebo mráz v potrubiach a vypnúť vodu, aby sa zabránilo povodniam.



Inteligentný dom môže priniesť mnoho výhod, medzi ktoré patria:

- Pocit pokoja - funkcia diaľkového monitorovania umožňuje používateľom sledovať svoje domy a čeliť nebezpečenstvám, akými sú napríklad zabudnuté zapnuté kávovary alebo odomknuté predné dvere vľavo.
 - Starší ľudia - diaľkové sledovanie môže starším ľuďom pomôcť zostať doma pohodlne a bezpečne, nemusia sa premiestniť do opatrovateľského domu ani vyžadovať domácu starostlivosť 24 hodín denne.
 - Komfort a používateľské predvoľby - inteligentné domy môžu vyhovovať používateľským preferenciám. Napríklad hneď, ako dorazíte domov, sa vaše garážové dvere otvoria, svetlá sa rozsvietia, krb sa zapáli a vaše obľúbené melódie začnú hrať vo vašich inteligentných reproduktoroch.
 - Efektívita - inteligentná domáca automatizácia pomáha zvyšovať efektívnosť elektriny, vody a iných zdrojov, napr. pri používaní.
 - Inteligentné vykurovanie/chladenie - automatizácia sa môže naučiť vykonávať potrebné vykurovanie/chladenie vo vhodnom čase, napr. dom je vykúrený/ochladený v čase, keď majiteľ príde domov z práce.
 - Inteligentný zavlažovací systém - trávnik sa môže zaliať iba v prípade potreby a s presným množstvom vody.
-



Inteligentné domáce systémy sa snažia etablovať ako mainstream, musia však pritom čeliť viacerým problémom:

- **Zložitosť:** Niektorí ľudia majú problémy s technológiou alebo sa vzdávajú práce s ňou pri výskyte prvého problému. Výrobcovia inteligentných domov a aliancie pracujú na znižovaní zložitosti a zlepšovaní používateľských skúseností, aby boli príjemné a užitočné pre používateľov všetkých typov a technických úrovní.
- **Interoperabilita:** Aby boli systémy domácej automatizácie skutočne účinné, musia byť zariadenia interoperabilné bez ohľadu na to, kto ich vyrobil s použitím rovnakého protokolu alebo aspoň doplnkových. Vzhľadom na to, že sa jedná o vznikajúci trh, zatiaľ neexistuje žiadny zlatý štandard pre domácu automatizáciu. Štandardné aliancie však spolupracujú s výrobcami, aby zabezpečili interoperabilitu a bezproblémovú skúsenosť používateľov.
- **Inteligentná domáca bezpečnosť:** Ak sú hackeri schopní infiltrovať inteligentné zariadenie, môžu potenciálne vypnúť svetlá a poplašné zariadenia, odomknúť dvere a ponechať dom bezbranný proti útokom. Okrem toho by hackeri mohli potenciálne pristupovať k sieti vlastníkov domov, čo by viedlo k horším útokom alebo k úniku dát.
- **Ochrana osobných údajov:** Ide o súkromie údajov zdieľaných inteligentnými domácimi zariadeniami. Výrobcovia inteligentných domácich zariadení a platforiem môžu zhromažďovať údaje o spotrebiteľovi, aby mohli lepšie prispôbiť svoje výrobky alebo ponúknuť zákazníkovi nové a vylepšené služby. Dôvera a transparentnosť sú rozhodujúce pre výrobcov vo vzťahu s používateľmi ich inteligentných produktov.



Inteligentný dom nie je len množina inteligentných zariadení a spotrebičov ale aj sieť, v rámci ktorej zariadenia spolupracujú a sú diaľkovo ovládateľné. Všetky zariadenia sú riadené centrálnou jednotkou domácej automatizácie, často nazývanou inteligentným domácim centrom (smart hub).

Inteligentné domáce centrum je hardvérové zariadenie, ktoré slúži ako centrálny bod inteligentného domáceho systému a dokáže snímať, spracovávať dáta a bezdrôtovo komunikovať. Kombinuje všetky aplikácie do jedinej inteligentnej domácej aplikácie, ktorú môžu ovládať diaľkovo majitelia domov. Najznámejšie domáce centrá majú zvyčajne hlasom aktivované systémy, obsahujú virtuálne asistentky, ktoré sa učia a personalizujú inteligentný dom podľa predstáv obyvateľov. Obsahujú algoritmy strojového učenia, ktoré umožňujú aplikáciám domácej automatizácie prispôbiť sa prostrediu. Medzi príklady inteligentných domácich centier patria:

- Amazon Echo - rečové rozhranie poskytuje Alexa.
- Google Home - Slúži tiež ako hudobné centrum, ktoré spravuje reproduktory a televízory prostredníctvom služby Google Cast. Rečové rozhranie poskytuje služba Google Assistant. Je schopné ovládať kompatibilné zariadenia.

- HomePod. Rečové rozhranie poskytuje Siri. Môže ovládať platformu Apple HomeKit. Je schopné ovládať kompatibilné zariadenia HomeKit. Ako lokálne HomeKit centrum môže byť použité zariadenie AppleTV.



Obr. 2 Príklady centrálnych jednotiek inteligentného domu (zľava doprava - Google Home, HomePod, Amazon Echo)

Aby automatizácia mala význam, potrebuje centrálna jednotka sadu senzorov na ovládanie pohonných jednotiek (aktuátorov). Scenáre môžu byť zložité a podmienky, v ktorých sa jednotlivé činnosti vykonávajú, môžu byť kombinované z viacerých snímačov a podmienok. Snímače zahŕňajú:

- monitorovanie vonkajších podmienok (teplota, tlak, vlhkosť, ...),
- vnútorné podmienky (teplota, tlak, CO₂, ...),
- detekcia zatopenia,
- detekcia pohybu,
- detekcia otvorenia/zatvorenia dverí/okien,
- spotreba zdrojov (kúrenie, voda, elektrina, plyn, ...).

Ako pohony sú k dispozícii mnohé možnosti:

- elektrické spínače (zapnuté/vypnuté),
- ovládanie otvárania/zatvárania okien,
- ovládanie vodného ventilu,
- ovládanie žalúzií,
- vykurovanie/chladenie/klimatizácia/zvlhčovač vzduchu, atď.,

- osvetlenie (vonkajšie, vnútorné, ...),
- alarmy, upozornenia, ...,
- filtrácia vzduchu, vlhkosť, atď.

Niektoré inteligentné domáce systémy môžu byť vytvorené vlastnoručne od základu, napríklad pomocou Raspberry Pi alebo inej prototypovacej dosky. Iné je možné zakúpiť ako súčasť inteligentnej domácej súpravy (home kit) - známej aj ako inteligentná domáca platforma, ktorá obsahuje kusy potrebné na spustenie domácej automatizácie. Existuje tiež mnoho open source softvérových systémov pre inteligentnú domácu automatizáciu [1], [2], [3]:

- *OpenHAB (OH)* [4] - Má veľkú používateľskú komunitu, obrovské množstvo podporovaných zariadení a integrácií. Je napísaný v jazyku Java, beží aj na Raspberry Pi a je navrhnutý tak, aby bol agnostický. OH zahŕňa aplikácie iOS a Android pre ovládanie zariadení, ako aj nástroje na návrh. Je licencovaný pod licenciou Eclipse Public License.
- *Home assistant (HA)* [5] - Je ľahko nasaditeľný na akomkoľvek počítači, ktorý môže spúšťať Python 3 a integruje sa s veľkým množstvom otvorených a komerčných ponúk. Je licencovaný podľa licencie MIT a podporuje integráciu s
 - Alexou od Amazonu,
 - Google asistentom.
- *Calaos* - Calaos je navrhnutý ako kompletná platforma pre domácu automatizáciu vrátane serverovej aplikácie, dotykového rozhrania, webovej aplikácie, natívnych mobilných aplikácií pre iOS a Android a predkonfigurovaného operačného systému Linux, ktorý beží pod ním. Je licencovaný podľa GPLv3.
- *Domoticz* - Má širokú knižnicu podporovaných zariadení, veľký počet ďalších integrácií tretích strán, je navrhnutý s rozhraním HTML5 a predstavuje ľahký systém domácej automatizácie (napríklad môže fungovať na Raspberry Pi). Je licencovaný podľa GPLv3.
- *MisterHouse* - používa Perl skripty, reaguje na hlasové príkazy, beží na rôznych zariadeniach vrátane Linuxu, MacOS a Windows. Je licencovaný pod licenciou GPLv2.
- *OpenMotics* - Zahŕňa hardvér a softvér v rámci licencií s otvoreným zdrojovým kódom. Je určený predovšetkým na jednoduché dodatočné vybavenie, zameriava sa na hardwarové riešenie. Je licencovaný pod licenciou GPLv2.

