

BIONIKA

Janez Škrlec

Ljubljana, 2022

Naslov:	Bionika
Avtor:	Janez Škrlec
Izdajatelj in založnik:	PROFIDTP d.o.o., Škofljica
Oblikovanje ovitka:	Zlatko Levačič s.p., Škofljica
Priprava za tisk:	Boštjan Čadej
Tisk:	Camera d.o.o., Ljubljana
Naklada:	100 kosov
Maloprodajna cena:	24,90 eur

CIP – Katalogni zapis o publikaciji

© PROFIDTP d.o.o., Škofljica

To delo je avtorsko. Vse pravice so pridržane, v delih, odlomkih, poglavjih ali celoti, tako za kopiranje, prevajanje, uporabo ilustracij, predvajanje, reprodukcijo na mikrofilm ali drugih tehnikah za arhiviranje v različnih računalniških tehnikah (analogno ali digitalno). Kopiranje tega dela v celoti, posameznih poglavij, odlomkih ali delih so dovoljena v skladu z zakonom izključno z dovoljenjem avtorja knjige. Neupoštevanje zgoraj omenjenih zahtev bo izdajatelj knjige uveljavljal preko sodišča.

Predgovor

Bionika je osupljiva in vznemirljiva veda, ki skuša rešiti tehnične probleme in izzive z izkoriščanjem znanja narave in biologije. Danes je »bionika« dobro znana beseda, problem pa je v tem, da še obstajajo različne definicije bionike, npr. (Lindemann, U.; Gramann, J. // 2004 Nowadays »bionics« is a well known word, the problem is that there are different definitions of bionics). Bionika, znana tudi kot biomimikrija, biomimetika, se ukvarja s prenosom pojavov iz narave v tehnologijo. Čeprav bionika ni od danes, je za ta čas, v katerem živimo, izjemnega pomena. Še zlasti je pomembna za našo prihodnost. Bionika temelji na predpostavki, da živa narava z evolucijskimi procesi razvija optimizirane strukture in procese, iz katerih se lahko ljudje učinkovito učijo. Bionika kot interdisciplinarno raziskovalno področje privablja znanstvenike, inženirje, arhitekte, filozofe in oblikovalce. Bionika se ukvarja s sistematičnim prepoznavanjem rešitev žive narave in njihov cilj je vedno tehnični objekt ali proces, ločen od narave. To razlikuje bioniko od drugih podobnih znanosti, ki sicer uporabljajo in širijo biološke procese, kot so bioinformatika, biofizika in biokemija ter drugo. Bionika se običajno uporablja za reševanje problemov in ustvarjanje idej na tehničnem in procesnem inženiringu. Pomembna zahteva bionike ni »kopiranje« detajlov živega sistema, temveč obravnavanje tega sistema kot modela. Čeprav se v svetu bionika občasno interpretira na različne načine, je skupni imenovalac vsekakor posnemanje narave, naravnih sistemov živega sveta in prenos teh spoznanj v tehnične rešitve. Te rešitve se kažejo na različnih področjih, od medicine, zdravstva, robotike, energetike do industrije in drugega. Svetovna literatura nekatere razvojne usmeritve pogosto povezuje, bioniko s biomimetiko in tudi biomimikrijo, še zlasti na področjih posameznih inovacij, razvoja novih materialov, struktur in izdelovanja umetnih sistemov ali optimizacije obstoječih. V knjigi so predstavljeni različni vidiki in možnosti prekrivanja posameznih tematskih področij. Knjiga vsebuje tudi številne infografike, ki še na poseben način približajo nekatera dejstva, povezave v načinu prenosa bioloških dejstev in spoznanj, v tehnični in tehnološki svet. Zakaj takšen poudarek na bioniki, tudi glede organizacijskih shem? Naši trenutni proizvodni sistemi, tudi če jih dopolnjuje daljnosežna digitalizacija, ne zagotavljajo dolgoročno zadostnih rezultatov. Z omejenimi viri in našimi trenutno znanimi proizvodnimi sistemi ne bomo zadovoljevali vseh materialnih potreb in virov prihodnjih generacij. Prav tako vseh rešitev ne bo mogoče zagotoviti niti z daljnosežno digitalizacijo, ampak v kombinaciji z naprednimi bioničnimi procesi in strategijami.

