

OBRAZAC 2a

PROGRAM INOVACIONE DJELATNOSTI

NAZIV PROGRAMA:

Subjekt inovacione djelatnosti: upisati naziv pravnog lica / ime fizičkog lica

25. 10. 2021.

<p>U uvodnom dijelu dati osnovne podatke o subjektu inovacione djelatnosti (≤ 1000 karaktera)</p>	<p>Univerzitet Crne Gore osnovan je 1974 godine i predstavlja najstariju i najveću obrazovnu instituciju u zemlji. Prirodno-matematički fakultet čine četiri studijska programa: biologija, matematika, fizika i računarske nauke. Pored primarne obrazovne uloge na polje prirodnih nauka, PMF je trenutno uključen u niz nacionalnih i međunarodnih istraživačkih projekata. Rezultati istaživanja se publikuju u renomiranim međunarodnm časopisima na SCI listi čime se PMF nalazi u samom vrhu na Univerzitetu Crne Gore.</p> <p>U cilju povezivanja fundamentalnih istaživanja sa zahtjevima tržišnih kompanija PMF je strateški orjentisan prema projektima inovacione djelatnosti.</p>
<p>Dosadašnji projekti u vezi sa inovacionom djelatnošću (≤ 1000 karaktera)</p> <p>Koncizno nabrojati i obrazložiti dosadašnje projekte</p>	<p>Ispitivanje ljekovitog peloida iz Igala</p> <p>Naučno-istraživački projekat pod nazivom "Centar izvrsnosti za biomedicniska istraživanja- CEBIMER" jedan je od projekata koje podržava Ministarstvo nauke, a koje se realizuju na PMF-u, u periodu 2020-2022.</p> <p>Istraživački tim ovog projekta bavi se ispitivanjima ljekovitog peloida iz Igala poznatom po visokom sadržaju minerala i biološki aktivnih organskih supstanci, a koji se već dugi period koristi i u terapijske svrhe. Cilj istraživanja je standardizacija molekularno-bioloških metoda za diskriminaciju peloida, kao i obavljanje komparativnih analiza i korelacija koncentracije za terapiju značajnih aktivnih supstanci i „starosti“ peloida. Hemijska istraživanja biće orijentisana u cilju sinteze novih Šifovih baza (jedinjenja nastalih u reakciji aldehida ili ketona sa tiokarbohidrazidpm).</p> <p>Koordinator ovog projekta je Institut „dr Simo Milošević“- Igalo, a pored PMF-a u istraživanje su uključeni Medicinski fakultet UCG, KCCG, Fontis, Centar za ekotoksikološka ispitivanja, te Fondacija za promovisanje nauke PRONA. Ukupan bužet projekta iznosi 986.110 €, od čega je PMF-u opredjeljeno 166.543 €.</p>

Ekstrakti ljekovitih biljaka u službi nauke

Naučno-istraživački projekat "Fitopreparati - prirodni materijali na bazi natkritičnih ekstrakata sa kontrolisanim oslobađanjem aktivnih komponenti – SCIMPLANT" realizuje se na PMF-u u peridou od 2019-2021. godine.

Tema projekta je dobijanje ekstrakata iz odabranih ljekovitih biljaka sa koncentrisanim farmakološko aktivnim komponentama, inkorporiranje u emulgelove kao prirodne nosače i njihova implementacija u preparate koji se plasiraju na tržištu. Proces proizvodnje biljnih ekstrakata primjenom unaprijeđenih konvencionalnih metoda i natkritičnih fluida biće optimizovan u cilju dobijanja najjačeg antioksidativnog, antimikrobnog dejstva i željenog hemijskog sastava, namjenjenih usporavanju procesa starenja i smanjivanja vidljivih znakova starenja kože.

Posebni ciljevi projekta su dobijanje i biljnih ekstrakata sa jakim antioksidativnim i antibakterijskim dejstvom iz maline (*Rubus idaeus*) i kupine (*Rubus fruticosus*), lovora (*Laurus nobilis*) i kleke (*Juniperus communis* L.).

