

Ranganathan negyedik törvénye és az okoskönyvtárak¹

Tószegi Zsuzsanna

Az utóbbi évtizedek technológiai fejlődésének eredményeként látványos, a népesség egyre nagyobb hányadát érintő fejlesztéseknek vagyunk tanúi: az 'intelligens', 'okos' jelzőkkel illetett innovációk mélyreható változásokat idéznek elő a társadalomban. Az új hullám magától értetődően érte el a könyvtárakat, amelyek évezredek óta törekednek az innovatív megoldások honosítására, alkalmazására. A XXI. század első felének meghatározó technológiai vívmányai, a mesterséges intelligencia, az adat- és szövegbányászat, a mobiltechnológia, az Internet of Things eszközparkja a szemünk láttára formálja át a könyvtárak szolgáltatásrendszerét. Az új eszközök, módszerek, eljárások akár fokozatosan, akár egyszerre bevezethetők a könyvtárakba, amelyek ezáltal tovább korszerűsödhetnek, fenntarthatóbbá válhatnak és még hatékonyabban szolgálhatják ki a könyvtárhasználók igényeit.

könyvtár, okoskönyvtár, smart library, intelligens technológiák, mesterséges intelligencia, adat- és szövegbányászat, Internet of Things, kiterjesztett valóság

Bevezetés

Egyre több információ jut el hozzánk a társadalmi környezet meghatározó kereteit képező városok új, okosvárossá válásra irányuló stratégiai célkitűzéséről. Mitől lesz egy település okosváros/okosfalu? Milyen politikai döntések, milyen gazdasági investíciók szükségesek ahhoz, hogy egy város infrastrukturális erőforrásai rendszerbe integrálódva, jó irányban alakítsák át az ott élő polgárok életét? Hogyan hatnak a településfejlesztési beruházások a könyvtárakra?

Az új és újabb innovációk beépítése segíti a könyvtárak megújulását. A XX. század második felében a számítástechnikai adatbázisok, az ezredforduló táján az internet, a XXI. század első évtizedeiben az intelligens megoldások beépülése révén remélhető, hogy a könyvtárak nem jutnak a dinoszauruszok sorsára: nem szűnnek meg létezni, hanem az új feltételekhez alkalmazkodva képesek lesznek fennmaradni.

Áttekintve az okoskönyvtárakban jelenleg alkalmazható innovatív technológiákat, látni fogjuk, hogy a mesterséges intelligencia, az adat- és szövegbányászat, a felhő-, illetve mobiltechnológia implementálása, valamint a „dolgok internete”, vagyis az „okoseszközök” használata nemcsak a szolgáltatási

színvonal emelését, a fenntarthatóságot, az élőmunka-ráfordítás csökkentését szolgálják, de egyúttal elősegítik Ranganathan negyedik törvényének érvényesülését: „*Kíméljük az olvasó idejét!*”

Az okosvárosok

Általánosan elfogadott nézet, hogy okoskönyvtár nincs okosváros nélkül, hiszen az alábbiakban részletezett megoldások nem szigetszerűen működnek egy épületben, hanem egy tágabb földrajzi-gazdasági-társadalmi kontextusba ágyazódnak. Az okoskönyvtár koncepciója az okosvárosok azon tulajdonságára vezethető vissza, hogy az emberi beavatkozás minimálisra csökkentése érdekében valamennyi funkciót a legújabb technológia vezérli.

A nemzetközi diskurzusban különösen 2010 után vált gyakorivá a 'smart city' szókapcsolat használata, amelyet magyarul eleinte „élhető város”-ként írtak le, később azonban a kifejezés tükörfordítása, az okosváros elnevezés vált általánossá. A kifejezés használatát a vonatkozó kormányrendelet erősítette meg: „okos város: olyan település vagy önkormányzatok közös tervezésében részt vevő település, amely integrált településfejlesztési stratégiáját okos város módszertan alapján készíti el és hajtja végre.”²

Tószegi, Zs. Ranganathan negyedik törvénye és az okoskönyvtárak, Tudományos és Műszaki Tájékoztatás, 70(4), p. 510–531, 2023. <https://doi.org/10.3311/tmt.13286>

A kormány a Lechner Tudásközpontot hatalmazta fel az okosváros kialakulását célzó integrált településfejlesztési stratégiák alapjául szolgáló módszertan megalkotására. Magyarországon az okosváros koncepciójába illeszkedő legtöbb fejlesztés Budapesten valósult meg, melynek egyik kiváló példája a mobiltechnológiára épülő, a tömegközlekedés valós idejű nyomon követésére szolgáló BudapestGO alkalmazás.

A nemzetközi szakirodalom az alábbi hat területet tekinti az okosváros fő alkotóelemének:

- okos / fenntartható gazdaság (smart economy),
- okos kormányzás (smart governance),
- okos mobilitás (smart mobility),
- okos /élhető környezet (smart environment),
- okos életvitel / életkörülmények (smart living),
- okos emberek (smart people).³

Az okosvárosnak még nem alakult ki egységes definíciója. Sokan a társadalmi vetületet tartják elsődlegesnek, kihangsúlyozva, hogy az okosváros az élet valamennyi területét átfogó, ideális állapot, amely optimális közlekedési és szolgáltatási infrastruktúra kiépítésével, valamint a technológiák és erőforrások észszerű felhasználásával teremti meg a befogadó közeget, és válik fenntarthatóvá.

Sok szerző az okosvárost a „jövő városának” kétértelmű, általános és optimista koncepciójaként írja le, amelyet elsősorban „hatékony, technológiailag fejlett, zöld és társadalmilag befogadó” településként láttat. Az 'okos' kifejezéshez számos konnotáció kapcsolódik: hatékony, fenntartható, élhető, műszerezett, intelligens.⁴

Mások jóformán csak a legkorszerűbb technológiák alkalmazási terepeként láttatják az okosvárosokat, amelyek alapjait a fejlett infokommunikációs technológia (IKT) teremti meg. Az internetes platformra épülő, egységes technológiájú digitális szektor felöleli az informatikai, távközlési és tartalomipari szakterületeket. A fejlődés fontos lépcsőfokai a személyi számítógépek, a mobiltelefonok, majd a kommunikációképes eszközök, vagyis a tárgyak (dolgok) internethálózatba való kapcsolása. Ez utóbbi, a dolgok internete (Internet of Things – IoT) a XXI. század első évtizedében kezdte hódító útját. Napjainkban a hálózatba kapcsolt IoT eszközök száma már többszöröse az internetre világszerte csatlakozó személyek számának.⁵

Még ha a digitális infrastruktúrák és az innovatív technológiák az okosváros meghatározó elemei is, a koncepció technológiai dimenziója egy nagyobb kontextusba, az emberi (humán) és az intézményi dimenzióba ágyazódik be. Az okosváros több, mint az IKT révén összekapcsolt objektumok együttese: a technológiát arra kell felhasználni, hogy a mindennapi életet és a munkakörülményeket pozitív irányba alakítsa át. Bár a technológia központi helyet foglal el a koncepcióban, önmagában azonban nem teszi okossá a várost – nagyobb figyelmet kell fordítani a társadalmi és emberi dimenziókra.⁶

További fontos kritérium, hogy az okosváros a kreativitásra, a szellemi és társadalmi tőkére, az immateriális javakra épít, amelyhez okos politikára, jó vezetésre, megfelelő szabályozásra, tudatos döntésekre van szükség. Az intelligens város három fő dimenziójához (technológia, emberek és intézmények) igazodó stratégiai célok: az infrastruktúrák és a technológia által közvetített szolgáltatások integrációja, a közösségi, társas tanulás (social learning) fejlesztése által a humán tőke megerősítése, valamint az intézmények fejlesztése és a polgárok bevonása a közügyekbe.⁷

A hatékonyan szervezett, biztonságos, zöld, fenntartható és társadalmilag befogadó okosváros koncepciójára alapozva mind többször jelenik meg célként az okoskönyvtárrá válás a bibliotékák jövőképében.

A hagyományos könyvtártól az okoskönyvtárig

A könyvtárak évszázadokon át szinte változatlan módon működtek az e célra kialakított épületekben, helyiségekben. Saját gyűjteményüket intellektuális munkával tárták fel, és azt a könyvtár falai között, meghatározott nyitvatartási időben bocsátották rendelkezésre. Az első számottevő változás a XX. század második felében, a számítógépekkel kezdődött, amelyek korán megjelentek a könyvtári világban.

Néhány informatikai fejlesztő cég, megérezve a könyvtárakban rejlő üzleti potenciált, számítógépes katalógusrendszerek fejlesztésébe kezdett, amelynek komoly alapokat teremtett a nemzetközi szinten elfogadott MARC rekordstruktúra. Megkezdődött a cédulakatalógusok retrospektív konverziója, amelynek köszönhetően már nemcsak az újonnan állományba vett dokumentumok,

hanem a könyvtár teljes gyűjteménye elérhetővé vált a számítógépes katalógusok lekérdező felületén (Online Public Access Catalogue – OPAC). Elkészültek a könyvtárak teljes tevékenységi körét lefedő integrált könyvtári rendszerek, a relációs adatbáziskezelőkre épülő IKR-ek, amelyek rövid időn belül meghódították a bibliotékák világát. Az állomány rendelkezésre bocsátásának lehetőségei azonban mitsem változtak: a helyszínen és a megszabott nyitvatartási időben lehetett olvasni/kölcsönözni a dokumentumokat.

Az 1990-es évek derekától kezdve hatalmas minőségi ugrást hozott az internet hálózat és a World Wide Web. A könyvtárosok azonnal felismerték az új technológiában rejlő lehetőségeket, az IKR-ek fejlesztői pedig a gyorsan kidolgozták az interneten keresztül lekérdezhető Web OPAC modult. A XX. század utolsó évtizedeiben megkezdődött a digitalizálás, és ezzel párhuzamosan a digitális tartalmak online elérhetővé tétele. Gombamódra szaporodtak az intellektuális Kánaánt ígérő digitális könyvtárak, de a digitalizálás eredményeiből kevés volt látható az interneten.

2005 körül, amikor az internethasználók száma elérte az egymilliárdot, a honlapok száma pedig a százmilliót, új korszak vette kezdetét. A webszolgáltatások nemcsak számszerűen bővültek, de új szereposztást is lehetővé tettek: a felhasználók már nemcsak passzív fogyasztóként, de aktív tartalomgenerálóként is megjelenhettek az online felületeken, amelynek előfeltétele a felhasználók által is írhatóvá váló felületek kialakítása volt.

A weben elérhető digitális tartalmak dinamikus bővüléséig úgy látszott, az IKR-ek révén a könyvtárak nem veszítenek a presztízsükből, de ez nem így történt. A tőkeerős vállalkozások által tömegesen digitalizált tartalom elárasztotta az internetet, míg a közpénzből fenntartott könyvtárak csak szerény mértékben tudták analóg gyűjteményüket digitalizálni. A szolid mennyiség mellett azonban mind a mai napig sokkal nagyobb hátrányt jelent, hogy a legtöbb könyvtár digitális tartalmait csak az IKR-ek Web-OPAC moduljain keresztül lehet elérni, így azokhoz a sokmilliárd internetező által használt keresőmotorok nem férnek hozzá. *Hubay Miklós* így ír erről: A szemantikus webfejlesztés egyik nagy ígérete volt a könyvtári katalógus alapvető átalakulása mellett, „hogy az új technoló-

gia forradalmi változásokat hoz majd a használók információkeresésében, s hogy a könyvtári-közgyűjteményi tudásvagyonok, amelyek mindeddig elszigetelt silókban léteztek, egy csapásra kiszabadulnak és a keresőszolgáltatások találati listáinak integráns részét képezik majd.”⁸

Ez sajnos, nem így történt. A legtöbb könyvtári digitális gyűjtemény mind a mai napig a mély webben alussza Csipkerózsika-álmát. Az internet-használók magától értetődően részesítik előnyben a Google és más keresőmotorok által meghonosított „egyablakos” keresési lehetőséget. Szomorúan állapíthatjuk meg, hogy a könyvtárak éppen a saját térfelükön, az évezredek óta gyakorolt információkeresés terén szenvedtek hatalmas vereséget. Nem csoda, hogy fölerősödtek a könyvtárak szükségtelen voltát, sőt „halálát” vizionáló jóslatok, amelyek részleges bekövetkezte a magyar könyvtárakat is elérte. Ötven éve Magyarországon az 5190 tanácsfi fenntartású könyvtár⁹ mellett számos felsőoktatási és szakkönyvtár működött. A Könyvtári Intézet 2022-ben már csak 3875 könyvtártól kapott statisztikai adatokat.¹⁰ Megjósolni is lehetetlen, hogy utódaink fél évszázad múlva milyen könyvtárstatisztikai adatokról értesülhetnek.