Najpoužívanejšie riešenia sú AH a OH [6]. OH je skvelá voľba pre skúsených používateľov (predovšetkým programátorov), pretože vstavané nástroje im dávajú veľké možnosti pracovať s rutinami a prispôbiť si ich. Všetci ostatní používatelia by však mali na tvorbu komplexného inteligentného domáceho ekosystému uprednostniť HA, ktorý je ústretivejší voči neprogramátorom.

Zatiaľ čo každý inteligentný dom je inteligentná budova, nie každá inteligentná budova je inteligentný dom. Podnikové, komerčné, priemyselné a obytné budovy všetkých tvarov a veľkostí - vrátane kancelárií, mrakodrapov, bytových domov, kancelárií a rezidencií pre viacerých nájomníkov - využívajú technológie Internetu vecí na zlepšenie efektívnosti budov, zníženie nákladov na energiu a vplyvu na životné prostredie, bezpečnosť, ako aj zlepšenie spokojnosti používateľov. Mnohé z technológií, ktoré sa používajú v inteligentnom dome, sú nasadené v inteligentných budovách vrátane osvetlenia, energie, vykurovania, klimatizácie, bezpečnostných a stavebných prístupových systémov.



Napríklad inteligentná budova môže znížiť náklady na energiu pomocou senzorov, ktoré zistia, koľko osôb je v miestnosti. Teplota sa môže automaticky prispôbiť v prípade, že snímače zistia plnú konferenčnú miestnosť alebo sa vypne kúrenie, ak všetci z kancelárií odišli na deň preč. Inteligentné budovy sa tiež môžu pripojiť k inteligentnej sieti. Inteligentné stavebné komponenty a elektrická sieť sa môžu navzájom rozprávať a počúvať. S touto technológiou je možné efektívne riadiť distribúciu energie, údržbu, je možné správať sa proaktívne a na výpadky elektrickej energie je možné reagovať rýchlejšie.



Okrem týchto výhod môže inteligentná budova poskytnúť majiteľom budov a manažérom výhody prediktívnej údržby.

Napríklad riadiaci pracovníci môžu zásoby toaliet doplniť, keď snímače, ktoré monitorujú mydlo alebo dávkovače papierových utierok, naznačujú nízku zásobu. Údržbu a zlyhanie je možné predvídať pri budovaní chladenia, výťahov a osvetľovacích systémov.

2 Inteligentné zariadenia v domácnosti

V súčasnosti existuje množstvo domácich spotrebičov, ktoré sa označujú ako inteligentné spotrebiče, pretože poskytujú dodatočnú inteligenciu (funkcionalitu). Sú vybavené rôznymi komunikačnými rozhraniami a aplikáciami. V tejto kapitole sa sústreďujeme najmä na inteligentné televízory, set-top boxy a ďalšie veľké či malé inteligentné spotrebiče určené pre domácnosti.

2.1 Inteligentné televízory

$E=m \cdot c^2$

Inteligentné televízory sa odlišujú od štandardných televízorov niekoľkými vlastnosťami. Okrem schopnosti prijímať televízne vysielanie (čo je spoločná funkcia všetkých televízorov) dokážu inteligentné televízory navyše sprístupniť Internet používateľom vďaka dodatočnému technickému vybaveniu [7].

Tieto televízory sú vybavené úplným operačným systémom s grafickým rozhraním (Obr. 3), ktoré sprístupňuje používateľom celý webový priestor, kde môžu prehliadať webové stránky prostredníctvom webového prehliadača takmer rovnako ako na bežnom osobnom počítači. To znamená, že televízni diváci môžu pozerať multimediálny obsah priamo z Internetu a nie sú obmedzení len na sledovanie štandardného (lineárneho) televízneho vysielania prijímaného anténou. Samozrejme prehliadanie webu nie je veľmi pohodlné prostredníctvom diaľkového ovládača a preto inteligentné televízory ponúkajú možnosť pripojiť rôzne bezdrôtové (ale aj drôtové) zariadenia. V súčasnosti je veľa možností, ako ovládať inteligentné televízory (Obr. 4):

- štandardný diaľkový ovládač s tlačidlami, v niektorých prípadoch doplnený o dotykový panel alebo QWERTY klávesnicu,
- bezdrôtová QWERTY klávesnica a myš (na ovládanie aplikácií),
- rozpoznávanie hlasu (hlasových príkazov), napr. cez mikrofón v diaľkovom ovládači,
- rozpoznávanie gest (cez pripojenú alebo integrovanú kameru),
- inteligentný telefón.

+

Veľmi dôležitou vlastnosťou, ktorou inteligentné televízory disponujú, je možnosť prehrávať multimediálny obsah (obrázky, audio a video súbory), pretože podporujú najbežnejšie formáty týchto médií.

Každý takýto televízor je vybavený aspoň jedným rozhraním USB (v niektorých prípadoch aj čítačkou pamäťových kariet). Používateľ iba pripojí USB disk, kľúč alebo pamäťovú kartu s multimediálnym obsahom a môže sledovať tento obsah na veľkom displeji. V prípade, že televízor nepodporuje niektoré formáty médií alebo rozlíšenie, je možné pripojiť napr. laptop k televízoru cez HDMI port. Televízory, ktoré majú **DLNA** (*Digital Living Network Alliance*) certifikát, sú schopné prehrávať multimediálny obsah z iných DLNA zariadení (počítače, tablety, inteligentné telefóny, mediálne servery a iné).



Obr. 3 Príklad inteligentného televízora

Inteligentné televízory zvyčajne obsahujú aspoň jeden integrovaný digitálny tuner na príjem pozemného vysielania (v rozlíšení HD). Často sú ale vybavené aj ďalšími tunerami na príjem satelitného alebo káblového vysielania (televízie aj rozhlasu). Keďže prijímajú digitálny televízny signál, ponúkajú používateľom (divákovi) aj možnosť nahrávania. Vďaka tomu si môžu používatelia nahrávať vysielanie na pripojený externý USB disk alebo kľúč. Funkcia nahrávania je obmedzená iba na signál z integrovaných televíznych tunerov a nie je dostupná pre signál z externých zdrojov (napr. HDMI portov).



Obr. 4 Príklady rôznych diaľkových ovládačov pre inteligentné televízory

Ako sme už spomenuli, tieto televízory pracujú pod nejakým operačným systémom, takže sú tak trochu podobné štandardným osobným počítačom. V súčasnosti existuje veľa výrobcov inteligentných televízorov. Tieto televízory môžu byť založené na proprietárnej alebo otvorenej platforme. Najznámejšími platformami sú Android TV od Google (Philips, Sharp, Sony), Firefox OS (Panasonic), Roku TV (JVC, LG, Sharp, Hitachi) a Tizen OS (Samsung). Okrem prehliadania webu môžu používatelia na televízore spúšťať a používať rôzne aplikácie. Všetky tieto aplikácie sú webovské aplikácie. Medzi existujúce aplikácie na inteligentných televízoroch patria:

- jednoduchý internetový prehliadač,
- sociálne siete,
- online video služby (YouTube, Vimeo),
- správy,
- jednoduché hry,
- videokonferencie (Skype),
- platené video a audio streamované služby (Netflix, Spotify, ...).

Na Obr. 5 je čiastočne vidieť, že inteligentné televízory podporujú technológie Ethernet, Wi-fi, USB a Bluetooth na komunikáciu, čítačky pamäťových kariet, F konektor (na pripojenie antény) a porty HDMI (prípadne staršie štandardy pre video signály, napr. S-video), vstup(y) pre digitálny audio signál a slot pre modul CI/CI+ (pre dekódovacie karty).



Obr. 5 Zadná strana inteligentného televízora s rozhraniami



Počas vývoja inteligentných televízorov sa objavil významný bezpečnostný problém. Napríklad v roku 2013 na konferencii Black Hat ukázal SeungJin Lee, ako je možné zneužiť inteligentný televízor a kameru a mikrofón pripojené k nemu na účinné odpočúvacie zariadenie [8].

2.2 Inteligentné set-top boxy

Ak vlastníte televízor, ktorý nepodporuje inteligentné funkcie, ale nechcete ho nahradiť novým (drahším) inteligentným televízorom, môžete si zakúpiť externé inteligentné zariadenie volané inteligentný set-top box, ktorý tieto inteligentné funkcie ponúkne. Inteligentný set-top box je schopný ponúknuť používateľom všetky funkcie inteligentných televízorov [9], [10]. Samozrejme je nutné ho pripojiť k televízoru.