Kazalo vsebine

Kaj je bionika in kako jo definiramo danes?	1
Splošno razumevanje bionike in osnovnih principov, podkrepljeno s praktičnimi primeri.....	2
Kako danes področno delimo in opredeljujemo bioniko?	3
Načini in pristopi reševanja tehničnih problemov z bioniko	5
Funkcionalna analiza in validacija prenosljivosti bioloških sistemov	8
Integrirani sistem bioničnega optimalnega načrtovanja	9
Biomimikrija in povezanost z bioniko.....	11
Posebni elementi bionske tehnologije in strategije bio-navdihnjenih sistemov..	12
Bionični materiali	13
Bionične strukture bioloških materialov in bio-navdihnjenih materialov	14
Bio-inspiriran senzorski sistem za zdravstveno oskrbo in interakcijo človek–stroj	16
Biološki modeli in računalniški modeli za obdelavo informacij.....	18
Mejniki v človeški bioniki.....	19
Ločevanje bioničnega dejstva od bionične fikcije in razvoj bioničnih robotov	21
Bionični vsadki in protetika ter tehnologije za človeško telo	22
Vmesniki možgani–računalnik, človek–stroj in hibridni bionični sistem	26
Krmiljenje bioničnih protez	27
Prihodnje smernice razvoja bioničnih okončin in nevrorobotska fuzija protetičnega dotika.....	29
Molekularna bionika in inženiring materialov za posebne aplikacije	31
Kakšne so danes omejitve bioničnih naprav in vsadkov?	32
Razvoj bioničnih možganov	33
Kako bodo bionične naprave komunicirale z živčnim sistemom?	36

Memristorji in biomemristorji na poti razvoja bioničnih vmesnikov	38
Nevromorfne naprave za bionično zaznavanje in razvoj bionične inteligence.....	39
Področje razvoja bionične inteligence in specializirano področje – nevbionika	41
Kaj prinaša bionika v svet kolaborativnih robotov?	43
Mehka robotika in posebne bionične tehnologije, ki so uporabne že danes	44
Kako so se razvili mehka robotika in mehki aktuatorji podobni človeški roki	45
Želje po ekstremno natančni manipulaciji z bioničnimi aktuatorji in okoljska združljivost	46
Človeška bionika (Human bionics)	48
Kaj pomeni bionični sistem?	50
Inteligence rojev in sistemi umetnega samoorganiziranega mreženja	51
Kolektivna moč inteligentnosti roja v umetni inteligenci, bioniki in robotiki	52
Kratka predstavitev projekta bionične lutke za izobraževalne namene.....	54
Bionično in biomimetično oblikovanje	59
Bionična protetika s podporo digitalnega dvojčka in umetne inteligence	61
Bionični eksoskeleti	62
Zmanjšanje poškodb z uporabo eksoskeletov	65
Bionika je vedno bolj povezana z zdravstvom, medicino in tudi tovrstno industrijo	67
Gradbena in arhitekturna bionika	69
Bionična gradnja, ki se zgleduje po rešitvah iz narave	71
Bionična energetska učinkovitost stavb in bionična zelena arhitektura	73
Tehnika shranjevanja latentne toplote in bionični pristopi	74
Posnemanje delovanja živih organizmov in povezovanje različnih disciplin	75
Bionski vodniki po virih energije.....	77
Bionične lopatice izboljšujejo energetska učinkovitost vetra	78

Bionski katalizatorji za proizvodnjo čiste energije.....	79
Bionika pri pogonih gibanja in osnovno razumevanje procesov	80
Bionično oblikovanje v avtomobilski industriji	82
Bionika za avtomobilsko varnost	83
Digitalni in bionični dvojni pristop za hiter razvoj izdelkov	84
Različni bionični pristopi	86
Smernice VDI 6220	87
Za razvoj bioničnega izdelka se lahko uporabijo tudi smernice VDI 2221	88
Bionski sistemi v industriji – primer BioARS	89
Nova generacija inteligentne proizvodnje	90
Sistem bioničnega sestavljanja (BAS – Bionic Assembly System)	92
Proizvodnja biološko navdihnjenih komponent in novi proizvodni pristopi.....	93
Bionični pristop pospešuje proizvodnjo (primer odlične prakse)	97
Pametno načrtovanje proizvodnje in bio-inspirirani proizvodni sistemi	99
Vodni robot in večnamenski bionični robot	101
Bionično načrtovanje energijsko učinkovitega mehanizma za hojo in dušenje vibracij robotov	106
Primer shranjevanja energije v robotskih sklepih.....	107
Nova spoznanja za načrtovanje bioničnih robotov bodo ključnega pomena.....	107
Novi bionični razvojni pristopi.....	108
Uvajanje bioničnih principov v proces razvoja izdelka	112
Biološko navdihnjene strukture.....	115
Pajkova svila postane bionična z integracijo nanotehnologije in spodbudi velike možnosti aplikacij.....	116
Novi materiali v živih modelih.....	118
Bionične nanostrukture in antibakterijski materiali	120

Bioinspirirani in bionični materiali bodo kot gradniki različnih najzahtevnejših naprav in sistemov	123
Izboljšani funkcionalizirani materiali svilenega fibroina (SF), dobri kandidati za bionične aplikacije.....	125
Razvoj umetnega bioničnega barorefleksnega sistema.....	128
Organska bionika: nova dimenzija v nevronskih komunikacijah.....	130
Bionični vid in tovrstna protetika	132
Razvojni trendi – bioničnih oči, leč in razvoj novih naprav	134
Industrija bioničnih naprav in sistemov je v svetu v velikem porastu	136
Pomembno področje je uporaba mikrofluidike za ustvarjanje hibridnih celičnih bioničnih sistemov	138
BioMEMS tehnologije – bionika je vedno bolj povezana z medicino in zdravstvom	140
Biosenzorji in bionanosenzorji so pot uspešnega razvoja tehnologije organov na čipu.....	144
Karakterizacija mikrofluidnih čipov, ki jih navdihuje listje.....	146
Projekti, v katerih je poudarek na bioniki	149
Umetni elektronski, bioelektronski in bionični nos	150
Velik napredek v bioelektronskih nosovih za zaznavanje različnih vonjav	152
Bionični algoritmi in možnosti aplikacij.....	154
Pregled in klasifikacija algoritmov, ki so bio-inspirirani	156
Gradnja bioničnih oskrbovalnih verig	157
Digitalne zmožnosti na višji ravni in operativni model bionične dobavne verige	160
Poti v bionični svet tudi skozi organizacijo nastajanja pravih bioničnih podjetij	161
Smernice za biološko transformacijo in biološki modeli za ekonomijo prihodnosti	163

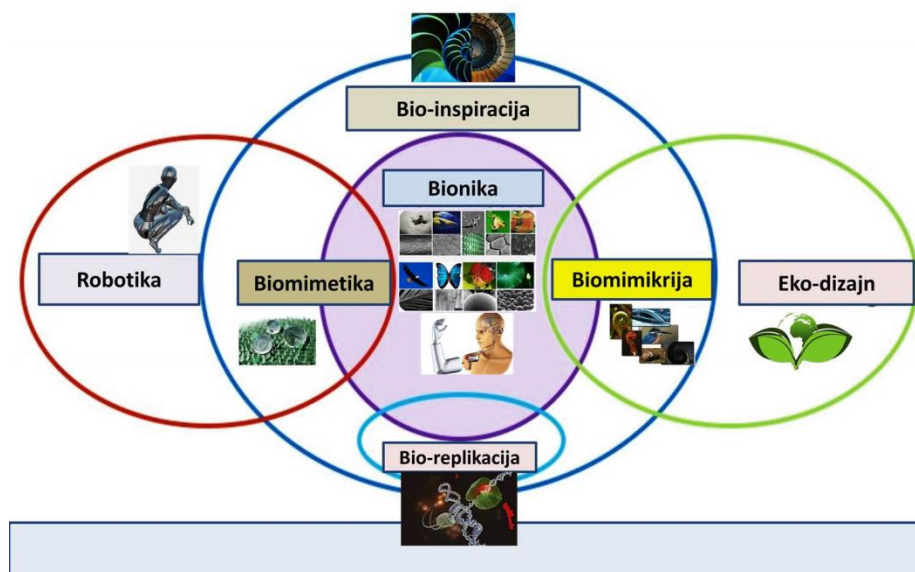
Biokonvergenčna paradigma, združitev različnih znanosti	166
Biodigitalna konvergenca na poti do NBIC.....	167
Bionični inženiring, dosednji dosežki in razvojne usmeritve za prihodnost.....	173
PASMA je le ena od metodologij bioničnega oblikovanja za reševanje problemov	175
3D-tiskane bionične nanonaprave	176
Povečanje učinkovitosti letalskih virov z uporabo tehnologije ALM in bioničnega oblikovanja	178
Sistemi za letenje, ki jih navdihujeta bio in bionična aerodinamika.....	179
Podvodna bionična kamuflažna komunikacija	181
Bionika in zelena tehnologija v pomorskem ladijskem prometu	183
Učinek premazov ladijskega trupa, ki ustvarja zračne plasti in zmanjša upor ter potrošnjo goriva	186
Bionično integriran mehanizem za določanje položaja.....	187
Inovacija na področju izboljšanja vrtnalnih tekočin s pomočjo bionike (koristne inovacije)	190
Ekstremna bionika in izzivi za bolj oddaljeno prihodnost.....	191
Nanobionika nove naprave za kognitivno izboljšanje in nastajajoča etična vprašanja uporabe	193
Metode za napajanje bioelektronskih in bioničnih naprav in razvojni izzivi na tem področju.....	194
Ali na dolgi rok pomeni nanobionično življenje realnost?	198
Kognitivna tehnologija in področje kognitivne biotehnologije.....	199
Ali smo sploh pripravljeni, da bi nam tehnologije, tudi s pomočjo bionike, spreminjale življenje?	202
Bionika in izobraževanje v okviru držav EU	204
Zaključek.....	207
Priznanja.....	209

Uporabljene kratice	210
Viri	214
Seznam slik	217
Seznam infografik	218

Kaj je bionika in kako jo definiramo danes?

Bionika je veda, ki proučuje biološke sisteme in funkcije živih bitij za reševanje tehniških in tehnoloških problemov. Eden od pionirjev bionike na področju razvoja in izdelave letalnih naprav je bil Leonardo da Vinci. Tudi on se je zgledoval po živalskem svetu, predvsem po živalih, ki znajo leti. Bionika je tesno povezana z različnimi vedami, predvsem z biologijo, fiziko, kemijo, kibernetiko in drugimi vedami. V zadnjem obdobju pa še zlasti z različnimi tehničnimi vedami: elektroniko, mehatroniko, robotiko, fotoniko, računalništvom, pametnimi materiali, nanotehnologijo, biotehnologijo itd.

Bio-inspiracija, bio-replikacija, bionika, biomimetika, biomimikrija, eko-dizajn in robotika



Infografika 1 Povezave med bioniko, biomimetiko, biomimikrijo

Bioniko je treba danes razumeti na način, da je narava milijarde let uspešno razvijala naravne, prilagodljive strategije preživetja. Organizmi in ekosistemi, ki nas obdajajo, se soočajo s številnimi enakimi izzivi kot mi. Bionika pomeni učenje iz narave in uporabo teh spoznanj pri tehničnih izzivih. Pri tem inženirji proučijo številne naravne modele in razvijejo optimizirane rešitve in tehnologije, ki odgovorijo na kompleksna vprašanja. Danes so v središču dogajanja bionično navdihnene inovacije, ki iščejo odgovore na trenutne tehnične izzive za industrijsko uporabo, medicino, zdravstvo, energetiko in drugo. Biološko navdihnene inovacije so še posebej idealne tudi za učne oz. izobraževalne namene in za prenos pridobljenega znanja v tehnologijo avtomatizacije, robotizacije, medicine in na številna druga področja. V svetu bioniko pogosto povezujejo (in celo zamenjujejo) z biomimetiko in biomimikrijo, vendar gre predvsem za prekrivanje posameznih področij in za skupno izhodišče iskanja odgovorov v naravi in naravnih sistemih. Vsekakor pa imajo vsa tri omenjena področja precej različnosti in tudi veliko skupnega, kar se potrjuje tudi v inovacijah, izdelkih in ne nazadnje tudi v podobnih tehnoloških pristopih. V tej knjigi je največji poudarek predvsem na bioniki.

Splošno razumevanje bionike in osnovnih principov, podkrepljeno s praktičnimi primeri

Bionika je tudi znanost o oblikovanju, konstruiranju, vrednotenju in vzdrževanju umetnih sistemov, ki posnemajo žive sisteme. Bionika ni specializirana znanost, ampak med-znanstvena disciplina. Bioniki analizirajo strukturna in funkcionalna načela organskih sistemov živih bitij in nato uporabijo ta načela za izgradnjo uporabnih umetnih sistemov in strojev. Bionika je tesno povezana tudi s kibernetikom, ta pa proučuje komunikacijske in nadzorne sisteme, ki vključujejo žive organizme in stroje oz. naprave. Bioinženiring je v bistvu ena od specialnosti, ki se ukvarja z gradnjo bioničnih sistemov, zlasti umetnih delov telesa, v skladu s specifikacijami, ki jih določa, medicina in zdravstvo. Bionika zahteva združevanje znanja s številnih področij. Prvi korak pri oblikovanju bionične rešitve je ugotoviti, kako deluje obstoječi naravni sistem. Drugi korak je analiza razmerja med deli naravnega sistema. Tretji korak vključuje dejansko oblikovanje bionične naprave za zamenjavo na primer okvarjenega naravnega sistema. Bionika ima številne aplikacije tudi zunaj področja medicine in zdravstva, na primer v energetiki, robotiki, industriji itd. Dolgo preden je bionika postala priznana veda in

med-znanstvena disciplina, so ljudje že uporabljali njene koncepte in tehnike. Biokemiki na primer dobro vedo, da se številne kemične reakcije v živih celicah pojavljajo na površinah in na vmesnikih ali skupnih mejah med različnimi materiali. Na površinah in vmesnikih se molekule fiksirajo in usmerijo na tako natančen način, da lahko poteka urejena vrsta kemičnih reakcij. Vse več kemičnih življenjskih procesov se danes obravnava z bioničnega vidika. Pričakuje se, da bo ta pristop prinesel mnogoštevilne komercialne rešitve. Ena zanimiva naravna spojina, ki služi kot bionični model, je vodoodporen cement, ki ga izločajo nekatere morske živali, da se prilepijo na skale, školjke ali dno čolnov. Laboratorijska sinteza podobnega cementa bi lahko koristila industriji in gradbeništvu. Podobnih primerov je seveda veliko in naloga bionike je, da jih prepoznamo in uporabimo za tehnične namene in to na različnih področjih.

Kako danes področno delimo in opredeljujemo bioniko?

Bioniko danes delimo na več različnih načinov, ta delitev pa se nekoliko razlikuje med Evropo, ZDA, Kitajsko in drugimi geografskimi okolji. V izhodišču govorimo o področjih bionike; biološka bionika, ki se ukvarja s procesi v bioloških sistemih, teoretično bioniko, ki je povezana z matematičnimi modeli in procesi, ter tehniško bioniko, ki uporablja modele teoretične bionike za reševanje inženirskih nalog. Bionika se v zadnjih letih deli tudi na posebna področja, predvsem glede uporabe bioničnih inovacij na poti do oblikovanja, uporabe novih materialov vse do izdelkov. Po tej delitvi jo delijo na konstrukcijsko bioniko, procesno in informacijsko bioniko. V okvir konstrukcijske bionike je zajeta bionika materialov, bioničnih snovi, bionične protetike, nadalje robotske bionike in drugo. V procesno bioniko se vključuje energetska bionika, arhitekturna bionika, senzorska bionika in kinematična bionika. V okvir informacijske bionike se običajno zajema nevbionika, evolucijska bionika, organizacijska bionika in drugo.