Sokat segíthet a „silókba” zárt digitális állományok hatékony, gyors keresésében a discovery szolgáltatás, amely (a Google mintájára) az online könyvtári források egyetlen felületen, egyetlen keresőmezővel történő kereshetővé tételét jelenti. A legtöbb közgyűjtemény a nyílt hozzáférésű VuFind vagy Blacklight szoftvert alkalmazza erre a célra.¹¹

A legismertebb kereskedelmi discovery-felületek közé tartozik a ProQuest-ExLibris Primo és Summon, az EBSCO Discovery Service és a WorldCat Discovery. Egy jó példa az együttműködésre: a Springer Kiadó átadja az általa gondozott kortárs és archív folyóiratok és elektronikus könyvek metaadatait, illetve teljes szövegét a discovery-szolgáltatóknak, amelyek teljes körűen indexelik a Springer-féle tartalmakat, hogy azok láthatóbbá, kereshetőbbé váljanak.¹²

A könyvtárak világszerte hősiiesen küzdenek a fennmaradásukért, az új kihívásoknak való megfelelésért. Az elmúlt években, évtizedekben hatalmas változások zajlottak a könyvtári szakterületen – ezekről *Dancs Szabolcs* és mások több közleményben számoltak be a szaksajtóban. A legfontosabb

újítások: lezajlott egy „új bibliográfiai forradalom”; a klasszikus „címléírás” helyét a „metaadatmenedzsment” vette át. Az IFLA vezetésével kidolgozták az FRBR (Functional Requirements for Bibliographic Records) entitáskapcsolat-modellt és később annak a besorolási rekordokra (FRAD – Functional Requirements for Authority Data), valamint a tárgyszavakra vonatkozó kiterjesztéseit (FRSAD – Functional Requirements for Subject Authority Data), és elkészítették a bibliográfiai leírás új szabványát, az RDA-t (Resource Description & Access). Dancs idézi *Marshall Breeding*-et, aki már 2011-ben azt javasolta, nevezzük a könyvtári gyűjtemények menedzselésére kifejlesztett megoldásokat forráskezelő rendszereknek, amely gyűjtőnévbe a szolgáltatási platformokat, az integrált könyvtári rendszereket, az elektronikusforrás-kezelő és a digitálisgyűjtemény-kezelő rendszereket stb. javasolta belevenni. A könyvtári szolgáltatási platformok többet és más minőséget jelentenek, mint az integrált könyvtári rendszerek.¹³

Az utóbbi évek egyik fontos hazai fejleménye az Országos Könyvtári Platform (OKP) létrehozása. Az OKP célul tűzte ki, hogy az összes magyarországi könyvtár dokumentumállománya egy egységes rendszerben váljon kereshetővé, olvashatóvá. Az együttműködő és megosztott platform a legmodernebb informatikai megoldásokat alkalmazva új alapokra helyezi az országos könyvtári szolgáltatásokat – köztük a közös katalógust és a könyvtárközi kölcsönzést – és integrálódik a Magyar Nemzeti Névtérhez, ezáltal beépítve az entitás alapú adatkapcsolatokat.¹⁴

A legújabb trendeket látva úgy tűnik, ismét paradigmaváltáshoz érkeztünk: a bibliotékák sorra építik be szolgáltatásrendszerükbe az innovatív, okos csúcstechnológiai megoldásokat, amelyek révén okoskönyvtárrá válhatnak, és ezáltal társadalmi szinten felértékelődhetnek.

Mitől válik „okossá” egy könyvtár?

A „SmartLibrary” kifejezés (egybeírva) egy 2003-ban tartott konferencián hangzott el először a *Markus Aittola*, *Tapio Ryhänen* és *Timo Ojala* által tartott előadáson; ők fejlesztették ki azt a szoftvert, amely az Oulu Egyetem online katalógusában található kötetek helyadatait mutatta meg egy mobil eszközre, PDA¹⁵-ra telepített térképen.

Az alkalmazás a keresett művet tartalmazó könyvespolchoz is odavezette a könyvtárhasználót. A könyvtár online adatbázisa és a látogató mobil eszköze Wi-Fi hálózaton keresztül kommunikált.¹⁶ A szerzők a konferenciakötetben közölt tanulmányukban azt írták, nincs tudomásuk túl sok hasonló könyvtári alkalmazásról. Ma már tudjuk, hogy nem véletlenül: az ő szoftverük volt a világon az első okoskönyvtári megoldás.

Húsz évvel később a szakfolyóiratokban özőnével olvashatók az okoskönyvtárról szóló publikációk, amelyek szerzői sokféleképpen definiálják a fogalmat. A meghatározások közül itt egyet sem emelek ki, a jelen tanulmány végén található irodalomjegyzék tételeiben számos definíció olvasható.

Egyes szerzők csak az új technológiai megoldások alkalmazását hangsúlyozzák; szerintük egy könyvtár „okossá” válásához elegendő a meglévő rendszert a csúcstechnológia eszközeivel fölszerelni. Mások viszont azt az álláspontot képviselik, hogy a könyvtárak meglévő rendszereit, vagyis a teljes állománymenedzselést, és különösen a szolgáltatási rendszert kell alkalmassá tenni a fejlett technológiák implementálására. Ezt a fel fogást jól tükrözi a Szibériai Állami Egyetem munkatársai által kifejtett gondolatsor az okoskönyvtár építőelemeiről:

- Aktív tartalom, amelyhez nem elég a dokumentumokat adattárba helyezni, azokat összekapcsolva aktívvá kell tenni.
- Új tudás létrehozása szakértői csoportok bevonásával, a kollektív kreativitás alapján, a közösségi hálózatok felhasználásával.
- Mobil hozzáférés, mellyel a világ bármely pontján elérhetővé kell tenni az összes digitális szolgáltatást.
- Adaptivitás: a források nagy száma és a médiumok sokfélesége miatt fontos a felhasználói igényekre szabott szolgáltatáskészlet kialakítása, a felhasználók tudásszintjéhez és igényeihez való alkalmazkodás.

Az okoskönyvtár kialakításával kapcsolatos legfontosabb feladatok:

- A tartalom- és tudáselőállításban, a szolgáltatások kialakításában, valamint az eszközhasználatban ötvözni kell a legújabb információs, kommunikációs és könyvtári technológiákat.

- A tartalomelőállítás során élni kell a szemantikus kapcsolatokkal történő adatgazdagítás lehetőségével. Fontos egy új ontológia építése, az új ontológiai kapcsolatok kialakítása.
- A személyre szabott szolgáltatások között ki kell dolgozni a felhasználókkal való interakciót lehetővé tevő interfészt, amelyen keresztül a könyvtár szisztematikus tájékoztatást tud nyújtani az új publikációkról.
- Lényeges a felhasználói műveletek elemzése, a sikeres keresési stratégiák megőrzése és újbóli használata.
- Az eszközök szintjén teljes mértékben a mobil alkalmazások használatára kell koncentrálni.¹⁷

Valamennyi intézmény, de különösen a tudományos és egyetemi könyvtárak számára kiemelten fontos az elektronikus források kezelése, beleértve az általuk gondozott intézményi repozitóriumok menedzselését. A sok évtizeddel ezelőtt kifejlesztett IKR-ek nem tudják jól kezelni az elektronikus forrásokat, holott az állománymenedzselésben mind nagyobb hányadot képviselnek a 'born digital' kategóriába tartozó online folyóiratok, a licenccelt tudományos adatbázisok, az e-könyvek stb., amelyek kezelése nagy kihívást jelent a könyvtárak számára.

Az elektronikusforrás-kezelés (*Electronic resource management – ERM*) kérdéskörével számtalan közlemény foglalkozik. Az ERM rendszer életciklusát *Nihar Patra* a következő komponensekre bontja: beszerzés és hozzáférés-kezelés, adminisztrációs menedzsment, támogatáskezelés és értékelési monitor menedzsment.¹⁸ *Abid Hussain* és *Pervaiz Ahmad* az ERM rendszer által kezelt munkafolyamatokat így rendezi sorba: a könyvtár elektronikus információforrásainak kiválasztása, gyarapítás, engedélyezési és/vagy licencjogok kezelése, hozzáférés és használat, értékelés, továbbá a megőrzés és végül a selejtezés.¹⁹ *Sumeer Gul* és *Shohar Bano* hangsúlyozza: az okoskönyvtárnak dinamikus ERM-re van szüksége, amely az elektronikus forrásokkal kapcsolatos összes tevékenységet lefedi a szerzői jogok kezelésétől és a licenck megrendelésétől kezdve ezen anyagok adatbázisban való elhelyezéséig, illetve a felhasználók számára használatba adásig.²⁰

Az okoskönyvtárban alkalmazható intelligens technológiák

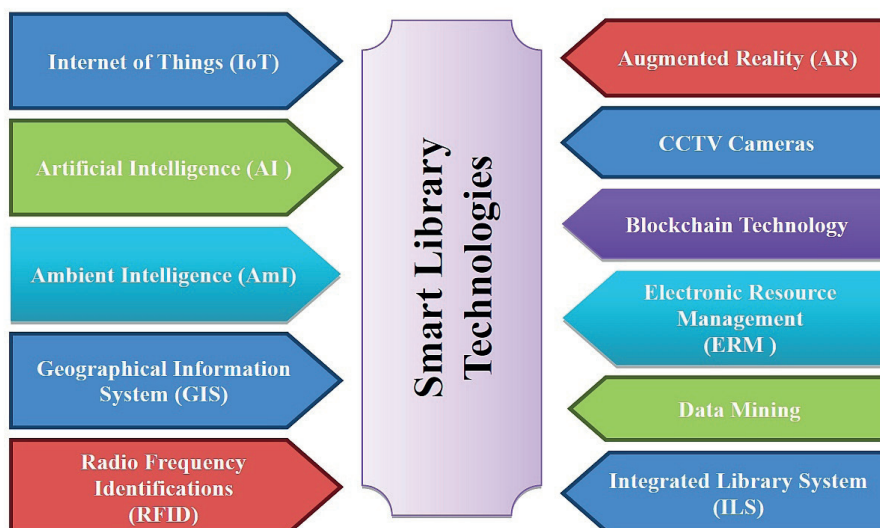
A mára elfogadottá vált álláspont szerint az internet a mindennapi élet alapvető infrastruktúrájának része, amely mára már közművé vált, különösen azóta, hogy az okostelefonok penetrációja a számítógépekét jóval felülmúló mértékben növekszik. Magyarországon 2022-ben a háztartások 76%-ában volt PC vagy laptop és 83%-ában okostelefon.²¹ A kommunikáció legfontosabb terepe a World Wide Web lett, amelyre 2023 októberében a világ népességének 65,7%-a százaléka kapcsolódott.²²

Ahogy nincs elfogadott definíció az okoskönyvtárra, úgy nincs egységes álláspont arra nézve sem, milyen technológiákat kell egy okoskönyvtári rendszerbe integrálni. Abban azonban egyetértés mutatkozik, hogy az okoskönyvtár működésének alapja, központi eleme az adott korszakban elérhető csúcstechnológia implementálása, melyek közül meghatározó jelentőségű a globális internet hálózat, a vezeték nélküli és mobilkommunikáció, valamint a számítási felhő. Fontos technológiai komponens a korszerű integrált könyvtári, illetve elektronikus forrásmenedzsment rendszer, a dolgok internete, a mesterséges intelligencia, az adatbányászat, a blokklánc technológia, a környezeti intelligencia, a beltéri helymeghatározás, a kiterjesztett valóság, de helyenként már megjelentek a robotok és drónok is (1. ábra)²³.

Kommunikációs hálózatok és protokollok

Az internetkorszak hajnalán csak vezetéken keresztül lehetett létrehozni a hálózati kapcsolatot, az utóbbi időkben azonban egyre bővülnek a vezeték nélküli kommunikációs lehetőségek. A kábeles adatátvitel továbbra is kulcsfontosságú, a globális internetet például a tenger alatti optikai kábelek tartják életben. A helyi hálózatokban működő szerverek és számítógépek közötti kommunikációban gyakori az Ethernet kábel, és sok mobileszköz használ USB-kábelt.

Az internethez kapcsolódó objektumok közötti teljes átjárhatóság nem létezne a protokollszabványok nélkül. Az internet hálózat új generációs protokollja, a 128 bites címek kiosztására képes Internet Protokoll 6 (IPv6), fokozatosan váltja fel a 32 bites címeket használó IPv4-et.

1. ábra Az intelligens könyvtári technológiája²³

Az internet protokollok az okoskönyvtári szolgáltatások és erőforrások kínálata szempontjából különösen fontosak a számítógépek és az IoT eszközök interoperabilitásának biztosításához. A technológiai fejlődés ma már lehetővé teszi, hogy valamennyi IoT eszköz egyedi IPv6-címet kapjon. Az IP mellett más protokollszabványokat is alkalmaznak az internethez kapcsolódó objektumok közötti teljes átjárhatósághoz.

A vezeték nélküli kommunikáció

Egy okoskönyvtár működésképtelen lenne a vezeték nélküli kommunikációs technológiák nélkül, hiszen ez teszi lehetővé a mobileszközök (okostelefon, viselhető eszközök, RFID leolvasók stb.) internet hálózatra való kapcsolódását, esetenként egymás közötti kommunikációját.

A vezeték nélküli kommunikáció arra a felismerésre épül, hogy az elektromágneses hullámokkal a levegőn keresztül is lehet továbbítani jeleket (információt) – ez a jelenség a XX. század eleje óta ismert. Az elektromágneses hullámokat a rádióhullámoktól a kozmikus sugárzásig terjedő hullámhosszuk alapján csoportosítják.

A vezeték nélküli hálózatok terén az utóbbi évtizedekben óriási fejlődésnek lehettünk tanúi – erre jó példa a műholdas kommunikáció. A GPS-től kezdve a korábban ellátatlan területek internet elérésének biztosításáig sokat köszönhetünk a műholdaknak. A Föld körüli alacsony pályán 2023 augusztusában 7000 műhold keringett, 2030-ra a számuk előre láthatólag 100 000-re bővül.²⁴

A vezeték nélküli kommunikáció terén talán a legismertebb és legelterjedtebb a Wi-Fi technológia. A Wi-Fi hálózatra csatlakozva bármely hordozható okoseszközzel kényelmesen el lehet érni az internetet. Bár főleg beltéren alkalmazzák, szabad téren is nagy hatótávolságra terjed, ha fizikai akadályok nem árnyékolják le a hullámok útját. Az épületeken belül használt Wi-Fi hálózat a közintézményekben – így a hazai könyvtárakban is – napjainkban szinte alapkövetelménnyé vált.

A Bluetooth kis hatótávolságú kapcsolatra képes, amihez a készülékek (számítógép-perifériák: nyomtatók, billentyűzetek, egerek vagy okostelefonok, fej- és fülhallgatók stb.) kis teljesítményű rádióhullámot használnak. Bő évtizede jelent meg a Bluetooth Low Energy (BLE) protokoll, amelyet a kis energiafelhasználású eszközök, például szenzorok és egyéb IoT-eszközök, illetve hordható hardvereszközök, például okosórák kommunikációjához használnak. A BLE eszközök nagy előnye az alacsony gyártási költség, a kis fogyasztás és a megfelelő mértékű adatátviteli sebesség.

A Radio Frequency Identification (RFID) technológia a nevében hordozza az egyik legfőbb tulajdonságát: ez az objektumazonosító rendszer szintén a rádióhullámokkal továbbítható adatok átvitelére épül. Könyvtári jelentősége miatt a globálisan rendkívül elterjedt RFID rendszerről a későbbi fejezetekben bőven lesz szó.

A Near Field Communication (NFC) a rádiófrekvenciás technológia körébe tartozó, kétirányú adatcserére szolgáló, rövid hatótávú alkalmazás, amely

egymáshoz egészen közel helyezett eszközök között teszi lehetővé a kommunikációt.

A ZigBee technológia egy nyílt, globális és szabványos, kimondottan a gépek közötti kommunikáció (Machine to Machine – M2M) hálózathoz tervezett átviteli protokollra épül. A ZigBee nemcsak alacsony költségei és csekély fogyasztása miatt, de amiatt is népszerű, hogy rövid munkaciklusa és alacsony késleltetése révén maximalizálja a modul tápegységének élettartamát. További előnye a Wi-Fi-nél biztonságosabb titkosítás.

Felhő- perem- és ködalapú számítástechnika

A felhőalapú számítástechnika egy viszonylag újabb keletű, meghatározott erőforrások és adatok megosztására irányuló szolgáltatásrendszer, amely számos intézményben kiváltotta a saját hardver- és/vagy szoftver-eszközök beszerzését és üzemeltetését. A felhőszolgáltató tipikusan háromféle modellt kínál az üzletfeleknek: infrastruktúrát, platform-, illetve szoftverszolgáltatást.

A digitális környezetben működő könyvtárak és az integrált rendszereket fejlesztői számára jó lehetőség a „felhőbe költözés”. Magyarországon a könyvtárak többsége nem tudja kigazdálkodni sem a képzett informatikai munkaerő alkalmazásának, sem a saját szerver működtetésének költségeit, ezért sokan veszik igénybe a felhőalapú szolgáltatásokat. Az IKR szállítók számára komoly hasznot jelent, ha egy helyen tudják karbantartani az ügyfelek adatbázisait. A közös katalógust építő könyvtáraknak szintén előnyös, ha közösen finanszírozzák a professzionális szolgáltatót.

A felhő (cloud) mellett egyre több helyen lehet olvasni a magyar informatikai szakirodalomban legtöbbször le sem fordított „edge and fog computing” kifejezést. A peremhálózat (edge networking) lényege, hogy az adatgyűjtést és a számításokat nem távoli adatközpontokban, például felhőalapú szervereken, hanem a hálózat „peremén”, vagyis az adatforrások közelében, többnyire magukon az eszközökön, érzékelőkön végzik. Ez a megoldás valós idejű adatfeldolgozást tesz lehetővé, amely különösen ott fontos, ahol a beérkező adatokra azonnal kell reagálni, mert nincs idő kivárni sem azt, hogy az adatok késleltetve eljussanak a központi rendszerbe, sem azt, hogy a válasz beérkezzen. További fontos szempont, hogy a peremhá-

lózat – megfelelő helyi védelmi rendszer mellett – nagyobb biztonságban van, mint a távoli felhőben. Annak érdekében, hogy az eszközöket megvédjék a kémprogramoktól és más támadásoktól, a szakértők peremhálózat kialakítását javasolják például az RFID-címkével ellátott objektumokkal folytatott kommunikációhoz.

A ködalapú rendszer (fog networking) szintén nem a felhőben, hanem az adatgazdánál működik, miáltal megvédi a lokális rendszert a számítási felhő negatív tulajdonságaitól, a késleltetéstől és a kapcsolati bizonytalanságtól, ugyanakkor rendelkezik a felhőalapú megoldások összes előnyével: folyamatosan rendelkezésre áll, megbízható és skálázható. A „köd” alacsony késleltetésű, kiváló minőségű szolgáltatást biztosít az internetre közvetlenül nem kapcsolódó objektumok elleni támadási kísérletek észlelésére és azok gyors elhárítására. A ködalapú rendszer azonban nemcsak a biztonság, de a valós idejű válaszadás, a költségek és további szempontok miatt is egyre jobban terjed az IoT rendszerekben, ahol nagy sebességű adatfeldolgozás vagy adatelemzés zajlik, és rövid válaszidőkre van szükség.²⁵

A felhőalapú számítástechnika sok éven át a legjobb megoldásnak tűnt, de a tendencia újabban megfordulni látszik. Az Európai Bizottság előrejelzése szerint 2025-ben várhatóan az adatok 80%-át már a felhasználókhöz közelebb lévő intelligens eszközökben, a peremalapú számítástechnika keretében dolgozzák föl. A változás oka az adatok fokozott biztonsága mellett az energiahatékonyság és a fenntarthatóság.²⁶

A fentiek alapján az okoskönyvtárban is érdemes az egymást kiegészítő felhő-, perem- és ködalapú számítástechnikai rendszereket kiépíteni, egyrészt az értékes adatbázis, másrészt a könyvtárhasználók személyes adatainak fokozott védelme érdekében.

Az Internet of Things – a dolgok internete

Az Internet of Things (IoT) nem egyetlen technológiát, hanem az információcsere érdekében együttműködő különböző technológiák együttesét jelenti. A különféle iparágakban és szakterületeken egyre gyakrabban használják az IoT-t a döntéshozatal javítása, a hatékonyabb működés, az értéknövelt szolgáltatások nyújtása érdekében. Az okoskönyvtárak működtetése elképzelhetetlen lenne a fejlett IoT eszközök nélkül.

Az IoT-t röviden úgy lehet jellemezni, mint a beágyazott rendszerek, a vezeték nélküli érzékelőhálózatok, a vezérlőrendszerek és az automatizálási funkciók együttesét. Kicsit bővebben kifejtve: az IoT egymással és a számítási felhővel hálózatba kapcsolt, egymással adatokat cserélő eszközökből áll. A hálózaton keresztül összekapcsolt IoT eszközök képesek a környezetükből adatokat gyűjteni, megosztani és az interneten keresztül továbbítani anélkül, hogy ehhez ember-ember vagy ember-számítógép interakcióra lenne szükség.

Az IoT technológiai ökoszisztémája és annak rétegei

Az IoT-ökoszisztéma az adatgyűjtési, -átviteli és -feldolgozási láncban meghatározott funkciót betöltő komponensekből álló, összetett hálózat. A szakirodalom nem egységes abban (sem), hány és milyen réteg alkotja az IoT rendszert, de talán nem tévedünk sokat az alábbi szempontok kiemelésével:

- Az érzékelő- vagy eszközzéteget a környezetből adatokat gyűjtő, a hálózathoz csatlakozó és egymással interakcióba lépő fizikai eszközök: az érzékelők, működtetők (aktuátorok), mikrovezérlők, mikroprocesszorok, összeköttetések, átjárók stb. alkotják.
- Az adat- és számítástechnikai réteg az adott IoT rendszer céljaira összegyűjtött, feldolgozott, továbbított, tárolt, elemzett, felhasznált adatok, illetve az adatfeldolgozást végző hardver- és szoftverelemek összessége, amely főként felhőalapú kiszolgálókból vagy valós idejű elemzést végző, perem- és/vagy ködalapú számítási csomópontokból áll.
- A hálózati és protokollrétegbe az eszközök, illetve vagy az adatközpont, vagy a felhő közötti adatátvitelt lehetővé tevő technológiák és kommunikációs protokollok tartoznak.
- Az alkalmazási / felhasználói rétegbe a szoftveralkalmazások, a döntéshozatali algoritmusok és a felhasználói felületek, a feldolgozott adatok alapján adott válaszok vagy szolgáltatások tartoznak.²⁷
- A biztonsági/biztonságossági réteg alapvető fontosságú, ezért több helyen önálló rétegbe sorolják a sebezhetőségi kockázatok ellen védő megoldásokat, amelyek célja az IoT rendszer támadások, jogosulatlan hozzáférés, hamisítás stb. elleni védelme.²⁸

Hogyan működik az IoT?

Az IoT web-képes intelligens eszközökből áll, amelyek ún. beágyazott rendszereket – például processzorokat, érzékelőket és kommunikációs hardvert – használnak és képesek a környezetükből megszerzett adatok összegyűjtésére, továbbítására, illetve az adatokra való reagálásra.

Mint említettük, valamennyi IoT-eszköz egyedi azonosítót és IP-címet kap. Mindegyik IoT-eszköz tulajdonképpen egy kis dedikált számítógép, amely processzorral, firmware-rel (közvetlenül a hardver elemek irányítását végző, beágyazott szoftverrel), korlátozott memóriával és hálózati kapcsolattal rendelkezik. Az eszközök meghatározott fizikai adatokat gyűjtenek és továbbítanak az internetre. Az érzékelők erősítőket, szűrőket és átalakítókat is tartalmazhatnak. Az egyénileg vagy csoportosan konfigurálható IoT-eszközök általában akkumulátorról működnek, és az egyedi IP-címeiken keresztül a vezeték nélküli hálózati kapcsolatra támaszkodnak.²⁹

Nincs általános konszenzus abban, vajon a számítógépek és az okostelefonok az IoT eszközök közé tartoznak-e. Van, aki az okostelefonokat is az IoT rendszer részének tartja, de talán jobb, ha az okostelefonokra úgy tekintünk, mint fő összekötő kapcsolatra a tárgyak és az emberek közötti interakcióban, valamint az üzenetek továbbításában. Egyes vélemények szerint csakis azokat az eszközöket lehet az IoT kategóriába sorolni, amelyeknek van IP címük, de nem Windows, Linux, Android vagy iOS operációs rendszert futtatnak, nem igényelnek közvetlen hozzáférést a belső tárolóeszközökhöz, és nem tárolnak személyes adatokat.³⁰

Az IoT-eszközök a begyűjtött adatokat valamilyen vezeték nélküli hálózati interfészen, például Wi-Fi-n vagy mobilhálózaton keresztül továbbítják az internet hálózatra. A továbbítandó adatcsoomagok meg vannak jelölve a cél IP-címmel, ahová az adatoknak be kell érkezniük. A nyers érzékelőadatok célhelye általában egy közvetítő interfész, például egy IoT-központ vagy IoT-átjáró. Az IoT-átjáró általában a nyers szenzoradatok gyűjtésére és egybevetésére szolgál, gyakran korai előfeldolgozási feladatokat, például az IoT-adatok normalizálását és szűrését látja el. Az IoT-szenzorflotta által előállított és az IoT-átjárón összegyűjtött, hatalmas mennyiségű, valós idejű adatot elemezni kell. Az IoT-átjáró a megtisztított szen-

zoradatokat az interneten keresztül egy back-end (háttér) rendszerbe küldi feldolgozás és elemzés céljából. A háttérrendszer működhet adatközpontban, kolokációs létesítményben³¹ vagy a felhőben felépített számítástechnikai infrastruktúrában.³²

Az internethálózatba kapcsolt szenzorokat akár az IoT „érzékszerveinek, szemének és fülének” is tekinthetjük, mivel képesek az objektumok fizikai állapotában bekövetkezett változásokat, a fizikai, kémiai, élettani jellemzőket, mozgást, nyomást, fényerőt, hőmérsékletet és más adatokat észlelni, begyűjteni, mérni és továbbítani az adatközpontokba. (2. ábra)³³

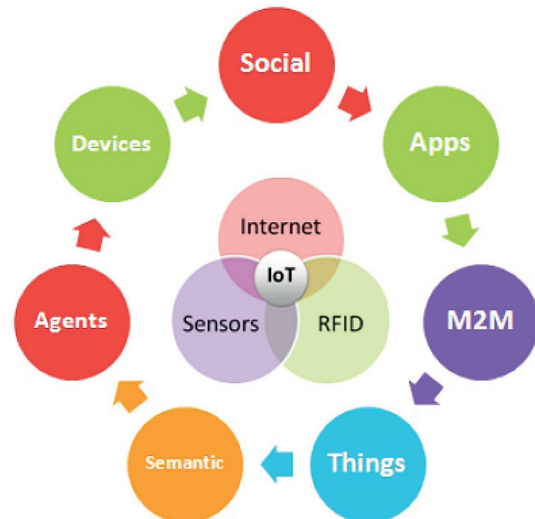
Rádiófrekvenciás azonosítás – RFID

Az IoT technológiák közé tartozik az érintésmentes azonosításra alkalmas RFID, amely rádiófrekvenciás jelek segítségével, automatikusan képes végrehajtani egy adott objektum azonosítását és a releváns adatokhoz való hozzáférést. Az 1990-es évektől kezdve az RFID-t rendkívül széles körben használják a kereskedelemben, a közlekedésben, a mezőgazdaságban, az élelmiszeriparban, a logisztikában, a termelés-automatizálásban, az egészségügyben és mind gyakrabban a könyvtárakban.

Az RFID technológiára épülő rendszerek működési sémája könnyen átlátható: az azonosítandó objektumokhoz hozzárendelnek egy mikrocsipet ellátott, az adott objektum egyedi azonosítóját tartalmazó adathordozót. Meghatározott helyzetben a rádióhullámokkal működő leolvasó lekéri, majd továbbítja az adatokat a rendszert működtető adatbázisba.

Az RFID technológia hosszú múltra tekint vissza. A tárgyak felismerésére szolgáló, ma használatos RFID címkék őseit, a passzív jeladó transzpondert *Mario W. Cardullo* és *William L. Parks* 1970-ben szabadalmaztatta az USA-ban.³⁴ A „radio frequency emitting identifier” kifejezés, amelyből az RFID akroníma származott, először *Charles Walton* 1983-ban bejegyzett szabadalmában fordult elő.³⁵

Az utóbbi évtizedekben az RFID technológia rendkívül sok szakterületet meghódított, az évente eladott címkék száma dinamikusan nő. Elterjedéséhez nagyban hozzájárultak az International Standard Organisation (ISO) és az EPC36 Global Inc. által az iparág számára kidolgozott nemzetközi szabványok. Számos, a különböző frekvenciá-



2. ábra Az IoT komponensei³³

kon működő RFID rendszerek működésére vonatkozó nemzetközi szabványt alkottak meg, köztük a könyvtárak számára készült ISO 28560-as szabványcsaládot.³⁷

Az RFID rendszerben használt címkék és frekvenciasávok³⁸

A különböző méretű és működési elvű RFID címkék funkciója az általuk megjelölt objektum adatainak tárolása. Az RFID leolvasó készülék a csipre rögzített adatokat egy antennán keresztül tudja értelmezni. A csip energiaellátása szerint vannak passzív, félpaszív és aktív címkék. A passzív címkéknek nincs saját energiaellátásuk, a tárolt adatok leolvasásához az RFID olvasó gerjesztette energiát használják föl. A félpaszív és az aktív címkék saját energiaellátásúak, de amíg az előbbiek nem sugározzák folyamatosan a jeleket, addig az utóbbiak igen. A passzív címkéket hosszú élettartam, kis tömeg és többnyire kis méret jellemzi.³⁹

Az idők során kialakultak azok a frekvenciasávok, amelyek a különböző funkciókat kiszolgáló rendszerek működését teszik lehetővé. A különböző frekvenciákon működő RFID technológiákat és az interfészek által használt protokollokat az ISO/IEC 18000-es szabványok írják le. Érdekes áttekinteni, a hétköznapi életben hány helyen találkozhatunk az RFID elvén működő rendszerekkel.

1. Az alacsony sebességű LF (Low Frequency) rendszerekben a címkék leolvasási távolsága 0,5–1 méter között van. Az LF rendszereket az egészségügyi ellátásban, gépjármű-ellenőrzésben,

hozzáférés-szabályozásban, eszközkövetésben, állatazonosításban stb. használják. Sok autóban működik az indítókulcsba beágyazott LF címke, amelyet az autóba beépített RFID-lekérdező olvas le. A jogosultságellenőrző beléptető (proxy) kártyák többsége szintén LF címkét használ.

2. A HF (High Frequency) eszközök maximális leolvasási távolsága 1–1,5 méter között van. Főként termékek, dokumentumok stb. nyomon követésére és az érintésmentes fizetési tranzakciók (amelyre a következő fejezetben térünk ki) során használják. A bankkártyák azonosítására a legszélesebb körben a HF címkét használják.
3. Az UHF (Ultra High Frequency) címkék maximális leolvasási távolsága 10–15 méter. Ezek a címkék több objektumot, például konténereket képesek mozgás közben azonosítani. Az UHF címkék legfőbb alkalmazói az olaj- és gázipar, a szállítás és a járműkövetés.
4. A mikrohullámú SHF (Super High Frequency) címkét akár 100 méterről is le lehet olvasni, ezért elsősorban helymeghatározásra, nagyértékű eszközök követésére, szenzorok működtetésére, flottaazonosításra, autópályadíjak beszedésére, valós idejű helymeghatározásra alkalmazzák.⁴⁰

Az RFID üzletág dinamikusan növekszik. Az IDTechEx előrejelzése szerint a szektor forgalma 2023-ban 14 milliárd USD lesz, szemben a 2022-es 12,8 milliárd USD-vel. 2022-ben a passzív RFID-címkékből 33 milliárd darabot adtak el, 2023-ban 39,4 milliárd címke értékesítését prognosztizálják, ebből várhatóan mintegy 24 milliárd UHF-címkét használnak fel a kiskereskedelmi ruházati cikkek címkézésére. Ezek a passzív UHF címkék egyszer használatosak, az áru értékesítése után kidobják őket. A HF címkék többségét hosszabb ideig használják biztonságos fizetésre, jogosultság igazolására és az érintés nélküli tranzakciókra. Az IDTechEx prognózisa alapján a HF szektorban (beleértve az NFC-t) 2023-ban 3,1 milliárd kártyára lesz igény. Az érdekesség kedvéért megemlítjük, hogy várhatóan 771 millió LF címkével fognak ún. használatokat megjelölni.⁴¹

Az RFID technológia a könyvtárakban

A könyvtárakban hasznosítható IoT megoldások közül a XXI. században egyre több könyvtárban – így Magyarországon is – az RFID technológiát használják, amely lehetővé teszi a dokumentumok azonosítását, a kölcsönzési tranzakciók nyilvántartását, a könyvtárhasználók be- és kiléptetését, a lopási kísérletek detektálását.

A rendszer alapja, hogy a könyvtár integrált rendszeréhez illesztik az RFID-rendszert, így az állományt képező dokumentumokba (vagy azok egy részébe) fizikailag rögzített, egyedi RFID azonosítók (címkék) adatai az IKR-ben is szerepelnek. A címkéken rögzített adatok alapján példányonként lehet követni a dokumentumok fizikai helyzetét az olvasóteremben vagy a raktárban. Az RFID rendszer egyik legfontosabb funkciója a kölcsönzési tranzakciók valós idejű követése és regisztrálása az IKR-ben, legyen szó kölcsönzésről, hosszabbításról vagy visszavételről. A kölcsönzési tranzakciók speciális készülékekkel önkiszolgálóvá tehetőek.

Az RFID rendszerben lehetőség van a könyvtárhasználók azonosító kártyákkal való ellátására, továbbá lopásvédelmi kapu elhelyezésére, amely továbbfejlesztve akár könyvtárlátogatási statisztika készítésére is alkalmas.

A könyvtári RFID rendszerek célja:

- a hozzáférési jogok (be- és kiléptetés, kölcsönzési jogosultság) automatikus kezelése,
- az állománymenedzselésre (kölcsönzésre, visszavételre, visszaosztásra, leltározásra) fordított munkaidő jelentős csökkentése,
- a vagyoni védelme,
- folyamatos, 7/24 nyitva tartás biztosítása,
- a működési és munkaerőköltségek redukálása.

A könyvtárakban leggyakrabban használt RFID rendszerek összetevői:

- címke (tag/transzponder): a dokumentumok egyedi jelölésére szolgáló, azokban rögzített módon elhelyezett adathordozó;
- leolvasó (asztali, kézi vagy fix telepítésű detektor): feladata a címkével való kommunikáció;
- antenna: a leolvasóhoz kapcsolódva „életre kelti” a címkét és elektromos jellé alakítja azok adatait;

- biztonsági kapu: antennákkal, leolvasókkal, mozgásérzékelő szenzorokkal, riasztóval stb. felszerelt egység;
- adathálózat és köztes szoftver (middleware): az olvasó és a háttéralkalmazás közötti kommunikációt biztosítja a leolvasók és a szerver között;
- back-end (háttéralkalmazás): a feldolgozást végző rendszer (többnyire az IKR);
- címkenyomtató.

A könyvtárakban passzív címkéket használnak, amelyek a leolvasó antennájából kapnak energiát, ezért az adatok csak akkor olvashatók le, ha a leolvasó készülék adott távolságra kerül a címkét rejtő dokumentumtól.⁴²

Könyvtári RFID rendszerek – pro és kontra

Hátrányok:

- magas bekerülési költség (a leolvasókészülékek, a címkék, az állományvédelmi kapuk stb. ára, a beszerelés, a dokumentumok címkézése, az RFID illesztése a meglévő integrált rendszerhez stb.);
- leolvasási gondok (akaratlagos vagy véletlen leárnyékolás);
- a címkék eltávolítása, szándékos rongálása.

Előnyök:

- pontos, naprakész, automatikus nyilvántartás vezetése a könyvtárhasználókról, a szolgáltatások és az állomány igénybevételeiről;
- a személyzet manuális munkavégzésének csökkentése;
- folyamatos, 7/24 nyitvatartási lehetőség;
- a példányok kölcsönzését/visszaadását/hosszabbítását a könyvtárlátogatók önállóan végeztetik az önkölcsönző/visszavételező készülékeken, amelyek akár az utcán is elhelyezhetők, hogy nyitvatartási időn kívül is legyen mód kölcsönzésre, visszaadásra;
- a leltározásra, illetve az elkeveredett példányok keresésére fordítandó idő jelentősen csökken;
- a jogosulatlan kivétel jelzése az állományvédelmi kapuknál;
- a könyvtárlátogatási statisztika automatikus elkészítése.⁴³

Vitathatatlan, hogy az okoskönyvtár működtetése elképzelhetetlen vagy RFID, vagy hasonló elven működő azonosítási és biztonsági rendszer nélkül.

A könyvtári RFID rendszerek fejlesztésének további előnyei közül a kutatók kiemelik, hogy mivel az IoT-konceptió irányába történő fejlesztés révén a nyomtatott dokumentumok könnyebben válnak elérhetővé, ez jelentősen növeli a könyvtárak hagyományos gyűjteményeinek és elektronikus dokumentumainak integrálódását a modern információs térbe. Az emberi tevékenységek könyvtári és információs támogatása megteremti annak lehetőségét, hogy az IKT következő fejlődési szakaszában a könyvtárak még teljesebben épüljenek be a globális információs ökoszisztémába.⁴⁴

Az NFC jelentősége az okoskönyvtárban

A hétköznapi életben hihetetlen gyorsasággal terjedő NFC technológiát – ahogy a neve, Near Field Communication is mutatja – közeli, és emellett érintésnélküli kommunikációra fejlesztették ki. Ahogy fentebb már említettük, az NFC is a rádiófrekvenciát használja, de az RFID rendszerektől eltérően nem egy-, hanem kétoldalú, peer-to-peer kommunikációra alkalmas, így egy NFC-képes eszköz betölti egyrészt a címke, másrészt a leolvasó funkcióját is. Ezek a képességei magyarázzák rendkívüli népszerűségét, emiatt építik be az NFC technológiát az okostelefonokba és az okosórákba. További előnye, hogy maximum 10–20 centiméteres távolságra kell a címkének és a leolvasónak lennie egymástól (például az okosórának a bolti termináltól), így az NFC-képes eszközökkel a fizetési tranzakciókat az RFID-hoz képest jóval biztonságosabban lehet lebonyolítani.

Az NFC a könyvtárakban

Csak idő kérdése, hogy az okostelefonokba és -órákba épített NFC technológia meghódítsa a könyvtárak világát. Egyes könyvtárak egyenesen az RFID rendszer alternatívájaként kezdik használni az NFC technológiát. *Mohd Yusof* és munkatársai már 2012-ben kifejlesztették az NFC technológiára épülő „S-Library” nevű alkalmazást, amelyről több közleményben is beszámoltak. Az itt hivatkozott 2015. évi tanulmány főbb megállapításai szerint a könyvtárkezelő rendszerbe integrált S-Library mobil-alkalmazás lehetővé teszi a könyvtári keresést, a kölcsönzést, a visszavételt, valamint a tranzakciós rekordok megtekintését. A fejlesztők, illetve az elkészült rendszert tesztelők véleménye szerint

az NFC technológiára épülő S-Library alkalmazás számos technikai előnnyel rendelkezik az RFID-t, de főként a vonalkódos azonosítást alkalmazó rendszerekkel szemben.⁴⁵ Az S-Library hátránya viszont, hogy a hozzá tartozó applikáció csak az Android operációs rendszerre készült el.⁴⁶

2020-ban megjelent tanulmányában *Neeraj Singh* már egyenesen az RFID alternatívájaként ír az NFC technológia könyvtári alkalmazásáról. Az RFID-hoz viszonyítva az NFC technológia sokkal gyorsabb kommunikációt tesz lehetővé, emellett az NFC könyvtári alkalmazásának óriási előnye, hogy a kölcsönzési műveletekhez elég a könyvtárhasználók okostelefonjaira letöltött alkalmazást használni. Amikor a kiválasztott könyvet a mobiltelefonnal kikölcsönzik, a tranzakciót automatikusan regisztrálja a könyvtár adatbázisa. A visszavétel egy NFC-képes készülékkel történik: amikor az olvasó behelyezi a visszahozott dokumentumot a készülékbe, a telefonján azonnal megjelenik a visszavételi igazolás. Singh véleménye szerint az NFC-hez képest az RFID technológiának számos hátránya van: például a biztonsági rés, valamint az a nemkívánatos jelenség, amikor az RFID leolvasó egyszerre több címkét is aktivál. Az NFC feltétlen előnyei közé tartozik, hogy a mindössze néhány centiméteres hatótávolság miatt az adatlopás esélye minimális. Az NFC-nél nincs szükség RFID-specifikus leolvasókra, a feladatellátáshoz elegendő a könyvtárhasználó okoskészüléke. Amennyiben a dokumentumokba NFC címkéket helyeznek, azok nemcsak az adott példány metaadatait, de kiegészítő információkat (recenziókat, ajánlókat stb.) is tartalmazhatnak. Összefoglalva: az érintésalapú NFC életképes alternatívát kínál a könyvtárak számára az RFID technológia gyengeségeinek leküzdésére.⁴⁷

Az épületen belüli navigáció eszközei

A repülőtereken, üzletekben stb. már elterjedt a Real Time Location System (RTLS) típusú rendszerek alkalmazása, amellyel a meghatározott helyeken követni lehet akár tárgyak, akár emberek mozgását. A felügyelet nélküli okoskönyvtárakban szintén lehet az RTLS vezeték nélküli technológiát alkalmazni, amelynek fizikai rétege vagy rádiófrekvenciát, vagy infravörös fényt, vagy ultrahangot használ. A beltéri helymeghatározáshoz szüksé-

ges címkék és rögzített referenciapontok lehetnek adók, vevők vagy mindkettő. Az RTLS rendszerek egyik típusa az igen alacsony energiafelhasználású Bluetooth Low Energy (BLE) technológiára épül.

A beacon-eszközök az elektronikus eszközök közötti adattovábbításra használatos, kisméretű jeladók, amelyek működési elve a fényjeleket kibocsátó világítótornyokhoz vagy jelzőlámpákhoz hasonlítható. A jeladók kisméretű, elemes eszközök, amelyek Bluetooth-on keresztül a helyszín kezelője által meghatározott, konzisztens információkat küldenek. Az Apple 2013-ban mutatta be az iBeacon nevű technológiai szabványát, amely az IOS és Android készülékeken futó mobilalkalmazások számára lehetővé teszi, hogy foghassák a beacon-típusú eszközök által sugárzott jeleket.⁴⁸

Az iBeacon-technológia fő funkciója a zárt helyiségekben történő navigáció, de a kereskedelemben egyre gyakrabban célzott reklámozásra is használják. Az utóbbi években nagyságrendekkel bővült a beltéri navigációs piac.

A Bajor Állami Könyvtárban (Bayerische Staatsbibliothek – BSB) 2017 eleje óta működik az iBeacon-technológia, amelyhez elkészítették a „BSB Navigator” okostelefonos alkalmazást. A bonyolult belső szerkezetű, hatalmas műemlék épületben 250 jeladót szereltek fel, hogy segítsék a könyvtárhasználók tájékozódását.⁴⁹

Elképzelések a blokklánc-technológia könyvtári alkalmazásáról

Az okoskönyvtár-megvalósítási tervekkel foglalkozó publikációk kivétel nélkül megemlítik az integrálható technológiák között a blokkláncot, ezért ebből az áttekintésből sem maradhat ki. Mielőtt azonban az alkalmazás könyvtári lehetőségeire rátérnénk, érdemes felidézni, mi a célja ennek az eljárásnak.

„A blokklánc egy olyan új, elosztott hálózati koncepció alapuló adatkezelési technológia, amelynek első, gyakorlatban is megvalósított képviselője a piacon a Bitcoin elnevezésű virtuális (tehát fizikai formában nem, csupán adatként létező) vagyoneképzési és fizetőeszköz volt.” – írja *Eszteri Dániel*. Az eredeti elképzeléshez képest a blokklánc technológia sokat változott, mára bármilyen adat vagy információ tárolására alkalmas rendszerré fejlődött, amelynek működését az „elosztott főkönyv”, vagyis egy több számítógépből álló hálózaton

elosztott tranzakciós adatbázis biztosítja. A műveletek során adatmozgatás nem történik, az egyes blokkokban tárolt adatokhoz rendelik hozzá a jogosultságokat, a tranzakciók adatait, a digitális aláírásokat, az időbélyeget stb. Minden egyes adatkezelési művelet hitelességét algoritmusokkal ellenőrzik, ezáltal az összes blokkban tárolt valamennyi adat hitelessége biztosított.⁵⁰

A blokklánc-technológia térhódítása a könyvtárakat is elérte. Ezekben az intézményekben az alábbi feladatok kapcsán képzelhető el a blokklánc technológia alkalmazása.

E-könyvek szerzői jogi védelme. A kiadókkal vagy akár a szerzőkkel közvetlenül lehet intelligens szerződést kötni az e-könyvek felhasználási feltételeiről.

A kutatóintézetek könyvtárai egy privát blokkláncon keresztül megoszthatják az ún. szürke irodalom, a munkaközi jelentések és egyéb kutatási anyagok tartalmát. A blokklánc előnye itt érvényesül igazán: nem kell aggódni sem az adattörlés, sem az adatlopás, sem a szerzői jogok megsértése miatt.

A blokklánc alkalmazható továbbá olyan dokumentumok archiválására és használatának nyomon követésére, ahol a származás, az integritás és az érvényesség kulcsfontosságú, ezért kötelező a proveniencia és a hitelesség nyomon követése.

Fontos tudni, hogy a blokkláncra épülő adatbázisokban egyetlen digitális anyag sem másolható a jogtulajdonos beleegyezése nélkül.⁵¹

További szolgáltatások is elképzelhetők a blokklánc-technológia könyvtári alkalmazása terén, de azzal tisztában kell lenni, hogy ez a lehetőség csak ott vehető igénybe, ahol a könyvtárak beléphetnek a kriptovalutát használó fizetési rendszerbe.

A mesterséges intelligencia és a EU készülő rendelete

Itt az ideje, hogy a már többször emlegetett mesterséges intelligencia számára is keressünk egy elfogadható definíciót. A százféle meghatározás közül az Európai Parlamentét választottuk, annál is inkább, mert e testület korszakalkotó döntésére ki kell térnünk. Íme, a válasz a „Mi a mesterséges intelligencia?” kérdésre:

- „A mesterséges intelligencia (MI) a gépek emberhez hasonló képességeit jelenti, mint például az érvelés, a tanulás, a tervezés és a kreativitás.

- Lehetővé teszi a technika számára, hogy érzékelje környezetét, foglalkozzon azzal, amit észlel, problémákat oldjon meg, és konkrét cél elérése érdekében tervezze meg lépéseit. A számítógép nemcsak adatokat fogad (már előkészített vagy összegyűjtött adatokat érzékelőin, például kameráján keresztül), hanem fel is dolgozza azokat és reagál rájuk.
- Ezek a rendszerek képesek viselkedésük bizonyos fokú módosítására is, a korábbi lépéseik hatásainak elemzésével és önálló munkával.”⁵²

Uniói rendelet készül a mesterséges intelligenciáról

A mesterséges intelligencia használatát az EU-ban a világ első átfogó MI-törvénye fogja szabályozni.

Az Európai Bizottság javaslatára elkészült az MI rendszerekre vonatkozó rendelet tervezete, melynek célja, hogy az MI rendszerek biztonságosak, átláthatók, nyomon követhetők, megkülönböztetéstől mentesek, környezetbarátak és technológiasegélyesek legyenek. A készülő rendelet aszerint sorolja a megállapított kategóriák egyikébe az MI rendszereket, hogy azok milyen kockázatot jelentenek a felhasználók számára.

Három kockázati szintet állapítottak meg, amelyekre különböző szabályok vonatkoznak.

Elfogadhatatlan kockázatnak minősítik az emberekre veszélyes MI rendszereket, amelyek ezért tiltottak. Ebbe a kategóriába sorolták például a kognitív viselkedési manipulációt, az ún. „társadalmi pontozást” és a valós idejű, biometrikus azonosítási rendszereket, például az arcfelismerést.

A biztonságot vagy az alapvető jogokat negatívan befolyásoló MI-rendszerek magas kockázatúnak minősülnek. Néhány példa a magas kockázati szintre: játékok, orvosi eszközök, kritikus infrastruktúra, oktatás és szakképzés, bűnüldözés stb.

A korlátozott kockázatú, kép-, hang- vagy videó tartalmat generáló vagy manipuláló MI-rendszereknek teljesíteniük kell a minimális átláthatósági követelményeket, hogy a felhasználók eldönthessék, akarják-e az adott rendszert használni. A felhasználók figyelmét fel kell hívni arra, hogy MI-vel kommunikálnak.

A tervezet külön említi a generatív MI-t, amelynek szintén meg kell felelnie az átláthatósági követelményeknek. A felhasználónak tudnia kell arról,

hogyan a tartalmat MI hozta létre. A rendszer tanításához felhasznált, szerzői joggal védett művek adatait közzé kell tenni.⁵³

Az MI könyvtári alkalmazási területei

Szinte nincs olyan könyvtári tevékenység, amelyben ne játszhatna szerepet a mesterséges intelligencia, melynek különböző területei, például a szakértői rendszerek alkalmazása segítheti a könyvtárosokat a döntéshozatali folyamatokban vagy éppen a tájékoztató-szolgáltatásban. A gépi tanulás eszközeinek segítségével elemezhető az olvasók bizonyos adatai (életkora, iskolai végzettsége stb.), témapreferenciája, könyvtárhasználati szokásai, és mindez módot ad az egyes használói csoportok érdeklődésének előrejelzésére. Ha a természetes személy hozzájárul a saját adatai elemzéséhez, akkor az ő számára a könyvtár személyre szabott szolgáltatásokat is nyújthat.

A gyűjteménykezelésben az MI-technológiát a kölcsönzési statisztikák elemzésére lehet alkalmazni, az adatok pedig a jövőbeli gyarapítási döntésekben hasznosíthatók. Az MI a szolgáltatások bővítése terén is szerepet kaphat a kiterjesztett, illetve virtuális valóság, valamint a könyvtári robotok alkalmazásával.

Az ún. környezeti intelligenciát segítségül hívva lehetővé válik a beltéri levegőminőség, a hőmérséklet, a páratartalom és a világítás szabályozása, az ablakok automatikus árnyékolása. Azokban a helyiségekben (például kutatószobákban), ahol a teremfoglalási rendszer szerint hosszabb ideig nem tartózkodik senki, télen a fűtést le lehet csökkenteni. A tömörraktárakban a pára- és hőmérsékletszabályozást szintén rá lehet bízni az MI-re.⁵⁴

Az MI bevonása az ajánlórendszerekbe és a tájékoztató szolgáltatba

Az ajánlórendszerek praktikus és hatékony megoldást jelentenek az információ-túlterheltség okozta problémára. Az ajánlórendszerek ideológiája azon az alapvető feltételezésen alapul, hogy a döntéshozatal során az emberek többsége mások javaslataira támaszkodik. Az okoskönyvtár forgatókönyvében az ajánlórendszerekben föl lehet hívni az olvasók figyelmét a számukra hasznosnak ígérkező dokumentumokra.⁵⁵ Gyorsan tegyük hozzá,

hogyan az EU-ban csakis úgy működhet ez a szolgáltatás, ha a könyvtárhasználó előzetesen hozzájárult az érdeklődési profiljának elkészítéséhez.

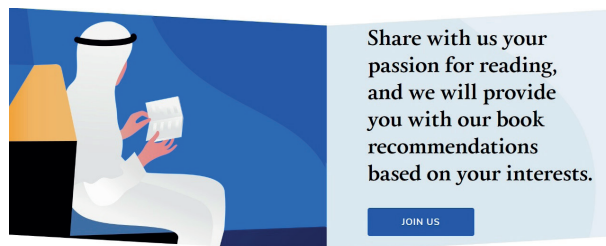
Az MI bevonásával végzett tájékoztatás áttöri a hagyományos referenz-szolgálat időbeli, térbeli, rendszerbeli és erőforrásbeli korlátait. Különösen betanított robotokkal az év minden napján, éjjel-nappal működő, intelligens, kényelmes, barátságos tájékoztatószolgálat működtethető a tanulni és olvasni vágyók számára. (3. ábra)⁵⁶

A természetesnyelv-feldolgozás

A természetesnyelv-feldolgozás (Natural Language Processing – NLP) olyan összetett technológia, amelyben a nyelvészet, a mesterséges intelligencia és a számítástechnikai programozás ötvöződik annak érdekében, hogy a számítógép képes legyen feldolgozni, elemezni, értelmezni az emberek által beszélt nyelveket. A legismertebb NLP területek a tartalomelemzés, az automatikus gépi fordítás, a helyesírás-ellenőrzés és az érzelemelemzés (szentiment analízis).

A gépi tanulás révén a számítógép képes értelmezni meghatározott fogalmakat és algoritmusokat, majd ezek alapján interakcióba tud lépni az emberekkel. Az NLP eredményeit széles körben alkalmazzák a keresőmotorokban, az automatikus kérdés-válasz rendszerekben, a chatbotokban, a virtuális asszisztensekben és a kommunikációképes robotokban. Az okoskönyvtár forgatókönyvében ez a technológia több helyen használható, például a tudományos könyvtárakban a kutatási adatokra vonatkozó hivatkozások feltárásában.⁵⁷

A felsoroltakon túl a természetes nyelvű szövegek feldolgozására – különböző céllal – számos alkalmazást fejlesztettek ki, melyek közül a leggyakoribbak:



3. ábra A dubai Mohammed Bin Rashid Library ajánló szolgáltatásának reklámja⁵⁶

- Információ-, dokumentum- vagy szövegkeresés, melynek célja, hogy egy kisebb vagy nagyobb terjedelmű szövegben lehetővé tegye bármely szövegrész megtalálását.
- Az információkinyerés az adott kulcselemek (emberek, intézmények, helyszínek, országok stb.) azonosítását, címkézését és kigyűjtését végzi nagy terjedelmű szövegekből.
- A gépi fordítás szövegek vagy beszédek automatikus fordítását jelenti egyik nyelvről a másikra.
- Az összegzés során nyelvészeti vagy statisztikai módszerekkel választják ki a nagy terjedelmű szövegekből a legfontosabb szavakat, kifejezéseket, amelyek alapján értelmes összefoglalót készítenek a szöveg tartalmának reprezentálására.
- Különböző célokra, például kép- vagy mintafelismerésre, időjárás-előrejelzésre, betegségdiagnosztikára stb. prediktív modelleket használnak.
- Az NLP módszerekkel egyre gyakrabban végeznek bibliometriai elemzéseket, melyek célja lehet például az NLP-alkalmazások használata a bibliometriai vizsgálatok teljesítményének növelése.⁵⁸

Az adat- és szövegbányászat könyvtári alkalmazási lehetőségei

Az adatbányászati módszerekkel nyers adatokat számítógépes programok segítségével hasznos információvá alakítják át, hogy mintákat fedezzenek föl a nagy adattömegekben. Az utóbbi években az adatbányászat a legaktívabb adatbáziskutatási technikává vált, immár a tudományos könyvtárakban is. Az adatbányászati technikák alkalmasak például a könyvtárhasználók információs viselkedési mintázatainak feltárására és végső soron a felhasználók valós információs igényeit figyelembe vevő gyűjteményfejlesztésre. A könyvtárakban az adatbányászat nyersanyagául szolgálhatnak például a rendszernaplók, a tranzakciós rekordok halmaza, vagy akár a könyvtárhasználók anonimizált adatai.

A dokumentumok kölcsönzési forgalma értékes adatokkal szolgálhat a könyvtárak kölcsönzési rendszerének javításához. A dokumentumok körforgásának elemzése a könyvtári állomány értékelésének egyik hagyományos megközelítése. Az analízis látens tudást nyújthat a forgalmi adatokról, értelmes kapcsolatokat és mintákat mutathat ki a kölcsönzési adatok, a felhasználók és a könyvtári erő-

források között. Az elemzésből levonható következtetések révén javítható a szolgáltatások minősége, kezelhetők a pénzügyi források és a költségvetés. A jobb döntések meghozatalához, a könyvtárhasználókkal való hatékony interakcióhoz és az információs források ajánlásához a kölcsönzési részlegnek ismernie kell a felhasználók aktivitását és a keresési mintákat, és nem utolsósorban a könyvtár gyűjtőkörébe tartozó szakterületeket, valamint a releváns dokumentumállományt.⁵⁹

Az AIoT, a dolgok mesterséges intelligenciája

Ahogy sok más területen, az IKT és az MI (vagy AI) terén is megfigyelhető az erőteljes konvergencia, és nincs ez másképp az IKT egyik gyorsan növekvő ágával, az IoT-val sem. 2020 óta egyre több közleményben jelenik meg az MI-vel közös rendszerbe szervezett IoT, vagyis az AIoT. A „dolgok mesterséges intelligenciája” tulajdonképpen egy minőségi többlet: a mesterséges intelligencia nélkül az IoT-eszközök révén pusztán adathalmaz jön létre, amely azonban sokkal többet ér, ha az MI kiértékeli az adatokat és kimutatja az összefüggéseket. Az IoT nélkül az AI-rendszerek nem rendelkeznek adatkészletekkel, az AIoT viszont lehetővé teszi, hogy az AI elemzése révén felismerhetővé váljanak a minták a nagy adathalmazokban.

Néhány konkrét példával röviden érzékeltetjük, a könyvtári területen milyen lehetőségei vannak a jövő egyik nagy technológiai trendjének, az AIoT technológiának.

A könyvtárban az IoT eszközök összegyűjtik a tényleges forgalmi adatokat: az olvasóteremben hova mennek a legtöbben, hol töltenek több időt? A szenzorok által gyűjtött adatokat vagy akár az online felületeken keresett művek adatait kiértékelve az MI képes előre jelezni az olvasók részéről várható érdeklődést, amely segít a gyűjtemény fejlesztésében, az új dokumentumok beszerzésében, a példányszámok helyes megállapításában.

Ha a dokumentumforgalmat nemcsak kölcsönzéskor regisztrálja egy rendszer, hanem a helyben használatot is méri, amelyeket aztán az MI kiértékeli, addig teljesen ismeretlen forgalmi, használati adatokhoz juthat a könyvtár, különösen, ha arra is van lehetőség, hogy a helyben használat idejét is mérjék.

Nagy forgalmú könyvtárakban, ahol például vizsgaidőszakban nincs elég szabad férőhely, szintén segítségül lehet hívni az AIoT eszköztárát. Tegyük fel, hogy az olvasók a könyvtári mobilapplikáción keresztül lefoglalnak maguknak helyet – ezt egészen addig megtehetik, amíg van üres férőhely. Valamennyien ismerjük azonban a „trükköket”: az olvasók egymásnak foglalnak le ülőhelyeket, amelyek hosszú órákon át üresek. A legkorábban érkező több székre teszi a holmiját, és így foglalja a helyet a később érkezőknek. Ha az IoT eszközök közé az olvasói munkaasztaloknál a nyomás- és mozgásérzékelők is bekerülnek, a forgalomfigyelő rendszert pedig bővítik az adatbányászatból ismert KNN (K-nearest neighbor) 60 algoritmussal, a rendszer képes detektálni a hosszabb ideig üres helyeket, amelyeken csak egy táská „ül”, és azokat szabad helyként jelzi ki.

Biztonsági kamera (Closed-Circuit Television – CCTV)

Nem tévedésből kapott helyet a mesterséges intelligenciával működő eszközök között a régóta ismert, napjainkban egyre több helyen megjelenő biztonsági kamera, amelynek már jó ideje nincs köze a nevét alkotó technológiai megoldásokhoz. Egy korszerű CCTV kamera már nem elektromos jeleket továbbít egy zárt láncon keresztül, hanem digitális videójeleket küld az interneten elérhető IoT rendszerbe. A CCTV kamerák legfejlettebb változatai pedig az MI-re épülnek – ilyenek például a hírhedt arcfelismerő rendszerek.

Az AIoT rendszer – ez esetben a megfigyelő kamera és az MI – nem más, mint a régi és az új technológia ötvözet. Ma az új biztonsági videokamerák az IoT rendszerekbe illesztve működnek, az adatokat az MI elemzi intelligens algoritmusokkal, a gépi tanulás (Machine Learning – ML) segítségével. A modern CCTV kamerák nem a nyers videófelvételek továbbítására korlátozódnak, hanem intelligens ágensként aktív tevékenységet fejtenek ki a kiskereskedelem, a forgalomirányításban, a fenntartható energiagazdálkodásban és a biztonság minden területén, így alkalmazásuk az okoskönyvtárakban is nélkülözhetetlen.

Néhány további praktikus példa az AIoT technológia könyvtári alkalmazására:

A kisebb forgalmú helyeken a nagy fényerejű erőforrások folyamatos üzemeltetése pazarlás. Az olvasók által bejárt utak gyakoriságának elemzése alapján az MI segítségével optimalizálható a fényerősség szintje.

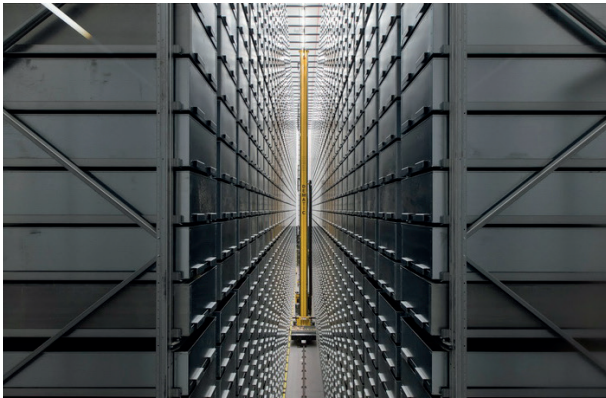
Az MI azonnal képes észlelni bármely anomáliát, jelezni a normál működési módtól való jelentős eltérést – legyen szó egy elakadt liftről, a füstjelző aktíválódásáról, egy illetéktelen bejutási kísérletről stb. A könyvtár működését viszont úgy kell megszervezni, hogy a nyitvatartás minden percében legyen olyan, kellő kompetenciával felruházott munkatárs (nagyobb könyvtárban több személy), akihez befut az anomáliáról szóló jelzés, és aki azonnal tud intézkedni a probléma elhárítása érdekében.

Robotok, drónok

Az iparban, a hadászatban, az orvoslásban, a szolgáltatásokban és számos más helyen sokféle robotot használnak, melyek egyik célja, hogy megkönnyítsék az emberek számára a napi feladataik elvégzését. Ahogy az okosotthonok azt ígérik, hogy megszabadítanak a triviálisabb házimunkák alól, a könyvtári robotok egy része szintén a kevésbé igényes feladatokat váltja ki. Miközben sok könyvtáros úgy érezheti, hogy a gépies feladatoktól mentesülve örömmel koncentrálhat a kifinomultabb tevékenységekre, ezzel párhuzamosan fölmerülhet a feleslegessé válás aggodalma, és megjelenhet a robotoktól való idegenkedés.

Egyre több könyvtár integrálja a szolgáltatási rendszerébe a különböző robotokat, melyek közös tulajdonsága, hogy mindegyik típus csak adott feladatra alkalmazható. Az internetet böngészve a könyvtárakban leginkább raktári robotdarukról, autonóm mobil robotokról és humanoid robotokról lehet értesülni.

Az optimális helykihasználás iskolapéldájaként tekinthetünk az írországi Limerick egyetemének könyvtárában működő, Európa első teljesen automatizált könyvtári tároló- és visszakereső rendszerére. (4. ábra) A Dematic cég által fejlesztett raktárban a régebbi, ritkán keresett műveket tárolják. A tíz méter magas polcok között működő robotdaruk emelik le a keresett dokumentumot tartalmazó fémládát a polcra, amelyet egy szállítószalag továbbít a raktárkezelőhöz, aki kiveszi a ladá-



4. ábra A limericki egyetemi könyvtár raktári robotdaruj⁶²

ból a kikért művet, majd a vonalkóddal ellátott könyvet szállítószalagon küldi át az olvasószolgálatba. Az élőmunka-ráfordítás csökkentése mellett az automatizált raktárrendszer nagy előnye a helytakarékoság, miáltal több olvasói férőhelyet tudtak kialakítani a könyvtáráépületben.^{61 62}

Az anyagmozgatás és az állományellenőrzés terén az autonóm mobil robotoknak (autonomous mobile robots – AMRs) számos előnyük van. A korlátozott területeken való alkalmazhatóságuk mellett rendelkeznek az ütközésmentes helyváltoztatást lehetővé tevő tárgyérzékeléssel. Az AMR-ek képesek kommunikálni a többi robottal, más gépekkel, illetve az emberrel, és ennek eredményeként hozzák meg döntéseiket. Az MI jellemzőivel rendelkező AMR-ek javítják a dokumentumkezelési eljárások minőségét.⁶³

2019 óta a Frankfurt am Main Városi Könyvtár a „Robotics – City Library 4.0.” programja keretében a robotikával és a kódolással bővítette szolgáltatásait, amellyel nagy sikert arat a gyermekek és felnőttek körében. Az intézmény küldetése fontos részének tartja, hogy mindenki számára felkínálja a STEM⁶⁴-kétségfejlesztést. A könyvtárban beszélgetni lehet Adával, a NAO típusú a humanoid robottal, meg lehet tanulni, hogyan működik egy Dobot robotkar, a tanuló robotokat pedig programozni is lehet. 2021-ben egy speciális olvasási projekt valósult meg az Ada nevű robottal, „akinek” a gyerekek olvasnak föl mesét, a robot pedig az olvasmány alapján a gyerekeknek kvízkérdéseket tesz föl. Hatalmas sikert arat az olvasástanulás és a robotika eme szokatlan kombinációja, a gyerekek sokkal kevésbé gátlásosak Ada, mint a tanárok vagy a könyvtárosok társaságában.⁶⁵ Ugyanez



5. ábra BiBli, a longmonti könyvtár „gyerekkönyvtárosa”⁶⁶

a tapasztalat a Longmont Public Library *BiBli* nevű robotjával, „aki” autista gyerekekkel is „foglalkozik”. (5. ábra)⁶⁶

Más típusú szolgáltatást nyújtanak a kanadai Surrey könyvtárai, ahol a beiratkozott könyvtárlátogatók kölcsönözhetik a Dash Robot készletet. Az előzetes tudás nélkül programozható robot képes hang- és fény kibocsátásra, mozgásra és sokféle kreatív problémamegoldásra.⁶⁷

Az elektromos járművek mellett egyre inkább megszokottá válik a drónok, hivatalos nevükön a pilóta nélküli légi járművek látványa. Eleinte csak katonai műveletek során alkalmazták a drónokat, de néhány év múltán a csomagszállításban is megjelentek. Az Amazon 2013-ban indította az első „repülő csomagokat”. A kanadai Edmonton Public Library 2019-ben kezdte meg könyvtári anyagok eljuttatását a távolabb élő könyvtárhasználók számára, azóta több nagykönyvtár, például a New York Public Library, a Dubai Public Library alkalmazza a kölcsönzési szolgáltatásokban a dróntechnológiát. A Covid-járvány alatt egyre több intézmény vett igénybe drónokat a könyvtári dokumentumok kézbesítéséhez.

Az elérhető szakirodalmi publikációk a kölcsönzött dokumentumok visszajuttatásának módjáról nem szólnak csak néhány újságcikk említi, hogy a szünetben drónnal eljuttatott könyveket a tanév elején a tanulók saját maguk viszik vissza az iskolába.

A drónos kézbesítés meglehetősen drága: a jármű beszerzési költsége magas, az irányításhoz pedig szakképzett személyzetre van szükség. A kockázatokkal is számolni kell, mert a járműveket és a rakományt hackerek, tolvajok támadhatják meg. A szolgáltatás indítása előtt alaposan meg

kell ismerni az adott országban, illetve az érintett régióban érvényes légügyi szabályokat, amelyek sok helyen kizárják a közlekedésből a drónokat.⁶⁸

A kiterjesztett valóság

A kiterjesztett valóság (Augmented Reality – AR) viszonylag új technológia. Ahogy a neve is utal rá, az AR a digitális információk és a valós tér kombinációja, amely a fizikai környezethez ad hozzá a számítógép által generált komponenseket.

Az augmentált valóság sokféleképpen valósítható meg, de valamennyi forma közös tulajdonsága, hogy a virtuális tárgyak valós időben épülnek be a tárgyi világ kontextusába. A kiterjesztett valóság eszközfüggő: létrehozásához szükség van a külvilágot érzékelő optikára, továbbá szenzorokra, illetve egy okoseszköz megfelelő kijelzőjére – amely lehet AR szemüveg, táblagép, okostelefon.⁶⁹

Az AR szoftver az okoseszköz kijelzőjére vetíti a kamerájával látható élőképet, és ezt egészíti ki virtuális tartalommal – szöveggel, képpel stb. Az AR két típusa a GPS, illetve a markeralapú megoldás. Az előbbinél az alkalmazás beméri az okos-eszköz pillanatnyi helyét, majd az adatokat továbbítja a felhőben lévő szervernek, amely az adott pozícióhoz tartozó, az okos-eszköz kijelzőjén azonnal megjelenő kiegészítő információkat küld vissza. A markeralapú megoldás – amelynél a marker gyakran egy QR kód – a markert beolvasva jeleníti meg az adatbázisban tárolt, a konkrét helyhez tartozó háromdimenziós objektumokat.⁷⁰

Az okoskönyvtár technológiai keretrendszere

Az okoskönyvtár létrejötte egy új lépcső az információ többdimenziós kezelése és felhasználása felé vezető úton. *Gaohui Cao* és szerzőtársai az okoskönyvtár kialakításáról szóló tanulmányukban az intelligens könyvtári technológia integrációs keretrendszerét három egymásra épülő rétegbe sorolták:

- A kommunikációs rétegbe az információtovábbítási, a virtuális valósághoz kapcsolódó és a mobil-internet-technológiák tartoznak.
- Az eszközöket és a hálózatot is tartalmazó számítástechnikai réteget a mesterséges intelligencia, az adatbányászat, a számítási felhő, valamint az intelligens feldolgozási és szűrési technológia alkotja.

- Az észlelési réteg elemei az RFID-eszközök, a szenzorok, a kamerák, a hordható eszközök, az iBeacon jeladók, a terminálként használt okos-telefonok és okosórák, valamint az arc- és hangfelismerés.

Az észlelési réteg teszi képessé a rendszert a könyvtárban található különféle hordozókon tárolt információk azonosítására, valamint a könyvtárhasználók viselkedésének, illetve a környezeti paramétereknek az érzékelésére. A számítástechnikai réteg az okoskönyvtár magja; amelybe a mesterséges intelligencia, az adatbányászat, a felhő alapú számítástechnika, valamint az intelligens feldolgozó- és szűrőtechnológiák tartoznak. A kommunikációs réteg egy felhasználóorientált szolgáltatási felület, amelyen keresztül a korszerű technológiák gyors adatáramlást biztosítanak a tárolt információk, az észlelési és számítástechnikai rétegek, valamint a felhasználók között, akik ezáltal élvezhetik az okoskönyvtár előnyeit.⁷¹

Cao és társai nyomán *Lorette Jacobs* szintén a fent vázolt három rétegbe rendezve, de több helyen módosítva és fontos adalékokkal kibővítve mutatja be az okoskönyvtárban alkalmazott technológiákat. A hozzáférési / keresési (access / discovery) réteget Jacobs a könyvtárak szemszögéből határozta meg. A fő helyen az alapvető könyvtári szolgáltatások állnak: a kölcsönzés, az olvasás és a mobil tájékoztatás. A számítási felhőhöz kapcsolódó három elem az azonosítás, a biztonságot szolgáló kiegészítő, vagyis az edge and fog hálózatok (Ld. a „Felhő- perem- és ködalapú számítástechnika” c. fejezetben), illetve a könyvtári gyűjteménykezelő / ügyviteli rendszer.

A modell számítástechnikai rétegébe Jacobs az eszközök, az adatbázisok és az adatbányászati technológia mellé az intelligens feldolgozó és szűrőtechnológiát sorolja, amelyek alapját az átjárhatóságot támogató szabványok, az internet protokoll, illetve a gépek közötti kommunikáció képezi. Ugyanebben a rétegben az adatátvitelt lehetővé tevő Wi-Fi, a mobilkapcsolat, a rádióhullámok és többféle hálózat szerepel. A hálózatokon keresztül továbbított és hozzáférhetővé tett adatok az átvitel javításához különböző protokollok használatát igénylik. Jacobs az észlelési rétegbe az RFID, a szenzorok és a GPS mellett a könyvtári szoftvert

sorolja. Ez utóbbinak nem szentel külön figyelmet, de azt hangsúlyozza, hogy az új technológiákat integrálni kell a könyvtár gyűjteménykezelő rendszerébe.⁷²

Adatvédelmi kérdések

A szenzorok és más eszközök folyamatosan gyűjtik az okoskönyvtárak tereiben megforduló könyvtárhaználókra vonatkozó személyes adatokat, amelyek fokozott védelme rendkívül fontos. Az alábbi felsorolás közel sem teljes, csak a személyesadatvédelem legfontosabb szempontjaira hívja föl a figyelmet.

Az EU általános adatvédelmi rendelete⁷³, a GDPR által meghatározott feltételek (az ún. jogalapok) közül a fentiekben felsorolt okoskönyvtári technológiák alkalmazása során a következőkre kell tekintettel lenni:

- A személyes adatok kezelése kizárólag a GDPR alapelveinek megfelelően történhet.
- Az érintett előzetes hozzájárulását kell kérni minden olyan esetben, ahol gyűjt(het)ik, kezel(het)ik a személyes adatait – például a mobiltelefonos könyvtári applikáció letöltése előtt, a CCTV kamerák által figyelt terekben, a chatbotokkal folytatott kommunikáció során stb.
- Mivel az érintett kifejezett hozzájárulása kell a személyes érdeklődési körére vonatkozó ún. profilalkotáshoz, a személyre szabott szolgáltatások – például az ajánlórendszerek – igénybe vétele előtt az érintettnek írásban kell nyilatkoznia a hozzájárulásáról.

- Amennyiben a könyvtár adatkezelőként a saját jogos érdekeire hivatkozik – például az ülőhely-foglaltság speciális nyomon követése során – előzetesen, írásban el kell készítenie az érdek-mérlegelési tesztet, amely bemutatja, hogy az adatkezelő érdekei miért élveznek elsőbbséget az érintett érdekeivel szemben.
- Azokban a könyvtárakban, ahol 18 év alatti személyeket is fogadnak, a rendelet gyermekekre érvényes különleges előírásai szerint kell eljárni.

Összegzés

A fentiekben idézett szerzők véleményét összegezve elmondhatjuk, hogy az okoskönyvtár hagyományos és digitális dokumentumokból, valamint korszerű hardver- és szoftvereszközökből álló komplexum, amely a hatékony működéséhez, innovatív, informatív és interaktív szolgáltatásaihoz kiaknázza a mesterséges intelligenciában, az adatbányászatban, továbbá a legfejlettebb technológiák alkalmazásában rejlő potenciált. A tartalom létrehozásában, gazdagításában, a tájékoztatásban kiemelt szerepet kapnak a szemantikus technológiák, a szakértő rendszerek, az ontológiák, valamint a természetes nyelven zajló intelligens és intuitív keresés. A rendelkezésre állásban elsődleges fontosságú a szolgáltatások és a környezet személyre szabása. Az alkalmazott technológia lehetővé teszi a könyvtár épületének teljeskörű távvezérlését, amely ezáltal akár személyzet nélkül nyitva állhat a könyvtárhaználó előtt. Az okoskönyvtár célja, hogy minél többen használhassák a számukra legmegfelelőbb időpontokban, ezzel is kímélve az olvasók idejét.

Beérkezett: 2023. december 13.



Tószegi Zsuzsanna PhD

c. egyetemi docens

ELTE BTK, Könyvtár- és Információtudományi Intézet

toszegi.zsuzsanna@btk.elte.hu

Végjegyzetek

- 1 A Nyelvtudományi Kutatóközpont nyelvi tanácsadó szolgálata az okoskönyvtár és okosváros kifejezések esetében az egybeírást javasolja, mivel az ehhez hasonló kifejezések (pl. okostábla, okostelefon stb.) jelentéstömörítő összetételeknek tekinthetők (vö. AkH. 111).
- 2 459/2021. (VIII. 4.) Korm. rendelet a településfejlesztési koncepcióról, az integrált településfejlesztési stratégiáról [...] szóló 314/2012. (XI. 8.) Korm. rendelet módosításáról. Elérhető: https://jogkodex.hu/jsz/2021_459_korm_rendelet_2165731
- 3 Smart city tudásplatform. Metodikai javaslat. Elérhető: <https://lechnerkozpont.hu/doc/okos-varos/smart-city-tudasplatform-metodikai-javaslat.pdf>
- 4 Schöpfel, J. *Smart Libraries.*, *Infrastructures*, 3(4), 43, 2018. <https://doi.org/10.3390/infrastructures3040043>
- 5 Sallai, Gy. (szerk.): *Az okos város (smart city)*, Budapest, Dialóg Campus Kiadó, 2018. ISBN 978-615-5920-22-6
- 6 Schöpfel: i. m.
- 7 Nam, T., Pardo, T. A. *Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions*, In: Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times, College Park, MD, USA, 12–15 June 2011. p. 282–291.
- 8 Hubay, M. *Adatgazdáltság, adatszolgáltatás és discovery hagyományos és szemantikus metaadat-környezetben*, *Tudományos és Műszaki Tájékoztatás*, 67(5), p. 291–300, 2000.
- 9 Országos Széchényi Könyvtár Könyvtártudományi és Módszertani Központ *Településeink könyvtári ellátása - 1972*, Népművelési Propaganda Iroda 1973. Elérhető: https://epa.oszk.hu/04200/04273/00005/pdf/EPA04273_telepuleseink_konyvtari_ellataasa_1972.pdf
- 10 Könyvtári Intézet *Gyorsjelentés – Országos Könyvtári Statisztika, 2022. év*, 2023. Elérhető: <https://www.ki.oszk.hu/hir/kutatasi-es-elemzo-osztaly/gyorsjelentes-orszagos-konyvtari-statisztika-2022-ev>
- 11 Hubay, M., Gyuricza, A. *Új könyvtári fogalmak gyakorló könyvtárosok szemszögéből*, In: Networkshop 2019. Hungarnet, Budapest, 2019. p. 61–67. <https://doi.org/10.31915/NWS.2019.8>
- 12 Springer Nature *Discovery Services*. Elérhető: <https://www.springernature.com/gp/librarians/tools-services/implement/discovery/discovery-services>
- 13 Dancs, Sz. *Könyvtári szolgáltatási platformok, avagy ami az IKR-ek után következik*, *Könyvtári Figyelő*, 61(3), p. 359–371, 2015.
- 14 Lendvay, M. *Országos Könyvtári Platform – központi könyvtári szolgáltatások együttműködő rendszere*, In: Networkshop 2020. Budapest, Hungarnet, 2020. p. 95–105. <https://doi.org/10.31915/NWS.2020.10>
- 15 A PDA a Personal Digital Assistant rövidítése, tkp. egy kézi- vagy zsebszámítógép.
- 16 Aittola, M., Ryhanen, T., Ojala, T. *SmartLibrary: Location-Aware mobile library service*, *Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services*. *Mobile HCI 2003*, In: Proceedings of the 2003 International Symposium on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services, Udine, Italy, 8 September 2003, p. 411–415.
- 17 Baryshev, R. A., Babina, O. I., Zakharov, P. A., Kazantseva, V. P., Pikov, N. O. *Electronic Library: Genesis, Trends. From Electronic Library to Smart Library*, In: *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences* 6. 2015. 8. pp. 1043–1051.
- 18 Patra, N. K. *Electronic Resource Management (ERM) in the Library*, 2019. Elérhető: <https://www.slideshare.net/patranihar/electronic-resource-management-in-the-library>
- 19 Hussain, A., Ahmad, P. *Adoption of smart technologies in university libraries of Pakistan: a qualitative review*, *Library Philosophy and Practice (e-journal)*. 6055. p. 1–10, 2021. Elérhető: <https://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/6055>
- 20 Gul, S., Bano, S. *Smart libraries: an emerging and innovative technological habitat of 21st century*, *The Electronic Library*, 37(5), p. 764–783, 2019.
- 21 Az elektronikus hírközlési piac fogyasztóinak vizsgálata 2022 – háztartási felmérés. Budapest, NMHH, 2023. p. 2.
- 22 Statista *Global internet penetration rate as of October 2023, by region*, 2023. Elérhető: <https://www.statista.com/statistics/269329/penetration-rate-of-the-internet-by-region/>
- 23 Hussain – Ahmad: i. m. p. 6.
- 24 Szabó, A. I. *Ha roncsmetét csinálunk a Föld körüli világűrben, az az űrkutatásnak és az ózonrétegnek is árt*, *Másfélök*, 2023. Elérhető: <https://masfelfok.hu/2023/08/10/roncsmeteto-muholdak-starlink-elon-musk-vilagur-fold-koruli-palya-ozon-urkutatasa/>
- 25 Felhő számítás vs. kód számítás. Elérhető: https://info.comforth.hu/kod_szamitas_fog_computing
- 26 European Commission *Cloud computing. Shaping Europe's digital future*, Elérhető: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/cloud-computing>
- 27 Útmutató az IoT-technológiákhoz és -protokollokhoz. Microsoft 2023. Elérhető: <https://azure.microsoft.com/hu-hu/solutions/iot/iot-technology-protocols>
- 28 Ki felelős az okoseszközök biztonságáért? Elérhető: <https://iotzona.hu/biztonsag/ki-felelos-az-okoseszkozok-biztonsagaert>

- 29 Ultimate IoT Implementation Guide for Businesses. Elérhető: <https://www.techtarget.com/iotagenda/Ultimate-IoT-implementation-guide-for-businesses>
- 30 IoT eszközök biztonsági kérdései – Az ipar. Elérhető: https://nki.gov.hu/wp-content/uploads/2022/09/IoT-eszkozok-biztonsagi-kerdesei_II_CTI_jelentes.pdf
- 31 A kolokációs létesítmény tkp. egy szerverpark, amelynek üzemeltetője csak az oda telepített szerverek működtetésének fizikai feltételeiről gondoskodik.
- 32 Ultimate IoT: i. m.
- 33 Toma, C., Ciurea, C., Ivan, I. *Approaches on Internet of Things Solutions*. Elérhető: t.ly/8E4xV
- 34 Az 1970. május 21-én benyújtott találmányra 1973. január 23-án kapták meg a US3713148A lajstromszámú szabadalmat. Elérhető: <https://patentimages.storage.googleapis.com/4a/63/c4/1e14dedfdb7bd2/US3713148.pdf>
- 35 Az USA Szabadalmi Hivatala 1983. május 17-én adta meg az US4384288A lajstromszámú szabadalmat az 1980. december 31-én benyújtott találmányra. Elérhető: <https://patents.google.com/patent/US4384288>
- 36 Az EPC (Electronic Product Code) elektronikus termékkódokat az RFID címkékbe lehet kódolni.
- 37 Timoshenko, I. *RFID in Libraries: Automatic Identification and Data Collection Technology for Library Documents*, In: Maintenance Management, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.82032> Az ISO 28560 szabványcsalád 2014. évi kiadása megtalálható: Új ISO-szabványok a Könyvtártudományi Szakkönyvtárban. Elérhető: <http://ki2.oszk.hu/kf/2017/06/uj-iso-szabvan-yok-a-konyvtartudomanyi-szakkonyvtarban/>
- 38 RFID frekvenciasávok. Elérhető: <https://smartfreq.hu/rfid-csoportositas/>
- 39 Nagy, G. *Az RFID könyvtári felhasználása*, Tudományos és Műszaki Tájékoztatás, 63(1), p. 38–48, 2016.
- 40 How to Select a Correct Tag – Frequency. Elérhető: <https://rfid4u.com/rfid-frequency/>
- 41 IDTechEx Discusses RFID Market Trends for 2023 and the Next Five Years. Elérhető: <https://www.prnewswire.com/news-releases/idtechex-discusses-rfid-market-trends-for-2023-and-the-next-five-years-301781110.html>
- 42 Nagy: i. m.
- 43 SmartFreq Könyvtári rendszerek. Elérhető: <https://smartfreq.hu/konyvtari-rendszerek/>
- 44 Guo, J., Huang, Q., Chen, J. *UHF-RFID data model construction in university libraries*, The Electronic Library, 32(5), p. 726–741, 2014.
<https://doi.org/10.1108/EL-10-2013-0177>
- 45 Yusof, M. K., Abel, A., Saman, Y. M., Abdul Rahman, M. N. *Adoption of near field communication in S-Library application for information science*, New Library World, 116(11/12), p. 728–747, 2015.
<https://doi.org/10.1108/NLW-02-2015-0014>
- 46 A tanulmány 2023. decemberi leadásakor a szerző nem talált arra vonatkozó hírt, hogy a malajziai fejlesztők az Apple iOS operációs rendszerére is kifejlesztették volna az S-Library alkalmazást.
- 47 Singh, N. K. *Near-field Communication (NFC). An Alternative to RFID in Libraries*, In: Information technology and libraries, june 2020. p. 4-14.
<https://doi.org/10.6017/ital.v39i2.11811>
- 48 Mi az RTLS? Elérhető: <https://atn.hu/ibeacon-alapu-epuleten-beluli-navigacios-rendszerek-top5-elonye-es-hatranya/> (A szakértők azt tanácsolják a Beacon/iBeacon kifejezések megkülönböztetésére, hogy az elsőt az eszközökre, a másodikat a technológiára vonatkozóan használjuk.)
- 49 Paplowski, S. *Beacons in Bibliotheken. Mehr als nur eine Alternative?*, In: Freyberg, L., Wolf, S. (Herausg.): Smart Libraries. Konzepte, Methoden und Strategien. Wiesbaden, b.i.t.verlag gmbh, 2019, p. 39–56.
- 50 Eszteri, D. *Az új technológiák megjelenésének hatása a személyes adatok védelmére: gépi tanulás, blokklánc, internet-of-things, agyhullám-olvasás*, In: Szemelvények az információs jogokról – a rendszerváltástól napjainkig. Patrocinium Kiadó, Budapest, 2021, p. 164–193.
- 51 Oluchi Emmanuel, V., Efemini, M., Oseni Yahaya, D., David Oladokun, B. *Application of blockchain technology to 21st century library services: Benefits and best practices*, Data & Metadata, 2(59), 2023.
<https://doi.org/10.56294/dm202359>
- 52 Mi az a mesterséges intelligencia és mire használják? 2023. június 20. Elérhető: <https://www.europarl.europa.eu/news/hu/headlines/society/20200827STO85804/mi-az-a-mesterseges-intelligencia-es-mire-hasznaljak>
- 53 Az első uniós rendelet a mesterséges intelligenciáról. Elérhető: t.ly/BPEB1
- 54 Nie, B., Wang, T., Lund, B. D., Chen, F. *How Does AI Make Libraries Smart?: A Case Study of Hangzhou Public Library*, In: Technological Advancements in Library Service Innovation (ed. Manika Lamba), IGI Global, 2022. pp. 43-58.
<https://doi.org/10.4018/978-1-7998-8942-7.ch003>
- 55 Key Technologies of Smart Libraries. Recommender Systems. Elérhető: <https://encyclopedia.pub/entry/21921>
- 56 Smart services. Elérhető: <https://www.mbrl.ae/homepage>

- 57 Fan, L., Lafia, S., Bleckley, D., Moss, E., Thomer, A., Hemphill, L. *Librarian-in-the-Loop: A Natural Language Processing Paradigm for Detecting Informal Mentions of Research Data in Academic Literature*, arXiv, March, 2022
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.05112>
- 58 Taskin, Z., AL, U. *Natural language processing applications in library and information science*, Online Information Review, 43(4), p. 676–690, 2019.
<https://doi.org/10.1108/OIR-07-2018-0217>
- 59 Khademizadeh, S., Nematollahi, Z., Danesh, F. *Analysis of book circulation data and a book recommendation system in academic libraries using data mining techniques*, Library and Information Science Research, 44, 101191, 2022.
<https://doi.org/10.1016/j.lisr.2022.101191>
- 60 Bi, S., Wang, C., Zhang, J., Huang, W., Wu, B., Gong, Y., Ni, W. *A Survey on Artificial Intelligence Aided Internet-of-Things Technologies in Emerging Smart Libraries.*, Sensors, 22, 2991, 2022.
<https://doi.org/10.3390/s22082991>
- 61 Automated Storage and Retrieval System. Elérhető: <https://www.ul.ie/library/automated-storage-and-retrieval-system>
- 62 Limerick Glucksman Library *UL robotic crane.jpg*, Forrás: Elérhető: <https://www.limerick.ie>
- 63 Jafari, N., Sgarbossa, F., Peron, M. *An appraisal towards the technological improvement of library operations management in digital era*, IFAC-PapersOnLine, 56(2), p. 11874–11879, 2023.
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2023.10.599>
- 64 STEM: a (természet)tudományok, a technológia, a mérnöki tudományok és a matematika angol nevéből képzett akroníma
- 65 Schmidt, T. *Mit NAO, Dash & Co. die Welt der Roboter entdecken. Robotics für Kinder und Jugendliche in der Stadtbücherei Frankfurt am Main*, Bibliotheksdienst, Bd. 55(10–11), p. 741–747, 2021. <https://doi.org/10.1515/bd-2021-0108>
- 66 BiBli the robot is Longmont library's newest employee. Elérhető: https://www.timescall.com/ci_28261766/bibli-robot-is-longmont-librarians-newest-employee/
- 67 Dash Robot Kits. Elérhető: <https://www.surreylibraries.ca/services/kids-families/dash-robot-kits>
- 68 Saloi, A. *Drone in Libraries for Document Delivery: "Flying Documents"*, Library Philosophy and Practice, 2021. Elérhető: <https://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/4599/>
- 69 Szűts, Z. *Az augmented valóság média- és kommunikációelméleti hatásai*, Médiakutató, 2011, ősz. Elérhető: https://mediakutato.hu/cikk/2011_03_osz/02_augmentalt_valosag
- 70 Zsömle, V. *Az Internet of Things könyvtári lehetőségei – Útban a Smart Library felé?*, Tudományos és Műszaki Tájékoztatás, 64(12), p. 606–618, 2017. Elérhető: <https://tmt.omikk.bme.hu/tmt/article/view/1597/10360>
- 71 Cao, G., Liang, M., Li, X. *How to make the library smart? The conceptualisation of the smart library*, The Electronic Library, 36(5), p. 811–825, 2017.
<https://doi.org/10.1108/EL-11-2017-0248>
- 72 Jacobs, L. *Smart Academic Libraries. Possibilities Through the Application of the Internet of Things*, In: van VUREN, Anette Janse (ed.): *Academic Libraries: Reflecting on Crisis, the Fourth Industrial Revolution and the Way Forward*. Johannesburg, UJ Press, p. 115–136, 2022.
<https://doi.org/10.36615/9781776402304>
- 73 AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS (EU) 2016/679 RENDELETE (2016. április 27.) a természetes személyeknek a személyes adatok kezelése tekintetében történő védelméről és az ilyen adatok szabad áramlásáról, valamint a 95/46/EK rendelet hatályon kívül helyezéséről