Nosilac projekta je New Chemical Syntheses Institute iz Poljske, dok su ostali partneri Prowana Sp.z o.o. iz Poljske, BAFA neu GmbH iz Njemačke, Institute Dr Josif Pančić iz Srbije, Tehnološko- metalurški fakultet Univerzitet u Beogradu, Inovativni centar TMF d.o.o. iz Beograda, Veterinarski fakultet Univerzitet u Beogradu, Medicinski fakultet iz Niša, Swiss Nature doo Beograd, Metalurško-tehnološki fakultet UCG i Fontis L.t.d. iz Podgorice.

Ukupan budžet za projekat iznosi 490 hiljada €, od čega je 30 hiljada opredjeljeno za PMF.

"State-of-the-art" LHC-HL vremenski detektori

Projekat "Unapređivanje istraživačke infrastrukture i mjernih tehnika za testiranje brzih „state-of-the-art“ LHC-HL vremenskih detektora" realizuje se na PMF-u , a dio je programa CERN RD60 kolaboracije. Projekat se realizuje u periodu od 2020. do 2022. godine, a finisijski ga podržava Ministarstvo nauke kroz sufinansiranje projekta za podsticanje učešća u CERN programu.

Projekat je po svojoj prirodi naučno - istraživački i infrastrukturni i kao takav ima za cilj kontinuirano, samoodrživo unapređjivanje istraživačke infrastrukture na UCG, unapređjivanje znanja o budućoj generaciji vremenskih ("timing") LHC-HL "state-of-the-art" detektora, kao i o uzrocima degradacije unutrašnjeg pojačanja LGAD senzora nakon izlaganja visokoj dozi zračenja. Takođe, implementacija ovog projekta omogućići će i učešće naučnika iz CG

u inovacijama na polju instrumentacije i mjernih tehnika fizike visokih energija, ali i jačanje internacionalizacije istraživanja naučnika UCG. Ujedno omogućiti će bolju pozicioniranost i vidljivost istraživanja naučnika UCG kroz proširivanje postojećih međunarodnih partnerstava.

Partneri na ovom projektu su INFN iz Torina, Jozef Stefan Institut (JSI) iz Ljubljane, EU Infrastructure - Extreme Light Infrastructure (ELI) Beamline iz Praga. Ukupan budžet za projekat iznosi 36 hiljada €, od čega je 20 hiljada opredjeljeno za PMF.

Evropsko zajedničko istraživanje

Na Prirodno-matematičkom fakultetu u toku je međunarodni projekat "Jaka interkcija na granici znanja: fundamentalno istraživanje i primjene - STRONG 2020" koji se realizuje u okviru HORIZONT 2020 progama, a koji traje od 2019. do 2023. godine.

STRONG-2020 projekat okuplja mnoge vodeće timove i infrastrukture koji učestvuju u proučavanju jake interakcije u Evropi i takođe ispituje potencijal za inovacije na polju primjene kroz razvoj detektorskih sistema koji se koriste i van domena fundamentalnih istraživanja, na primjer u medicinske svrhe i u informacionim tehnologijama.

Konzorcijum ovog projekta uključuje 44 institucije učesnice koje dolaze iz 14 zemalja EU, jednu međunarodnu organizaciju (CERN) i jednu zemlju koja je kandidat za članstvo u EU. Zajedno sa institutima i univerzitetima iz još 21 države, projektat obuhvata istraživanje u 36 zemalja. Strukturu projekta čine 32 radna paketa. Univerzitet Crne Gore je dio radnog paketa pod nazivom "3 D struktura nukleona u prostoru transverznog impulsa (TMD-next)". Rad grupe sa UCG-a fokusiran je na analizu Drel- Jan parova detektovanih u proton-proton interakcijama na CMS eksperimentu u CERN-u. Tokom proučavanja poseban akcenat će biti stavljen na mjerenja transverznog impulsa Drel-Jan parova u širokom opsegu invarijantnih masa parova, oblasti od najmanjih do najvećih (mjerljivih) masa da bi se omogućio što bolji pregled evolucije TMD raspodjela. Takođe, proučavaće se produkcija džetova koji nastaju sa Drel- Jan parovovima u što širem opsegu invarijantnih masa i transverzalnih impulsa parova.