To znamená, že pomocou inteligentného set-top boxu je možné:

- sledovať vysielanie (najčastejšie satelitnej televízie, prípadne aj pozemnej alebo káblovej) s kvalitou rozlíšenia HD,
- nahrávať živé vysielania na interné alebo externé úložisko (USB kľúč alebo disk),
- prehrávať multimediálny obsah z externých úložísk (podporujú video formáty: MP4, MKV, MOV, MPG, MTS, TS, VOB, WMV, XVID, M2TS, AVI, ASF, audio kódeky: MP3, WAV, AAC, FLAC, M4A a kódeky obrázkov: JPEG, BMP, GIF, PNG),
- prijímať a sledovať streamované video cez (Ethernet alebo Wi-Fi) pripojenie do siete LAN a Internet a dokonca v niektorých prípadoch aj vysielat' streamované video,
- spúšťať a používať predinštalované aplikácie (prehliadanie webu, prístup do sociálnych sietí, komunikácia, správy, atď.), mať možnosť ich aktualizovať a inštalovať mnoho nových.

Inteligentné set-top boxy je možné ovládať podobným spôsobom ako inteligentné televízory.



Samsung EVO-S



TechniSat Digit ISIO

Obr. 6 Příklady inteligentných set-top boxov

2.3 Inteligentné domáce spotrebiče

Ako už bolo spomenuté skôr, inteligentná domácnosť je domácnosť, ktorá obsahuje a používa inteligentné spotrebiče. To znamená spotrebiče, ktoré sú vybavené bezdrôtovým rozhraním a ktoré je možné diaľkovo ovládať či sledovať [11]. Bezdrôtové rozhranie môže byť realizované technológiami ako Wi-Fi, Bluetooth alebo NFC. Vzdialené ovládanie inteligentných spotrebičov sa robí pomocou aplikácie na inteligentnom telefóne alebo tablete, ktorá taktiež poskytuje informácie o stave spotrebiča. V rovnakom čase tieto spotrebiče dokážu informovať a varovať používateľov ohľadne rôznych činností, ktoré vykonávajú. Aplikácie na diaľkové ovládanie sú najčastejšie dostupné pre operačné systémy Android a iOS. Aplikácie sú často vyvíjané priamo výrobcami týchto spotrebičov alebo výrobca vybuduje vlastný ekosystém s jednou aplikáciou schopnou riadiť celý rad jeho inteligentných spotrebičov. Určitá skupina výrobcov elektroniky vyvíja platformu Home Connect, ktorá dokáže komunikovať so spotrebičmi od rôznych výrobcov. V súčasnosti táto platforma podporuje spotrebiče firiem Bosch a Siemens. Medzi ďalších partnerov patria napr. Amazon Alexa, Nest alebo IFTTT [12].

Aby sa obyčajné spotrebiče mohli stať inteligentnými okrem bezdrôtového rozhrania potrebujú sadu senzorov, ktoré určujú funkcie a možnosti, čo je možné robiť s daným spotrebičom. V súčasnosti existujú nasledovné inteligentné spotrebiče a funkcie, ktoré poskytujú:

- **inteligentné chladničky** - nastavenie teploty, riadenie ďalších funkcií, vzdialený náhľad do chladničky cez integrovanú panoramatickú kameru. LG predstavil chladničku s virtuálnou inteligentnou osobnou asistentkou Alexa vyvinutou spoločnosťou Amazon, s ktorou používatelia môžu hovoriť a okrem základných príkazov jej môžu povedať aké potraviny a kedy by mala objednať. Chladnička je vybavená 29 palcovým dotykovým displejom, na ktorom sa zobrazuje obsah chladničky a potraviny s končiacim dátumom spotreby. Je pripojená do sociálnych sietí a dokáže pripomenúť narodeniny známych či rodinných príslušníkov [13].
- **inteligentné rúry** - informácia o stave spotrebiča a procese pečenia, zmena teploty a programu.
- **inteligentné umývačky (riadu)** - spustenie umývačky, odporúčanie vhodného programu, monitorovanie procesu umývania, informácia o počte tabliet v zásobníku.
- **inteligentné pračky (sušičky)** - nastavenie programu, teploty vody a rýchlosti otáčok, sledovanie procesu prania.
- **inteligentné kávovary** - varenie kávy, nastavenie programu.
- **inteligentné vysávače** - spustenie vysávania, upozornenie o skončení, prevzatie kontroly (je možné sa hrať s vysávačom ako s autom na diaľkové ovládanie).

Je jasné, že sortiment inteligentných spotrebičov sa bude časom rozširovať. Môžeme sa dočkať inteligentných hriankovačov, varičov, kanvíc, vidličiek, panvíc, váh, grilov, atď. Spoločnosť Griffin dokonca ponúka futuristické zrkadlo, ktoré

používateľovi počas ranného čistenia zubov alebo líčenia sa ukáže napr. predpoveď počasia, správy zo sveta alebo nastávajúce udalosti.

3 Inteligentné koncové (prenosné) zariadenia

V tejto kapitole charakterizujeme inteligentné elektronické zariadenia, ktoré sú nosené používateľmi so sebou alebo na sebe. Týka sa to inteligentných telefónov, hodínok a okuliarov.

3.1 Inteligentné telefóny

Najrozšírenejším inteligentným zariadením dneška je zaiste inteligentný telefón, ktorý predstavuje prenosný osobný počítač (do ruky). Okrem základnej funkcie - telefonovania - poskytuje množstvo ďalších funkcií. Je spájaný nielen s vysokým výpočtovým výkonom ale aj podporou bezdrôtovej komunikácie (okrem prístupu do mobilnej siete je vybavený rozhraniami Wi-Fi a Bluetooth a v niektorých prípadoch aj NFC). Cez bezdrôtové rozhrania sú inteligentné telefóny schopné komunikovať s inými inteligentnými telefónmi, hodinkami či okuliarmi alebo dokonca s inteligentnými televízormi a počítačmi. Tieto telefóny disponujú množstvom senzorov (Tab. 1), ktoré ešte viac rozširujú portfólio možných aplikácií [14].

Tab. 1 Najpoužívanejšie senzory v inteligentných telefónoch

Senzory	Meraný parameter
Akcelerometer	akcelerácia (zrýchlenie)
Gyroskop	orientácia a uhlová rýchlosť
Magnetometer	magnetické pole
Barometer	atmosférický tlak
Snímač vzdialenosti	vzdialenosť objektu od telefónu
Svetelný senzor	svetelné podmienky
Dotyková obrazovka	dotyk prsta
GPS	pozícia na Zemi
Predná a zadná kamera	obraz
Mikrofón	zvuk



Obr. 7 Príklady inteligentných telefónov



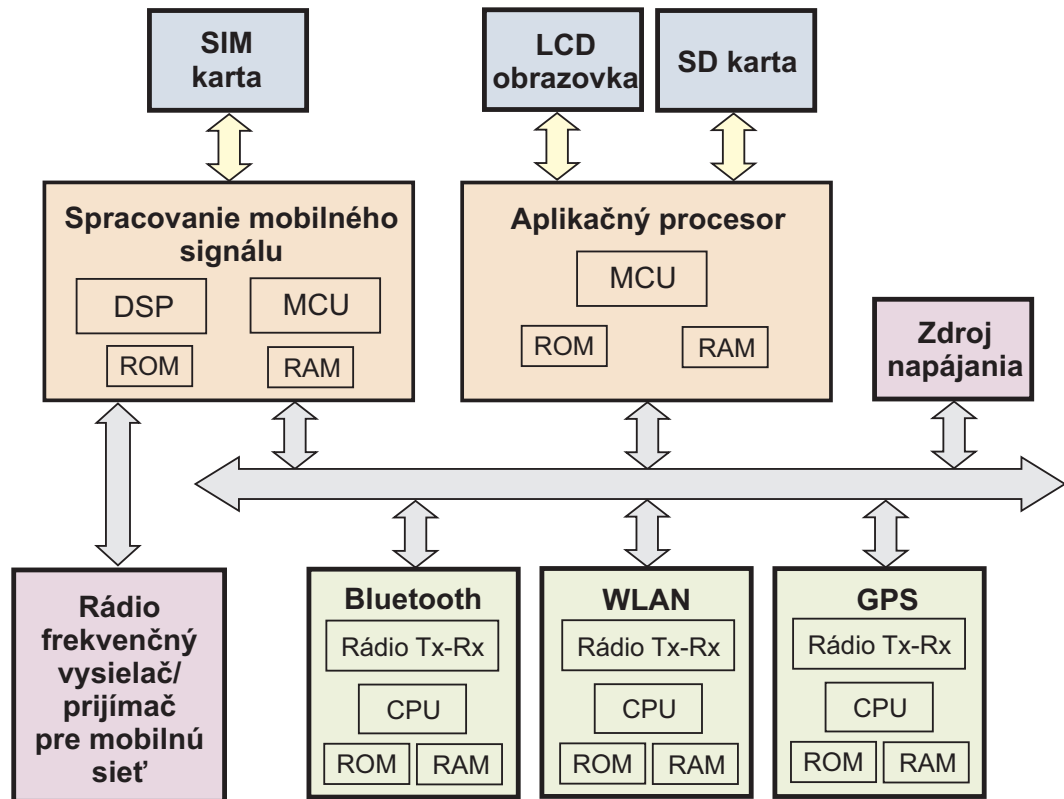
Inteligentné telefóny poskytujú vysokorychlostný prístup do Internetu cez mobilné a Wi-Fi rozhranie. Sú vybavené čítačkou (SD) pamäťových kariet a rozhraním USB. Obsahujú operačný systém, ktorý umožňuje používateľom spúšťať veľké množstvo aplikácií.

