

Primjena i opasnosti Internet of Bodies (IoB)

Zadro, Karla

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:131:168157>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-06**



Sveučilište u Zagrebu
Filozofski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Humanities
and Social Sciences

Repository / Repozitorij:

[ODRAZ - open repository of the University of Zagreb
Faculty of Humanities and Social Sciences](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FILOZOFSKI FAKULTET
ODSJEK ZA INFORMACIJSKE I KOMUNIKACIJSKE ZNANOSTI
Ak. god. 2020./2021.

Karla Zadro

Primjena i opasnosti *Internet of Bodies (IoB)*

Završni rad

Mentor: doc. dr. sc. Ivan Dunder

Zagreb, kolovoz 2021.

Izjava o akademskoj čestitosti

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je ovaj rad rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenoj i citiranoj literaturi. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Također izjavljujem da nijedan dio rada nije korišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

(potpis)

Sadržaj

Uvod.....	1
1. Što je Internet tijela?	2
2. Primjena Interneta tijela	5
2.1. Srčani stimulator	6
2.2. Umjetna gušterača	7
2.3. Kohlearni uređaji.....	9
2.4. Sučelje mozga i računala (BCI)	10
2.5. Pametne tablete	12
2.6. Pametni termometar	13
2.7. Pametne kontaktne leće.....	13
2.8. Pametne narukvice	14
3. Opasnosti Interneta tijela	17
3.1. Točnost podataka.....	17
3.2. Privatnost i sigurnost.....	18
3.3. Nejednakost.....	18
Zaključak.....	21
Literatura.....	23
Popis slika.....	26
Sažetak	27
Summary	28

Uvod

Internet stvari (engl. *Internet of Things, IoT*) ideja je koju je Kevin Ashton izložio 1999. godine kako bi opisao pojam digitalne povezanosti između predmeta koji se nalaze u fizičkom svijetu i Interneta. Pojava sve većeg broja uređaja koji povezuju Internet i tijelo te nadgledanje njegovih performansa uzrokujući pritom pozitivan učinak na dobrobit i zdravlje korisnika njihovim nošenjem iznjedrilo je koncept Interneta tijela (engl. *Internet of Bodies, IoB*). Internet tijela (IoB) proširenje je Interneta stvari (IoT) čija je svrha povezivanje ljudskog tijela s Internetom putem uređaja koji se unose, ugrađuju ili na neki način povezuju s tijelom. U trenutku kad su Internet i tijelo povezani, podatci se mogu razmjenjivati, a tijelo i uređaj mogu se daljinski nadzirati i kontrolirati.¹

Napredne mogućnosti ovih visokotehnoloških bioloških uređaja otvaraju čitav niz mogućnosti i izazova. Iako je sve veći broj IoB aplikacija povezanih s osobnim mobilnim uređajima, postoje i novi uređaji kao što su pametne kontaktne leće za prilagođenu korekciju vida, kohlearni implantati za poboljšani sluh te elektroničke pilule koje nadgledaju rad unutarnjih organa korisnika.²

Internet tijela dijeli se na tri generacije od kojih se prva generacija IoB sastoji od uređaja koji su izvan ljudskog tijela kao što su pametni satovi. Druga su generacija uređaji unutar tijela korisnika, poput pacemakera. Treća generacija Interneta tijela ugrađena je u tijelo te tijelo spaja s vanjskim strojem u stvarnom vremenu.

Unatoč svojoj mogućnosti da unaprijedi nadzor nad ljudskim tijelom, prikupljanje zdravstvenih i drugih osobnih podataka te prijenos istih putem Interneta, Internet tijela predstavlja i opasnost za sigurnost naših najintimnijih podataka. IoB uključuje širok spektar uređaja koji kombiniraju softver, hardver i komunikacijske mogućnosti za praćenje osobnih zdravstvenih podataka i poboljšanje tjelesnih funkcija, zdravlja ili dobrobiti. Međutim, ti uređaji donose još više problema na područje koje je već ispunjeno pravnim, regulatornim i etičkim rizicima. Kako programeri mogu zaštititi korisnike Interneta tijela od zlonamjernih aktivnosti hakera i kršenja privatnosti u današnjem dobu u kojemu se sigurnost i privatnost koji su esencijalni zapravo doimaju kao pojmovi kojima se ne pridaje dovoljno važnosti?

¹ Marr, B. (2019). *What Is The Internet Of Bodies? And How Is It Changing Our World?* [online]. Dostupno na: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2019/12/06/what-is-the-internet-of-bodies-and-how-is-it-changing-our-world/?sh=29eb4e5168b7> [19.05.2021.]

² Blake, M. B., Kandasamy, N., Dustdar, S., & Liu, X. (2020). *Internet of Bodies/Internet of Sports*. *IEEE Internet Computing*, 24(5), 8-9.

1. Što je Internet tijela?

Širok spektar internetskih „pametnih“ uređaja sada potrošačima i tvrtkama obećava poboljšane performanse, udobnost, učinkovitost i zabavu. Ti Internetom povezani uređaji poput pametnih termostata, glasovno aktiviranih pomoćnika i mrežnih hladnjaka postali su sveprisutni u domovima. Te su tehnologije dio Interneta stvari (engl. *Internet of Things, IoT*), koji je procvjetao posljednjih godina jer potrošači i tvrtke teže takvoj vrsti pametnih uređaja radi praktičnosti i učinkovitosti.³ Unutar ovog šireg pojma Interneta stvari nalazi se rastuća industrija uređaja koji nadziru ljudsko tijelo, prikupljaju zdravstvene i druge osobne podatke i prenose te podatke u stvarnom vremenu putem Interneta. Te nove tehnologije i podatke koje oni prikupljaju nazivamo Internetom tijela.

Internet tijela (engl. *Internet of Bodies*) definiran je kao „uređaj koji sadrži softverske ili računalne mogućnosti te može komunicirati s uređajem povezanim Internetom ili s mrežom. Taj uređaj mora biti u mogućnosti prikupljati zdravstvene ili biometrijske podatke koje generira osoba i/ili može promijeniti funkcije ljudskog tijela.“⁴

Softver ili računalne mogućnosti u IoB uređaju mogu biti jednostavni poput nekoliko redaka koda koji se koristi za konfiguraciju mikročipskog implantata za identifikaciju radio frekvencije (engl. *Radio-frequency identification, RFID*) ili složen kao računalo koje obrađuje algoritme umjetne inteligencije (engl. *Artificial Intelligence, AI*) i strojnog učenja (engl. *Machine Learning, ML*). Uređaj mora biti povezan na Internet putem mobilne ili Wi-Fi mreže, ali ta veza ne mora biti izravna. Na primjer, uređaj se putem *Bluetooth*-a može povezati sa pametnim telefonom ili USB uređajem koji komunicira s računalom povezanim s Internetom. Podatci koje uređaj prikuplja odnosi se na zdravstvene, kliničke ili *wellness* podatke koji su prikupljeni tehnologijama koje korisnik ili druga osoba bilježi ili analizira. Biometrijski podatci odnose se na mjerenja jedinstvenih fizičkih ili bihevioralnih svojstava o osobi. Mogućnost uređaja da mijenja funkcije tijela odnosi se na modificiranje načina na koji korisnikovo tijelo funkcionira. Primjer toga su promjene u kognitivnom napretku ili pak mogućnost snimanja onoga što korisnik vidi kroz intraokularne leće s kamerom.

³ Gardner, M. (2020). *The Internet of Bodies Will Change Everything, for Better or Worse*. [online] Dostupno na: <https://www.rand.org/blog/articles/2020/10/the-internet-of-bodies-will-change-everything-for-better-or-worse.html> [19.05.2021.]

⁴ Lee, M., Boudreaux, B., Chaturvedi, R., Romanosky, S. i Downing, B. (2020). *The Internet of Bodies: Opportunities, Risks, and Governance*. Santa Monica, CA: RAND Corporation. Dostupno na: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR3226.html. [19.05.2021.]

IoB uređaji postoje u mnogim oblicima. Neki su već u širokoj upotrebi, poput ručnih pametnih satova koji nadgledavaju tjelesnu aktivnost te njen napredak i učinak na tijelo korisnika ili pak srčanih stimulatora koji podatke o srcu pacijenta prenose izravno kardiologu. Ostali proizvodi koji su u fazi izrade ili su tek na tržištu možda su manje poznati, poput proizvoda koji se jedu i koji zatim prikupljaju i šalju informacije o crijevima osobe, implantatima mikročipa, uređajima za stimulaciju mozga i slično.⁵

IoB uređaji općenito, ali ne uvijek, zahtijevaju fizičku vezu s tijelom (npr. nose se, gutaju, ugrađuju ili na drugi način pričvršćuju ili ugrađuju u tijelo; privremeno ili trajno). S obzirom na to, postoje tri generacije Interneta tijela:

- 1) Prva generacija – uređaji izvan tijela,
- 2) Druga generacija – uređaji unutar tijela,
- 3) Treća generacija – uređaji ugrađeni u tijelo.

Prva generacija Interneta tijela u upotrebi je već nekoliko godina. Prva generacija predstavlja uređaje koji se koriste eksterno, izvan ljudskog tijela, poput uređaja za praćenje tjelesnih aktivnosti i drugih bitnih zdravstvenih elemenata. Primjer takvog nosivog uređaja su vanjski monitor za srce, pojasevi za trčanje ili pametni satovi poput Apple sata ili Fitbita koji mjere otkucaje srca i prate zdravlje korisnika. Ti uređaji u stvarnom vremenu šalju upozorenja o mogućim neočekivanim varijacijama brzine otkucaja srca. No, ti uređaji nisu ograničeni samo na uređaje za praćenje zdravlja i koraka – Amazon je patentirao i tehnologije za narukvicu dizajniranu za praćenje i bilježenje mjesta radnika i pokreta ruku, pa čak i pametne kontaktne leće koje uz korekciju vida nude proširenu stvarnost.⁶ Druga vrsta uređaja koja također pripada ovoj generaciji su elektroencefalogram trake za glavu koje služe za analizu moždane aktivnosti i komponenti kao što su razina pozornosti, koncentracije, odmora, stresa itd.⁷

Druga generacija Interneta tijela su uređaji koji se koriste interno, unutar ljudskog tijela. Ti uređaji uključuju pacemakere, kohlearne i moždane implantate te digitalne tablete koje se probavljaju. Te tablete mogu prenijeti podatke iz unutrašnjosti probavnog sustava korisnika putem senzora koji se jednom proguta. Koncept je isti kao i kod prve generacije; podatci i

⁵ Lee, M., Boudreaux, B., Chaturvedi, R., Romanosky, S. i Downing, B. (2020). *The Internet of Bodies: Opportunities, Risks, and Governance*. Santa Monica, CA: RAND Corporation. Dostupno na: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR3226.html. [25.6.2021.]

⁶ Casey, C. (2021). *The Internet of... Bodies?* | EDRM. [online] EDRM | Empowering the Global Leaders of eDiscovery. Dostupno na: <https://edrm.net/2021/01/the-internet-of-bodies/> [26.06. 2021].

⁷ AEPD. (2021). *IoT (II): Del Internet de las Cosas al Internet de los Cuerpos* | AEPD. [online] Dostupno na: <https://www.aepd.es/es/prensa-y-comunicacion/blog/iot-ii-del-iot-al-iob> [25.06.2021].

informacije se šalju na vanjski poslužitelj u stvarnom vremenu. U sklopu ove generacije postoji i zajednica biohakera koji nastoje modificirati i izmijeniti svoje tijelo ugrađivanjem mnogih tehnoloških komponenata u svrhu poboljšanja ljudskih vještina. Iako medicinska uporaba ugrađivih uređaja nije novost, novost je činjenica da ti uređaji mogu biti povezani s Internetom. Ta veza s Internetom danas ima vrlo velik značaj jer se time nastoji zamijeniti prikupljanje kliničkih podataka putem stručnjaka.

Treća je generacija Interneta tijela generacija koja je još uvijek u razvoju te pokušava spojiti ljudsko tijelo i tehnologiju u svrhu postizanja komunikacijskog sučelja koje bi omogućilo interpretaciju i djelovanje na same biološke elemente. Jedan od rezultata koje bi uređaji treće generacije mogli postići je poboljšanje funkcija mozga, što bi moglo pomoći ljudima s problemima neurodegeneracije poput Alzheimerova ili Parkinsonove bolesti. Ova je generacija povezana sa sučeljem mozga i računala (engl. *Brain Computer Interface, BCI*), tehnologijom koja se primjenjuje na kognitivni trening kako bi se spriječili učinci starenja tumačenjem moždanih valova strojem. Već postoje i mikročipski implantati za identifikaciju radio frekvencije koji se ugrađuju u kućne ljubimce za nadzor zdravlja. Kad bi se taj koncept primijenio na ljude, omogućio bi ne samo nadzor zdravlja, već i osobnu identifikaciju, pa čak i ostvario mogućnost za novim načinom plaćanja, što otvara brojna etička i sigurnosna pitanja. Kroz biotehnologiju moguće je očekivati da će u budućnosti određeni dijelovi ljudskog tijela biti građeni inteligencijom s ciljem prikupljanja, slanja podataka, pa čak i aktivne intervencije što bi moglo rezultirati u, primjerice, stvaranju inteligentnog elektrostimulatora srca koji će moći biti kontroliran daljinski od strane liječnika ili pak u organima koji su stvoreni 3D ispisom. Ta mogućnost da uređaji treće generacije aktivno preuzimaju neke kontrolne funkcije jest glavna razlika između treće i prve dvije generacije.⁸

Napredak u bežičnoj povezanosti, materijalima i tehnološkim inovacijama omogućuje povećanje broja medicinskih uređaja za implantaciju (engl. *Implantable Medical Devices, IMD*) te primjenu u razne svrhe. Iako na ovom području postoje brojne mogućnosti, postoje i mnoga pitanja koja se moraju riješiti u stvaranju IoB tehnologija nove generacije. Matematičarka iz RAND-a i vodeća autorica studije o Internetu tijela Mary Lee rekla je: „Mnogo je prednosti ovih tehnologija koje neki smatraju prevelikima da bi ih politika usporila. Ali moramo voditi širu raspravu o tome što će nas koštati te koristi – i kako bismo uopće mogli izbjeći dio rizika.“

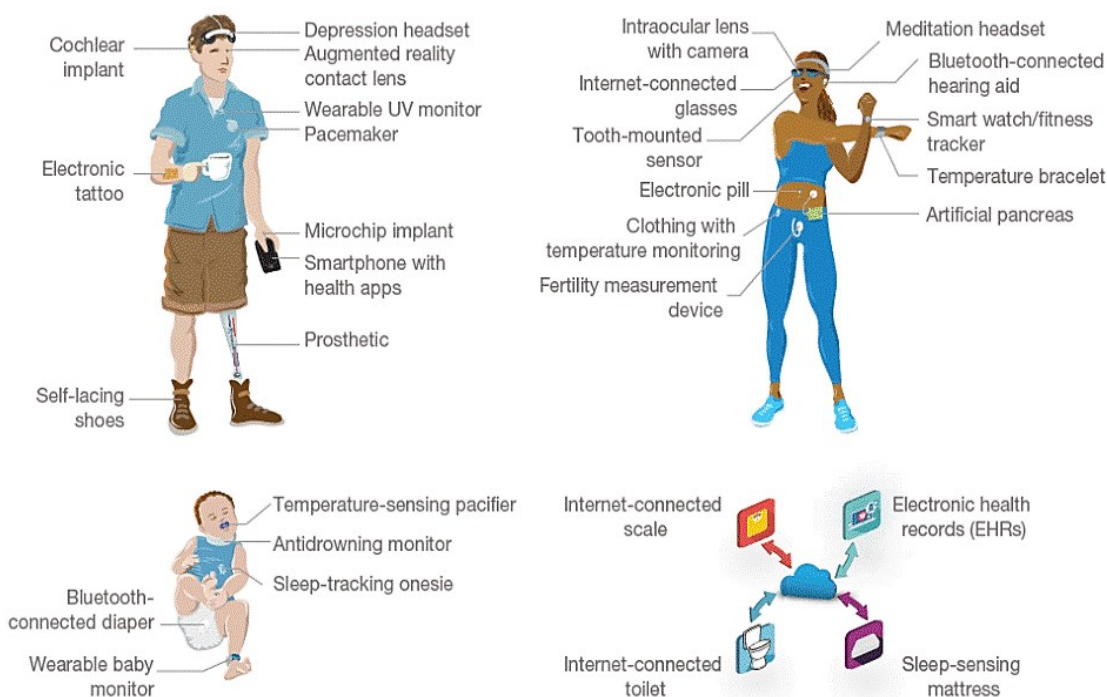
⁸ Statdlober, J. (2020.) *An Introduction To The Internet of Bodies*. [online] Medium. Dostupno na: <https://medium.datadriveninvestor.com/an-introduction-to-the-internet-of-bodies-a93cadd9db51> [24.06.2021].

2. Primjena Interneta tijela

Internet tijela (IoB) brzo stječe popularnost u svim sferama života, a posebno svojom primjenom u javnom zdravstvu. Pružatelji zdravstvene zaštite i pacijenti sve više koriste IoB uređaje u zdravstvene svrhe. U posljednjih pet godina tehnologija Interneta tijela poboljšala je njegu pacijenata i rad zdravstvenih ustanova. Evo samo nekoliko primjera primjene Interneta tijela u zdravstvu:

- Aplikacije za praćenje simptoma pacijenta koje liječniku šalju ažurirane informacije o reakcijama na liječenje raka te se na taj način može izbjeći hospitalizacija,
- Kontinuirani monitori glukoze (engl. *Continuous Glucose Monitoring, CGM*) i pametne olovke za inzulin koje bilježe i preporučuju vrijeme i količinu injekcije doze inzulina koje pomažu dijabetičarima,
- Pametni inhalatori povezani s aplikacijom koji pomažu ljudima s astmom i plućnim bolestima razumjeti što uzrokuje simptome i predvidjeti alergene.⁹

IoB Examples



Slika 1: Primjeri korištenja uređaja tehnologije Interneta tijela

Izvor: <https://yogaesoteric.net/en/how-the-internet-of-bodies-iob-will-literally-connect-you-to-the-internet/>

⁹ Myrka, Y. (2020). *Advantages and Disadvantages of Implementing IoT in Healthcare*. [online] IoT For All. Dostupno na: <https://www.iotforall.com/iot-healthcare-advantages-disadvantages> [01.08.2021].

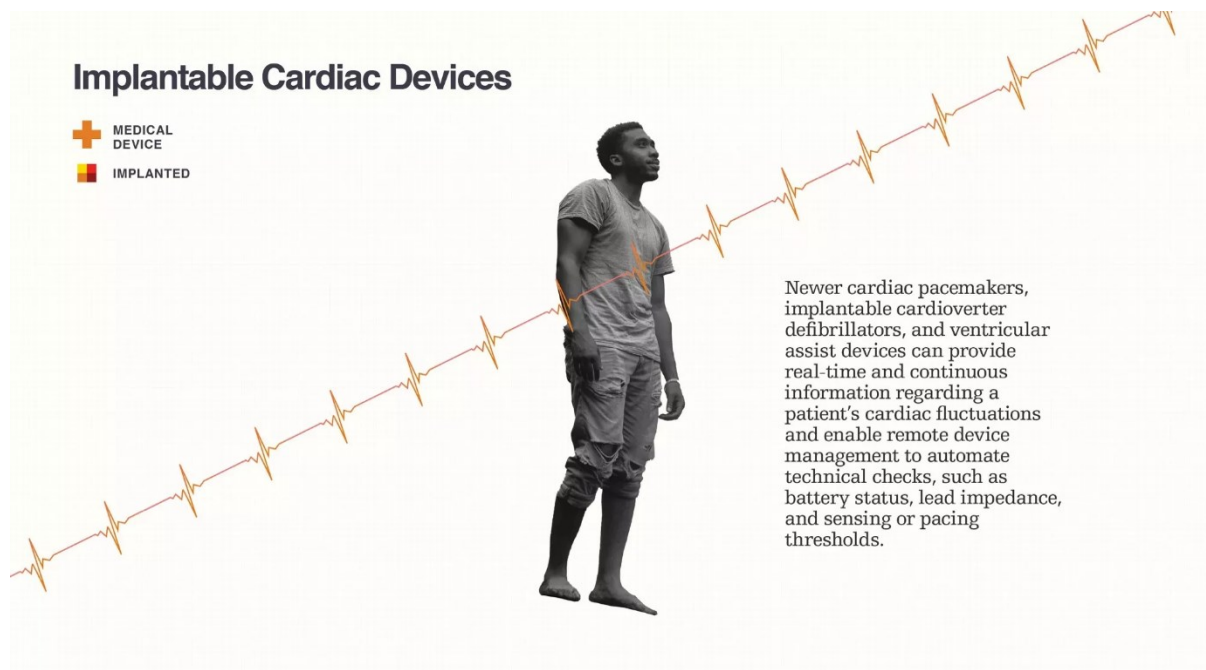
Kao što je vidljivo na Slici 1, mnogo je primjera kako se sve tehnologija Interneta tijela može koristiti kako bi unaprijedila zdravstvene sustave, no uređaji poput srčanog stimulatora, umjetne gušterače, pametnih tableta i ostalih nedvojbeno su promijenili način i kvalitetu njege pacijenata.

2.1. Srčani stimulator

Najpoznatiji primjer Interneta tijela je srčani stimulator, odnosno pacemaker. To je mali uređaj ugrađen u trbuhu ili prsima povezan izoliranim žicama koje se spajaju sa srcem. Kablovi elektroda provode električne impulse iz baterije srčanog stimulatora do srca korisnika. Svaki električni impuls koji šalje srčani stimulator potiče srce na kontrakciju i proizvodi otkucaje srca. Cilj je srčanog stimulatora da pomogne pacijentima sa srčanim poremećajima pri regulaciji abnormalnih srčanih ritmova pomoću električnih impulsa te pomažu pri liječenju zatajenja srca.¹⁰ Odašiljač koji se nalazi u domu pacijenta bežično i kontinuirano prenosi podatke liječniku u stvarnom vremenu, kao što piše i na ilustraciji funkcija na Slici 2, te iste podatke može pohranjivati i analizirati. Kardiolog može pristupiti tim podacima i upotrijebiti ih kako bi provjerio koliko dobro radi pacijentovo srce, a i sami srčani stimulator. Neki se pacemakeri mogu pratiti i iz pacijentovog doma koristeći poseban softver ili električne veze instalirane u domu. To omogućuje liječniku da pomno prati pacemaker, a da pacijent ne mora doći u bolnicu.¹¹

¹⁰ Gardner, M. (2020). *The Internet of Bodies Will Change Everything, for Better or Worse*. [online] Rand.org. Dostupno na: <https://www.rand.org/blog/articles/2020/10/the-internet-of-bodies-will-change-everything-for-better-or-worse.html> [01.08.2021].

¹¹ British Heart Foundation. (2011). *Pacemakers*. [e-knjiga] British Heart Foundation. Dostupno na: <https://www.bhf.org.uk/information-support/publications/children-and-young-people/revealing-the-facts-pacemakers#> [01.08.2021].



Slika 2: Ilustracija funkcije srčanih stimulatora

Izvor: <https://www.rand.org/about/nextgen/art-plus-data/giorgia-lupi/internet-of-bodies-our-connected-future.html>

2.2. Umjetna gušterača

Agencija za hranu i lijekove SAD-a (engl. *Food and Drug Administration, FDA*) odobrila je 2016. godine takozvanu „umjetnu gušteraču“. „Umjetna gušterača nije replika organa; to je automatizirani sustav isporuke inzulina osmišljen tako da oponaša funkciju zdrave osobe koja regulira glukozu.“¹² Kao što opisuje i ilustracija funkcije umjetne gušterače na Slici 3, sustav umjetne gušterače integrira kontinuirani monitor glukoze (CGM) i tehnologiju inzulinske pumpe s AI algoritmima koji automatiziraju doziranje inzulina na temelju ulaza iz monitora glukoze. Prvi uređaj ove vrste, veličine mobitela, prati i liječi pacijente s dijabetesom tipa 1. Pacijenti s dijabetesom tipa 1 gdje gušterača ne proizvodi dovoljno inzulina trenutno imaju pristup sustavima za praćenje glukoze koji mogu mjeriti razinu šećera u krvi, no moraju sami uzimati doze inzulina. Seljan i sur. (2014)¹³ proveli su istraživanje o primjeni profesionalne i popularne terminologije u pretraživanju online informacija vezanih uz primjenu inzulinskih

¹² Karoff, P. (2016). *Artificial Pancreas System Aimed at Type 1 Diabetes Mellitus*, HARV. GAZETTE Dostupno na: <http://news.harvard.edu/gazette/story/2016/01/artificial-pancreas-system-aimed-at-type-1-diabetes-mellitus/> [01.08.2021.]

¹³ Seljan, S.; Baretić, M.; Kučič, V. Information Retrieval and Terminology Extraction In Online Resources for Patients with Diabetes. *Collegium antropologicum*, 38 (2014), 2; 705-710

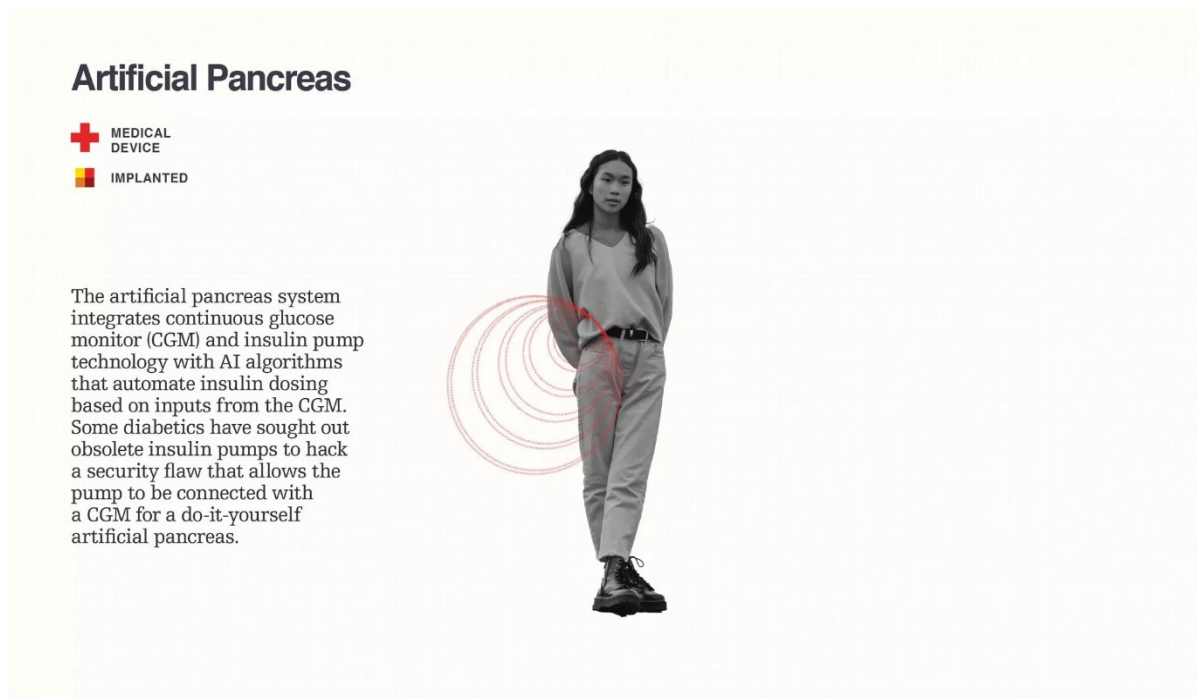
pumpi u liječenju dijabetesa. Sustav Medtronic MiniMed 670G kontinuirano u pozadini prati razinu šećera u krvi i prilagođava dozu potrebnog inzulina pacijentima svakih 5 minuta te tako pomaže pacijentima da većinu vremena održavaju razinu glukoze u granicama normale.¹⁴ Sustav umjetne gušterače integrira kontinuirani monitor glukoze (CGM) koji sadrži elektrodu ispod kože, inzulinsku pumpu koja je pričvršćena za tijelo te flaster koji je spojen na pumpu skupa s malim kateterom za isporuku inzulina. Tehnologija inzulinske pumpe koristi se AI algoritmima koji automatiziraju doziranje inzulina na temelju ulaza iz monitora glukoze.¹⁵ U primjeni tehnologije za samostalno praćenje zdravstvenih podataka od strane pacijenata, potrebna je odgovarajuća edukacija vezana uz primjenu tehnologije, ali i o važnosti sigurnosti i zaštite podataka, privatnosti i povjerljivosti radi redovite zaštite od kibernetičkih napada (Baretić i Protrka, 2021)¹⁶. Prema Baretić (2009)¹⁷ ključna riječ u samostalnom liječenju dijabetesa je informacija. Informacijska tehnologija u ovome procesu predstavlja most između liječnika i pacijenta, a uključuje prikupljanje podataka, promatranje i interpretaciju, kontinuirano nadgledanje (monitoring) i edukaciju.

¹⁴ Medtronic Diabetes. (2016). *Medtronic Diabetes Useful Information*. [online] Dostupno na: <https://www.medtronicdiabetes.com/search?t=8&cq=What%20is%20the%20MiniMed%E2%84%A2%20670G%20system?> [01.08.2021].

¹⁵ Scutti, S. (2016). 'Artificial pancreas' for type 1 diabetes wins FDA approval. [online] CNN. Dostupno na: <https://edition.cnn.com/2016/09/29/health/artificial-pancreas/index.html> [01.08.2021].

¹⁶ Baretić, M., Protrka, N. (2021). Healthcare Information Technology: Fast and Accurate Information Access vs. Cyber-Security. *International Journal of E-Services and Mobile Applications (IJESMA)*, 13(4), special issue Disruptive technologies changing business and communication, 77-87. <http://doi.org/10.4018/IJESMA.2021100105>

¹⁷ Baretić, M. (2009). Computer Technology in Insulin Based Therapy of Diabetes. *INFuture 2009: Digital resources and knowledge sharing*, 677-685.



Slika 3: Ilustracija funkcije umjetne gušterače

Izvor: <https://www.rand.org/about/nextgen/art-plus-data/giorgia-lupi/internet-of-bodies-our-connected-future.html>

2.3. Kohlearni uređaji

Kohlearni implantat je elektronički uređaj koji djelomično obnavlja sluh putem procesora zvuka koji se nalazi iza uha za hvatanje zvučnih signala. Procesor hvata te zvučne signale i šalje ih prijemniku implantiranom pod kožu koji zatim šalje signale elektrodama ugrađenim u unutarnje uho u obliku puža (pužnica; kohlea) te stimulira slušni živac. Oni su prvi korak u potrazi za mehaničkom protezom koja bi vratila sluh gluhima. Za razliku od slušnih pomagala koja pojačavaju zvuk, kohlearni implantat zaobilazi oštećene dijelove uha kako bi isporučio zvučne signale slušnom živcu. Potrebno je vrijeme i obuka kako bi se naučilo tumačiti signale primljene od kohlearnog implantata. U roku od godinu dana korištenja, većina ljudi s kohlearnim implantatima značajno napreduje u razumijevanju govora.¹⁸ Implantati su danas uspješni pružiti koristan sluh preko 120.000 gluhih osoba. Iako se čini da je sadašnji razvoj implantata bio uspješan u pružanju gluhima razumno širokog spektra informacija, krajnji cilj, potpuno razumijevanje govora, još uvijek nije postignut.¹⁹

¹⁸ Mayoclinic.org. (2020). *Cochlear implants* - Mayo Clinic. [online] Dostupno na: <https://www.mayoclinic.org/tests-procedures/cochlear-implants/about/pac-20385021> [01.08.2021].

¹⁹ House, W. F. (1976). Cochlear implants. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 85(3_suppl), str.3-3

Stvaranje implantata započelo je osjećajem „pucketanja i ključanja“, kada je talijanski znanstvenik Alessandro Volta (1745.-1827.) stavio dva kraja baterije od 50 volti na svoje uši prije više od dva stoljeća.²⁰ Prepoznajući opasnost od DC stimulacije koju je koristio Volta, istraživači s Harvarda S. S. Stevens i njegovi kolege koristili su izmjeničnu (sinusoidnu) električnu stimulaciju kako bi identificirali tri mehanizma koji su u osnovi „elektrofone percepcije“. Samo je treći mehanizam bio povezan s izravnom električnom aktivacijom slušnog živca jer su ispitanici prijavili osjećaj sličan buci kao reakciju na sinusoidnu električnu stimulaciju koja je imala znatno oštriji porast u glasnoći te čak i povremenu aktivaciju neauditornih živaca lica.²¹ Sredinom prošlog stoljeća liječnici su ta rana istraživanja počeli klinički prakticirati. 1957. godine francuski liječnik Djourno i njegovi kolege izvijestili su o uspješnom slušanju električnom stimulacijom kod dva potpuno zaglušena pacijenta.²² Počevši s uređajem s jednom elektrodom koji je pružao malo ili nimalo otvorenog prepoznavanja govora 1980., bilo je potrebno preko 15 godina i veliki napor akademske zajednice i industrije kako bi se postigle uspješne razine performansi. Posljedično je korisniku kohlearnog implantata s više elektroda omogućen razgovor na telefon. Prepoznavanje govora u tišini dostiglo je visoku razinu uspješnosti u posljednjih 10 godina, s velikim trudom usmjerenim na poboljšanje prepoznavanja govora u šumovima, percepciji glazbe te razumijevanju tonskog jezika, što je sve trenutno teški zadatak za korisnike implantata.²³

Tek je u lipnju 2017. FDA odobrila prvi implantat s bežičnim povezivanjem s pametnim telefonima. Taj je uređaj omogućio pacijentima nadzor sluha, podešavanje postavki, pregled personaliziranih informacija o sluhu i lociranje procesora zvuka koji nedostaju s njihovih pametnih telefona.

2.4. Sučelje mozga i računala (BCI)

Sučelje mozga i računala (engl. *Brain-Computer Interface, BCI*) spoj je mozga i uređaja koji omogućuje signalima iz mozga da usmjeravaju neke vanjske aktivnosti poput kontrole kursora ili protetskog uda. Sučelje omogućuje kontrolu izravnog komunikacijskog puta između mozga i objekta. Cilj sučelja je pomoći vratiti funkcije osobama s invaliditetom korištenjem moždanih

²⁰ Volta, A. (1800). *On the electricity excited by mere contact of conducting substances of different kinds*. Royal Soc. Philos. Trans., br. 90, str. 403-431,

²¹ Stevens, S. i Jones, R. (1939). *The mechanism of hearing by electrical stimulation*, J. Acoust. Soc. Am., br. 10, str. 261-269

²² Djourno, A., Eyries, C. i Vallancien, P. (1957). *Preliminary attempts of electrical excitation of the auditory nerve in man by permanently inserted micro-apparatus*. Bull. Acad. Nat. Med., br. 141, str. 481-483

²³ Zeng, F. G., Rebscher, S., Harrison, W., Sun, X. i Feng, H. (2008). *Cochlear implants: system design, integration, and evaluation*. IEEE reviews in biomedical engineering, 1, str. 115-142.

signala, a ne konvencionalnim neuromišićnim putevima. U slučaju kontrole kursora signal se prenosi izravno iz mozga u mehanizam koji usmjerava kursor, umjesto da ide normalnim putem kroz neuromišićni sustav tijela od mozga do prsta na mišu. Čitajući signale iz niza neurona i koristeći računalne čipove i programe za prevođenje signala, sučelje ostvaruje željeni pokret kursora. Kako Slika 4 opisuje, BCI može biti ili implantiran u mozgu ili nošen neinvazivno (nosiv ili pričvršćen za lubanju) te može omogućiti osobi koja pati od paralize pisanje knjige ili pak kontrola motoriziranih invalidskih kolica ili protetskog uda samo putem misli. Trenutni uređaji sa sučeljem mozga zahtijevaju namjerno svjesno razmišljanje; neke buduće primjene, kao što je kontrola protetike, vjerojatno će raditi bez napora. Jedan od najvećih izazova u razvoju BCI tehnologije bio je razvoj elektrodnih uređaja i/ili kirurških metoda koje su minimalno invazivne. U tradicionalnom BCI modelu, mozak prihvaća ugrađeni mehanički uređaj i upravlja uređajem kao prirodnim dijelom svog prikaza tijela. Mnoga su trenutna istraživanja usredotočena na potencijal neinvazivnih BCI.²⁴



Slika 4: Ilustracija funkcije Sučelja mozga i računala

Izvor: <https://www.rand.org/about/nextgen/art-plus-data/giorgia-lupi/internet-of-bodies-our-connected-future.html>

²⁴ WhatIs.com. (2011) *What is brain-computer interface (BCI)? - Definition from WhatIs.com.* [online] Dostupno na: <https://whatis.techtarget.com/definition/brain-computer-interface-BCI> [01.08.2021.].

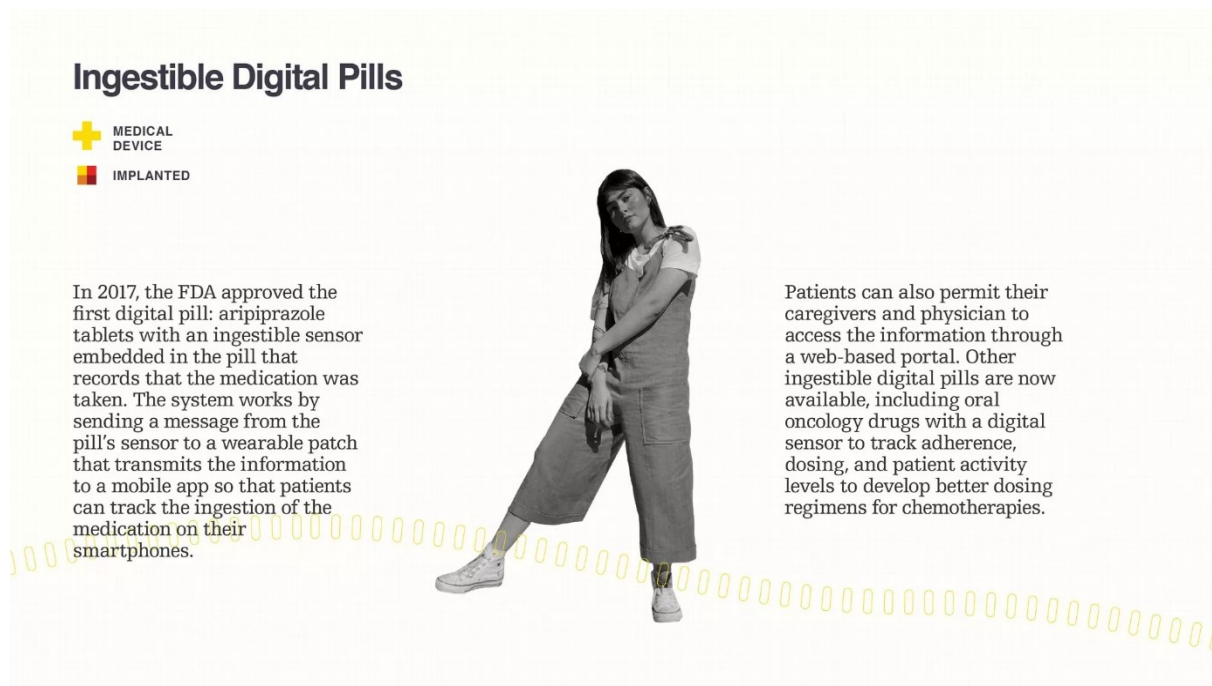
2.5. Pametne tablete

Probavljivi senzori počinju se pojavljivati na zdravstvenom tržištu. Ova tehnologija plasirala se na tržište u obliku tablete koje u sebi sadrže jestive elektroničke senzore i računalne čipove koji omogućuju procjenu crijevne mikroflore dok senzor putuje tijelom, a pritom šalju i prikupljene informacije na udaljeni uređaj koji je povezan na Internet. Zahvaljujući njima informacije o stanju našeg probavnog sustava šalju se u stvarnom vremenu. Te se tablete mogu koristiti i za „digitalnu kemoterapiju“. Tvrtka Proteus digital zadužena je za razvoj ove tehnologije koja može pomoći u optimizaciji, bilježenju vremena, doza i vrsta poduzete kemoterapije te ju kombinirati s podacima o navikama odmora, aktivnosti i otkucajima srca. Kad pacijent proguta pametnu tabletu i ona dođe do želuca, kiselo okruženje aktivira ugrađeni senzor tablete. Tableta tada signalizira nosivom flasteru ili vrpici da je lijek uzet te se te informacije također mogu dijeliti s ljekarnicima ili njegovateljima putem sigurne mobilne platforme. Sada se koristi prva digitalna kemoterapijska tableta koja kombinira kemoterapijske lijekove sa senzorom koji bilježi i dijeli informacije s pružateljima zdravstvenih usluga (uz pristanak pacijenta) u vezi s doziranjem i vremenom lijeka, kao i ostalim podacima o odmoru i aktivnosti, otkucajima srca i više.²⁵

Slika 5 opisuje kako je Agencija za hranu i lijekove SAD-a (FDA) 2017. odobrila prvu pametnu tabletu: tablete aripiprazola sa senzorom za unos ugrađenim u pilulu koja bilježi da je lijek uzet. Sustav radi tako što šalje poruku sa senzora pilule na nosivi flaster koji prenosi informacije u mobilnu aplikaciju tako da pacijenti mogu pratiti unos lijeka na svojim pametnim telefonima. Sada su dostupne i druge pametne tablete koje se mogu probaviti, uključujući oralne onkološke lijekove s digitalnim senzorom za praćenje pridržavanja, doziranja i razine aktivnosti pacijenata za razvoj boljih režima doziranja za kemoterapije. Pacijenti također mogu dopustiti svojim skrbnicima i liječnicima pristup podacima putem web portala.²⁶

²⁵ Sayol, I. (2021). *Internet of bodies. Conquering the last frontier*. [online] Ignasi Sayol. Dostupno na: <https://ignasisayol.com/en/internet-of-bodies-conquering-the-last-frontier/> [01.08.2021].

²⁶ Lee, M., Boudreaux, B., Chaturvedi, R., Romanosky, S. i Downing, B. (2020). *The Internet of Bodies: Opportunities, Risks, and Governance*. Santa Monica, CA: RAND Corporation. Dostupno na: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR3226.html [01.08.2021.]



Slika 5: Ilustracija funkcije pametnih tableta

Izvor: <https://www.rand.org/about/nextgen/art-plus-data/giorgia-lupi/internet-of-bodies-our-connected-future.html>

2.6. Pametni termometar

Pametne tablete samo su jedan primjer tehnologije Interneta tijela koji se pojavljuju u svijetu zdravstva. Tehnološka tvrtka VivaLNK dizajnirala je revolucionarni pametni termometar koji medicinske sestre koriste za mjerenje temperatura pacijenata s dijagnozom COVID-19. Jedan senzor radi na bilježenju temperature svakog pojedinog pacijenta, što umanjuje ljudski kontakt i smanjuje rizik od širenja virusa. Podatci se zatim prenose na nadzornu ploču promatranja. Ako rezultati vrate nenormalnu vrijednost, zdravstveni radnici se obavještavaju i tada mogu poduzeti odgovarajuće mjere. Kako pametni termometri s vremenom prikupljaju podatke, to medicinskim stručnjacima omogućuje uočavanje i analizu dugoročnih trendova s krajnjim ciljem pružanja poboljšanog liječenja i njege.²⁷

2.7. Pametne kontaktne leće

Stalne i neprimjetne suze koje stvaraju tanak film preko naših očiju pune su vlage i hranjivih tvari neophodnih za održavanje oka. Sada istraživači vjeruju da bi suze mogle pomoći u

²⁷ Big data made simple (2020). *How the internet of bodies is revolutionizing healthcare*. [online] Dostupno na: <https://bigdata-madesimple.com/how-the-internet-of-bodies-is-revolutionizing-healthcare/> [01.08.2021].

održavanju zdravlja ne samo očiju nego i pri kontroliranju dijabetesa. Tim sa Sveučilišta Purdue u Indiani smislio je novi način kombiniranja kontaktnih leća i senzorske tehnologije za praćenje stanja glukoze u krvi pojedinca koja je ključni pokazatelj koliko dobro osoba s dijabetesom drži stanje pod kontrolom. Te „pametne kontaktne leće“ integriraju senzore i čipove koji mogu nadzirati zdravstvena stanja na temelju podataka iz oka i očne tekućine te posljedično omogućuju nadziranje razine glukoze u krvi pacijenta bez da tijekom cijelog dana uzima krvne pretrage. Leće za praćenje glukoze za dijabetičare tek su početak. Pametne leće bi se također mogle koristiti za praćenje brojnih očnih bolesti pa čak i za isporuku lijekova izravno u samo oko.²⁸

Također, izvan zdravstvenog sektora, pametne kontaktne leće mogu se koristiti za snimanje slika i videozapisa, uključujući zumiranje.

2.8. Pametne narukvice

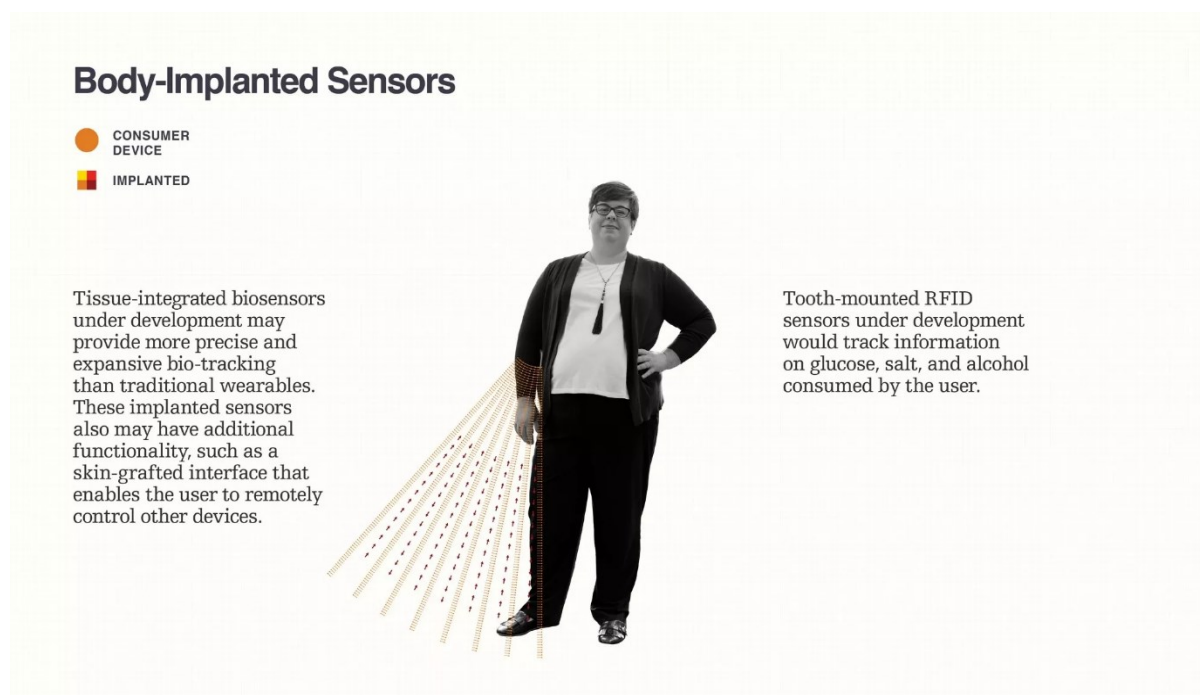
Amazon je patentirao tehnologiju za narukvicu koja je dizajnirana za praćenje i snimanje lokacija radnika i kretanja njihovih ruku. Narukvica bi slala ultrazvučne impulse u unaprijed određenim intervalima kako bi pratila kretanje ruku i relativni položaj ruku zaposlenika i skladišnih kanti. U slučaju da narukvica osjeti zastoj u produktivnosti, tad bi zavibrirala kako bi zaposlenika potaknula na koncentraciju. Iako nije jasno hoće li Amazon ikad proizvesti ovakav uređaj, takva bi produktivna tehnologija pomogla poduzećima u efikasnosti i smanjenju grešaka svojih radnika.²⁹

No, kao i kod pametnih kontaktnih leća, nisu svi slučajevi upotrebe Interneta tijela isključivo iz zdravstvenih razloga. Tvrtka Bioinženjering, Biohax ugradila je čipove u više od 4.000 ljudi prvenstveno zbog praktičnosti. U jednom široko prijavljenom primjeru, 50 zaposlenika Three Square Market složilo se da im se ugradi mikročipski implantat za identifikaciju radio frekvencije (RFID) veličine velikog zrna riže (slično onome što je ugrađeno u kućne ljubimce kako bi ih mogli identificirati i locirati kad se izgube). Ovaj čip omogućuje ovim zaposlenicima pristup zgradi bez ključa, plaćanje predmeta pokretima ruku na automatu odbijanjem iznosa

²⁸ Best, J. (2018). *How smart contact lenses will help keep an eye on your health* | ZDNet. [online] ZDNet. Dostupno na: <https://www.zdnet.com/article/how-smart-contact-lenses-will-help-keep-an-eye-on-your-health/> [01.08.2021].

²⁹ Gardner, M. (2020). *The Internet of Bodies Will Change Everything, for Better or Worse*. [online] Rand.org. Dostupno na: <https://www.rand.org/blog/articles/2020/10/the-internet-of-bodies-will-change-everything-for-better-or-worse.html> [01.08.2021].

odmah s računala, umjesto da koriste novac i prijavljuju se na svoja računala.³⁰ Osim toga, Slika 6 objašnjava kako biosenzori koji su integrirani u tkivo u razvoju mogu pružiti preciznije i opsežnije bio-praćenje od tradicionalnih nosivih materijala. RFID senzori mogu se postaviti na zube sa svrhom praćenja informacija o glukozi, soli i alkoholu koje je konzumirao korisnik. Ovi ugrađeni senzori također mogu imati i dodatne funkcije poput sučelja presađenog kožom koje korisniku omogućuje daljinsko upravljanje drugim uređajima.



Slika 6: Ilustracija funkcije senzora ugrađenih u tijelo

Izvor: <https://www.rand.org/about/nextgen/art-plus-data/giorgia-lupi/internet-of-bodies-our-connected-future.html>

Kako RAND ukazuje u svom istraživanju, Internet tijela sa sobom donosi mnogo prednosti koji bi poboljšali generalnu kvalitetu života:

„IoB bi mogao omogućiti širi pristup zdravstvenoj skrbi omogućujući jeftinu, distribuiranu ili demokratiziranu zdravstvenu skrb ili smanjenje potrebe za rizičnom ili skupom medicinskom intervencijom“. Većom zdravstvenom sviješću, poboljšanom prevencijom i učinkovitijim intervencijama IoB čak ima potencijal smanjiti troškove zdravstvene njege. Pretpostavljeno je da su rano otkrivanje i intervencija putem daljinskog praćenja primarni pokretači smanjenja. IoB uređaji mogu prikupljati vitalne

³⁰ Marr, B. (2019). *What Is The Internet Of Bodies? And How Is It Changing Our World?* [online]. Dostupno na: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2019/12/06/what-is-the-internet-of-bodies-and-how-is-it-changing-our-world/?sh=29eb4e5168b7> [01.08.2021.]

podatke za pružanje medicinskih upozorenja liječnicima, pacijentima i njegovateljima. IoB uređaji također bi se mogli pokazati korisnima u usmjeravanju liječenja za one koji ne mogu govoriti ili izraziti svoje simptome ili misli, poput dojenčadi, žrtava moždanog udara ili pacijenata s demencijom, upozoravajući njegovatelje na značajne promjene vitalnih znakova. IoB je pristup koji obećava razvoj sustava daljinskog nadzora zdravlja u stvarnom vremenu za bolesnike od nezaraznih bolesti, većinu dijabetičara i srčanih pacijenata.”

Prednosti primjene Interneta tijela u zdravstvu vidno su brojne i vrlo korisne, a one koje je potrebno dodatno istaknuti su:

- **Daljinski nadzor:** Daljinski nadzor u stvarnom vremenu putem povezanih IoB uređaja i pravovremenih upozorenja može pomoći pri dijagnozama bolesti, liječenju bolesti te samom spašavanju života ako se radi o hitnim i kritičnim slučajevima.
- **Prevenција bolesti:** Pametni senzori IoB uređaja analiziraju zdravstvena stanja, način života pacijenta te na temelju tih informacija preporučuju preventivne mjere koje će smanjiti pojavu bolesti i akutnih stanja.
- **Dostupnost medicinskih podataka:** Pristupačnost elektroničke medicinske dokumentacije omogućuje pacijentima da dobiju kvalitetnu skrb i pomaže pružateljima zdravstvenih usluga u donošenju ispravnih medicinskih odluka i sprječavanju komplikacija.
- **Poboljšano upravljanje liječenjem:** IoB uređaji pomažu u praćenju davanja lijekova i odgovora na liječenje te smanjuju medicinske pogreške. Zdravstvena tijela mogu pomoću tih uređaja dobiti bitne informacije o učinkovitosti opreme i osoblja.
- **Napredak medicinskih istraživanja:** Budući da IoB uređaji mogu prikupiti i analizirati ogromnu količinu podataka, oni imaju veliki potencijal za napredak medicinskih istraživanja.³¹

³¹ Myrka, Y. (2020). *Advantages and Disadvantages of Implementing IoT in Healthcare*. [online] IoT For All. Dostupno na: <https://www.iotforall.com/iot-healthcare-advantages-disadvantages> [01.08.2021].

3. Opasnosti Interneta tijela

Računalni softver je softver koji je sam po sebi osjetljiv na nenamjerne nedostatke ili zlouporabu. Slabosti koda mogu se iskoristiti za krađu ili manipulaciju podacima koje je prikupio uređaj, ometanje samog rada koda ili na neki drugi način uzrokovati promjenu njegovog ponašanja na neočekivane, nenamjerne ili zlonamjerne načine. IoB tehnologije pate od iste vrste napada kao i drugi IoT i računalni uređaji, ali IoB uređaji imaju povećane rizike koji nastaju uslijed spajanja nekoliko karakteristika, uključujući vezu s tijelom, vrstu i opseg prikupljenih informacija i način na koji bi te informacije mogle biti upotrijebljene.³² Primjerice, 2007. godine američkom potpredsjedniku Dicku Cheneyu zamijenjen je defibrilator za onaj bez WiFi veze. Cheneyjev izvorni srčani stimulator bio je opremljen značajkom bežičnog praćenja koja se potencijalno mogla hakirati. Cheneyjev je uređaj iz tog razloga zamijenjen uređajem bez bežične veze. Ostali takvi rizici Interneta tijela ne mogu se tako lako predvidjeti niti riješiti.³³

3.1. Točnost podataka

Točnost podataka također je velika briga za korisnike IoB uređaja, osobito s uređajima za fitness. Trenutno medicinski i nemedicinski proizvodi podliježu različitim regulatornim standardima i standardima za odobrenje prije stavljanja na tržište. Međutim, kako se uređaji za praćenje potrošača integriraju u zdravstvenu skrb – na primjer, za praćenje otkucaja srca i potrošnju energije u pacijenata s kardiovaskularnim bolestima – postavlja se pitanje postižu li njihova mjerenja razinu klinički prihvatljive točnosti, procjene potreba i diskrecije. Zamjena medicinskih uređaja potrošačkim uređajima može predstavljati rizik od pogrešne dijagnoze poput lažnih alarma i pretjeranog liječenja. Vidljivo je da se potrošači previše oslanjaju na nosive uređaje kako bi sami procijenili svoje zdravlje na temelju podataka s uređaja, bez FDA ili medicinskog nadzora, te kao takvi bez odgovarajućih smjernica.³⁴

³² Lee, M., Boudreaux, B., Chaturvedi, R., Romanosky, S. i Downing, B. (2020). *The Internet of Bodies: Opportunities, Risks, and Governance*. Santa Monica, CA: RAND Corporation. Dostupno na: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR3226.html [01.08.2021.]

³³ Big data made simple (2020). *How the internet of bodies is revolutionizing healthcare*. [online] Dostupno na: <https://bigdata-madesimple.com/how-the-internet-of-bodies-is-revolutionizing-healthcare/> [01.08.2021].

³⁴ World Economic Forum. (2020). *Shaping the Future of the Internet of Bodies: New challenges of technology governance*. [online] Dostupno na: http://www3.weforum.org/docs/WEF_IoB_briefing_paper_2020.pdf [01.08.2021].

3.2. Privatnost i sigurnost

Slično tome, privatnost podataka također je ključna briga. Zdravstveni radnici neće biti jedini koji imaju pristup analitici velikih podataka – imat će ih i tehnološke tvrtke. Morat će se primijeniti zakoni i propisi kako bi se spriječila prodaja privatnih podataka. Veliki podatci također mogu dovesti do diskriminacije. Primjerice, pojedincu se može zabraniti osiguranje ili zaposlenje na temelju njihovih IoB podataka. Uz porast svijesti o spajanju naših osobnih podataka o tijelu s našim identitetom koji proizlaze iz brzog objavljivanja i intenzivne medijske rasprave o aplikacijama za traženje kontakata COVID-19, mnoga bitna pitanja vezana uz upotrebu osobnih podataka kao što su praćenje našeg kretanja i kontakata dospjela su u javnost ove godine. Je li to stvarno potrebno i predstavlja li ova tehnologija veću korist ili pak opasnost?

S obzirom na mogućnost zlouporabe podataka, vodeći svjetski čelnici sada su počeli raspravljati o etičkoj komponenti ove tehnologije, a isto tako žele stvoriti nove regulatorne smjernice o privatnosti podataka u okviru IoB-a. Sandra Wachter i Brent Mittelstadt s Oxfordskog internetskog instituta žele da se zakon o zaštiti podataka ažurira s naglaskom na razloge obrade podataka. Oni su za „pravo na razumne zaključke“ – to znači da se podatci trebaju koristiti samo za razumne i društveno prihvatljive zaključke. Treba primijeniti standarde koji diktiraju kada je zaključivanje nečijih podataka, uključujući njihovo prošlo, sadašnje i buduće zdravlje, prihvatljivo, a kada invazivno. Kako se IoB tehnologija nastavlja razvijati, nove politike i zakoni morat će biti uspostavljeni kako bi se osigurala odgovorna i poštena uporaba ove tehnologije.³⁵

Kvar ili greške u hardveru, pa čak i nestanak struje mogu utjecati na performanse senzora i povezane opreme čime se ugrožavaju zdravstvene aktivnosti. Osim toga, preskakanje planiranog ažuriranja softvera može biti još opasnije od preskakanja liječničkog pregleda.

3.3. Nejednakost

Uz rizike privatnosti i sigurnosti, još jedan etički problem jest nejednakost. Jedna od mogućih prednosti IoB tehnologije jest smanjenje razlika u ishodima zdravstvene zaštite čineći preventivnu i dijagnostičku skrb jeftinijom i lakšom za pristup, ali nije jasno hoće li tehnologije Interneta tijela stvarno uspjeti smanjiti troškove zdravstvene zaštite ili biti općenito dostupna cijelom stanovništvu.

³⁵ Big data made simple (2020). *How the internet of bodies Is revolutionizing healthcare*. [online] Dostupno na: <https://bigdata-madesimple.com/how-the-internet-of-bodies-is-revolutionizing-healthcare/> [01.08.2021].

Bez pokrića od osiguranja, pristupa Internetu ili određene razine tehničke osviještenosti, neke bi skupine mogle propustiti neposredne prednosti naprednih tehnologija IoB-a, kao i njegov dugoročni utjecaj na javno zdravstvo. Čak i za one koji su osigurani, pružatelji usluga možda neće ponuditi pokriće za sofisticirani IoB osim ako analiza isplativosti ne pokaže da takvi uređaji zapravo poboljšavaju kratkoročne i dugoročne medicinske ishode proporcionalno njihovim troškovima. To će zahtijevati značajne dokaze i bit će važno znati ostvaruju li se te koristi u mnogim sektorima populacije (npr. stariji pacijenti koji su možda manje tehnološki pismeni, populacije niskog socioekonomskog statusa itd.).

Osim financijske nejednakosti, medicinski podatci koje prikupljaju uređaji Interneta tijela osjetljivi su na pristranost unosa. Malo se zna o onima koji ne koriste IoB uređaje i koji je tome razlog – bilo to svojevrijedno ili zbog troškova ili pak drugih prepreka pristupu toj tehnologiji. Algoritamska analitika može se koristiti za donošenje važnih odluka u područjima kao što su osiguranje, zapošljavanje, financije, obrazovanje, pravosuđe, socijalne usluge i raspodjela drugih vrsta društvenih resursa, a sve na temelju podataka izvedenih s IoB uređaja. Profiliranje i grupiranje na temelju netočnih ili nepotpunih podataka, posredničkih podataka i generiranje osjetljivih podataka na temelju zaključaka može rezultirati pristranim politikama i donošenjem odluka koje utječu ne samo na pojedince, već i na skupine i ugroženo stanovništvo, iako obrađivači podataka i donositelji odluka ponekad možda ne shvaćaju implicitnu pristranost ili potencijalnu štetu.³⁶ Nereprezentativnost zdravstvenih podataka velik je problem jer se većina kliničkih podataka obično prikuplja o srednjoj i višoj klasi, mlađim, bijelim, muškim sudionicima te, unatoč činjenicama da su utemeljeni novi zakoni koji su zahtijevali da klinička ispitivanja uključuje žene i manjine, značajan napredak nije postignut.³⁷

Usvajanje nosivih i IoB uređaja u programe za dobrobit zaposlenika i kao pomoć pri zapošljavanju stvara novu zabrinutost u pogledu privatnosti zaposlenika i nadzora na radnom mjestu. S obzirom na to da poslodavci koriste uređaje i algoritme za praćenje i usmjeravanje kretanja zaposlenika, komunikacije i ponašanja, relativno slabi propisi i regulacije u ovom području nude vrlo ograničenu, a prijekopotrebnu pravnu zaštitu. To može izložiti radnike

³⁶ World Economic Forum. (2020). *Shaping the Future of the Internet of Bodies: New challenges of technology governance*. [online] Dostupno na: http://www3.weforum.org/docs/WEF_IoB_briefing_paper_2020.pdf [01.08.2021].

³⁷ Lee, M., Boudreaux, B., Chaturvedi, R., Romanosky, S. i Downing, B. (2020). *The Internet of Bodies: Opportunities, Risks, and Governance*. Santa Monica, CA: RAND Corporation. Dostupno na: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR3226.html [01.08.2021.]

većem riziku od zlouporabe podataka i algoritama što posljedično može dovesti do pristranih odluka u pogledu zapošljavanja, napredovanja i zadržavanja radnika.³⁸

IoB rizici sadrže opasnosti od curenja neovlaštenog, nezakonitog ili neočekivanog pristupa podacima. IoB uređaji koji će vjerojatno predstavljati najopasnije posljedice (desni stupac slike 7) su oni koji posjeduju veliki broj ranjivosti (srednji stupac slike 7) koje mogu iskoristiti brojni akteri (lijevi stupac slike 7).

IoB Risks: Unexpected Access, Vulnerabilities, and Consequences

Who Might Gain Access?	What Are Potential Vulnerabilities?	What Are Possible Consequences?
<ul style="list-style-type: none"> • Criminals • Hackers (e.g., security researchers, hobbyists, malicious attackers) • Data brokers • Data fusion centers • Employers • Schools • Health-care providers • Insurance companies • Manufacturers • Criminal justice system • Governments 	<ul style="list-style-type: none"> • Bodily dependence on device for health or functional purposes • Sensitive data collection, possession, or dissemination • Internet connectivity • Regulatory gaps • Hardware • Software 	<ul style="list-style-type: none"> • Death or physical harm from malfunction or hacking • Global and national security challenges • Data breach • Passive collection or sharing of data without informed consent • Misuse or unexpected uses of data • Personal identification • Increased health disparities • Coercion to accept devices • Infringement on body autonomy

Slika 7: Opasnosti i negativne posljedice Interneta tijela

Izvor:

https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR3200/RR3226/RAND_RR3226.pdf

³⁸ World Economic Forum. (2020). *Shaping the Future of the Internet of Bodies: New challenges of technology governance*. [online] Dostupno na: http://www3.weforum.org/docs/WEF_IoB_briefing_paper_2020.pdf [01.08.2021].

Zaključak

U tijeku je progresija Interneta stvari u Internet tijela – mrežu ljudskih tijela čija se povjerljivost, integritet i dostupnost barem dijelom oslanjaju na Internet i srodne tehnologije. IoB uređaji prve generacije već su sveprisutni, a uređaji druge generacije trenutno stižu. IoB uređaji treće generacije trenutno su u razvoju s dospijecom možda manje od jednog desetljeća. IoB uređaji „patit“ će od istih kategorija sigurnosnih propusta koji su trenutno vidljivi u IoT-u. Međutim, za razliku od IoT-a, IoB tehnologije naštetit će izravno, odnosno fizički ljudskom tijelu i zahtijevati evoluciju načina na koji znanstvenici i pravnici razmišljaju o kodu i tijelu.

Širenje Interneta stvari istovremeno i negativno i pozitivno utječe na već sivo područje etike Interneta, a zakon trenutno nije prilagođen praćenju stalnog napretka tehnologije prema Internetu tijela. Brza evolucija IoB-a stvorila je okruženje u kojem potrošači nesvjesno koriste IoB i gdje nedostaje jasnoća o njegovim prednostima i potencijalnim etičkim nedostacima. Internet stvari izaziva oblik vlasništva kakav sada poznajemo, a korisnici postupno gube kontrolu nad svojim uređajima Interneta stvari. Internet tijela predstavlja povezanu mrežu ljudskih tijela i umova koju prožima Internet te će se kroz Internet tijela integritet ljudskih tijela sve više oslanjati na sami Internet. No, IoB predstavlja daljnju etičku zabrinutost uključujući poticanje nejednakosti i prijetnje sigurnosti.³⁹ Ni sam IoB sustav možda neće biti toliko koristan pružateljima medicinskih usluga ili potrošačima kako bi se moglo činiti, barem ne kratkoročno. Na primjer, neke su studije pokazale da stalno praćenje biometrijske aktivnosti putem zdravstvenih aplikacija, za praćenje spavanja, može povećati anksioznost korisnika i pogoršati stanja poput nesanice.⁴⁰

Ipak, kako se tehnologija kreće unutar naših tijela, ovu raspravu treba ozbiljno razmotriti u širem javnom kontekstu, jer ima mnogo pitanja u vezi s ovim naizgled nezaustavljivim prikupljanjem i iskorištavanjem naših osobnih podataka o tijelu:

1. Koje su pozitivne i negativne implikacije Interneta tijela?
3. Kako osigurati korisnike ove tehnologije od hakiranja?
4. Kako kroz ovaj proces možemo podržati integriranje i eliminirati pristranosti te pritom prihvatiti duboku vrijednost naših različitosti?

³⁹ Blake, M. B., Kandasamy, N., Dustdar, S., & Liu, X. (2020). *Internet of Bodies/Internet of Sports*. *IEEE Internet Computing*, 24(5), 8-9.

⁴⁰ Lee, M., Boudreaux, B., Chaturvedi, R., Romanosky, S. i Downing, B. (2020). *The Internet of Bodies: Opportunities, Risks, and Governance*. Santa Monica, CA: RAND Corporation. Dostupno na: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR3226.html [01.08.2021.]

5. Kako se umjetna inteligencija spaja s ljudskom inteligencijom, kako stvoriti čvrst moralan i društven okvir za ovu tehnologiju?

6. Koja bi se univerzalna usklađenost mogla razviti među nacijama kako bi se eliminirala pitanja povjerenja i privatnosti?⁴¹

Bez zdravstvenog osiguranja, pristupa Internetu ili određene razine tehnološke spretnosti, neke bi skupine mogle biti u nemogućnosti uživati neposredne pogodnosti Internet tijela. U tom kontekstu, budućnost traži ravnotežu između tehnološkog napretka te suštinske ljudske sigurnosti i jednakosti.

⁴¹ Boddington, G. (2021). *The Internet of Bodies-alive, connected and collective: the virtual physical future of our bodies and our senses*. AI & society, str.1–17.

Literatura

1. Baretić, M., Protrka, N. (2021). Healthcare Information Technology: Fast and Accurate Information Access vs. Cyber-Security. *International Journal of E-Services and Mobile Applications (IJESMA)*, 13(4), special issue *Disruptive technologies changing business and communication* (Seljan,S.,ur.) 77-87. <http://doi.org/10.4018/IJESMA.2021100105>
2. Baretić, M. (2009). Computer Technology in Insulin Based Therapy of Diabetes. *INFuture 2009: Digital resources and knowledge sharing*, 677-685.
3. British Heart Foundation. (2011). *Pacemakers*. [e-knjiga] British Heart Foundation. Dostupno na: <https://www.bhf.org.uk/information-support/publications/children-and-young-people/revealing-the-facts-pacemakers#> [01.08.2021].
4. AEPD. (2021). *IoT (II): Del Internet de las Cosas al Internet de los Cuerpos* | AEPD. [online] Dostupno na: <https://www.aepd.es/es/prensa-y-comunicacion/blog/iot-ii-del-iot-al-iob> [25.06.2021].
5. Best, J. (2018). *How smart contact lenses will help keep an eye on your health* | ZDNet. [online] ZDNet. Dostupno na: <https://www.zdnet.com/article/how-smart-contact-lenses-will-help-keep-an-eye-on-your-health/> [01.08.2021].
6. Big data made simple (2020). *How the internet of bodies Is revolutionizing healthcare*. [online] Dostupno na: <https://bigdata-madesimple.com/how-the-internet-of-bodies-is-revolutionizing-healthcare/> [01.08.2021].
7. Blake, M. B., Kandasamy, N., Dustdar, S., & Liu, X. (2020). *Internet of Bodies/Internet of Sports*. *IEEE Internet Computing*, 24(5), 8-9.
8. Boddington, G. (2021). *The Internet of Bodies-alive, connected and collective: the virtual physical future of our bodies and our senses*. *AI & society*, str.1–17.
9. Casey, C. (2021). *The Internet of... Bodies?* | EDRM. [online] EDRM | Empowering the Global Leaders of eDiscovery. Dostupno na: <https://edrm.net/2021/01/the-internet-of-bodies/> [26.06. 2021].
10. Djourno, A., Eyries, C. i Vallancien, P. (1957). *Preliminary attempts of electrical excitation of the auditory nerve in man by permanently inserted micro-apparatus*. *Bull. Acad. Nat. Med.*, br. 141, str. 481-483
11. Gardner, M. (2020). *The Internet of Bodies Will Change Everything, for Better or Worse*. [online] Rand.org. Dostupno na:

- <https://www.rand.org/blog/articles/2020/10/the-internet-of-bodies-will-change-everything-for-better-or-worse.html> [01.08.2021].
12. House, W. F. (1976). Cochlear implants. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 85(3_suppl), str.3-3
 13. Karoff, P. (2016). *Artificial Pancreas System Aimed at Type 1 Diabetes Mellitus*, HARV. GAZETTE Dostupno na : <http://news.harvard.edu/gazette/story/2016/01/artificial-pancreas-system-aimed-at-type-1-diabetes-mellitus/> [01.08.2021.]
 14. Lee, M., Boudreaux, B., Chaturvedi, R., Romanosky, S. i Downing, B. (2020). *The Internet of Bodies: Opportunities, Risks, and Governance*. Santa Monica, CA: RAND Corporation. Dostupno na: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR3226.html [01.08.2021.]
 15. Marr, B. (2019). *What Is The Internet Of Bodies? And How Is It Changing Our World?* [online]. Dostupno na: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2019/12/06/what-is-the-internet-of-bodies-and-how-is-it-changing-our-world/?sh=29eb4e5168b7> [01.08.2021.]
 16. Mayoclinic.org. (2020). *Cochlear implants - Mayo Clinic*. [online] Dostupno na: <https://www.mayoclinic.org/tests-procedures/cochlear-implants/about/pac-20385021> [01.08.2021].
 17. Medtronic Diabetes. (2016). *Medtronic Diabetes Useful Information*. [online] Dostupno na: <https://www.medtronicdiabetes.com/search?t=8&cq=What%20is%20the%20MiniMed%E2%84%A2%20670G%20system?> [01.08.2021].
 18. Myrka, Y. (2020). *Advantages and Disadvantages of Implementing IoT in Healthcare*. [online] IoT For All. Dostupno na: <https://www.iotforall.com/iot-healthcare-advantages-disadvantages> [01.08.2021].
 19. Sayol, I. (2021). *Internet of bodies. Conquering the last frontier*. [online] Ignasi Sayol. Dostupno na: <https://ignasisayol.com/en/internet-of-bodies-conquering-the-last-frontier/> [01.08.2021].
 20. Scutti, S. (2016). *'Artificial pancreas' for type 1 diabetes wins FDA approval*. [online] CNN. Dostupno na: <https://edition.cnn.com/2016/09/29/health/artificial-pancreas/index.html> [01.08.2021].

21. Seljan, S.; Baretić, M.; Kučič, V. Information Retrieval and Terminology Extraction In Online Resources for Patients with Diabetes. *Collegium antropologicum*, 38 (2014), 2; 705-710
22. Statdlober, J. (2020). *An Introduction To The Internet of Bodies*. [online] Medium. Dostupno na: <https://medium.datadriveninvestor.com/an-introduction-to-the-internet-of-bodies-a93cadd9db51> [24.06.2021].
23. Stevens, S. i Jones, R. (1939). *The mechanism of hearing by electrical stimulation*, J. Acoust. Soc. Am., br. 10, str. 261-269
24. Volta, A. (1800). *On the electricity excited by mere contact of conducting substances of different kinds*. Royal Soc. Philos. Trans., br. 90, str. 403-431,
25. WhatIs.com. (2011). *What is brain-computer interface (BCI)? - Definition from WhatIs.com*. [online] Dostupno na: <https://whatis.techtarget.com/definition/brain-computer-interface-BCI> [01.08.2021.].
26. World Economic Forum. (2020). *Shaping the Future of the Internet of Bodies: New challenges of technology governance*. [online] Dostupno na: http://www3.weforum.org/docs/WEF_IoB_briefing_paper_2020.pdf [01.08.2021].
27. Zeng, F. G., Rebscher, S., Harrison, W., Sun, X. i Feng, H. (2008). *Cochlear implants: system design, integration, and evaluation*. IEEE reviews in biomedical engineering, 1, str. 115-142.

Popis slika

Slika 1: Primjeri korištenja uređaja tehnologije Interneta tijela	5
Slika 2: Ilustracija funkcije srčanih stimulatora.....	7
Slika 3: Ilustracija funkcije umjetne gušterače	9
Slika 4: Ilustracija funkcije Sučelja mozga i računala	11
Slika 5: Ilustracija funkcije pametnih tableta.....	13
Slika 6: Ilustracija funkcije senzora ugrađenih u tijelo.....	15
Slika 7: Opasnosti i negativne posljedice Interneta tijela	20

Primjena i opasnosti *Internet of Bodies (IoB)*

Sažetak

Kako se zdravstvena rješenja i pojačano promatranje ljudskog kretanja preklapaju s novim idejama Interneta stvari (engl. *Internet of Things, IoT*), nastalo je područje u razvoju koje povezuje Internet stvari s našim tijelom. Ime ove rastuće industrije je Internet tijela (engl. *Internet of Bodies, IoB*) koja prikuplja podatke ljudskih aktivnosti upotrebom različitih uređaja sa senzorskim mrežama koji se mogu ugraditi, progutati ili nositi na ljudskom tijelu. Jednom kad su podaci povezani, mogu se razmjenjivati, a i tijelo i uređaj mogu se daljinski promatrati i kontrolirati.

Posljedica toga je ogromna količina zdravstvenih podataka koji bi mogli poboljšati dobrobit ljudi širom svijeta. Pristup ovim biometrijskim podacima koji se prikupljaju uživo mogao bi prouzročiti napredak u medicinskom znanju i revoluciju u liječenju bolesti. S druge strane, to bi moglo povećati nejednakosti u zdravstvenim ishodima gdje bi samo ljudi s visokim financijskim prihodima imali pristup tim pogodnostima s malo pozitivnog učinka na rezultate.

Korištenje ljudskog tijela kao tehnološke platforme donosi mnogo izazovnih pravnih i političkih pitanja. Potrebno je baviti se velikim brojem rizika i izazova kako bi potencijal ove tehnologije bio u potpunosti shvaćen, od pitanja privatnosti do praktičnih prepreka.

Ključne riječi: IoB, Internet of Bodies, tehnologija, zdravstvo

Application and dangers of the *Internet of Bodies (IoB)*

Summary

As healthcare solutions and augmented observing of human motion overlap with the new ideas of the *Internet of Things (IoT)*, a developing area has emerged that connects the Internet of Things with our body. The name of this growing industry is the *Internet of Bodies (IoB)* which collects data on human activities using various devices with sensor networks that can be implanted, swallowed, or worn on the human body. Once the data is connected, it can be exchanged, and both the body and device can be distantly observed and controlled.

The result is an enormous amount of health-related data that could improve human welfare around the world. Access to this live-streaming biometric data might cause breakthroughs in medical knowledge and revolutionize the treatment of disease. On the other hand, it might increase health outcome inequalities where only people with high financial incomes have access to these benefits with a little positive effect on results.

Using the human body as a technology platform raises a lot of challenging legal and political questions. Numerous risks and challenges must be dealt with to fully comprehend the potential of this technology, from privacy issues to practical obstacles.

Keywords: IoB, Internet of Bodies, technology, healthcare