Nosilac projekta je CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS (CNRS), RUE MICHEL ANGE 3, PARIS 75794, France. Ukupna vrijednost projekta iznosi 10 miliona €, od čega je za PMF opredjeljeno 36 hiljada €.

Plan aktivnosti u vezi sa inovacionom djelatnošću u naredne 3 godine (≤ 2000 karaktera)

Jasno definisati razloge, svrhu i glavne ciljeve u procesu istraživanja i razvoja inovacione djelatnosti sa vremenskim okvirom. Navesti i planirane projekte, ukoliko ih imate (fakultativno) sa vremenskim okvirom i vrijednost projekta

Razvoj novih tehnologija za proizvodnju biološko aktivnih molekula u prehrambenim i kozmetičkim preparatima u cilju povećanja njihovog kvaliteta i konkurentnosti

Kroz istoriju čovječanstva, biljke su bile najznačajniji izvor biološki aktivnih supstanci i lijekova. Do danas, prema literaturnim podacima, svega 10% cvjetnica je ispitano prema hemijskom sastavu i biološkim potencijalima.

Biološka raznolikost ekosistema uslovlila je bogastvo biološko aktivnim molekulima. Biljni organizmi imaju značajan kapacitet za proizvodnju sekundarnih metabolita koji predstavljaju razne biološki aktivne prirodne proizvode, uključujući antibiotike i antikancerogene supstance. Mnoge od biološko aktivnih molekula iz biljnih organizama su našle primjenu u farmaceutskoj, prehrambenoj i kozmetičkoj industriji. Za proces formulacije preparata u kome se impregniraju komponente biljnog porijekla, neophodno je ispitati njihov hemijski profil, kao i biološke potencijale, kao antioksidativna, antimikrobna i antiinflamatorna svojstva. Istraživačka struktura na PMF-u radi na razvoju biotestova za determinaciju biološkog potencijala aktivnih komponenti prirodnog porijekla. Tehnološki napredak u tim istraživanjima je u primjeni održivih tehnologija novijeg datuma za dobijanje stabilnih ekstrakata, ekstrakata bogatih farmakološki aktivnim supstancama željenog djelovanja (antioksidativno, antiinflamatorno i antibakterijsko) koje mogu zamjeniti sintetičke supstance u prehrambenoj i kozmetičkoj industriji, poboljšati kvalitet proizvoda ili produžiti njihovo trajanje. Tehnološki napredak je i u formulaciji novih kozmetičkih proizvoda na prirodnoj bazi, korišćenjem samoniklim i plantažno uzgojenih ljekovitih biljaka sa područja Crne Gore. Tehnološki napredak je, takođe i u korišćenju impregnacije farmakološki aktivnih supstanci na prirodne nosače koje omogućava kontrolisano i

produženo oslobađanje u kozmetičkim proizvodima za topikalnu primjenu.

Sinteza, karakterizacija i ispitivanje bioloske aktivnosti novih organskih molekula

Schiff-ove baze (imini) imaju zapaženu biološku aktivnost. Ciljevi ovog istraživanja podrazumijevaju dobijanje i karakterizaciju novih Šifovih baza, koja će imati potencijalnu antioksidativnu, antimikrobnu i antitumorsku aktivnost. U prvom redu, sintetisali bismo baze polazeći od tiokarbohidrazida, a zatim njegovom reakcijom sa odabranim aldehydima i ketonima. Sljedeći korak je sinteza i ispitivanje biološke aktivnosti kompleksa dobijenih Šifovih baza sa prelaznim metalima. Proces sinteze podrazumijevaće primjenu različitih pristupa u sintetičkoj strategiji kako bi se optimizovao proces i ostvarili najveći prinosi željenih proizvoda, kao i njihova detaljna karakterizacija instrumentalnim tehnikama. Antitumorske aktivnosti bile bi određivane od strane istraživača sa Medicinskog fakulteta. Posebna pažnja bila bi posvećena jednom segmentu koji je u današnje vrijeme veoma prisutan u istraživanju biološki-aktivnih jedinjenja – molekulskom modelovanju.

