

ADOPTAREA SOLUȚIILOR BAZATE PE INTERNETUL LUCRURILOR PENTRU CASE INTELIGENTE. PERSPECTIVA UTILIZATORILOR ROMÂNI

Irina Albăstroiu^{1*}, Calcedonia Enache², Andrei Cepoi³,
Adrian Istrate⁴ și Teodora Liliana Andrei⁵
¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾ *Academia de Studii Economice, București, România*

Vă rugăm să citați acest articol astfel: Albastroiu, I., Enache, C., Cepoi, A., Istrate, A. and Andrei, T.L., 2021. Adopting IoT-Based Solutions for Smart Homes. The Perspective of the Romanian Users. <i>Amfiteatru Economic</i> , 23(57), pp.325-341. DOI: 10.24818/EA/2021/57/325	Istoricul articolului Primit: 30 decembrie 2020 Revizuit: 3 februarie 2021 Acceptat: 4 martie 2021
--	--

Rezumat

IoT (Internet of Things, adică Internet-ul Lucrurilor) este un concept care definește o lume în care toate obiectele sunt conectate între ele prin intermediul Internet-ului. Posibilitatea dispozitivelor inteligente de a se conecta, a comunica și a transfera date a permis inovarea și dezvoltarea unor soluții diverse, destinate sectorului industrial, organizațiilor de business și consumatorilor finali. Dintre acestea, în cadrul acestui articol am ales să aducem în discuție soluțiile aferente caselor inteligente (smart home).

Astfel, lucrarea noastră prezintă, în prima parte, delimitările conceptuale privind IoT, domeniile de aplicare și caracteristicile soluțiilor dedicate caselor inteligente, arătând că adoptarea soluțiilor IoT smart home a fost prea puțin abordată în literatura de specialitate. Majoritatea lucrărilor din domeniu insistă asupra aspectelor tehnice și tratează doar subsidiar aspectele privind nivelul de înțelegere a conceptului IoT smart home de către utilizatorii potențiali sau efectivi și gradul de adoptare și utilizarea a acestor soluții. Pentru a acoperi aceste lacune identificate în literatura de specialitate, am prezentat, în partea a doua a lucrării, metodologia și rezultatele unei cercetări exploratorii de tip sondaj, realizate pe un eșantion de 471 de persoane, ce ne-a permis să identificăm caracteristicile socio-demografice ale respondenților – utilizatori de soluții IoT, nivelul de înțelegere a conceptului IoT și de adoptare a soluțiilor din categoria smart home, precum și beneficiile și provocările asociate, din perspectiva utilizatorilor români. Am realizat și un model de regresie logistică binară, pentru o analiză aprofundată și pentru corelarea rezultatelor cercetării noastre cu cele ale altor studii în domeniu.

Cuvinte-cheie: Internet-ul Lucrurilor, casă inteligentă, dispozitiv inteligent, automatizare, monitorizare și control de la distanță.

Clasificare JEL: L86, O33.

* Autor de contact, **Irina Albăstroiu** – e-mail: irina.albastroiu@com.ase.ro

ORCID autori:

Irina Albăstroiu: <https://orcid.org/0000-0003-4159-0572>

Calcedonia Enache: <https://orcid.org/0000-0001-7069-6662>

Andrei Cepoi: <https://orcid.org/0000-0002-0413-5389>

Adrian Istrate: <https://orcid.org/0000-0001-9724-456X>

Teodora Liliana Andrei: <https://orcid.org/0000-0003-3487-6310>

Introducere

Kevin Ashton, cunoscut pentru pionieratul în domeniul tehnologiei, co-fondator și director executiv al Auto-ID Center de la MIT (Massachusetts Institute of Technology), a folosit pentru prima dată sintagma *Internet of Things - IoT (Internetul Lucrurilor sau Obiectelor)* într-o prezentare pe care a făcut-o în 1999, pentru a descrie rețeaua care conectează obiectele din lumea fizică la Internet. Referindu-se mai târziu la acest concept, Ashton (2009) a afirmat că IoT are potențialul de a schimba lumea, la fel cum s-a întâmplat înainte cu Internet-ul.

Deși conceptul a apărut în urmă cu două decenii, tehnologiile care condiționează și susțin Internet-ul Lucrurilor sunt în continuă evoluție; raportându-se la un amalgam de tehnologii existente și în curs de dezvoltare, aplicate într-un nou context, chiar și găsirea unei definiții adecvate a termenului nu este un obiectiv simplu. Sunt mulți autori care au încercat să expună atributele importante, să definească și să surprindă esența IoT (Gigli și Koo, 2011; Lee și Lee, 2015; Madakam et al., 2015; Whitmore, Agarwal și Li, 2015; Ben-Daya et al., 2017), abordând Internet-ul lucrurilor, în mod special, din perspectiva unei infrastructuri de rețea globală, care leagă obiecte fizice și virtuale prin exploatarea capacităților de captare a datelor și de comunicare, bazându-se pe identificarea obiectelor, senzori și conexiuni pentru dezvoltarea de servicii și aplicații de cooperare independente. De-a lungul timpului, termenul a evoluat până la a descrie o rețea de entități care sunt conectate prin orice formă de senzor, permițând acestor entități să fie localizate, identificate, controlate și operate de la distanță (Onete, Pleșea și Albăstroiu, 2017).

O soluție IoT integrează componente hardware (procesoare, senzori, gateway-uri, controlere și comutatoare), software (independent și platforme integrate) și servicii (managementul ciclului de viață al dispozitivelor, control și monitorizare la distanță și servicii de implementare). Adoptarea acestor soluții reprezintă o modalitate de a stimula productivitatea, de a ne menține mai sănătoși (sau cel puțin mai atenți și mai preocupați de acest aspect), de a face transportul mai eficient, de a reduce consumul de energie sau de a ne face locuințele mai confortabile. La acest ultim aspect, anume implicațiile tehnologiilor IoT asupra locuințelor noastre, se referă acest articol.

Deși automatizarea locuinței a fost adusă în discuție încă din anii '80 (Horrigan, 1987), conceptul de casă inteligentă (*smart home*) a atras atenția relativ recent, datorită IoT. O casă inteligentă este o formă avansată de automatizare casnică tradițională, însă tehnologiile IoT duc lucrurile cu un pas mai departe prin introducerea controlului centralizat. O locuință cu soluții IoT este cea în care aparatele electrice, electronice și electrocasnice sunt conectate la un sistem central de monitorizare și control, astfel încât să poată fi pornite și oprite automat în anumite momente sau dacă apar/se întâmplă anumite situații/evenimente. Dispozitivele sunt conectate prin Internet, iar utilizatorul poate regla de la distanță accesul în casă, temperatura, iluminatul etc., dar și funcții ale televizorului smart, frigiderului, cuptorului, aparatului de aer condiționat etc.

Adoptarea soluțiilor IoT *smart home* a fost prea puțin abordată în literatura de specialitate. Majoritatea lucrărilor din domeniu insistă asupra aspectelor tehnice, prezentând arhitectura, structura și funcționalitățile unor astfel de sisteme și problemele de securitate asociate (Strengers, 2013; Lia et al., 2018; Sowah et al., 2020) și tratează doar subsidiar aspectele privind nivelul de înțelegere a conceptului IoT smart home de către utilizatori potențiali sau efectivi și gradul de adoptare și utilizarea a acestor soluții. Deși există analize regionale și rapoarte generale de piață (Fortune Business Insights, 2020; Mordor Intelligence, 2020a; Research Reports World, 2020), totuși, în literatura științifică sunt

prezentate preponderent analize empirice asupra unor grupuri specifice (tineri din generația digitală, persoane în vârstă și/sau cu dizabilități, diverse categorii de pacienți etc. (Le, Nguyen și Barnett, 2012; Lee și Park, 2020)), deși popularizarea serviciilor de acest tip necesită acum discuții mai ample privind diverse clase de utilizatori. De asemenea, nu am identificat articole științifice care să trateze situația României în privința soluțiilor IoT din categoria smart home sau perspectiva utilizatorilor români ai acestor soluții.