Tieto aplikácie poskytujú používateľom nasledovné funkcie a služby:

- telefónne hovory, SMS/MMS, email, on-line text, hlasový a video chat,
- fotenie a natáčanie videa, nahrávanie audia,
- satelitná navigácia, kompas, plánovač výletov, predpoveď počasia,
- prehrávanie multimedialneho obsahu, čítanie a editovanie dokumentov,
- webový prehliadač, správy, vzdelávacie kurzy, kalendár udalostí, adresár, mobilné platby, poznámky,
- hodiny, budík, pripomienky, upozornenia (vrátane vibrácie), kalkulačka, blesk, baterka,
- virtuálny asistent (Apple Siri, Amazon Alexa, Google Assistant, Microsoft Cortana, BlackBerry Assistant, Samsung Bixby),
- hry a mnohé ďalšie.

Na Obr. 8 je znázornená zjednodušená logická schéma inteligentného telefónu [15]. Základ inteligentného telefónu tvorí dvoj až osem jadrový procesor (do 2,8 GHz), grafický procesor, pamäť RAM do 8 GB a Flash do 256 GB, moduly s bezdrôtovými rozhraniami, dotykový displej (LCD, IPS, LED, OLED alebo AMOLED) s veľkosťou do 6'' (s rozlíšením do 3840x2160), rôzne typy senzorov. To všetko napájané nabíjateľnou lítiovo-iónovou alebo lítiovo-polymérovou

batériou s kapacitou do 4000 mAh. Fotoaparát na fotenie obrázkov s rozlíšením až 20 Mpx a kamery na natáčanie videa sú tiež neoddeliteľnou súčasťou. V súčasnosti sú na trhu mobilných operačných systémov dvaja významní hráči a to Android od Google (s otvoreným kódom) a iOS od Apple (proprietárny). Ďalšie v súčasnosti vyvíjané operačné systémy sú napr. Tizen (Samsung) alebo Sailfish (Jolla). V roku 2017 (prvý štvrtrok) Android dominoval na trhu. 86,1% všetkých inteligentných telefónov používalo Android a 13,7% bežalo pod iOS [16].



Obr. 8 Všeobecná/zjednodušená logická schéma inteligentného telefónu [15]

3.2 Inteligentné hodinky

Inteligentné hodinky sú zariadenia, ktoré poskytujú podobné funkcie ako inteligentné telefóny. Vo všeobecnosti sú to malé počítače vo forme náramkových hodínok alebo náramku. Sú schopné pracovať samostatne alebo sa môžu synchronizovať s inteligentným telefónom cez rozhranie Bluetooth a poskytovať tak dokonca viac funkcií [17]. Okrem rozhrania Bluetooth môžu byť tiež vybavené bezdrôtovými rozhraniami ako Wi-Fi, 3G, 4G, LTE, NFC a GPS. Vďaka nim môžu komunikovať s externými zariadeniami ako sú senzory rôzneho typu (teplomér, monitor/merač srdcového tepu, akcelerometer, výškomer, barometer, krokomer, kompas), reproduktory, slúchadla s mikrofónom, zariadenia typu **HUD** (*head-up display*) a samozrejme inteligentné telefóny, tablety, atď. Niektoré z týchto senzorov môžu byť integrované vo vnútri inteligentných hodínok (napr. GPS senzor, snímač srdcového tepu). Inteligentné hodinky dokážu zbierať dáta z interných ale aj externých senzorov, spracovať ich a poskytnúť používateľom v požadovanej podobe.



Obr. 9 Príklady moderných inteligentných hodínok



Okrem základných funkcií poskytovaných štandardnými hodinkami ako sú aktuálny čas (a dátum), kalkulačka, preklady a hry, inteligentné hodinky ponúkajú ďalšie funkcie ako napr.:

- telefonovanie,
- email, posielanie textových správ,
- webové prehliadanie (dokonca ovládané hlasovými príkazmi),
- plánovač schôdzok,
- rôzne typy upozornení (napr. o prichádzajúcom hovore),

- GPS navigácia (napr. počas športových činností),
- platby v obchodoch (virtuálna peňaženka),
- a mnoho ďalších.



Obr. 10 Prehľad najčastejšie používaných funkcií na inteligentných hodinkách podľa [18]

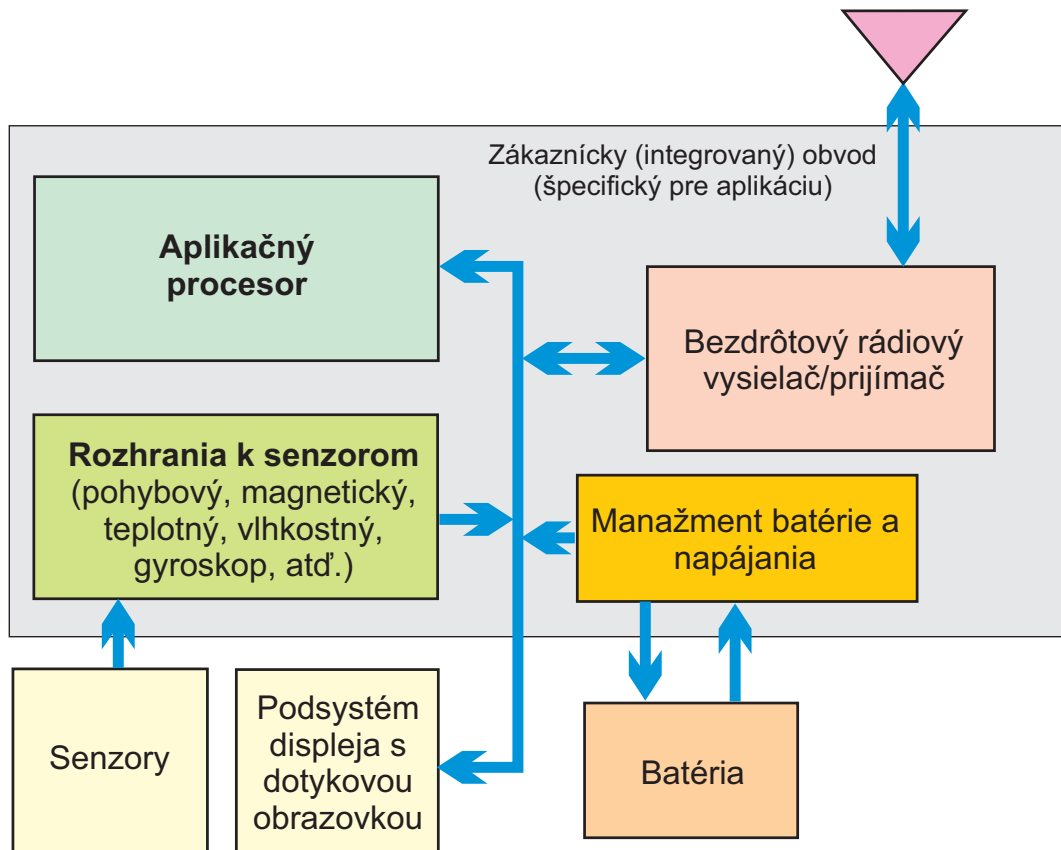
Inteligentné hodinky často slúžia ako predĺžená ruka inteligentných telefónov, pretože veľa činností môže byť urobených bez dotyku alebo dokonca vytiahnutia telefónu z vrečka. Pri synchronizácii inteligentných hodínok s telefónom je veľmi dôležitá kompatibilita. Sú hodinky, ktoré používajú vlastný operačný systém (napr. Pebble OS, Wear OS, Fitbit OS, Tizen OS), ale sú schopné spolupracovať so zariadeniami s operačnými systémami Android alebo iOS. Na druhej strane sú hodinky (napr. s watchOS alebo Android Wear), ktoré sú schopné komunikovať iba so zariadeniami s rovnakým OS (napr. od Apple).



Nevýhodou týchto zariadení je nízka výdrž batérií. Veľa spoločností sa pokúša poskytnúť aspoň inovatívny spôsob nabíjania inteligentných hodínok. Okrem štandardného nabíjania cez USB rozhranie sú dostupné hodinky, ktoré môžu byť nabíjané bezdrôtovo (napr. hodinky Moto 360 od Motoroly) alebo sa použije nabíjacia stanica/kolíška (napr. G Watch R od LG). Avšak nízka výdrž batérií pretrváva a vo všeobecnosti platí, že väčšina pravých inteligentných hodínok vydrží na jedno nabitie deň alebo dva.

Sú výnimky ako Vector Watch Luna, Garmin Vivoactive alebo TomTom Spark 3 Cardio + Music, ktoré vydržia viac než 20 dní [19].

Na Obr. 11 je zobrazená bloková schéma inteligentných hodínok. Srdcom hodínok je aplikačný procesor (môže obsahovať až 4 jadrá s frekvenciou 1 GHz) vybavený vnútornou pamäťou (napr. 512 MB RAM a 4 GB Flash). Procesor komunikuje s vnútornými senzormi a pomocou bezdrôtového vysielača/prijímača s externými senzormi. Informácie sa zobrazujú na displeji s dotykovou obrazovkou (najčastejšie typu OLED, LCD, LCD e-papier) s rozlíšením od 128x128 do 360x480. Inteligentné hodinky sú obvyčajne napájané lítiovo-iónovou batériou. Medzi 50 spoločnosťami, ktoré sa zúčastňujú na výskume a vývoji inteligentných hodínok, je možné spomenúť napr. Apple, LG, Sony, Pebble, Samsung, Motorola, Google.



Obr. 11 Všeobecná bloková schéma inteligentných hodín [20]

3.3 Inteligentné okuliare

Inteligentné okuliare patria rovnako ako inteligentné hodinky medzi takzvané nositeľné zariadenia a integrujú počítač a okuliare do jedného zariadenia. Požadovaná informácia je poskytnutá cez integrovaný displej alebo priamo na obraz, ktorý používateľ vidí cez okuliare [21]. Existuje špecifická skupina - inteligentné slnečné okuliare, ktoré menia svoje optické vlastnosti (sfarbenie) podľa aktuálnych podmienok. Existuje niekoľko metód, ako zobrazit' používateľom požadované informácie inteligentnými okuliarmi:

- optickým displejom noseným na hlave (**OHMD**, *optical head-mounted display*) - napr. Google Glass,
- integráciou bezdrôtových okuliarov s transparentným displejom **HUD** (*heads-up display*) - napr. hodinky Solos,
- preložením zosilnenej reality (**AR**, *augmented reality*) s reálnym obrazom (použitím zrkadlenia na premietnutom obraze) - napr. Vuzix Blade,
- laserom, ktorý premietne malý obraz priamo na sieťnicu používateľa - nová technológia predstavená spoločnosťou Intel v hodinkách Vaunt.

Funkcie, ktoré sú poskytované inteligentnými okuliarmi výrazne závisia od účelu, na ktorý boli vyvinuté (bezpečnosť, starostlivosť o zdravie, zábava, atď.). Inteligentné okuliare môžu byť vybavené bezdrôtovými technológiami ako Wi-Fi, Bluetooth, GPS a prípadne prístupom do mobilnej siete. Napríklad môžu iba poskytovať informácie na obrazovke okuliarov zo vzdialeného systému v niektorých prípadoch so zvukom (môžu pracovať ako prenosný prehrávač médií). Vyspelejšie okuliare môžu poskytnúť rôzne mobilné aplikácie. Inteligentné okuliare je možné ovládať tlačidlami, inteligentným telefónom, hlasovými príkazmi (ak je integrovaný mikrofón), gestami alebo pohybom očí (ak je integrovaná kamera) a v budúcnosti možno aj rozhraním mozog - počítač (**BCI**, *brain-computer interface*). Rovnako ako inteligentné hodinky aj inteligentné okuliare môžu zbierať dáta z interných aj externých zdrojov.



Google glasses



Solos



Vuzix Blade



Epson Moverio

Obr. 12 Príklady inteligentných okuliarov

4 Inteligentné mestá a komunity



$E=mc^2$

Čo je inteligentné mesto? Existuje niekoľko definícií, ale väčšina z nich zahŕňa, že ide o mestskú oblasť, ktorá používa rôzne typy elektronických senzorov na zhromažďovanie údajov, ktoré poskytujú informácie, ktoré sa potom používajú na efektívne riadenie majetku a zdrojov mesta.

Koncepcia inteligentného mesta integruje *informačné a komunikačné technológie (IKT)*. Poskytovanie údajov sa často uskutočňuje prostredníctvom Internetu vecí. Technológia inteligentného mesta umožňuje interakciu s komunitnou aj mestskou infraštruktúrou a monitoruje, čo sa deje v meste a ako sa mesto vyvíja. Podľa analýz [22], [23], napr. Singapur a Barcelona patria medzi najinteligentnejšie mestá na svete. Singapur je považovaný za lídra s ohľadom na dopravu. Obe mestá prevádzkujú otvorenú dátovú platformu, ktorá sa týka údajov zhromaždených snímačmi. Mnoho inteligentných miest využíva vo svojich riešeniach služby cloudu. Technologické riešenia väčšinou používajú koncept systému "veľkých dát" (big data), ktorý je určený na manipuláciu (zachytenie, ukladanie, analýzu, dopyty, vizualizáciu) s obrovským množstvom údajov. Funkčná doména inteligentného mesta sa delí podľa IEEE nasledovne [24]:

- senzory a inteligentné elektronické zariadenia,
- komunikačné siete a kybernetická bezpečnosť,
- integrácia systémov,
- inteligencia a analýza údajov,
- manažovacie a riadiace platformy.

Na základe týchto funkčných domén sú budované riešenia inteligentných miest pre konkrétne oblasti. Niektoré z najdôležitejších oblastí sú uvedené v nasledujúcich častiach.

4.1 Inteligentné dopravné systémy

$E=m \cdot c^2$

Intelligentné dopravné systémy (IDS) sú zamerané na poskytovanie inovatívnych služieb a riadenie dopravy, ktoré poskytujú používateľom lepšiu informovanosť a bezpečnejšie, rýchlejšie a efektívnejšie dopravné siete. To zas minimalizuje znečistenie a iné negatívne aspekty dopravných sietí.

Existujú rôzne systémy zo základných systémov riadenia patriace do inteligentných dopravných systémov ako: automobilová navigácia, systémy riadenia dopravného signálu, premenlivé správy a pokročilejšie aplikácie, ktoré integrujú živé dáta a spätnú väzbu z mnohých iných zdrojov ako napríklad usmernenie k parkovaniu. Inteligentné mestá potrebujú IDS. Dobre plánovaná a efektívne riadená dopravná sieť je pre každú spoločnosť nevyhnutná.

+

Medzi dôležité funkcie inteligentnej dopravnej siete patrí:

- Riadenie verejnej dopravy - cieľom je podpora využívania verejnej dopravy medzi ľuďmi. To možno dosiahnuť efektívnou automatizáciou, plánovaním a informáciami. Majú sa integrovať najmä možnosti viacerých spôsobov dopravy, aby sa verejná doprava stala atraktívnou a efektívnou.
- Informácie o trase a plánovanie ciest - cieľom je poskytnúť cestujúcim informácie o trase, ktorá je najvhodnejšia pre ich cestu a poskytnúť im pokyny a dodatočné informácie (napríklad odhadované trvanie cesty, alternatívne trasy, cestovné poplatky, atď.). Informácie o dopravných podmienkach na trase sa zohľadňujú v reálnom čase.
- Bezpečnosť a kontrola vozidla - cieľom je poskytnúť bezpečnostnú pomoc prevádzkovateľom vozidiel, poskytnúť im dodatočné informácie o okolitom prostredí (napr. varovanie o kolízii sledovaním polohy iných vozidiel, atď.).
- Elektronický časový rozvrh - môže pomôcť cestujúcim v poznaní času príchodu a odchodu, oneskoreniach, presunoch a spojeniach na stanici.
- Elektronický platobný systém - spotrebiteľia nemusia strácať čas pri nákupe lístkov na rôzne druhy dopravy. Môžu vytvoriť jednu elektronickú platbu a získať jednu cestovnú kartu, ktorá pokryje rôzne spôsoby dopravy.
- Inteligentné parkovanie - riešenia, ktoré so správnou infraštruktúrou môžu do značnej miery minimalizovať ťažkosti pri parkovaní (ktoré postihujú každého obyvateľa mesta).
- Mobilita ako služba - je dôležité poskytnúť *mobilitu ako službu* ako možnosť, napr. pomocou spoločností dopravnej siete (Uber, Lyft, ...), zdieľanie áut, zdieľanie bicyklov, atď.