Razvoj novih tehnika u biomonitoringu za determinaciju toksičnih efekata i procjenu rizika

Razvoj industrije i sinteze novih hemijskih supstanci koje se primjenjuju u poljoprivredi i u nekim industrijama dovelo je do povećanja štetnog uticaja na životnu sredinu. Da bi se procjenio uticaj na životnu sredinu razvili su se mnogi programi i tehnike monitoringa, a među njima i tehnike biotestiranja. Biotestovi u *in vitro* uslovima mogu u veoma ranoj fazi dijagnostikovati ekotoksikološki status nekog ekosistema. Biotestovi mogu da determinišu efekte na molekularnom, ćelijskom nivou, kao i na nivou populacije, životnih zajednica i ekosistema. Ti efekti mogu

biti: citotoksični, genotoksični, teratogeni, mutageni i dr. Pri determinaciji ekotoksikološkog stanja nekog ekosistema koriste se baterije biotestova i biomarkera. Istraživačka struktura na PMF-u radi na inovativnosti i razvoju biotestova i biomarkera na različitim modelnim organizmima kao što su neke bakterije, ikra zebrica i dr. u cilju praćenja toksičnih efekata na živim organizmima i procjeni rizika na ekosistem.

Jonizujuće zračenje i primjena

Primjena raznih vrsta jonizujućeg zračenja iz širokih opsega energija u medicini, industriji i biološkim istraživanjima; Problemi zaštite od zračenja; Osiguranje i kontrole kvaliteta u raznim modalitetima primene jonizujućeg zračenja u dijagnostičkim metodama u medicini, npr., mamografiji; i obrade snimaka.

Metodi obrade višedimenzionalnih dinamičkih podataka zasnovani na principima fizike kompleksnih sistema

Klasterizacija višedimenzionalnih podataka je vjerovatno najvažniji zadatak nenadgledanog mašinskog učenja. U velikom broju slučajeva podaci su zadati tačkama (vektorima) u višedimenzionalnom vektorskom prostoru. Veoma često je potrebno podijeliti ovaj skup podataka u *klustere*, tako da istom klasteru pripadnu one tačke koje su međusobno bliske, a da udaljene tačke pripadnu različitim klasterima. Na ovaj način se čitav skup klasterizuje u klase ili kategorije.

Sa pojavom moćnih kompjutera i sve većeg obima podataka, potreba za analizom velikih skupova podataka se svakodnevno pojavljuje u skoro svim oblastima nauke, tehnike i biznisa.

Naš pristup se zasniva na fenomenima samo-organizacije u prirodi (sinhronizacija, rojenje, kolektivno odlučivanje). Postoje određeni matematički modeli koji pokušavaju opisati mehanizme samo-organizacije u prirodi. Značajan primjer takve vrste pruža poznati model Kuramoto i njegove različite varijacije i ekstenzije. Model Kuramoto opisuje system povezanih oscilatora, u kojoj se svaki oscilator opisuje frekvencijom i fazom. U našem pristupu podaci su zakodirani u uopštene frekvencije oscilatora. Pošto su oscilatori međusobno povezani, oni sa bliskim frekvencijama će se prije sinhronizovati, od onih čije se frekvencije znatno razlikuju. Na ovaj način ćemo dobiti postepeni proces skupljanja podataka u klustere.

Postoji veliki broj metoda za klasterizaciju podataka. Preliminarna testiranja pokazuju da naš metod daje veoma dobre i upotrebljive rezultate, ali da u većini slučajeva radi sporije od najboljih postojećih metoda. Međutim, važna prednost našeg metoda je u tome što ga je lako adaptirati za rad sa dinamičkim podacima u realnom vremenu. Na ovaj način možemo izvršiti dinamičku klasterizaciju podataka, u kojoj se struktura skupa podataka i klasteri mogu mijenjati tokom vremena. Druga prednost našeg metoda je što omogućava i rad sa podacima u kome postoje i relacije binarne veze između pojedinih tačaka, koje su zadate težinskim grafom.

Distribuirani algoritmi sinhoronizacije rotirajućih tijela u prostoru

U tehnici i inženjerskim primjenama je često potrebno dizajnirati složeni sistem na način da se nekoliko tijela u prostoru kreće u organizovanoj formaciji. Pri tome je posljednjih godina u teoriji upravljanja došlo do značajnog pomjeranja paradigme: umjesto centralizovanog upravljanja gdje se svim tijelima upravlja iz jednog centra, sve više se prelazi na fleksibilne distribuirane protokole u kojima tijela dolaze do organizovane formacije usljed

poparnih međusobnih komunikacija. Na ovaj način se ostvaruje princip kolektivnog odlučivanja gdje sve jedinice imaju određeni uticaj na konačnu zajedničku odluku o formaciji. Ovakav pristup omogućava robusnije i fleksibilnije načine za uspostavljanje organizovanog kretanja.

U pomenutom pristupu skup jednostavnih jedinki zahvaljujući komunikacionom grafu dobija odlike *inteligentnog roja*. Ovakvi vještački inteligentni rojevi se sve više koriste u okeanografiji, monitoringu životne sredine, istraživanju svemira i vojnim primjenama.

Naš pristup se zasniva na matematičkim modelima kolektivnog odlučivanja u prirodi koji su vidljivi u jatima riba, svitaca ili pčela. Matematički se ovaj zadatak formuliše kao zadatak konsenzusa na grupama matrica $SO(3)$ i $SO(4)$, ili na sferama u prostorima dimenzija 3 odnosno 4. Iako se slični algoritmi koriste već desetak godina, naš pristup ima određene prednosti pošto se zasniva na fenomenima poznatim iz prirode.

Iako se slični algoritmi koriste već desetak godina, naš pristup ima određene prednosti pošto se zasniva na fenomenima poznatim iz prirode. Zbog toga su naši algoritmi nešto fleksibilniji od postojećih i mogu se modifikovati u zavisnosti od promjena spoljnih uslova. Na ovaj način se mogu dizajnirati vještački inteligentni rojevi koji su prilično adaptibilni na promjenu parametara iz okruženja.

Primjene state-of-the-art metoda vještačke inteligencije na probleme kontrole kvaliteta i vizuelne inspekcije

Vizuelna inspekcija u industriji ima brojne izazove, od kojih su najvažniji tačnost, repetitabilnost i automatska lokalizacija nepravilnosti. Na primjer, svakodnevno se u industrijskim postrojenjima izvršavaju provjere:

1. da su mehanički sklopovi montirani prema specifikaciji (tipično, prema CAD¹ modelu),
2. da ne postoje fizička oštećenja na materijalima od kojih su sačinjeni proizvodi,
3. da vizuelne karakteristike poput boje i oblika proizvoda odgovaraju željenim.

Slične verifikacije se izvode na avionima pred polijetanje ili pri inspekciji u građevini i brodogradnji.

Kroz saradnju sa inženjerskom školom IMT-Mines Albi – (Univerzitet u Tuluzu, Francuska) predlažemo robotizaciju pomenutog procesa. Razvijamo algoritme za obradu slika i 3D oblaka tačaka prikupljenih pomoću 2D i 3D vizuelnih senzora, a oslanjajući se na savremene metode kompjuterske vizije, proširene stvarnosti i lokalizacije. Cilj je iskoristiti brzinu obrade 2D podataka i kompletnost informacija koju nose 3D podaci. Naše pristupe dijelimo u grupe prema vrsti podataka (2D, 3D ili obje vrste) i dostupnosti CAD modela scene koja se kontroliše.

Trenutno radimo na rješavanju problema verifikacije tokom montaže kompleksnih mehaničkih sklopova čiji je CAD model dostupan. Primjenjujemo mreže dubokog učenja za problem višeklasne klasifikacije na 3D podacima. Podaci se prikupljaju pomoću 3D skenera. Uporedo, takođe u okviru pomenute međunarodne saradnje, radimo na detekciji, mjerenju i automatskoj lokalizaciji defekata na mehaničkim objektima.