În acest context, lucrarea noastră își propune să prezinte gradul și maniera de adoptare a soluțiilor IoT aferente casei inteligente (*smart home*) în România. Pentru îndeplinirea acestui obiectiv, am structurat articolul astfel: prezenta parte introductivă (care prezintă contextul general) este urmată de revizuirea literaturii de specialitate, ce se axează pe delimitările conceptuale privind Internet-ul Lucrurilor, domeniile de aplicare și caracteristicile soluțiilor din categoria smart home; apoi, urmează secțiunea aferentă metodologiei, în care sunt prezentate scopul, obiectivele, metoda și instrumentele de cercetare aplicate. Rezultatele cercetării efectuate sunt analizate și interpretate în raport cu cercetări similare în domeniu în secțiunea a treia a lucrării. Articolul se încheie cu partea de concluzii, în care sunt menționate și limitele cercetării și posibile direcții pentru viitoare studii.

1. Revizuirea literaturii de specialitate

1.1. Internet-ul Lucrurilor - abordări conceptuale

În ultimii ani, *Internetul Lucrurilor (IoT)* a atras semnificativ atenția cercetătorilor. Cu toate acestea, așa cum precizau Whitmore, Agarwal și Li (2015), nu există o definiție universală pentru IoT. Totuși, analizând definițiile din literatura de specialitate, Lynn et al. (2020) observă că există două conceptualizări principale - *perspectiva tehnică* (IoT este considerat un ecosistem de artefacte tehnice (Weyrich și Ebert (2016)) și *perspectiva socio-tehnică* (recunoaște actorii și procesele asociate, fiind recunoscut, în mod special, rolul obiectelor conectate Shin (2014)).

Paradigma IoT a evoluat, însă, de la abordarea legată de ceea ce se poate conecta la rețea, la cea privind ce se poate face cu lucrurile care sunt conectate la rețea (Ibarra-Esquer et al., 2017).

În privința *lucrului sau obiectului conectat la rețea*, din perspectiva IoT, acesta poate fi orice mașină, dispozitiv, aplicație, computer, obiect virtual sau fizic implicat într-o comunicare, ce s-ar putea conecta la Internet și ar avea capacitatea de a crea, solicita, utiliza, redirecționa sau accesa informații digitale (Elkhodr, Shahrestani și Cheung, 2013). Există concepte similare menționate adesea în literatură, cum ar fi piese/articole/produse smart, „*smart*” sau „*intelligent*” fiind termeni adoptați pentru a descrie lucruri/obiecte sau dispozitive ce au capacitatea de a calcula, conecta și comunica pentru a se diferenția de mașinile și echipamentele care lucrează în mod izolat.

În privința a *ceea ce se poate face cu aceste lucruri/obiecte (inter)conectate*, putem spune că acestea acționează ca furnizori și/sau consumatori de date legate de lumea fizică. Definiții recente (Whitmore, Agarwal și Li, 2015; Ibarra-Esquer et al., 2017) se focalizează asupra unor capabilități ale acestor obiecte/lucruri, precum:

- *conectarea* – set de funcționalități de comunicare ce le permit conectarea la rețea și posibilitatea de a pune la dispoziția entităților externe – cum ar fi alte obiecte sau sisteme inteligente - identificarea, măsurătorile senzorilor și alte atribute;

- *identificarea* – posedă un identificator unic și pot fi recunoscute prin intermediul unei etichete electronice sau a unei etichete ce poate fi citite de un alt obiect sau dispozitiv;
- *localizarea și urmărirea* – au senzori încorporați pentru a obține date privind locația fizică precisă și starea lor reală;
- *comanda și inițierea acțiunii* – pot fi controlate de la distanță pentru a declanșa acțiuni care au un efect asupra realității fizice;
- *procesarea* – pot procesa informațiile proprii sau altele primite prin Internet și posedă capacități de calcul de bază ce pot fi utilizate pentru a lua decizii despre ele însele și interacțiunile cu entități externe.

Luând în considerare studiile existente în literatura de specialitate referitoare la IoT, observăm că majoritatea a investigat aplicarea IoT din *perspectiva organizațiilor de business* (Schlick, Ferber și Hupp, 2013; Osterrieder, Budde și Friedli, 2020) sau *a comunităților/orașelor* (Wirtz, Weyerer și Schichtel, 2019; Janik, Ryszko și Szafraniec, 2020), o multitudine de lucrări se concentrează pe *aspecte tehnice*, prezentând arhitectura, proiectarea și implementarea IoT (Gubbi et al., 2013; Bing, 2014; Weyrich și Ebert, 2016) și doar câteva studii au investigat *impactul IoT asupra consumatorului final/individual* (Gao și Bai, 2014; Shin și Park, 2017). Acesta este un motiv în plus să considerăm importantă abordarea IoT din perspectiva consumatorului, așa cum vom proceda în cadrul cercetării aferente acestui articol.

Un aspect important tratat în literatură se referă la *protecția și securitatea datelor*. Sicari et al. (2015) și Dian, Vahidnia și Rahmati (2020) indică drept importante provocări de securitate cele privind controlul accesului, confidențialitatea autentificării, păstrarea intimității, respectarea reglementărilor, securizarea middleware, securitatea datelor etc.

1.2. Domenii de aplicare IoT

Dezvoltarea tehnologiilor IoT este în prezent de mare anvergură, în ciuda pandemiei, care a încetinit ritmul de dezvoltare a multor astfel de sectoare cu potențial ridicat. Scopul utilizării acestei tehnologii se diversifică, valoarea pieței este în creștere, la fel fiind și bugetele alocate pentru dezvoltarea și aplicarea sa (Nižetić et al., 2019). Având în vedere prognozele privind propagarea acestora în următorii 10 ani, se apreciază că peste 125 de miliarde de dispozitive IoT se vor conecta în rețeaua globală (Anstee, 2019). De asemenea, investițiile preconizate în tehnologiile IoT sunt foarte ridicate, estimându-se că acestea vor ajunge la peste 120 de miliarde de USD în 2021, având o rată de creștere anuală compusă (CAGR) de 7,3% (Columbus, 2018).

De-a lungul anilor, domeniile de aplicare IoT s-au extins și s-au modificat. O cercetare a lui Atzori, Iera și Morabito (2010) a indicat drept domenii majore transportul, logistica și sănătatea. Cinci ani mai târziu, un studiu al lui I. Lee și K. Lee (2015) a identificat domeniile de vârf în ceea ce privește amprenta IoT, menționând producția, finanțele și asigurările, comerțul cu amănuntul și serviciile de informații. Recent, Nižetić et al. (2019) arată printre domeniile de aplicabilitate a IoT transportul, agricultura, sănătatea, energia, casa inteligentă (smart home), portabilele smart (smart wearables) și orașul inteligent (smart city).

Posibilitatea acestor dispozitive inteligente de a se conecta, a comunica și a transfera date folosind senzori avansați, rețele de date și sisteme de calcul a permis inovarea și dezvoltarea unor dispozitive și aplicații Internet of Things (IoT) destinate sectorului

industrial (*Industrial IoT*), organizațiilor de business (*Commercial sau Enterprise IoT*) și consumatorului final sau utilizatorului individual (*Consumer IoT*).

- În ceea ce privește sectorul industrial (*Industrial IoT*), aplicabilitatea tehnologiilor IoT ar permite o eficiență majoră cu privire la procesul de producție, printr-o ușoară comunicare în cadrul rețelei de operatori și utilaje. Procesele industriale s-au extins prin comunicarea *M2M (Machine-to-Machine)*, denumită uneori ca *Internet-ul Obiectelor Industriale*, dar includ și legături cu interfețele umane. Un proces îmbunătățit și eficient este definit de modul în care senzorii sunt conectați, de modul în care aceștia procesează informația (Chen et al., 2020). Un punct cheie în industrie va fi legat de dezvoltarea design-ului, producția și integrarea numeroșilor senzori în cadrul aplicațiilor industriale (Li et al., 2020).

- Referitor la sectorul de business (*Commercial sau Enterprise IoT*), proiectele IoT adresate companiilor, sunt variate - de la optimizări de fluxuri de producție (care sunt aferente și sectorului industrial - *Industrial IoT*, prezentat mai sus) până la implementarea de soluții inteligente pentru zona de office (corespondente, până la un punct, cu cele aferente conceptului de *smart home*, aferent categoriei *Consumer IoT*).

Transportul și logistica sunt sectoare în care aplicațiile IoT sunt căutate (Porru et al., 2020). Există deja conceptul de *vehicule ale Internetului* în domeniul transportului (Shen, Fantacci și Chen, 2020), având atât impact, cât și potențial de dezvoltare. Câteva din aplicațiile IoT în cazul vehiculelor sunt legate de dezvoltarea vehiculelor autonome, identificarea locației, direcția, călătoria planificată a vehiculului autonom, controlul și monitorizarea sistemelor de siguranță, controlul defecțiunilor, prevenirea și evitarea accidentelor, îmbunătățirea securității și duratei de viață a vehiculelor (Saki, Abolhasan și Lipman, 2020)

Gestionarea eficientă a energiei, dispunând de tehnologii IoT flexibile de contorizare, reprezintă un factor cheie cu privire la întrebuițarea inteligentă a energiei. Cel mai important rol al tehnologiei IoT în cadrul rețelelor inteligente de electricitate este de a economisi (Rishav et al., 2019), ducând astfel la o distribuție corectă și rațională de energie.

Gestionarea deșeurilor, ca parte a unei economii circulare, este un alt domeniu problematic, inclusiv pentru organizații. Numeroase soluții sunt dezvoltate pentru a îmbunătăți conceptul gestionării deșeurilor (Das et al., 2019). Există, de exemplu, soluții dedicate monitorizării inteligente a coșurilor de gunoi (Dhana Shree et al., 2019), pentru a detecta nivelul de umplere a coșului, temperatura, orice amenințare de incendiu, vibrația coșului și deversarea gunoiului, locația coșului de gunoi și a operatorului serviciului de salubritate etc.

- Cu privire la *Consumer IoT*, studii recente (Porter și Heppelmann, 2014; Ostrom et al., 2015) sugerează că fiecare obiect conectat are potențialul de a genera servicii cu valoare adăugată, dezvoltând astfel o nouă piață, odată ce produsul este deja vândut către clientul final.

Dispozitivele portabile și de monitorizare a stării de sănătate se încadrează în această categorie, fiind dispozitive ce pot fi purtate de către utilizator (*wearables*) - ceasuri inteligente sau brățări inteligente, trackere, chiar și haine, încălțăminte etc. Senzorii, împreună cu puterea sporită de calcul a ceasurilor inteligente, pot ajuta utilizatorul în efectuarea acțiunilor complexe, precum managementul plăților (Hsu și Lin, 2016). De asemenea, tehnologia dispozitivelor portabile inteligente se axează pe senzori ce pot colecta informații ce țin de sănătate, cum ar fi bătăile inimii, presiunea arterială, nivelul de oxigen din sânge, temperatura corpului, nivelul vitaminelor din corp, nivelul de glicemie, cetoza, efortul depus, nivelul de stres etc. (Zhang et al., 2020). IoT poate fi utilizat în

diagnosticarea și administrarea corectă a tratamentului pacienților (Muthu et al., 2020), asistența persoanelor vârstnice, prin monitorizarea condițiilor de sănătate generală și a stării nutriționale și în cazul convalescenței la domiciliu (Nivetha et al., 2020).

Dispozitivele destinate locuințelor inteligente se referă la diversele dispozitive interconectate și care pot comunica pentru a îmbunătăți habitatul locuinței utilizatorului. Majoritatea sarcinilor banale asociate cu managementul unei locuințe pot fi efectuate independent sau de la distanță, salvând efort și timp pentru utilizator. Exemple de astfel de dispozitive și tehnologii inteligente sunt soluțiile de iluminat, dispozitivele de divertisment, aparatele electrocasnice, camerele de supraveghere a locuințelor, sistemele de blocare a ușilor, senzorii inteligenți, produsele de recunoaștere sau activare vocală, telecomenzile și multe altele (Le, Nguyen și Barnett, 2012; Lia et al., 2018; Yang, W. Lee și H. Lee, 2018). Acestea sunt asociate conceptului de casă inteligentă (*smart home*), care va constitui subiectul următoarei secțiuni și a cercetării aferente lucrării prezente.

1.3. Soluțiile bazate pe IoT pentru case inteligente

Deși automatizarea locuinței a fost adusă în discuție încă din anii '80 (Horrigan, 1987), sub forma sistemelor de securizare a domiciliului, sistemelor de iluminat cu senzori de detectare a mișcării, automatizării porților și ușilor de la garaj etc., conceptul de casă inteligentă (*smart home*) a atras atenția relativ recent, datorită IoT.

Astăzi, majoritatea locuințelor moderne au deja o anumită „intelență”, deoarece multe aparate au senzori încorporați sau controlere electronice, dar acestea se încadrează în categoria sistemelor de automatizare, ci nu sunt chiar ceea ce înțelegem astăzi prin *casă inteligentă*. Tehnologiile IoT din categoria smart home duc lucrurile cu un pas mai departe prin introducerea controlului centralizat. De asemenea, dispozitivele comunică între ele, cât și cu utilizatorul, pentru a crea un habitat care să se plieze pe stilul de viață al utilizatorului. Prin urmare, *casă inteligentă din era IoT* sau *smart home IoT* este un concept care adaugă la caracteristicile tradiționale de automatizare și controlabilitate de la distanță două atribute esențiale, anume interconectarea și adaptarea contextuală. Sistemul *smart home* necesită o aplicație pentru smartphone sau un portal web ca interfață cu utilizatorul, pentru a interacționa cu acest sistem automat.

Soluțiile inteligente pentru locuințe au fost utilizate inițial pentru gestionarea sistemelor de mediu, cum ar fi iluminatul și încălzirea (Ricquebourg et al., 2006). În prezent, datorită dezvoltării tehnologice, o soluție inteligentă de la domiciliu monitorizează activitățile utilizatorilor și mediul intern, dar oferă și servicii care îndeplinesc cerințele și nevoile specifice ale utilizatorilor. Serviciile din categoria *casă inteligentă* evoluează pe măsură ce integrează inteligența artificială (IA) (Yang, W. Lee și H. Lee, 2018). De pildă, produse, cum ar fi *Amazon Echo* și *Google Home*, au devenit un hub central pentru dispozitivele din casele inteligente și pentru asistenții lor activați prin voce, oferind confort în locuințe. Exemple mai pot fi și: modulul inteligent de control de la distanță dezvoltat de producătorul chinez *Xiaomi* (care poate fi inserat în toate aparatele electronice și electrocasnice, precum frigidere, purificatoare de aer, aparate de aer condiționat, mașini de spălat etc.) și *Apple HomeKit* (ce oferă asistență vocală drept hub pentru a comunica, configura și controla aparatele inteligente din suita *Apple*). Rezumând, evoluția soluțiilor smart home este prezentată în tabelul nr. 1.

Tabel nr. 1. Evoluția soluțiilor dedicate caselor inteligente

Perioada	Etapa	Suportul tehnic	Funcția principală
1990	Automatizarea locuinței	Internet în bandă largă	Automatizare de uz casnic
2000	Rețeaua de domiciliu	Telefon mobil inteligent și aplicații mobile	Monitorizare și control de la distanță
2010	Casa inteligentă	Internet-ul Lucrurilor (IoT) și Inteligența Artificială (IA)	Adaptare contextuală

Sursa: Yang, W. Lee și H. Lee, 2018, p.2

În ciuda istoriei îndelungate și a interesului crescând, aplicațiile și tehnologiile din această categorie nu au fost acceptate pe scară largă, în principal din cauza lipsei infrastructurii, a prețurilor ridicate a dispozitivelor și, implicit, a cererii limitate a consumatorilor. Soluțiile IoT pentru locuințe au devenit, însă, mai populare în ultimii ani, deoarece au devenit mai accesibile și mai simple prin dezvoltarea tehnologiei informației. Astfel, se așteaptă ca piața globală a soluțiilor smart home să ajungă la valoarea de 246,42 miliarde USD până în 2025, la o rată de creștere anuală (CAGR) de 25% în perioada de prognoză 2020 - 2025 (Mordor Intelligence, 2020b).

Echipamentele și dispozitivele casnice cu tehnologii IoT permit ca locuința să fie mai “inteligentă”, controlabilă de la distanță și interconectată (Yang, W. Lee și H. Lee, 2018). Există multiple beneficii asociate, menționate în literatura de specialitate (Perera et al., 2017; Johannesen, Kolhe și Goodwin, 2019), precum îmbunătățirea confortului locuinței și scăderea de costuri ce rezultă dintr-un management mai bun al resurselor, mai ales a energiei. Dispozitivele IoT sunt constant dezvoltate pentru a permite un consum redus al electrocasnicelor și a prognoza consumul de electricitate în locuințe.

În ceea ce privește provocările aferente acestor dispozitive, Risteska Stojkoska și Trivodaliev (2017) amintesc aspectul problematic al transmiterii datelor, atât din perspectiva volumului, cât și a vitezei, având în vedere că acțiunea, în mod normal, trebuie să se realizeze instant. Asociat transferului de date este aspectul protocoalelor de rețea și nevoia de interoperabilitate dintre dispozitive inteligente ce nu aparțin aceluiași brand. De asemenea, o problemă a tuturor dispozitivelor IoT o reprezintă menținerea confidențialității, securizarea datelor și asigurarea intimității.

2. Metodologia cercetării

Așa cum am indicat pe parcursul articolului, aspecte privind arhitectura soluțiilor IoT aferente categoriei *smart home* (Strengers, 2013; Lia et al., 2018; Sowah et al., 2020) și cele privind avantajele, beneficiile (Perera et al., 2017; Johannesen, Kolhe și Goodwin, 2019), dar și provocările și problemele de securitate ale soluțiilor IoT destinate caselor inteligente (Risteska Stojkoska and Trivodaliev, 2017) au fost abordate frecvent în literatură. În privința nivelului de înțelegere a conceptului și a gradului de adoptare a acestor soluții nu se poate afirma același lucru, deoarece majoritatea studiilor fie au aplicat modelul de acceptare a tehnologiei (TAM) sau teoria unificată a acceptării și utilizării tehnologiei (UTAUT), fie au vizat doar grupuri specifice, îndeosebi persoanele vârstnice și/sau cu diverse probleme de sănătate și tinerii. Pentru a acoperi aceste lacune identificate în literatura de specialitate, în cadrul acestui articol ne-am propus să prezentăm rezultatele unei cercetări mai ample pe care am realizat-o pentru a identifica gradul de utilizare a soluțiilor IoT de către români din categorii socio-demografice diverse. Menționăm că

cercetarea noastră a vizat mai multe aspecte privind adoptarea IoT în România, însă în cadrul acestui articol ne vom baza doar pe acelea care vizează soluțiile destinate caselor inteligente.

Astfel, cercetarea a avut drept scop determinarea gradului de utilizare a soluțiilor IoT din categoria smart home în România.

Subsecvent acestui scop, *principalele obiective* vizate de cercetarea noastră au fost:

- O1: cunoașterea caracteristicilor socio-demografice ale respondenților - utilizatori români de soluții IoT destinate caselor inteligente;
- O2: determinarea nivelului de înțelegere a conceptului Internet-ul Lucrurilor -Internet of Things (IoT);
- O3: identificarea principalelor soluții din categoria smart home utilizate;
- O4: identificarea beneficiilor și provocărilor/problemelor aferente acestor soluții, din perspectiva utilizatorilor români;
- O5: stabilirea măsurii în care anumite variabile socio-demografice determină adoptarea soluțiilor IoT destinate caselor inteligente.

Această cercetare s-a bazat pe o *metodologie standard*, care se aplică în anchetele/sondajele de opinie. Metoda de culegere a datelor a fost utilizarea unui *chestionar autoadministrat*. Chestionarul a fost postat pe site-ul www.isondaje.ro și un link către acesta a fost distribuit prin e-mail către contactele personale ale autorilor și prin intermediul rețelelor sociale LinkedIn și Facebook. Secțiunea de început a chestionarului prezintă o explicație succintă a scopului acestuia pentru a asigura un cadru comun de referință pentru toți respondenții potențiali.

Eșantionul folosit în cercetare a fost de 471 de persoane. Având în vedere dimensiunea limitată a eșantionului, acest studiu online pe bază de chestionar reprezintă o *cercetare exploratorie*.

Colectarea datelor a avut loc în perioada *aprilie-iunie 2020*.

Am folosit programul *IBM SPSS Statistics* versiunea 26, pentru analize descriptive, dar și pentru modelul de regresie logistică binară.

3. Rezultate și discuții

În privința *caracteristicilor socio-demografice ale respondenților*, acestea sunt prezentate în tabelul nr. 2. Menționăm că au existat în cadrul chestionarului și variantele de răspuns privind vârsta peste 65 de ani și nivelul de studii primare sau gimnaziale, însă niciunul dintre respondenții nu s-a încadrat aici. Astfel, eșantionul nostru a fost format din persoane cu vârsta între 18 și 65 de ani, majoritatea (56,4%) fiind bărbați (deși diferența între ponderile reprezentanților ambelor sexe este relativ redusă, fiind 43,6% femei), tineri (40,1% dintre cei chestionați fiind din categoria de vârstă 18-25 de ani), cu studii universitare sau chiar post-universitare finalizate, cei mai mulți (43,6%) având venituri cuprinse între 2000-4000 de lei și locuind în mediul urban (89,5%).

Tabel nr. 2. Caracteristicile respondenților

Caracteristici		%
Gen	Masculin	56,4%
	Feminin	43,6%
Vârsta	18-25 de ani	40,1%
	26-35 de ani	26,2%
	36-45 de ani	20,3%
	46-56 de ani	9,3%
	55-65 de ani	4,1%
Venit (RON)	Sub1000	8,7%
	1001-2000	13,4%
	2001-3000	21,5%
	3001-4000	22,1%
	4001-5000	14%
	Peste 5000	20,3%
Nivel de studii	Liceale și post-liceale	16,3%
	Universitare și post-universitare	83,7%
Domiciliul	Mediul urban	89,5%
	Mediul rural	10,5%

Sursa: Datele cercetării, prelucrate de autori prin programul statistic SPSS

Majoritatea respondenților (82%) au afirmat că *utilizează în cadrul locuinței dispozitive și aplicații IoT*, ce permit controlul și automatizarea de la distanță. Coroborând cu datele privind eșantionul cercetat, putem îndeplini primul dintre obiectivele cercetării (O1), identificând caracteristicile *socio-demografice* ale utilizatorilor români de soluții IoT smart home care au răspuns chestionarului nostru, aceștia fiind preponderent persoane tinere, de sex masculin, cu venituri medii (între 3000 și 4000 de lei, în condițiile în care salariul mediu net din România în perioada efectuării studiului a fost de cca. 3200 de lei, potrivit INS (2020)), educate, cu studii universitare sau post-universitare finalizate și care locuiesc în mediul urban. Din perspectiva vârstei și nivelului de educație, aceste rezultate se corelează cu cele ale studiului ANCOM (2019) privind utilizatorii români ai soluțiilor IoT, deși acel studiu nu se referă strict la utilizatorii de soluții din categoria smart home, ci la utilizatorii tehnologiilor IoT, în general. Acea cercetare arată și că majoritatea veniturilor gospodăriilor sunt mai mari de 6000 de lei, însă în cazul cercetării noastre au fost vizate veniturile utilizatorilor. De asemenea, alte cercetări în domeniu (Zanocco et al., 2020) au descoperit că înclinația către ideea de smart home se manifestă cu precădere în rândul tinerilor, cea mai mare pondere fiind înregistrată tot în cazul persoanelor de sex masculin.

Este important de menționat că au dat curs invitației de a răspunde chestionarului doar aceia care au răspuns afirmativ la întrebarea filtru legată de cunoașterea și înțelegerea conceptului IoT. Pentru a îndeplini al doilea obiectiv al cercetării (O2), o analiză a răspunsurilor a fost necesară și a arătat că majoritatea celor care au accesat chestionarul cunoștea semnificația termenului (din 534 de persoane, 471 au confirmat cunoașterea termenului și au putut parcurge mai departe întrebările chestionarului). Acestora li s-a cerut să aleagă dintr-o listă termeni sau sintagme cu care asociază IoT, iar principalele alese au fost *dispozitive inteligente/smart* (25,5% dintre răspunsuri), *dispozitive portabile și/sau purtabile* (14,6%), *obiecte interconectate* (13%), *monitorizare de la distanță* (12,3%) și *control de la distanță* (12,1%). Menționăm că cele mai puține răspunsuri au fost pentru

automatizare (7,1%), ceea ce indică faptul că respondenții pot face o diferențiere și între automatizarea locuinței și conceptul de smart home.

Se constată că respondenții monitorizează, controlează și exploatează de la distanță prin soluții IoT preponderent televizoarele inteligente, sistemele de ventilație și aer condiționat, cele de acces, siguranță și supraveghere (incluzând aici și senzori de inundație, de fum, de mișcare, camere de supraveghere), precum și sistemele de încălzire (figura nr. 1). Astfel, indicând categoriile de soluții utilizate, am îndeplinit obiectivul al treilea al cercetării (O3). Este important de menționat și că majoritatea cercetărilor indică televizoarele smart printre principalele aparate în cazul cărora se aplică soluții IoT, dar și alte sisteme audio-video și dispozitive pentru divertisment, ceea ce nu rezultă și din studiul nostru, ceea ce denotă că utilitatea primează pentru consumatorii români.

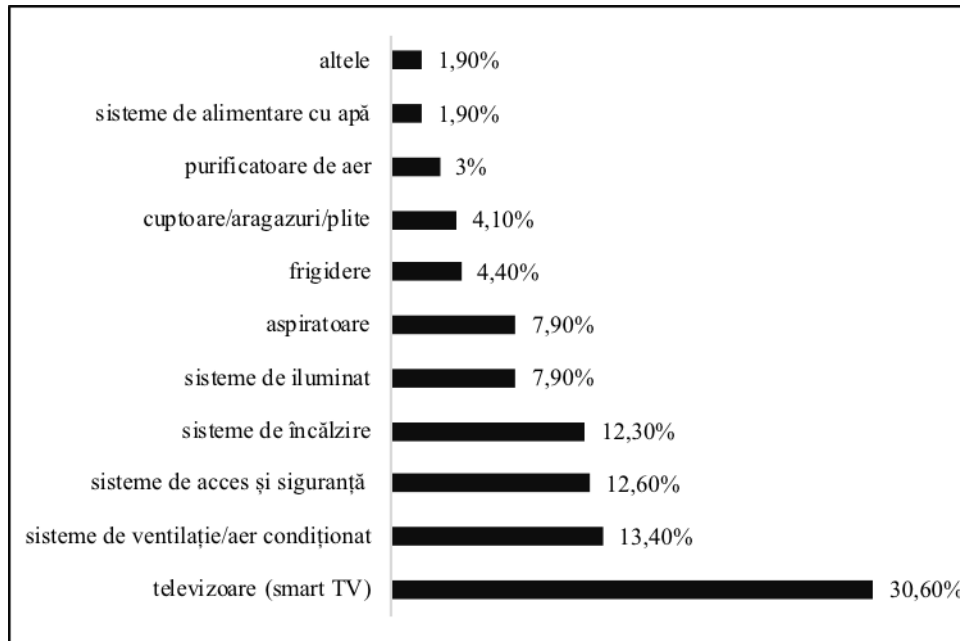


Figura nr. 1. Ierarhia ponderii respondenților privind utilizarea dispozitivelor, aparatelor și sistemelor din locuință monitorizate, controlate și operate prin soluții IoT
Sursa: Datele cercetării, prelucrate de autori prin programul statistic SPSS

Cel de al patrulea obiectiv al cercetării (O4) a fost îndeplinit prin intermediul a două întrebări ale chestionarului prin care am solicitat respondenților să indice *principalele avantaje*, dar și *probleme* aferente utilizării soluțiilor IoT pentru smart home. Astfel, *principalele beneficii* identificate au fost legate de faptul că economisesc timp și energie (44,2% dintre răspunsuri), le ușurează viața (39,8%) și îmbunătățesc confortul locuinței (23,4%), iar *probleme resimțite*, înțelese și ca *bariere în calea utilizării*, au fost legate de creșterea dependenței de tehnologie (32%), costul ridicat al dispozitivelor (30%), teama și neîncrederea în ceea ce privește confidențialitatea, siguranța și securitatea informațiilor (28,5%). Aceste rezultate se corelează cu cele ale studiului ANCOM (2019) privind utilizatorii români ai soluțiilor IoT (deși acel studiu nu se referă strict la soluțiile din categoria smart home, ci la tehnologiilor IoT, în general), deoarece participanții la acel

studiu au menționat că cele mai importante beneficii sunt legate de confort, siguranță și optimizare, iar cele mai mari temeri sunt cele privind datele personale (furt/pierdere, afectarea confidențialității, complexitatea informațiilor colectate), respectiv costurile dispozitivelor.

Pentru o mai detaliată analiză a rezultatelor, dar și pentru a îndeplini ultimul obiectiv al cercetării (O5), vom utiliza modelul de regresie logistică binară, similar cu cel prezentat de Peng, Lee și Ingersoll (2002). Modelul binar, cel în care variabila dependentă este dihotomică (are două valori, de obicei simbolizate cu 0 și 1), este folosit pentru a determina dacă a avut loc un eveniment sau dacă o unitate statistică are sau nu o anumită proprietate. În cazul de față, a fost utilizat cu scopul de a cuantifica relația dintre anumiți determinanți și opțiunea de a utiliza soluții IoT destinate casei inteligente.

Variabilele incluse în analiză sunt:

- PSH – utilizarea soluțiilor IoT destinate smart home (variabila independentă, dihotomică, categorială/nominală, cu valorile 0 – dacă persoana nu utilizează astfel de soluții IoT - și 1 - dacă persoana utilizează astfel de soluții IoT);
- SP – sexul persoanei (variabilă dependentă, dihotomică, categorială/nominală, cu valorile 0 – pentru persoana de sex feminin - și 1 – pentru persoana de sex masculin);
- VP – vârsta persoanei (variabilă dependentă, dihotomică, categorială/nominală, cu valorile 1 – dacă persoana are vârsta cuprinsă în intervalul 18-35 de ani - și 2 – dacă persoana are vârsta cuprinsă în intervalul 36-65 ani);
- VEP – venitul persoanei (variabilă dependentă, multinomială, categorială/nominală, aferentă celor 6 grupe de venit, având valorile 1 - dacă persoana are un venit mediu lunar sub 1000 de lei, 2 – venit mediu lunar între 1001-2000 de lei, 3 – venit mediu lunar între 2001-3000 de lei, 4 – venit mediu lunar între 3001-4000 de lei, 5 – venit mediu lunar între 4001-5000 de lei, 6 – venit mediu lunar peste 5000 de lei).

Pentru estimarea parametrilor modelului s-au folosit înregistrările la nivelul eșantionului format din 471 de persoane. Rezultatele obținute sunt redată în tabelul nr. 3.

Tabel nr. 3. Rezultatele modelului de regresie logistică binară

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
SP	,010	,255	,002	1	,969	1,010
VP	,971	,331	8,602	1	,003	2,640
VEP	,406	,100	16,577	1	,000	1,501
Constant	-,868	,444	3,816	1	,051	,420

Sursa: Datele cercetării, prelucrate de autori prin programul statistic SPSS

Coloana B arată direcția legăturii dintre variabila dependentă (PSH) și variabilele independente (SP, VP, VEP). Toate acestea arată un număr pozitiv și deci o conexiune pozitivă. Coloana Exp(B) arată intensitatea legăturii dintre variabila dependentă și variabilele independente.

Coficienții variabilelor VP și VEP sunt semnificativi statistic, pentru un prag de semnificație $p\text{-value} < 0,05$.

Între VP și PSH există o legătura directă, pozitivă. Astfel, persoanele în vârstă de 18-35 ani sunt interesate să utilizeze aplicațiile și dispozitivele IoT de 2,6 ori mai mult față de persoanele care aparțin grupei de vârstă 36-65 de ani. Așa cum indică și studii generale privind adoptarea IoT în România (ANCOM, 2019), dar și studii specifice, privind adoptarea soluțiilor din categoria smart home (Zanocco, et.al, 2020), vârsta este un factor determinant. Persoanele tinere, având abilități digitale, un grad ridicat de cunoaștere și de

informare, fiind la curent cu descoperirile tehnologice și progresul în acest domeniu, aleg să utilizeze astfel de dispozitive, mai degrabă decât alte categorii de vârstă, precum generația baby boomers (cei născuți în intervalul 1946-1964) și generația X (născuți în intervalul 1965-1979). Principalul factor care îi împiedică pe aceștia din urmă în demersul de a utiliza tehnologii inteligente acasă, este preocuparea pentru protecția datelor cu caracter personal, un subiect sensibil când vine vorba de noile tehnologii (Jungwoo, Yuri și Daeho, 2018).

Între VEP și PSH există o legătură directă, pozitivă. Persoanele sunt mai interesate să utilizeze aplicațiile și dispozitive IoT pe măsură ce veniturile acestora cresc. Deși, la nivel general, oamenii asociază IoT cu economiile și utilizarea rațională a energiei electrice, persoanele cu venituri mai mici preferă să facă economii în detrimentul aderării la noi tehnologii, indiferent de beneficiile pe care acestea le-ar putea aduce (Zanocco et al., 2020).

În schimb, coeficientul variabilei SP nu este semnificativ statistic, deoarece pragul de semnificație p -value = 0,969 este foarte ridicat (96,9%), deci o probabilitate foarte redusă de garantare a semnificației parametrului, respectiv 3,1 %. Explicația rezidă în faptul că eșantionul este format relativ echilibrat din acest punct de vedere, iar sexul utilizatorilor nu determină opțiunea de a utiliza sau nu dispozitive IoT smart home. Așa cum arată și alte cercetări în domeniu, există diferențe între sexe ce nu sunt legate de alegerea de a utiliza sau nu, ci de motivele pentru care aleg să utilizeze sau criteriile aplicate pentru a alege anumite branduri sau dispozitive cu anumite funcționalități. De pildă, cercetările efectuate de Jungwoo, Yuri și Daeho (2018) indică faptul că persoanele de sex masculin înclină balanța în alegerea dispozitivelor IoT în funcție de utilitatea acestora, iar persoanele de sex feminin acordă o atenție mai mare compatibilității dispozitivelor.

Modelul a trecut setul de teste de diagnostic, așa cum este prezentat în tabelul nr. 4. Modelul este semnificativ, conform testului Omnibus (tabelul nr. 4) al coeficienților modelului. De asemenea, modelul explică între 7,9% - Cox & Snell R Square (Cox și Snell, 1989) și 13% - Nagelkerke R Square (Nagelkerke, 1991) variația utilizării dispozitivelor și aplicațiilor ce permit controlul și monitorizarea de la distanță (tabel nr. 4), 82,2% din cazuri fiind corect clasificate. Valoarea testului Hosmer și Lemeshow (Hosmer și Lemeshow, 2000) susține modelul, cu o bună potrivire sugerată de o valoare $p > 0,05$ ($p = 0,26$).

Tabel nr. 4. Testele de diagnostic ale modelului de regresie logistică binară

Omnibus Tests of Model Coefficients			
	Chi-square	df	Sig.
Step	38,910	3	,000
Block	38,910	3	,000
Model	38,910	3	,000
Model Summary			
-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square	
402,769 ^a	,079	,130	

a. Estimation terminated at iteration number 5 because parameter estimates changed by less than, 001.

Sursa: Datele cercetării, prelucrate de autori prin programul statistic SPSS

Concluzii

Soluțiile *Consumer IoT* destinate locuinței se concentrează pe creșterea confortului în locuințe, îmbunătățirea calității vieții și augmentarea experienței personale. În ultimii ani au devenit mai accesibile și mai simple prin dezvoltarea tehnologiei informației și, implicit, mai populare.

Așa cum am indicat pe parcursul articolului, aspecte privind arhitectura soluțiilor IoT aferente categoriei *smart home* și cele privind avantajele, beneficiile, dar și provocările și problemele de securitate ale soluțiilor IoT destinate caselor inteligente au fost abordate frecvent în literatura de specialitate, însă aspectele privind gradul de înțelegere a conceptului și măsura în care acestea sunt adoptate și utilizate au fost mai puțin abordate. De asemenea, nici literatura autohtonă nu tratează aspecte legate de adoptarea acestor soluții în țara noastră. Pentru a acoperi aceste lacune identificate în literatura de specialitate, am prezentat în cadrul acestui articol rezultatele unei cercetări ce ne-a permis să descoperim nivelul de înțelegere a conceptului Internet-ul Lucrurilor (IoT) și de adoptare a soluțiilor IoT din categoria *smart home* de către români din categorii socio-demografice diferite.

Cheia adoptării cu succes a acestor tehnologii este aceea de a înțelege motivele pentru care oamenii le-ar putea utiliza, funcționalitățile ce le sunt necesare, problemele pe care le-au identificat și barierele în acceptarea acestora, iar acestea le-am identificat în cadrul acestei cercetări.

Deși, în România, Internetul obiectelor se află încă la început de drum în ceea ce privește aplicabilitatea sa, majoritatea respondenților chestionarului aferent cercetării (82% din cei 471 de respondenți) au afirmat că *utilizează în cadrul locuinței dispozitive și aplicații IoT* ce permit controlul și monitorizarea de la distanță. Respondenții studiului nostru utilizează preponderent astfel de soluții pentru televizoarele inteligente, sistemele de ventilație și aer condiționat, cele de acces, siguranță și supraveghere și sistemele de încălzire. Principalele *beneficii* ale adoptării acestor soluții au fost legate de faptul că economisesc timp și energie, le ușurează viața și le îmbunătățesc confortul locuinței, iar probleme identificate vizează dependența de tehnologie, costul ridicat al dispozitivelor și aspectele privind confidențialitatea, siguranța și securitatea informațiilor, așa cum indică, de altfel, și alte studii și cercetări. Observăm că sunt în continuare multe obstacole ce trebuie depășite, și pe care le-au identificat și respondenții, în special legat de datele ce sunt comunicate și utilizate în întregul proces. Totodată, noi tehnologii și sinergii au potențialul de a le adresa cum ar fi tehnologia 5G, ce aduce beneficiul unei viteze a Internetului uriașe, precum și utilizarea inteligenței artificiale, ce ajută atât la predictibilitate, cât și la luarea celor mai bune decizii.

Pentru a identifica relația dintre anumiți determinanți (sex, vârstă, venit) și opțiunea de a utiliza soluții IoT *smart home* am utilizat modelul de regresie logistică binară, arătând că persoanele din categoria de vârstă 18-35 ani sunt mai interesate să utilizeze aplicațiile și dispozitivele IoT față de persoanele care aparțin grupei de vârstă 36-65 de ani. De asemenea, sunt mai interesate să utilizeze aplicațiile și dispozitive IoT pe măsură ce veniturile acestora cresc. Acest lucru este firesc, având în vedere că majoritatea românilor nu își permite în prezent să achiziționeze astfel de tehnologii și dispozitive.

Având în vedere că datele au fost obținute folosind un sondaj online printre contactele personale ale autorilor, iar limitarea principală a cercetării noastre este non-reprezentativitatea eșantionului, considerăm că cercetări viitoare realizate pe un eșantion mai mare, ar putea oferi o mai bună înțelegere a atitudinii utilizatorilor cu privire la soluțiile IoT din categoria *smart home*.

De asemenea, în analize viitoare, modelul de regresie logistică binară ar putea include drept variabile dependente mediul (urban sau rural) în care se află locuința, numărul membrilor familiei care locuiește în cadrul acesteia și nivelul de educație al acestora, precum și venitul mediu lunar al gospodăriei, ci nu doar cele ale respondenților. Precizăm că nu am inclus în acest model zona (rurală sau urbană) în cadrul căreia se află locuința, majoritatea covârșitoare a respondenților (89,5%) având domiciliul în mediul urban. De asemenea, nu am inclus nivelul de educație, având în vedere că majoritatea respondenților are studii universitare și post-universitare. Alte cercetări (van der Zeeuw, van Deursen și Jansen, 2020), arată că nivelul de educație nu influențează atitudinea față de utilizarea dispozitivelor inteligente destinate locuinței, ci mai degrabă gradul de adaptare și abilitățile operaționale ale individului au impact asupra modului în care acesta percepe tehnologia IoT. Pentru persoanele cu abilități de operare avansate, utilizarea dispozitivelor IoT este percepută ca un hobby. Acestea explorează toate funcțiile oferite de IoT și își creează singuri ecosisteme în propriile locuințe prin combinarea mai multor dispozitive inteligente. Pe de altă parte, în cazul persoanelor cu abilități de operare nu foarte dezvoltate, utilizarea soluțiilor IoT smart home se rezumă la funcțiile de bază. Aceștia din urma aleg să achiziționeze tehnologii IoT sub influența unor factori externi, precum recomandările prietenilor sau familiei, și necesită ajutor pentru instalarea și programarea acestora.

Având în vedere faptul că cercetarea noastră a fost inițiată la începutul pandemiei de coronavirus, nu am cunoscut la acel moment urmările și nu am luat în considerare acest aspect. Cercetări viitoare ar trebui să aibă în vedere faptul că, pe fondul perioadelor lungi de carantină, oamenii au început să descopere noul stil de viață, bazat pe lucru de acasă, școală online și o durată mai mare de timp petrecută în cadrul locuinței, iar acest stil de viață poate avea ca efect modificarea percepției cu privire la achiziționarea și adoptarea de tehnologii inteligente în cadrul locuințelor.

Bibliografie

- ANCOM, 2019. *Strategia 5G pentru România*. [pdf] Available at: <https://www.ancom.ro/uploads/articles/Strategia%205G_rev%2010_06_2019%20-%20final%20no%20track.pdf> [Accessed 7 December 2020].
- Anstee, D., 2019. *Rise of the Internet of Things (IoT)*. [online] TechRadar. Available at: <<https://www.techradar.com/news/rise-of-the-internet-of-things-iot>> [Accessed 20 November 2020].
- Ashton, K., 2009. That “Internet of Things” Thing. *RFID Journal*, 22(7), pp.97-114.
- Atzori, L., Iera, A. and Morabito, G., 2010. The Internet of Things: A Survey. *Computer Networks*, 54(15), pp.2787-2805.
- Ben-Daya, M., Hassini, E. and Bahroun, Z., 2017. Internet of Things and Supply Chain Management: A Literature Review. *International Journal of Production Research*, 57(3), pp.1-24. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1402140>.
- Bing, X., 2014. Key IoT Technology and Application Research. *Applied Mechanics and Materials*, 543, pp.3411-3414.
- Chen, Y.-Q., Zhou, B., Zhang, M. and Chen, C.-M., 2020. Using IoT Technology for Computer-Integrated Manufacturing Systems in the Semiconductor Industry. *Applied Soft Computing Journal*, 89(C), 106065. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106065>.

- Columbus, L., 2018. *10 Charts that will Challenge your Perspective of IoT's Growth*. [online] Forbes. Available at: <<https://www.forbes.com/sites/louiscolombus/2018/06/06/10-charts-that-will-challenge-your-perspective-of-iots-growth/?sh=7abe785e3ecc>> [Accessed 20 November 2020].
- Cox, D.R. and Snell, E.J. 1989. *Analysis of Binary Data*. 2nd ed. London: Chapman and Hall/CRC.
- Das, S., Lee, S.-H., Kumar, P., Kim, K.-H., Lee, S.S. and Bhattacharya, S.S., 2019. Solid Waste Management: Scope and the Challenge of Sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 228, pp.658-678. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.323>.
- Dhana Shree, K., Janani, B., Reenadevi, R. and Rajesh, R., 2019. Garbage Monitoring System Using Smart Bins. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 11(8), pp.1921-1925.
- Dian, F.J., Vahidnia, R. and Rahmati, A., 2020. Wearables and the Internet of Things (IoT), Applications, Opportunities, and Challenges: A Survey. *IEEE Access*, 8, pp.69200-69211. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2986329>.
- Elkhodr, M., Shahrestani, S. and Cheung, H., 2013. The Internet of Things: Vision & Challenges. In: *IEEE 2013 Tencon – Spring Conference Proceedings*. Sydney, Australia, 17-19 April 2013. New Jersey: IEEE. pp.218-222.
- Fortune Business Insights, 2020. *Smart Home Market Size, Share & Industry Analysis, By Product and Regional Forecast, 2019-2026*. [online] Fortune Business Insights. Available at: <<https://www.fortunebusinessinsights.com/enquiry/request-sample-pdf/smart-home-market-101900>> [Accessed 20 November 2020].
- Gao, L. and Bai, X., 2014. A Unified Perspective on the Factors Influencing Consumer Acceptance of Internet of Things Technology. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, 26(2), pp.211-231. <https://doi.org/10.1108/APJML-06-2013-0061>.
- Gigli, M. and Koo, S., 2011. Internet of Things: Services and Applications Categorization. *Advances in Internet of Things*, 1(2), pp.27-31. <https://doi.org/10.4236/ait.2011.12004>.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S. and Palaniswami, M., 2013. Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), pp.1645-1660. <http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>.
- Horrigan, B., 1987. The Home of Tomorrow: 1927-45. In: J. Corn, ed. *Imagining Tomorrow: History Technology and the American Future*. Cambridge: MIT Press. pp.137-163.
- Hosmer, D.W. and Lemeshow, S., 2000. *Applied Logistic Regression*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Hsu, C.L. and Lin, J.C.C., 2016. An Empirical Examination of Consumer Adoption of Internet of Things Services: Network Externalities and Concern for Information Privacy Perspectives. *Computers in Human Behavior*, 62, pp.516-527. <http://doi.org/10.1016/j.chb.2016.04.023>.
- Ibarra-Esquer, J.E., González-Navarro, F.F., Flores-Rios, B.L., Burtseva, L. and Astorga-Vargas, M.A., 2017. Tracking the Evolution of the Internet of Things Concept Across Different Application Domains. *Sensors*, 17(6), 1379. <https://doi.org/10.3390/s17061379>.

- INS, 2020. *Câștigul salarial mediu lunar*. [online] Institutul Național de Statistică. Available at: <<https://insse.ro/cms/ro/tags/comunicat-castig-salarial?page=1>> [Accessed 28 December 2020].
- Janik, A., Ryszko, A. and Szafraniec, M., 2020. Scientific Landscape of Smart and Sustainable Cities Literature: a Bibliometric Analysis. *Sustainability* 12(3), 779. <http://doi.org/10.3390/su12030779>.
- Johannesen, N.J., Kolhe, M. and Goodwin, M., 2019. Relative Evaluation of Regression Tools for Urban Area Electrical Energy Demand Forecasting. *Journal of Cleaner Production*, 218, pp.555-564. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.108>.
- Jungwoo, S., Yuri, P. and Daeho, L., 2018. Who Will be Smart Home Users? An Analysis of Adoption and Diffusion of Smart Homes. *Technological Forecasting & Social Change*, 134(C), pp.246-253. <http://doi: 10.1016/j.techfore.2018.06.029>.
- Le, Q., Nguyen, H. and Barnett, T., 2012. Smart Homes for Older People: Positive Aging in a Digital World. *Future Internet*, 4(4), pp.607-617. <https://doi.org/10.3390/fi4020607>.
- Lee, E.J. and Park, S.J., 2020. A Framework of Smart-Home Service for Elderly's Biophilic Experience. *Sustainability*, 12, 8572. <https://doi:10.3390/su12208572>.
- Lee, I. and Lee, K., 2015. The Internet of Things (IoT): Applications, Investments, and Challenges for Enterprises. *Business Horizons*, 58(4), pp.431-440. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2015.03.008>.
- Li, Y., Gao, M., Yang, L., Zhang, C., Zhang, B. and Zhao, X., 2020. Design of and Research on Industrial Measuring Devices Based on Internet of Things Technology. *Ad Hoc Network*, 102, 102072. <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2020.102072>.
- Lia, M., Gub, W., Chen, W., Hed, Y., Wud, Y. and Zhange, Y., 2018. Smart Home: Architecture, Technologies and Systems. *Procedia Computer Science*, 131, pp.393-340.
- Lynn, T., Endo, P.T., Ribeiro, A.M.N.C., Barbosa, G.B.N. and Rosati, P., 2020. The Internet of Things: Definitions, Key Concepts, and Reference Architectures. In: T. Lynn, J. Mooney, B. Lee and P. Endo, (eds). *The Cloud-to-Thing Continuum. Palgrave Studies in Digital Business & Enabling Technologies*. Cham: Palgrave Macmillan. pp.1-22.
- Madakam, S., Ramaswamy, R. and Tripathi, S., 2015. Internet of Things (IoT): A Literature Review. *Journal of Computer and Communications*, 3(5), pp.164-173. <https://10.4236/jcc.2015.35021>.
- Mordor Intelligence, 2020a. *Consumer IoT Market – Growth, Trends, and Forecasts (2020 - 2025)*. [online] Mordor Intelligence. Available at: <<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/consumer-iot-market>> [Accessed 20 November 2020].
- Mordor Intelligence, 2020b. *Smart Homes Market - Growth, Trends, and Forecast (2020 - 2025)*. [online] Mordor Intelligence. Available at: <<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-smart-homes-market-industry?gclid=CIjd6MXjydYCFYYDKgod4ZQFaw>> [Accessed 20 November 2020].
- Muthu, B.A., Sivaparthipan, C.B., Manogaran, G., Sundarasekar, R., Kadry, S., Shanthini, A. and Dasel, A., 2020. IoT Based Wearable Sensor for Diseases Prediction and Symptom Analysis in Healthcare Sector. *Peer Peer Netw*, 13(1), pp.1-12.
- Nagelkerke, N.J.D., 1991. A Note on a General Definition of the Coefcient of Determination. *Biometrika*, 78(3), pp.691-692.

- Nivetha, R., Preethi, S., Priyadharshini, P., Shunmugapriya, B., Paramasivan, B. and Naskath, J., 2020. Smart Health Monitoring System Using IoT for Assisted Living of Senior and Challenged People. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(2), pp.4285-4288.
- Nižetić, S., Šolić, P., López-de-Ipiña González-de-Artaza, D. and Patrono, L., 2019. Internet of Things (IoT): Opportunities, Issues and Challenges towards a Smart and Sustainable Future. *Journal of Cleaner Production*, 274, 122877. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122877>.
- Onete, C.B., Pleșea, D.A., Albăstroiu, I., 2017. Opportunities and Challenges of the Internet of Things Related to Consumer. In: R. Pamfilie, V. Dinu, L. Tăchiciu, D. Pleșea and C. Vasiliu, eds. *3rd BASIQ International Conference on New Trends in Sustainable Business and Consumption*. Graz, Austria, 31 May - 3 June 2017. Bucharest: ASE. pp.478-486.
- Osterrieder, P., Budde, L. and Friedli, T., 2020. The Smart Factory as a Key Construct of Industry 4.0: a Systematic Literature Review. *International Journal of Production Economics*, 221(C), 107476. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.08.011>.
- Ostrom, A.L., Parasuraman, A., Bowen, D.E., Patricio, L., Voss, C.A. and Lemon, K., 2015. Service Research Priorities in a Rapidly Changing Context. *Journal of Service Research*, 18(2), pp.127-159. <https://doi.org/10.1177/1094670515576315>.
- Peng, C.-Y.J., Lee, K.L. and Ingersoll, G.M., 2002. An Introduction to Logistic Regression Analysis and Reporting. *The Journal of Educational Research*, 96(1), pp.3-14. <https://doi.org/10.1080/00220670209598786>.
- Perera, C., Qin, Y., Estrella, C.J., Reiff-Marganiec, S. and Vasilakos, A.V., 2017. Fog Computing for Sustainable Smart Cities: A Survey. *ACM Computing Surveys*, 50(3), pp.1-43.
- Porru, S., Misso, F.E., Pani, F.E. and Repetto, C., 2020. Smart Mobility and Public Transport: Opportunities and Challenges in Rural and Urban Areas. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 7(1), pp.88-97. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2019.10.002>.
- Porter, M.E. and Heppelmann, J.E., 2014. How Smart, Connected Products are Transforming Competition. *Harvard Business Review*, 92(11), pp.64-88.
- Research Reports World, 2020. *2020-2025 Global Smart Home IoT Market Report – Production and Consumption Professional Analysis (Impact of COVID-19)*. [online] Research Reports World. Available at: <<https://www.researchreportsworld.com/2020-2025-global-smart-home-iot-market-16933840>> [Accessed 20 November 2020].
- Ricquebourg, V., Menga, D., Durand, D., Marhic, B., Delahoche, L. and Loge, C., 2006. The Smart Home Concept: Our Immediate Future. In: *Proceedings of the 2006 1st IEEE International Conference on E-Learning in Industrial Electronics*. Hammamet, Tunisia, 18-20 December 2006. New Jersey: IEEE. pp.23-28.
- Rishav, M., Maity, R., Ghosh, D., Ganesh, V.N. and Sivakumar, D., 2019. Internet of Thing based Smart Power Grid for Smart City. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(1), pp.450-453.
- Risteska Stojkoska, L.B. and Trivodaliev, V.K., 2017. A Review of Internet of Things for Smart Home: Challenges and Solutions. *Journal of Cleaner Production*, 140(3), pp.1454-1464. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.006>.

- Saki, M., Abolhasan, M. and Lipman, J.E., 2020. A Novel Approach for Big Data Classification and Transportation in Rail Networks. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 21(3), pp.1239-1249.
- Schlick, J., Ferber, S. and Hupp, J., 2013. *IoT Applications – Value Creation for Industry*. Aalborg: River Publisher.
- Shen, X., Fantacci, R. and Chen, S., 2020. Internet of Vehicles. *IEEE*, 108(2), pp.242–245.
- Shin, D., 2014. A Socio-technical Framework for Internet-of-Things Design: A Human-Centered Design for the Internet of Things. *Telematics and Informatics*, 31(4), pp.519-531.
- Shin, D.-H. and Park, Y.J., 2017. Understanding the Internet of Things Ecosystem: Multi-Level Analysis of Users, Society and Ecology. *Digital Policy, Regulation and Governance*, 19(1), pp.77-100. <https://doi.org/10.1108/DPRG-07-2016-0035>.
- Sicari, S., Rizzardi, A., Grieco, L.A. and Coen-Porisini, A., 2015. Security, Privacy and Trust in Internet of Things: The Road Ahead. *Computer Networks*, 76, pp.146-164. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2014.11.008>.
- Sowah, A.R., Boahene, E.D., Owoh, C.D., Addo, R., Mills, A.G., Owusu-Banahene, W., Buah, G. and Sarkodie-Mensah, B., 2020. Design of a Secure Wireless Home Automation System with an Open Home Automation Bus (OpenHAB 2) Framework. *Journal of Sensors*, 8868602. <https://doi.org/10.1155/2020/8868602>.
- Strengers, Y., 2013. *Smart energy technologies in everyday life: Smart Utopia?* Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- van der Zeeuw, A., van Deursen, A.J.A.M. and Jansen, G., 2020. How to Apply IoT Skills at Home: Inequalities in Cultural Repertoires and its Interdependency Chains. *Poetics*, 83, 101486. <https://doi.org/10.1016/j.poetic.2020.101486>.
- Weyrich, M. and Ebert, C., 2016. Reference Architectures for the Internet of Things. *IEEE Software* 33(1), pp.112–116. <https://doi.org/10.1109/MS.2016.20>.
- Whitmore, A., Agarwal, A. and Li, D.X., 2015. The Internet of Things - A Survey of Topics and Trends. *Information Systems Frontiers*, 17(2), pp.261-274. <https://doi.org/10.1007/s10796-014-9489-2>.
- Wirtz, W.B., Weyerer, C.J. and Schichtel, T.F., 2019. An Integrative Public IoT Framework for Smart Government. *Government Information Quarterly*, 36(2), pp.333-345. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2018.07.001>.
- Yang, H., Lee, W. and Lee, H., 2018. IoT Smart Home Adoption: The Importance of Proper Level Automation. *Journal of Sensors*, 6464036, pp.1-11. <https://doi.org/10.1155/2018/6464036>.
- Zanocco, C., Flora, F., Rajagopal, R. and Boudet, H., 2020. Exploring the Effects of California's COVID-19 Shelter-In-Place Order on Household Energy Practice and Intention to Adopt Smart Home Technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 139. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110578>.
- Zhang, L., Yang, L., Wang, Z. and Yan, D., 2020. Sports Wearable Device Design and Health Data Monitoring based on Wireless Internet of Things. *Microprocessors and Microsystems*, 103423 (in press). <https://doi.org/10.1016/j.micpro.2020.103423>.