Najdôležitejšími prvkami technológie IDS sú sledovacie systémy (napr. GPS), inteligentné snímače vo vozidlách, cestná infraštruktúra (vrátane kamier a video analýz) a inteligentný dopravný svetelný systém.

Jednou z nových aplikácií v systéme IDS je systém núdzového oznamovania vozidiel (eCall), ktorý je povinný pre všetky nové vozidlá predávané v rámci EÚ od apríla 2018. V prípade aktivácie senzorov vo vozidle po nehode zariadenie eCall vytvorí tiesňové volanie prenášajúc hlas aj údaje priamo do najbližšieho núdzového bodu.

4.2 Inteligentné video sledovanie pre bezpečnú komunitu

S rastúcimi bezpečnostnými problémami v každodennom živote sa zlepšený video dohľad stal naliehavou prioritou pre verejný aj súkromný sektor. Či už na letiskách, v bankách alebo v továrňach sú video dohľadové systémy základným nástrojom boja proti zločinu a zvyšovania bezpečnosti. V súčasnosti existujú mnohé stupne systémov dohľadu (od systémov domáceho dohľadu, celoplošných systémov až po celoštátne systémy). Ich inteligencia sa líši. Dokonca aj jednoduché kamery majú v mnohých prípadoch zabudované funkcie, ako je detekcia pohybu, počítanie pohybujúcich sa objektov atď. Ak takúto funkcionálnosť kamera nemá vstavanú, rieši sa to pripojením kamery k systému analýzy videa. Dva najdôležitejšie aspekty inteligentných miest sú inteligentná bezpečnosť a dohľad. Vďaka analýze videa je možné diaľkové automatizované sledovanie. Odpadlo by manuálne monitorovanie napr. detekcia neželaných objektov, nezákonné parkovanie alebo detekcia vlamačov. To všetko sa dá efektívne a automaticky vykonávať pomocou konfigurovateľnej video analýzy, ktorá môže pomôcť pri znižovaní falošných poplachov a využívaní vlastných upozornení v reálnom čase, aby bolo možné vykonať správne a včasné kroky. Toto je možné použiť aj v mnohých ďalších prípadoch, ako je monitorovanie davu, počítanie ľudí, vandalizmus, riadenie čakania v rade a ďalšie. Systémy rozpoznávania tváre môžu pomôcť znížiť trestnú činnosť tým, že rýchlejšie pomáhajú odhaľovať zločincov.

Tieto technológie je možné použiť aj na dopravnú oblasť, buď ako asistenčnú technológiu pre vodiča (nesprávna cesta, rýchlostné zóny) na zvýšenie bezpečnosti alebo napr. v systémoch vynucovania, ktoré používajú rozpoznávanie poznávacej značky pri zistení porušovania pravidiel cestnej premávky.

4.3 Inteligentné meranie a inteligentné energetické systémy

Inteligentné meranie je meranie založené na inteligentných meračoch. Termín inteligentný merač často odkazuje na elektromer, ale môže to znamenať aj zariadenie na meranie spotreby zemného plynu alebo vody. Inteligentné meracie prístroje boli zavedené v roku 2009 s cieľom zjednodušiť proces účtovania a zabezpečiť, aby boli údaje aktuálne a presné.



Inteligentné merače sa líšia od neinteligentných meračov hlavne v nasledujúcich bodoch:

- okrem celkovej spotreby poskytujú aj informácie o tom, kedy bola energia spotrebovaná. Následne sa fakturácia môže zakladať na spotrebe v približne reálnom čase a nie na odhadoch založených na minulých alebo predpokladaných spotrebiteľských a dodávateľských službách a zákazníci môžu lepšie kontrolovať používanie a výrobu elektrickej energie, spotreby plynu a spotreby vody.
- poskytujú upozornenia o výpadku napájania, monitorovanie kvality napájania, upozornenia súvisiace s bezpečnosťou (napr. manipulácia so zariadením) atď.
- umožňujú obojsmernú komunikáciu pre aktualizácie softvéru, aktualizácie tarify, zapnutie/vypnutie, synchronizáciu času atď.

Prvému bodu uvedenému vyššie tiež spravidla vyhovujú zariadenia na automatizované čítanie meraní (AMR) alebo aj záznamníky údajov. Inteligentné merače ponúkajú však vlastnosti uvedené v ďalších bodoch a poskytujú významnú pridanú hodnotu s ohľadom na jednoduchšie zariadenia. Systémy, ktoré využívajú inteligentné merače, sa označujú ako pokročilá meracia infraštruktúra (**AMI**, *Advanced Metering Infrastructure*). Inteligentné merače väčšinou komunikujú s distribučnou spoločnosťou bezdrôtovo pomocou protokolu DLMS/COSEM (štandard IEC 62056). **COSEM** znamená *Companion Specification for Energy Metering* a **DLMS** znamená *Device Language Message Specification*. Protokol DLMS/COSEM nie je špecifický pre meranie elektrickej energie, ale slúži aj na meranie plynu, vody a tepla. Všetky prenesené údaje sú identifikované kódmi **OBIS** (*OBject Identification System*). Ďalšou často používanou možnosťou komunikácie je použitie **PLC** (*Power Line Communication*) a *dátových koncentrátorov (DC)*.



Hoci inteligentné meranie prináša veľa technologických výhod, existuje viac obáv, ktoré znižujú jeho celkové prijatie:

- zdravotné obavy - vyplývajú z rádiových frekvencií žiarenia vyžarovaného bezdrôtovými inteligentnými meračmi - elektromagnetické znečistenie by bolo menšie bez nich.
- bezpečnostné obavy - v posledných rokoch boli hlásené mnohé problémy súvisiace s inteligentnými meračmi spôsobujúcimi požiare.

- ochrana osobných údajov - elektromery posielajú poskytovateľovi podrobné informácie o spotrebe. Z týchto údajov poskytovateľa môžu získať veľa citlivých informácií s vysokou presnosťou (aké elektronické zariadenie momentálne funguje, je niekto doma, atď.). Takže existuje určité riziko, keď sú údaje ukradnuté alebo nevhodne použité.
- primálne úspory - niektoré pilotné prípady ukázali, že ak poskytovatelia ponúkli zníženie cien používateľom, keď nebudú spotrebovať elektrickú energiu v špičke, iba málo z nich to využilo. Ľudia sotva kontrolujú svoje energetické údaje, pretože proces je pre nich zložitý.

V súčasnej dobe sú inteligentné meracie systémy zavedené na celom svete. Pri starostlivom návrhu poskytujú nesporné výhody všetkým zúčastneným subjektom. Inteligentné merače zohrávajú aj dôležité úlohy v Smart gridoch. Smart grid je elektrická sieť, ktorá zahŕňa rôzne automatizované prevádzkové a energetické opatrenia na monitorovanie a kontrolu elektrickej energie súvisiace s výrobou a distribúciou elektrickej energie. Smart grid sieť je charakterizovaná nasledovnými vlastnosťami [25]:

- samoregeneračná,
- spotrebiteľsky priateľská,
- odolná voči fyzickým a počítačovým útokom,
- optimalizovane využíva majetok,
- ekologická,
- používa robustnú obojsmernú komunikáciu, pokročilé snímače a distribuovanú výpočtovú techniku,
- má zvýšenú účinnosť, spoľahlivosť, bezpečnosť dodávky a používania elektrickej energie.

Jedným zo štandardov pre Smart gridy je *Open Smart Grid Protocol (OSGP)*, čo je skupina špecifikácií uverejnených spoločnosťou ETSI na spoľahlivé a efektívne doručovanie príkazových a riadiacich informácií pre inteligentné merače a iné zariadenia Smart gridov. Ďalšou normou je OpenADR - komunikačný štandard pre Smart gridy s otvoreným zdrojom, ktorý sa používa pri aplikáciách s odpoveďou na dopyt. Zvyčajne sa používa na odosielanie informácií a signálov, ktoré spôsobujú vypnutie zariadení využívajúcich elektrickú energiu v obdobiach s vyšším dopytom.

V koncepcii Smart gridov zohrávajú dôležitú úlohu tzv. mikrogridy. Mikrogrid je lokalizovaná skupina zdrojov elektrickej energie a záťaží, ktoré bežne pracujú a sú synchronne s tradičnou rozvodnou sieťou (makrogrid), ale môžu sa tiež odpojiť do "ostrovného režimu" a fungovať samostatne. Mikrogrid môže efektívne integrovať rôzne zdroje, obzvlášť obnoviteľné zdroje energie (**RES**, *Renewable Energy Sources*) a môže dodávať núdzové napájanie, prepínať sa medzi ostrovným a pripojeným režimom. Zatiaľ čo Smart gridy sú realizované na väčšej úrovni, ako sú veľké prenosové a rozvodné vedenia, mikrogridy sú menšie a môžu fungovať

nezávisle od väčšej rozvodnej siete. Navyiac [26] mikrogridy ponúkajú alternatívnu cestu rozvoja inteligentnej siete. Obsahujú takmer všetky komponenty Smart gridu - sú však oveľa menšie a zvyčajne lokálne vlastnené a prevádzkované. S mikrogridmi je podstatne menej náročné a nákladné zaviesť inteligentné technológie, takže sa môžu stať inkubátormi a prostriedkami na transformáciu súčasnej elektrickej siete do systému, ktorý spĺňa budúce požiadavky na elektrickú energiu, účinnosť a spoľahlivosť.

V posledných rokoch sa výrazy "Inteligentná energia" a "Inteligentné energetické systémy" používajú na vyjadrenie prístupu, ktorý je širší ako pojem "Smart grid". Smart gridy sa zameriavajú predovšetkým na odvetvie elektrickej energie. Inteligentné energetické systémy majú holistický pohľad na viaceré odvetvia (elektrická energia, kúrenie, chladenie, priemysel, budovy a doprava), ktoré umožňujú identifikáciu riešení obnoviteľných zdrojov energie a trvalo udržateľnej energie. Koncepty inteligentného energetického systému ukazujú, ako využiť výhody integrácie všetkých sektorov a infraštruktúr [27]. V podstate sú postavené na troch základných sieťových infraštruktúrach:

- Smart gridy (Inteligentné siete elektrickej energie) - pripojte pružné zdroje elektrickej energie (tepelné čerpadlá, elektrické vozidlá, ...) k obnoviteľným zdrojom energie (veterná a solárna energia, ...),
- Inteligentné tepelné siete (vykurovanie a chladenie) - pripojte elektrickú energiu a vykurovanie, aby ste mohli využívať tepelné skladovanie,
- Inteligentné plynárenské rozvody - pripojte odvetvia elektriny, vykurovania a dopravy, aby ste mohli využívať sklady plynu a kvapalných palív.

4.4 Inteligentné odpadové hospodárstvo

Cieľom inteligentného odpadového hospodárstva je skrátiť čas a zmenšiť energiu potrebnú na poskytovanie služieb odpadového hospodárstva pomocou inteligentných technológií. Jeden veľký problém, s ktorým sa verejné služby a spoločnosti zaoberajúce sa nakladaním s odpadmi stretávajú je, že musia fyzicky ísť do skládky, aby skontrolovali stav odpadkov. Z tohto dôvodu nákladné vozidlá často navštevujú kontajnery, ktoré nepotrebujú vyprázdňovanie, čo mrhá časom aj palivom. Optimalizácia trasy rieši tento problém len čiastočne. S nástupom Internetu vecí, inteligentnými senzormi a technológiou **M2M** (*machine to machine*) medzi snímačmi môže optimalizácia trasy urobiť významný krok vpred. Kontajnery na odpady môžu "hovoriť" so spoločnosťou pre nakladanie s odpadmi a povedať im, či je kontajner naplnený, kedy musí byť vyprázdnený, akú má teplotu, atď. Toto umožňuje spoločnosti pracovať efektívnejšie a redukovať náklady. Navyše, snímače môžu spoločnosti pomôcť predpovedať, kedy bude kontajner plný, čo im umožní plánovať budúce cesty.

Inteligentné technológie môžu tiež nepriamo znížiť množstvo odpadu. Napr. v Spojených štátoch spotrebiteľia každoročne vyhodí asi 30%, t.j. 60 miliárd kilogramov potravín [28]. Toto by mohlo byť výrazne znížené pomocou sledovania majetku a materiálu. Pomocou správnej IoT technológie by obchod mohol lepšie sledovať presné množstvá potravín, ktoré predáva, znižovať odpad a znižovať znehodnotenie. Z pohľadu spotrebiteľa sa táto technológia môže rozšíriť na domácnosti, napr. pomocou inteligentných chladničiek, ktoré by mohli upozorniť spotrebiteľov na minimálnu trvanlivosť, t.j. že danú potravinu treba spotrebovať predtým, než sa pokazí.

4.5 Inteligentné osvetlenie

Spojením pouličných svetiel dohromady v počítačom riadenej sieti sa otvárajú dvere širokej škále inovatívnych funkcií, ktoré šetria energiu a zlepšujú výkonnosť osvetľovacieho systému. Okrem týchto aplikácií existuje možnosť nasadenia aj iných riešení (nesúvisiacich s osvetlením) do osvetľovacej siete, čím sa stáva všadeprítomnou platformou pre inteligentné mestské aplikácie. Funkcie osvetlenia zahŕňajú:

- Základné funkcie - diaľkové ovládanie zapnutia/vypnutia, stmievanie a plánovacie funkcie.
- Energetické monitorovanie - presné informácie o spotrebe energie, ktoré je možné využiť na optimalizáciu a riadenie siete.
- Ovládanie farieb - osvetlenie môže byť prispôsobené na účely verejnej bezpečnosti alebo prispôsobené napr. na špeciálne podujatia atď.
- Adaptívne osvetlenie - detektory pohybu môžu umožniť, aby úroveň osvetlenia zodpovedala činnosti v uliciach (napríklad zníženie jasnosti, ak nie je prítomná žiadna návštevnosť). Snímače počasia môžu tiež umožniť prispôbenie dažďu, snehu alebo iným podmienkam (napr. zapnutie svetiel počas dažďa a ich vypnutie po skončení dažďa).
- Havarijná odozva - existuje niekoľko funkcií na riešenie otázok týkajúcich sa verejnej bezpečnosti a mimoriadnych udalostí, ako sú blikajúce svetlá pred domom, ktorý sa pokúšajú nájsť tiesňovní záchranári, rozjasnenie svetiel pri nehode alebo na mieste zločinu, použitie adaptívneho riadenia osvetlenia ako upozornenia pre vodičov v zónach okolo škôl atď.

Okrem možností na pokročilé ovládanie osvetlenia má pouličné osvetlenie potenciál pre širokú škálu aplikácií inteligentného mesta, ako napríklad:

- Monitorovanie kvality životného prostredia a ovzdušia - snímače kvality vzduchu a hluku sa dajú ľahko rozmiestniť na lampách pouličného osvetlenia.
- Monitorovanie dopravy - montáž snímačov premávky môže poskytnúť presnejšiu a flexibilnejšiu kontrolu premávky.
- Inteligentné parkovanie - montáž parkovacích senzorov alebo videokamier so softvérom na detekciu vozidiel môže poskytnúť informácie o obsadení.

Okrem toho môžu svietidlá poskytovať samotnú sieťovú konektivitu, napr. pomocou siete WLAN.



Zaujímavý prípad použitia v núdzovej oblasti je napr. montáž tlačidla "panika" na stĺpoch verejného osvetlenia [29]. V prípade núdze alebo nebezpečenstva môže osoba stlačiť toto tlačidlo, ktoré vyvolá poplach na blízkej policajnej stanici. Na sledovanie týchto prípadov môže byť umiestnená aj kamera na osvetlení ulice. Existujú koncepty [30], ktoré používajú tlačidlo "panika" v mobilných aplikáciách,

čo spôsobuje, že pouličné svetlo začne blikať a priťahuje pozornosť ľudí okolo, čo by mohlo pomôcť.

5 Robotika a inteligentné stroje v podnikoch

Inteligentné stroje sú podmnožinou umelej inteligencie, ktorá sa môže učiť, ako robiť veci a vykonávať úlohy. Tieto stroje sú čoraz viac digitálne, na rozvinutie plného potenciálu využívajú umelú inteligenciu a strojové učenie. **Umelá inteligencia (AI, Artificial intelligence)** je to, čo robí tieto stroje inteligentné a poskytuje rámec pre ich fungovanie. Inteligentné stroje zahŕňajú roboty, autonómne autá a iné systémy, ktoré sú navrhnuté tak, aby mohli pracovať bez zásahu človeka. V podnikateľskej sfére sa od týchto technológií očakáva, že prinesú vyššie ziskové marže a povedú k efektívnejším výrobným procesom. Od inteligentných strojov sa však aj očakáva, že vytlačia pracovníkov a výrazne zmenia povahu práce a iné spoločenské normy. Dnešné inteligentné prístroje sa môžu zdať revolučné podobne ako v sci-fi filmoch (napr. ako C-3PO v Star Wars). Inteligentné stroje sú však ďalším krokom v dlhej histórii postupného pokroku pri strojoch a výpočtovej technike. Korene inteligentných strojov dokážeme vysledovať späť k prvej priemyselnej revolúcii (18. storočie), keď boli použité základné stroje na automatizáciu niektorých ľudských úloh. Príchod počítačov v 20. storočí spolu s rastúcim **Internetom vecí**, systémami na ukladanie údajov a snímačmi, umožnili zhromažďovanie a analýzu obrovských dátových objemov, čím sa urýchlil nárast inteligentných strojov. Takéto **obrovské objemy údajov** možno účinne využívať pomocou metód analýzy údajov. **Big data** analýza údajov sa vzťahuje na metódu zhromažďovania a porozumenia veľkým dátovým súborom z hľadísk, ktoré sú známe ako tri V, rýchlosť (velocity), rozmanitosť (variety) a objem (volume). Rýchlosť informuje o frekvencii získavania údajov, čo môže byť súčasne s aplikáciou predchádzajúcich údajov. Rozmanitosť opisuje rôzne typy údajov, ktoré je možné spracovať. Objem predstavuje množstvo údajov. Údaje môžu byť využité aj pomocou *business intelligence (BI)* a **pokročilej analytiky**, pomocou ktorých počítače spúšťajú algoritmy na analýzu údajov na identifikáciu vzorov a potom sa používajú tieto vzory na vytváranie poznatkov o minulých a súčasných udalostiach a neskôr na poskytnutie poznatkov o tom, čo sa stane a čo by sa mohlo stať, ak by sa podnikli určité kroky v budúcnosti. Táto analytická schopnosť na druhej strane viedla k strojovému a hlbokému učeniu, kde sa samotné počítače učia z dodatočných dátových súborov, resp. používajú nové poznatky na prispôsobenie a úpravu svojich výstupov.

V **medicínskej oblasti** mnoho ľudí hovorí o tom, ako získať AI/počítač s algoritmami strojového učenia, aby diagnostikovali pacientov alebo nahradili lekárov. Jedná sa skôr o rozšírenie lekára, resp. o používanie počítača ako nástroja nie ako náhrady. Napr. v experimentoch [31], kde je pacient indikovaný sestrou, zachytené údaje idú cez prediktívne analytický nástroj, ktorý určuje päť hlavných problémov - tie, ktoré má pacient s najväčšou pravdepodobnosťou. Program výrazne zlepšil mieru zberu hlavných údajov o sťažnostiach (príznakoch) - z 25% na 95%.

Robotika je typ inžinierstva, ktoré stojí za konštrukciou a prevádzkou robotov, ktoré môžu vykonávať úlohy bez ľudskej pomoci. Je to jeden nástroj v oblasti inteligentných strojov. Podľa spoločnosti Gartner inteligentné stroje musia byť schopné:

- prispôbiť svoje správanie na základe skúseností (vzdelávania),
- nie byť úplne závislé od pokynov od ľudí (učiť sa sami),
- byť schopné prísť s neočakávanými výsledkami.

Samotné učenie v rôznych prostrediach umožnilo, aby sa roboty stali dôležitými nástrojmi v niektorých odvetviach. Medzi ne patrí:

- Zdravotníctvo - roboty sú prítomné v rôznych oblastiach zdravotníctva, ako sú napríklad chirurgické a lekárske úlohy. Vývoj zdravotnej starostlivosti zahŕňa roboty vo veľkej miere a experti hovoria, že sa to bude len zvyšovať. Roboty sú prítomné v chirurgickej starostlivosti, pretože poskytujú pracovnú silu zameranú na presnosť, flexibilitu a detail, ktorá pomáha lekárom, aby operácie prebiehali hladko a efektívne.
- Financie - finančné služby používajú robotiku na vykonávanie rôznych operácií. Robo-poradenské firmy sa stali budúcnosťou bankovníctva. Používajú jedinečné a citlivé algoritmy, ktoré poskytujú služby ako napríklad finančné poradenstvo a riadenie portfólia. Tieto firmy ponúkajú zákazníkom osobné skúsenosti a preklenutie rozdielov medzi finančnými službami a digitálnymi službami. Forbes súhlasí.
- Retail - robotika sa používa ako zákaznícky servis v obchode. To je vidieť v rôznych obchodoch, ktoré poskytujú interaktívne nástroje, ktoré zákazníci používajú na nakupovanie výrobku v obchode alebo na rýchle získanie prístupu k zamestnancovi.



Obr. 13 Baxter, robot, Rethink Robotics



Pri nasadzovaní robotov v priemysle je dôležitý problém - bariéra medzi ľuďmi a robotmi. Vo väčšine prípadov roboty, ktoré pracujú na výrobní linke, sú umiestnené v kliečkach, pretože predstavujú príliš veľa fyzických rizík pre ľudí. To spôsobuje, že pracovný postup človeka je úplne oddelený od pracovného postupu robota.

Pokračuje úsilie o to, aby sa ľudia a roboti mohli spoločne učiť, vytvoriť spoločné chápanie toho, ako spolupracovať a byť efektívnejší. Prvým príkladom je robot Baxter, ktorý vytvoril Rethink Robotics. Robot Baxter má ľudskú podobu a môže pracovať hneď vedľa ostatných pracovníkov a to bez kliečky. Viaceré továrne nasadili Baxtera na vykonávanie nudných úloh - veľmi často opakovaných úloh, ako je napr. presné balenie. Baxter je vybavený snímačmi, ktoré mu umožňujú "cítiť" a "vidieť", aby sa mohol prispôbiť svojmu prostrediu. Nie je potrebné mu povedať, ako rýchlo sa pohybuje dopravný pás, vidí to a vie na základe toho konať. Roboty sa viac integrujú do pracovného postupu, pretože inteligentné stroje začínajú zdieľať procesy s ľuďmi a údaje, ktoré absorbujú a vytvárajú, sú pre podnik čoraz dôležitejšie.

Nový výkonný prvok v oblasti robotiky a inteligentných strojov je **Cognitive Computing**. Je zrejme, že technológie v oblasti robotiky sa pohybujú smerom k inovatívnym nástrojom, ktoré využívajú techniky samoučenia na vykonávanie úloh. Kognitívne výpočtové systémy patria medzi prelomové nástroje v odvetví inteligentných strojov. Kognitívne výpočtové systémy sú založené na systémoch samoštúdia, ktoré používajú techniky strojového učenia na inteligentné vykonávanie špecifických úloh bežne vykonávaných človekom. **Cognitive Computing** je forma umelej inteligencie, ktorá nám umožňuje vidieť zmysel v údajoch, ktoré sa spracúvajú prostredníctvom systému. Prechádza veľkým množstvom údajov, na spracovanie ktorých by ľudia potrebovali obrovské množstvo času. Následne nájde a vytvára údaje, s ktorými sa môžu vykonávať ďalšie aktivity a sú prezentovateľné v reálnom čase. Tento nástroj uľahčuje organizáciám vykonávanie operácií, pretože dáva dátam účel. S veľkým množstvom údajov, ktoré sa hromadia v popredných odvetviach priemyslu pomocou tohto nástroja, sú zistené informácie skutočne užitočné, a preto robia tieto systémy vynikajúcimi.

Ďalším dôležitým pojmom je **inteligentná výroba**. Ide o širokú kategóriu výroby s cieľom optimalizovať koncepciu výroby a transakcií s výrobkami. Zatiaľ čo výroba môže byť definovaná ako viacfázový proces tvorby produktu zo surovín, inteligentná výroba je podmnožinou, ktorá využíva počítačovú kontrolu a vysokú úroveň adaptácie. Cieľom inteligentnej výroby je využívať pokročilé informačné a výrobné technológie, ktoré umožňujú flexibilitu vo fyzických procesoch a prispôsobenie sa globálnemu trhu. Zvyšuje sa odborná príprava pracovnej sily pre takúto flexibilitu a používanie technológie namiesto špecifických úloh bežných v tradičnej výrobe.