¹CAD = *Computer Aided Design*

Razvoj hibridnih algoritama za novelty detekciju

Novelty detekcija predstavlja detektovanje i klasifikaciju posmatranja (događaja, instance, signala ...) koji su novi i razlikuju se u odnosu na podatke koji su bili već poznati.

S tim u vezi, zadatak novelty detekcije podrazumijeva dizajniranje i implementaciju mehanizma sa kim je inteligentni organizam sposoban da određeni šablon okarakteriše kao nov ili nepoznat.

Tehnike za novelty detekciju imaju široku primjenu. Neke od najznačajnijih su:

- detekcija napada na određeni sistem.
- detekcija anomalije u medicinske svrhe. U ovom domenu novelty detection sistem je u mogućnosti da procesira rezultate i izvještaje analiza sprovedenih nad pacijentima. Ukoliko postoji neko ponašanje ili šablon koji odudara od „normalnog“, i već poznatog, ova tehnika daje upozorenje i skreće pažnju na potencijalno bolesnog pacijenta
- detekcija prevare podrazumijeva otkrivanje kriminalnih aktivnosti u finansijskim organizacijama kao što su banke ili osiguravajuće kuće.

U prilog aktuelnosti ove teme stoji činjenica da smo svakodnevno svjedoci novih pokušaja kreiranja virusa, raznih hakerskih napada, otuđenja kreditnih kartica, i sl. Novi pokušaji, zahtijevaju i nove, unaprijedene tehnike za njihovu detekciju.

Kroz ovo istraživanje, želimo da pođemo od već poznatih tehnika za zadatak novelty detekcije i da napravimo sistematični postupak – proceduru, moguće automatsku ili polu-automatsku, koja bi predložila novi, hibridni algoritam, zavisno do domena primjene.

Umetanje vodenih žigova u digitalne audio signale korišćenjem dubokih neuronskih mreža

Zaštita intelektualne svojine u savremenom, digitalnom svijetu je od izuzetnog značaja jer je ekspanzijom Interneta njena povreda postala učestalija. Nezakonitim korišćenjem i izlaganjem tuđeg stvaralaštva javnosti stvaraju se značajni finansijski gubici različitim granama industrije, na prvom mjestu industriji zabave.

Kreatorima audio sadržaja, bilo da se radi o muzičarima, političarima ili nekim drugim osobama koje nijesu javne ličnosti na ovaj način se ugrožavaju autorska prava i neophodno ih je zaštititi. Jedno sredstvo u prevazilaženju ovih problema je umetanje vodenog žiga u digitalne audio signale. Označavanjem digitalnih audio signala vodenim žigom čuva se njihova autentičnost.

Ova naučna oblast javila se krajem devedesetih godina prošlog vijeka prateći rasprostranjenje Interneta na globalnom nivou i pojavu prethodno pomenutih problema koji su kao posljedica toga nastali i koje je bilo potrebno rješavati. U tom periodu razvijene su brojne tehnike za umetanje vodenih žigova u sve vrste multimedijalnih podataka.

Preporodom mašinskog učenja i pogotovo razvojem dubokih neuronskih mreža tokom posljednjih desetak godina, javila se mogućnost generisanja vještačkih podataka (takozvanih dipfejkova), koji imaju za cilj širenje dezinformacija, diskreditaciju javnih ličnosti, krađu identiteta itd. Umetanje vodenog žiga u audio signale sada je potrebno ne samo u cilju zaštite intelektualne svojine, već i u cilju zaštite osjetljivih informacija dostupnih u vidu javnih govora i sl.

Sistemi za umetanje vodenih žigova u audio signale moraju ispuniti više zahtjeva od kojih su najvažniji očuvanje kvaliteta signala i robustnost. Signal ne smije osjetno izubiti na kvalitetu nakon umetanja vodenog žiga. Takođe, od sistema za umetanje vodenih žigova se traži da budu robusni, tj. da mogu detektovati vodeni žig u signalu koji je oštećen ili izmijenjen. Ove izmjene i oštećenja mogu nastati kao posljedica malicioznog ili nestručnog rukovanja ili zbog sasvim legitimnih operacija koje se nad signalima vrše zbog potreba skladištenja, prenosa signala itd. