

Univerza v Ljubljani



Najodličnejši raziskovalni dosežki

Univerze v Ljubljani

v letu 2017

Kazalo

Uvodna beseda prorektorja Univerze v Ljubljani prof. dr. Matjaža Krajnc	5
1. <i>Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani: Prelomno odkritje o mehanskih povezavah planktonskih bakterij v redkih suspenzijah</i>	6
2. <i>Fakulteta za arhitekturo Univerze v Ljubljani: Novo računsko orodje za protipotresno utrditev zgodovinskih zidanih stavb s pomočjo potresne izolacije</i>	7
3. <i>Fakulteta za družbene vede Univerze v Ljubljani: Za prelivanje znanja od podjetij v tuji lasti na domača je ključna absorpcijska sposobnost slednjih</i>	8
4. <i>Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani: Nova metoda za slikovno določevanje energijske reže fotonapetostnih modulov</i>	9
5. <i>Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani: Razložili enega od mehanizmov preživetja bakterij v prisotnosti antibiotikov</i>	10
6. <i>Fakulteta za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani: Heksagonalni kvazikristal na osnovi bronastega števila</i>	11
7. <i>Fakulteta za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani: Nova metodologija za vrednotenje kratkoročnih vizualnih sledilnikov</i>	12
8. <i>Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani: Učinkovita dezinfekcija vode s pomočjo hidrodinamske kavitacije</i>	13
9. <i>Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani: Računski modeli presnove jeter: kako daleč od klinične uporabe?</i>	14
10. <i>Zdravstvena fakulteta Univerze v Ljubljani: Možnost za diagnostiko in terapijo raka</i>	15

Spoštovani,

slavnostni teden v decembru, v katerem obeležujemo začetek delovanja Univerze v Ljubljani, ponovno ponuja priložnost, da predstavimo nekaj najodličnejših raziskovalnih dosežkov sodelavcev naše univerze v preteklem študijskem letu. Posebej smo ponosni na tiste dosežke, s katerimi se Univerza v Ljubljani uvršča v vrh svetovne znanosti.

Brez univerze, ki je učinkovita pri izobraževanju, raziskavah in inovacijah ter povezana s svojo okolico, se družba na izzive hitro spreminjajočega sveta ne bi mogla odzivati. Raziskave so del osnovnega poslanstva univerze in nezamenljivi del kakovosti. Raziskovalna, izobraževalna in umetniška dejavnost na univerzi zajemajo širok izbor znanstvenih ved, ki presegajo omejenost posamezne stroke, prispevajo k univerzalnosti in omogočajo interdisciplinarnost. Univerza v Ljubljani kot najstarejša in največja visokošolska in znanstvenoraziskovalna ustanova v državi v slovensko zakladnico znanja prispeva več kot polovico znanstvenih rezultatov. Ti so plod novih zamisli in odkritij, ki izvirajo iz človeške radovednosti, ustvarjalnosti in pobude. Vse oblike visokošolskega izobraževanja morajo stremeti k temu, da študente opremijo s sposobnostjo razumevanja novih konceptov, kritičnega in ustvarjalnega razmišljanja ter podjetnega delovanja. Pri tem sta ključna visokokakovostna, raziskovalno-intenzivna podiplomski študij in doktorsko usposabljanje. Le tako lahko izobrazimo raziskovalce in inovatorje, ki ustvarjajo temelje za znanstvena odkritja ter spodbujajo in sprejemajo nove zamisli.

Pogoji za raziskovalno delo na univerzi postajajo vse manj ugodni. Pristojni na ministrstvih ne želijo razumeti neločljive prepletenosti izobraževalnega procesa in za njegovo kakovost nujno potrebnega raziskovalnega dela. Pred kratkim objavljen osnutek Zakona o raziskovalni in razvojni dejavnosti ne obravnava univerz kot temeljnih nosilcev znanstvenoraziskovalne dejavnosti, pedagoškim delavcem pa ne priznava enakopravnega statusa raziskovalcev.

Kljub temu dosežki naših raziskovalcev kažejo, da z visoko motivacijo, iznajdljivostjo in odrekanjem dosegamo vrhunske rezultate. To razkriva tudi letošnji izbor desetih najodličnejših raziskovalnih dosežkov Univerze v Ljubljani. Izmed 39 predlogov članic Univerze v Ljubljani jih je izbrala delovna skupina, ki jo je imenovala Komisija za raziskovalno in razvojno delo Univerze v Ljubljani. Delovno skupino sestavljajo prof. dr. Maja Bučar, prof. dr. Damjana Rozman, prof. dr. Marko Munih in prorektor prof. dr. Matjaž Krajnc.

Pri izboru je delovna skupina upoštevala predvsem znanstveno odličnost, ki se izkazuje s citati in vplivnostjo revije, kjer je bilo delo objavljeno, pri čemer je strmela k upoštevanju velikih razlik med vedami. Na izbor so vplivali tudi zaključena celota dosežka, zanimiva za širšo strokovno in splošno javnost, koristnost uporabe in interdisciplinarnost. Komisija je vse predloge obravnavala enako, ne glede na to, kateri veđi pripadajo, in ne glede na to, ali so raziskave osnovne ali neposredno uporabne.



Prof. dr. Matjaž Krajnc,
prorektor za področje znanstvenoraziskovalnega dela

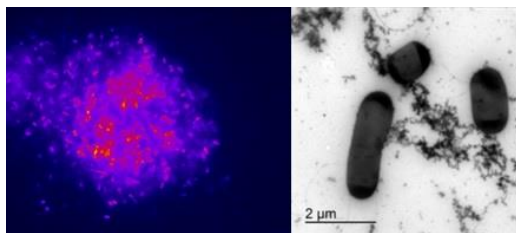
Prelomno odkritje o mehanskih povezavah planktonskih bakterij v redkih suspenzijah

Temeljno naravoslovno odkritje o mehanskih povezavah med bakterijami, za katere so raziskovalci menili, da ne obstajajo, spreminja pogled na mikroorganizme, razumevanje bakterijskega sodelovanja in njihovega vpliva na okolje.

Skupina raziskovalcev z Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani je skupaj s sodelavci z Medicinske fakultete ter Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani (Simon Sretenović, Biljana Stojković, Iztok Dogša, Rok Kostanjšek, Igor Poberaj in David Stopar) odkrila mehanske povezave med bakterijami, za katere so raziskovalci menili, da ne obstajajo, in na ta način porušila večstoletno dogmo o nepovezanih planktonskih bakterijskih celicah. Temeljno naravoslovno odkritje spreminja pogled na mikroorganizme, razumevanje bakterijskega sodelovanja in njihovega vpliva na okolje.

Raziskava je pokazala prisotnost fizičnih povezav med bakterijskimi celicami, ki jih s standardnimi mikroskopskimi tehnikami ni mogoče zaznati. Raziskovalci so uporabili optično pinceto in kot prvi opazili, da se bakterijske celice, ki ne plavajo, medsebojno povežejo v nevidno mrežo prek katere sledijo gibanju optično ujete bakterije. Z merjenjem viskoznih in elastičnih lastnosti zunajcelične mreže so raziskovalci ovrgli idejo, da so bakterijske celice v suspenziji neodvisne druga od druge in se premikajo zgolj zaradi hidrodinamskih interakcij. Rezultati kažejo, da so bakterije v suspenziji sposobne izdelati dobro povezane mikrobnе strukture na dolge razdalje (tudi več kot 100 mikrometrov). Za vidno bakterijsko strukturo se skriva do sedaj nevidna mreža medceličnih povezav, ki predstavlja osnovno tkanino ekosistema. Spoznanje, da je možen popolnoma nov vpogled v fiziologijo bakterij, je vznemirljivo in obeta veliko. Po predvidevanjih bo odkritje sprožilo interes za proučevanje problemov odpornosti na antibiotike v razredčenih bakterijskih kulturah, kar bo pripomoglo k razvoju novih protimikrobnih sredstev. Odkritje bo pomagalo pri razumevanju nastanka morskih mikroagregatov, kar vodi do pojavov cvetenja morja.

Vir: SRETENOVIĆ, Simon, STOJKOVIĆ, Biljana, DOGŠA, Iztok, KOSTANJŠEK, Rok, POBERAJ, Igor, STOPAR, David. An early mechanical coupling of planktonic bacteria in dilute suspensions. *Nature communications*, ISSN 2041-1723, Aug, 2017, vol. 8, str.1-10, IF 12.124. Genetic identification of thiosulfate sulfurtransferase as an adipocyte-expressed antidiabetic target in mice selected for leanness. *Nature medicine*, ISSN 1078-8956, 2016, vol. 22, no. 7, str. 771-779, ilustr.<http://www.nature.com/nm/journal/vaop/ncurrent/full/nm.4115.html>,<http://www.nature.com/nm/journal/vaop/ncurrent/extref/nm.4115-S1.pdf>, doi: 10.1038/nm.4115. [COBISS.SI-ID 3738248]



V suspenziji ujete bakterije Bacillus subtilis v zunajcelično DNA (slika levo); zunajcelični polimeri fizično povezujejo posamezne celice v mrežo (desno)

Vir slike: Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani

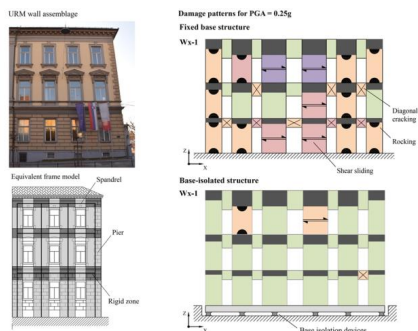
Novo računsko orodje za protipotresno utrditev zgodovinskih zidanih stavb s pomočjo potresne izolacije

Raziskovalca Fakultete za arhitekturo Univerze v Ljubljani sta razvila nov pristop računskega modeliranja odziva zidanih stavb na potresno obremenitev ter metodo za izbiro primernega tipa izolacijskih naprav za vgradnjo v kulturnozgodovinske objekte.

Pri zgodovinskih zidanih stavbah z uporabo konvencionalnih sanacijskih gradbenih posegov lahko dosežemo izjemno visoko stopnjo varnosti pred porušitvijo, vendar pa so takšni ukrepi tudi zelo invazivni in zahtevajo razmeroma velike posege v objekt ter s tem tudi v njegovo zgodovinsko in kulturno substanco. Na potresno ogroženih območjih po svetu se v določenih primerih uporablja tudi potresna izolacija. Osnovni princip delovanja takega sistema je, da se s povečanjem nihajne dobe in dušenja celotnega sistema zmanjša raven sil, ki nastanejo na konstrukciji med potresno obremenitvijo. Za ta namen se uporabljajo posebna ležišča, ki se običajno vgrajujejo na nivo temeljev konstrukcije. To pomeni, da v takih primerih pretirani posegi v objekt sploh niso potrebni. V tem kontekstu je uporaba potresne izolacije pri zgodovinskih zidanih stavbah svojevrstna rešitev, saj omogoča povečanje potresne odpornosti ob minimiziranju posegov na objektu. Zaradi zahtevnosti vgradnje takšnih naprav in razmeroma visoke cene so tovrstni posegi omejeni na najbolj dragocene stavbe kulturne dediščine.

V prvi fazi raziskav sta raziskovalca Fakultete za arhitekturo Univerze v Ljubljani (Simon Petrovčič in Vojko Kilar) razvila nov pristop računskega modeliranja odziva zidanih stavb na potresno obremenitev, v nadaljevanju pa tudi metodo za izbiro primernega tipa izolacijskih naprav za vgradnjo v kulturnozgodovinske objekte, ob upoštevanju dovoljene stopnje poškodovanosti spomenika, ki jo projektanti izberejo skupaj z lastnikom, konservatorjem in upravljavcem dediščine.

Vir: PETROVČIČ, Simon, KILAR, Vojko. Seismic retrofitting of historic masonry structures with the use of base isolation - modelling and analysis aspects. International journal of architectural heritage : conservation, analysis and restoration, ISSN 1558-3058.[Print ed.], 2017, vol. 11, iss. 2, str. 229-246.



Prikaz zunanje stene tipične zgodovinske zidane stavbe in njenega računskega modela (levo) ter primerjava poškodb pri projektni potresni obremenitvi brez izvedbe sanacijskih posegov in po izvedeni sanaciji s potresno izolacijo (desno)

Vir slike: www.tandfonline.com

Za prelivanje znanja od podjetij v tuji lasti na domača je ključna absorpcijska sposobnost slednjih

Absorpcijska sposobnost za prelivanje znanja pri domačih podjetjih je odvisna zlasti od ravni tehnološkega razvoja, raziskav in razvoja ter inovacijske dejavnosti, ravni razvitosti človeškega kapitala, ravni produktivnosti in/ali izvozne usmerjenosti.

Avtorja (Matija Rojec, Fakulteta za družbene vede Univerze v Ljubljani, in Mark Knell, NIFU Nordic Institute for Studies in Innovation Research and Education) analizirata najnovejše vsebinske in metodološke prispevke k analizi prelivanja znanja od neposrednih tujih investicij (NTI), ki so prinesli nekatere bolj optimistične rezultate glede teh prelivanj in ki lahko pomagajo v nadaljnjem razvoju tega področja raziskovanja. Izsledke sta objavila v reviji *Journal of Economic Surveys*.

Prelivanje znanja ('knowledge spillovers') od podjetij v tuji lasti na domača podjetja je potencialno eden najpomembnejših razvojnih učinkov vhodnih neposrednih tujih investicij (NTI) za državo prejemnico. Empirične analize prelivanja znanja od NTI kažejo mešane rezultate, saj ugotavljajo tako pozitivne, kot nevtralne in negativne učinke prelivanja. Pomanjkanje dokazov za prelivanje v glavnem izhaja iz rezultatov panelne analize individualnih podjetniških podatkov. To je pomembno, saj je prav ta pristop najprimernejši za ocenjevanje prelivanj znanja od NTI. Članek analizira najnovejše vsebinske in metodološke prispevke k analizi prelivanja znanja od NTI, ki so prinesli nekatere bolj optimistične rezultate glede prelivanj in ki lahko pomagajo v nadaljnjem razvoju tega področja raziskovanja.

Najpomembnejši vsebinski napredek v raziskovanju se nanaša na uvajanje celega niza virov heterogenosti tako tujih podružnic kot domačih podjetij v analizo. Druge vsebinske novosti vključujejo razlikovanje med vertikalnimi (med-panožnimi) in horizontalnimi (znotraj-panožnimi) prelivanji ter absorpcijsko sposobnost države prejemnice in domačih podjetij. Metodološki napredek se nanaša na razlikovanje med prelivanjem tehnologije/znanja in produktivnosti, izboljšanje modeliranja in metod ocenjevanja ter na naraščajočo količino in kakovost podatkov. Slej ko prej velja, da je za prelivanje znanja od podjetij v tuji lasti na domača podjetja ključna absorpcijska sposobnost slednjih.

Vir: Why is there a lack of evidence on knowledge spillovers from foreign direct investment? *Journal of economic surveys*, 2017, vol. 31, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/joes.12207/full>.



Članek o prelivanju znanja od neposrednih tujih investicij je bil objavljen v reviji Journal of Economic Surveys.

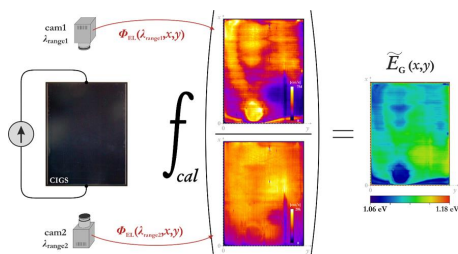
Nova metoda za slikovno določanje energijske reže fotonapetostnih modulov

V proizvodnji omogoča kontrolo kakovosti in zgodnje odkrivanje sprememb proizvodnega procesa, v raziskavah pa odkrivanje nehomogenosti z možnostjo optimizacije procesov nanašanja tankih plasti polprevodnikov, ki so aktivni del sončnih celic.

Raziskovalna skupina s Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani (Matevž Bokalič, Marko Topič) je v sodelovanju z inštitutom Forschungszentrum Jülich (Bart E. Pieters, Andreas Gerber, Uwe Rau) razvila edinstveno metodo za slikovno določanje energijske reže absorberjev fotonapetostnih modulov s spremenljivo stehiometrijo. Metoda temelji na pojavu luminiscence, kjer optoelektronski element pod vplivom vzbujanja seva svetlobo. Svetlobo se zajame v dveh ali več različnih spektralnih območjih, za kar je mogoče uporabiti kamere z različnimi spektralnimi odzivi. Na osnovi kalibracijske relacije in razmerja zajetih slik se določi energijsko režo absorberja, $\vec{E}_G(x,y)$, po celotni površini fotonapetostnega modula. Bistvena prednost nove metode je izredno hitra določitev energijske reže absorberja po celotni površini fotonapetostnega modula, kar z obstoječimi metodami sploh ni bilo možno. Hitrost in nedestruktivnost metode omogočata in-situ uporabo tako v industrijskem okolju kot tudi v raziskavah. V proizvodnji omogoča kontrolo kakovosti in zgodnje odkrivanje sprememb proizvodnega procesa, v raziskavah pa odkrivanje nehomogenosti z možnostjo optimizacije procesov nanašanja tankih plasti polprevodnikov, ki so aktivni del sončnih celic.

Rezultati metode omogočajo izboljšanje razumevanja delovanja in nadzor kakovosti proizvodnje PV modulov, oboje pa je ključnega pomena za razvoj in proizvodnjo še bolj učinkovitih in cenovno dostopnih PV modulov. Razvita metoda je svetovna novost v karakterizaciji fotonapetostnih modulov, zato je metoda v postopku zaščite z nemško in evropsko patentno prijavo. Delež Univerze v Ljubljani na patentu je 70-odstoten.

- Viri: 1. Bokalič M, Pieters BE, Gerber A, Rau U, Topič M. Bandgap imaging in Cu(In,Ga)Se₂ photovoltaic modules by electroluminescence. Progress in Photovoltaics: Research and Applications, Feb 2017. (IF=6,72)
2. Bokalič M, Pieters BE, Gerber A, Rau U, Topič M. Bandgap Fluctuations Observed by EL in various Cu(In,Ga)(Se,S)2 PV Modules. IEEE Journal of Photovoltaics, Accepted for publication, 2017. (IF=3,71)
3. Bokalič M, Topič M, Gerber A, Pieters BE, Rau U. Method and device for the determination of a measure of band gaps at optoelectronic components. Pat. Pending: PCT/EP2016/080910, 2016



Metoda za slikovno določanje energijske reže fotonapetostnih modulov na primeru CIGS PV modula
Vir: Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani

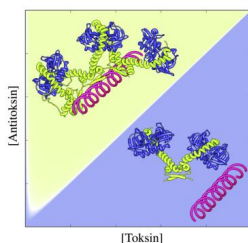
Razložili enega od mehanizmov preživetja bakterij v prisotnosti antibiotikov

Raziskovalci s Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani so v sodelovanju z belgijskimi raziskovalci prvi pojasnili molekularni mehanizem delovanja modulov toksin-antitoksin, ki razloži kako in zakaj lahko bakterijske celice zaustavijo svojo rast in razvoj.

Preživetje bakterijskih celic kljub prisotnosti antibiotikov povzroča velike težave pri zdravljenju bakterijskih infekcij. Preživetje jim omogočajo mutacije (sprememba genotipa – rezistenca) ali zaustavitev rasti in razvoja (sprememba fenotipa – perzistenca), ki vodi bakterijske celice v t. i. »speč« stanje z zaustavljenim metabolizmom. Ko koncentracija antibiotika pade, se bakterije »prebudijo« in namnožijo, kar povzroča mnoge ponavljajoče se in kronične bolezni. Znano je, da lahko bakterijske celice zaustavijo svoj metabolizem s pomočjo lastnih genetskih sistemov, imenovanih moduli toksin-antitoksin. Raziskovalci s Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani (San Hadži, Igor Drobnač, Andrej Mernik, Črtomir Podlipnik, Jurij Lah) so v sodelovanju z belgijskimi raziskovalci (laboratorij Remy Lorisa) prvi pojasnili molekularni mehanizem delovanja modulov toksin-antitoksin, ki razloži, kako in zakaj lahko bakterijske celice zaustavijo svojo rast in razvoj. Delovanje modula je odvisno od zapletene regulacije prepisovanja genov, ki vsebujeta zapis za proteina toksin in antitoksin. Regulacijo prepisovanja genov so raziskovalci opisali s pomočjo prostorskih struktur različnih kompleksov toksin-antitoksin ter povezav med njimi, ki jih definira osrednja fizikalna teorija termodinamika. Podrobno razumevanje interakcij na molekularni ravni omogoča napoved regulacije rasti bakterijskih celic pod stresnimi pogoji, kar odpira možnosti za načrtovane posege v delovanje modula, s katerimi bi lahko kontrolirali nastanek perzistentnih bakterijskih celic.

Raziskave, ki so plod zamisli slovenskih raziskovalcev, so objavljene v treh člankih v uglednih mednarodnih revijah (faktor vpliva > 10).

1. San Hadži, Andrej Mernik, Črtomir Podlipnik, Remy Loris in Jurij Lah, "The thermodynamic basis of the fuzzy interaction of an intrinsically disordered protein", *Angew. Chem. Int. Ed.* 2017, DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/anie.201707853> (IF 2016 = 11,709, 11/163 chemistry, multidisciplinary)
2. San Hadži, Sarah Haesaerts, Dukas Jurėnas, Kenn Gerdes, Jurij Lah in Remy Loris, "Ribosome-dependent Vibrio cholerae mRNAse HlgB2 is regulated by a β -strand sliding mechanism", *Nucleic Acids Res.* 2017, 45, 4972. (IF 2016 = 10,162, 14/286 biochemistry & molecular biology)
3. Alexandra Vandervelde, Igor Drobnač, San Hadži, Yann G.-J. Sterckx, Thomas Welte, Henri De Greve, Daniel Charlier, Rouslan Efremov, Remy Loris in Jurij Lah, "Molecular mechanism governing ratio-dependent transcription regulation in the *ccdAB* operon", *Nucleic Acids Res.* 2017, 45, 2937. (IF 2016 = 10,162, 14/286 biochemistry & molecular biology)



Stanja modula toksin-antitoksin pri različnih koncentracijah toksina in antitoksina (fazni diagram)

Vir slike: San Hadži

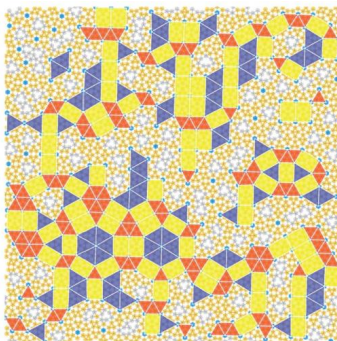
Heksagonalni kvazikristal na osnovi bronastega števila

Primož Ziherl s Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani ter Tomonari Doteru in Shinichi Bekku z Univerze Kindai iz Osake so v prestižni reviji Nature Materials objavili članek, v katerem predlagajo dvorazsežni kvazikristal, ki izhaja iz števila bronastega reza in ima šestštevno simetrijo.

Ta vrsta kvazikristalne ureditve je zanimiva zato, ker dopolnjuje Penrosovo in Ammann-Beenkerjevo tlakovanje, ki slonita na zlatem oziroma srebrnem številu, in ker opozarja, da kvazikristalni red nima nujno prepovedane simetrije. V tem smislu je delo znaten teoretični korak naprej na področju kvazikristalov, ki je obenem pomemben po eksperimentalni plati.

Novo heksagonalno kvazikristalno tlakovanje tvorijo tri vrste ploščic – mali in veliki enakostranični trikotniki ter pravokotniki –, ki jih uredimo na podlagi doslej nepoznanega inflacijskega pravila. Doteru, Bekku in Ziherl so z numeričnimi simulacijami pokazali, da je razurejeno inačico novega kvazikristala mogoče dobiti v monodisperznem sistemu delcev z zelo preprosto stopničasto odbojno interakcijo. Nadalje so zgradbo heksagonalnega kvazikristala podrobno raziskali z višjerazsežno analizo, v kateri 2D strukturo predstavimo kot projekcijo kubičnega kristala v 6D hiperprostoru. Lokalne strukturne motive, značilne za heksagonalni kvazikristal, je opaziti v aproksimantih v zlitinah kovin in silicija, v ultratankih plasteh barijevega titanata in v binarnih zmeseh nanodelcev, tako da je pričakovati, da bi v tovrstnih sistemih lahko eksperimentalno odkrili tudi novi kvazikristal.

Vir: T. Doteru, S. Bekku in P. Ziherl, Bronze-mean hexagonal quasicrystal, Nat. Mater. 16, 987 (2017).



Razurejeno heksagonalno tlakovanje na osnovi bronastega števila v 2D sistemu mehkih delcev s trdo sredičo, dobljeno z numerično simulacijo

Vir slike: Tomonari Doteru, Shinichi Bekku in Primož Ziherl

Nova metodologija za vrednotenje kratkoročnih vizualnih sledilnikov

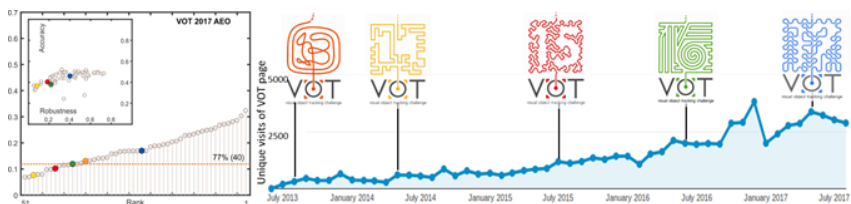
Raziskovalci s Fakultete za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani so izdelali rigorozno metodologijo za analizo sledilnikov ter metodologijo za sistematično določitev testne zbirke podatkov z veliko opisno močjo, za razširjanje vpliva predlaganih metodologij pa ustanovili pobudo VOT Challenge, ki je doživela izjemno podporo v skupnosti.

Vizualno sledenje objektov je izjemno prodorno področje s širokim spektrom aplikacij, ki segajo od videonadzornih sistemov do avtonomnih robotov. Zgolj na najpomembnejših konferencah računalniškega vida se letno objavi na desetine novih pristopov, pomanjkanje standardizirane metodologije za analizo sledilnikov pa ovira jasen pregled nad razvojem področja.

Kot odgovor na to so raziskovalci s Fakultete za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani (Matej Kristan, Luka Čehovin Zajc, Aleš Leonardis) izvedli obširno teoretično in eksperimentalno študijo ter izdelali rigorozno metodologijo za analizo sledilnikov. Rezultate so objavili v dveh najprestižnejših revijah računalništva in informatike. Za razširjanje vpliva predlaganih metodologij so ustanovili pobudo VOT Challenge (<http://www.votchallenge.net>), v sklopu katere zadnjih pet let organizirajo izzive in delavnice na glavnih konferencah računalniškega vida.

Pobuda je doživela izjemno podporo v skupnosti, metodologija postaja standard za analizo sledilnikov. Spletna stran VOT beleži preko 4000 mesečnih obiskov, članek z rezultati zadnjega izziva pa obsega preko sto soavtorjev, ki so sodelovali pri analizi. Zgolj članek z rezultati lanskoletnega izziva je v enem letu na portalu ResearchGate zabeležil preko 820 pregledov.

Viri: Kristan, M., Matas, J., Leonardis, A., Vojir, T., Pflugfelder, R., Fernandez, G., Nebehay, G., Porikli, F., Čehovin Zajc, L. (2016) A Novel Performance Evaluation Methodology for Single-Target Trackers, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (TPAMI), 38 (11), 2137 - 2155, IF=8.329 (2/133), čistih citatov: 14, citati na Google scholar: 68.
Čehovin Zajc, L., Leonardis, A., Kristan, M. (2016), Visual object tracking performance measures revisited, IEEE Transactions on Image Processing (TIP), 25 (3), 1261 - 1274, IF=4.828 (13/133), čistih citatov: 10, citati na Google scholar: 40.
Kristan, M., Leonardis, A., Matas, J., Felsberg, M., Pflugfelder, R., Čehovin Zajc, L., Vojir, T., Hager, G., Lukežič, A., Fernandez, G., et al. (2016) The Visual Object Tracking VOT2016 challenge results, VOT2016 workshop, Proceedings of ECCV2016, Springer, IF=0.552 (151/302), čistih citatov: 5, citati na Google scholar: 384.
Čehovin Zajc, L. (2017) TraX : the visual Tracking eXchange protocol and library, Neurocomputing, 2017, (260), 5-8.
Čehovin Zajc, L., Lukežič, A., Leonardis, A., Kristan, M., Beyond standard benchmarks: Parameterizing performance evaluation in visual object tracking, International conference on computer vision 2017, ICCV2017, Google scholar CVPR journals and conferences h-5 index: 89, Stopnja sprejeti člankov: 28%



Razprstitev sledilnikov v VOT2017 (levo) in rast skupnosti zadnjih pet let (desno)

Vir: Matej Kristan in Luka Čehovin Zajc

Učinkovita dezinfekcija vode s pomočjo hidrodinamske kavitacije

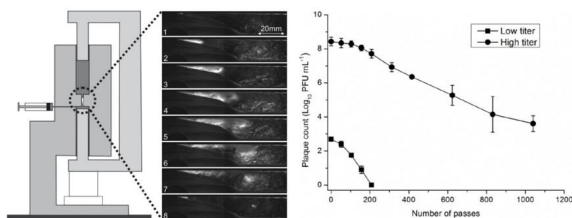
Raziskovalci s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani in Nacionalnega inštituta za biologijo so prvi na svetu pokazali na možnost inaktivacije virusov s pomočjo hidrodinamske kavitacije – hitrega uparjanja in rekondenzacije vode kot posledice nenadne lokalne spremembe tlaka.

Cilj čiščenja voda je zmanjšanje patogenih mikroorganizmov do mere, ko ti niso več škodljivi za zdravje. Standardni postopki dezinfekcije vode so energetsko ali okoljsko neučinkoviti. Raziskovalci s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani (Janez Kosel, Matevž Dular) in Nacionalnega inštituta za biologijo (Ion Gutiérrez-Aguirre, Nejc Rački, Tanja Dreo, Maja Ravnikar) so pod vodstvom Matevža Dularja kot prvi na svetu pokazali na možnost inaktivacije virusov s pomočjo hidrodinamske kavitacije – hitrega uparjanja in rekondenzacije vode kot posledice nenadne lokalne spremembe tlaka.

V članku v reviji *Water Research* so kvantificirali vpliv hidrodinamske kavitacije na infektivnost bakteriofaga MS-2 (modelni organizem človeku nevarni norovirus). Rezultati kažejo na signifikantno zmanjšanje števila infektivnih virusov vrste MS-2 – dosegli so več kot desetisočkratno zmanjšanje v številu infektivnih virusov, s čimer so dosegli prag dezinfekcije, kot ga predpisuje EPA (Environmental Protection Agency). Z raziskavo so odprli možnost k novi energetsko učinkoviti metodologiji dezinfekcije vode. Članek je bil s strani urednika in recenzentov označen kot zgodovinski mejnik ter potencialno revolucionarna tehnologija dezinfekcije vode. Med 'featured publications' ga je uvrstila tudi International Water Association (IWA).

Poleg omenjene raziskave je skupina s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani v preteklih letih pokazala tudi na možnosti uporabe kavitacije kot energetsko in okoljsko učinkovite metode za odstranjevanje farmacevtikov, cianobakterij, alg in bakterij. Rezultate so predstavili v osmih revijalnih člankih in štirih patentih, ki so bili citirani že več kot dvestokrat.

Vir: KOSEL, Janez, GUTIÉRREZ-AGUIRRE, Ion, RAČKI, Nejc, DREO, Tanja, RAVNIKAR, Maja, DULAR, Matevž. Efficient inactivation of MS-2 virus in water by hydrodynamic cavitation. *Water research*, 2017, vol. 124, str. 465-471. (Kategorija: 1A1 (Z, A*, A, A1/2), IF = 6,942; ZR - water resources: 1/88, IH - engineering, environmental: 2/49, JA - environmental sciences: 8/229)



Za namene raziskav vpliva kavitacije na viruse je bila zasnovana mililitrska kavitacijska naprava (levo), v kateri se razvije hidrodinamska kavitacija (sredina). Diagram (desno) prikazuje očitno zmanjšanje (>99,99%) infektivnosti MS-2 virusa po izpostavitvi kavitaciji. Vir: Janez Kosel s sodelavci

Računski modeli presnove jeter: kako daleč od klinične uporabe?

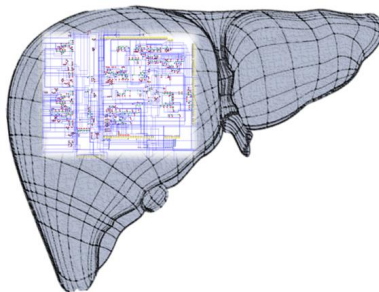
Klinična uporaba presnovnih modelov je trenutno še omejena, navkljub dejstvu, da imajo le-ti veliko potencialno klinično vrednost, bodisi kot diagnostično sredstvo za prepoznavanje zdravil ali kot orodje za vodenje posamezniku prilagojenega zdravljenja.

Računski modeli so postali nepogrešljivi pri pojasnjevanju delovanja kompleksnih sistemov, kot so človeško telo in njegovi organi. Tovrstne modele lahko uporabimo tudi pri razumevanju presnove, ki je ključnega pomena tako za učinkovito diagnozo in zdravljenje bolezni jeter kot tudi za razumevanje presnove zdravil. S pristopi sistemske biologije/medicine lahko tako predstavimo kompleksnost jetrnih odzivov in njihovih sistemskih posledic v drugih organih.

V delu *Large-scale computational models of liver metabolism: How far from the clinics?*, ki je bilo objavljeno v reviji *Hepatology*, so raziskovalci z Medicinske fakultete Univerze v Ljubljani (Tanja Cvitanović, Damjana Rozman) in s Fakultete za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani (Miha Moškon, Miha Mraz), v sodelovanju z nemškimi kliniki Univerze Saarlandes (Matthias C. Reichert, Frank Lammert), predstavili najsodobnejše računske modele, ki opisujejo dinamiko jeter. Med njimi je tudi na Univerzi v Ljubljani zgrajen presnovni model SteatoNet, ki kot prvi popisuje interakcije jeter z okoliškimi organi. Ker kot prvi popisuje tudi uravnavanje presnovnih procesov, je primeren za iskanje bioloških označevalcev – biomarkerjev, omogoča pa tudi personalizacijo, tj. prilagoditev modela glede na lastnosti posameznika in tudi na spol. V delu so avtorji izpostavili uporabo obsežnih računskih modelov presnove v klinični hepatologiji.

Uporaba je trenutno še omejena, navkljub dejstvu, da ima večina modelov veliko potencialno klinično vrednost, bodisi kot diagnostično sredstvo, za prepoznavanje zdravil ali kot orodje za vodenje posamezniku prilagojenega zdravljenja. Delo tako predstavlja pomemben korak pri priznavanju pomembnosti presnovnih modelov za klinično prakso in utira pot za hitrejšo vpeljavo v rutinsko klinično delo.

Vir: CVITANOVIĆ, Tanja, REICHERT, Matthias C., MOŠKON, Miha, MRAZ, Miha, LAMMERT, Frank, ROZMAN, Damjana. Large-scale computational models of liver metabolism: how far from the clinics?. *Hepatology*, ISSN 0270-9139, 2017, vol. 66, no. 4, pp. 1323-1334, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/hep.29268/full>, doi: 10.1002/hep.29268. [COBISS.SI-ID 1537425347]



Obsežni računski modeli opisujejo dinamiko odziva jeter na sistemskem nivoju.
Vir: Tanja Cvitanović

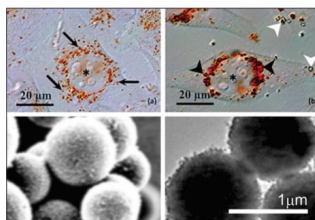
Možnost za diagnostiko in terapijo raka

Multifunkcionalne mezoporozne z gadolinijem obogatene mikrokroglice iz TiO₂ je mogoče hkrati uporabiti za diagnostiko in terapijo raka.

Mikrokroglice iz TiO₂, obogatene z gadolinijem, imajo kontrolirane multifunkcionalne lastnosti. Mezoporozne polprevodne TiO₂ mikrokroglice so bile obogatene z gadolinijem, da bi bile uporabne pri slikanju z optičnimi metodami in z magnetno resonanco, zaradi učinkov spinske relaksacije in fotoluminescence. Dodatna uporabnost izhaja iz nastajanja reaktivnih kisikovih spojin. Z gadolinijem obogatene mikrokroglice so se vgradile v celice MG-63 celične linije osteosarkoma, kar pomeni, da so biokompatibilne. Poglavitna prednost uporabe z gadolinijem dopiranih TiO₂ mikrokroglic je možnost njihove hkratne uporabe za diagnostiko in terapijo raka. Namreč, dopirane TiO₂ mikrokroglice lahko sočasno uporabimo tako za lociranje rakastih celic (tj. diagnostiko) kot tudi za njihovo uničenje (tj. terapijo), ki je posledica nastajanja reaktivnih kisikovih spojin ob osvetlitvi TiO₂ mikrokroglic v rakastem tkivu z UV svetlobo. Pri tem je bistveno, da imajo rakave in normalne celice različno dinamiko sprejemanja TiO₂ mikrokroglic. Rakave celice jih sprejemajo hitreje (več) kot zdrave celice, kar je potem za rakaste celice usodno po osvetlitvi z UV svetlobo.

Delo je rezultat sodelovanja raziskovalcev s članic Univerze v Ljubljani, in sicer Zdravstvene fakultete (Roghayeh Imani, Veronika Kralj-Iglič), Fakultete za elektrotehniko (Roghayeh Imani, Aleš Iglič), Medicinske fakultete (Aleš Iglič), Biotehniške fakultete (Veno Kononenko, Neža Repar, Damjana Drobne) ter Inštituta Jožef Stefan (Tomaž Apih). Sodelovali so tudi raziskovalci z Univerze v Hannoveru v Nemčiji (Ralf Dillert, Detlef W. Bahnemann), Univerze v Uppsali na Švedskem (Meysam Pazoki, Gerrit Boschloo, Tomas Edvinsson) in Državne univerze v St. Petersburgu v Rusiji (Detlef W. Bahnemann). Prva avtorica članka dr. Roghayeh Imani, ki prihaja iz Irana, je bila najprej zaposlena kot mlada raziskovalka v Laboratoriju za klinično biofiziko na Zdravstveni fakulteti Univerze v Ljubljani (mentorja V. Kralj-Iglič in A. Iglič, somentor A. P. F. Turner, FRSC), potem pa kot podoktorska raziskovalka v Laboratoriju za biofiziko na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Objava je rezultat internacionalizacije študentov in profesorjev Univerze v Ljubljani.

Vir: R. Imani, R. Dillert, D.W. Bahnemann, M. Pazoki, T. Apih, V. Kononenko, N. Repar, V. Kralj-Iglič, G. Boschloo, D. Drobne, T. Edvinsson, A. Iglič: Multifunctional Gadolinium-Doped Mesoporous TiO₂ Microbeads: A potential for cancer diagnosis and treatment, Small, 1700349, 2017.



Zgoraj: Slika MG-63 celic z diferencialnim interferenčnim kontrastom po eni uri inkubacije s TiO₂ mikrokroglicami (a) in z gadolinijem obogatene mikrokroglicami (b)

Spodaj: TiO₂ mikrokroglice; neobogatene (levo) in obogatene z gadolinijem (desno)

Vir slike: R. Imani, R. Dillert, D.W. Bahnemann, M. Pazoki, T. Apih, V. Kononenko, N. Repar, V. Kralj-Iglič, G. Boschloo, D. Drobne, T. Edvinsson, A. Iglič

Izdajatelj: Univerza v Ljubljani

Glavni in odgovorni urednik: prof. dr. Matjaž Krajnc, prorektor za področje znanstvenoraziskovalnega dela

Vodja projekta: Darja Lisjak

Urejanje prispevkov: Samo Kranjec

Jezikovni pregled in lektura: JNA, d. o. o.

Tisk: Cicero, d. o. o.

Naklada: 200

Ljubljana, 2017

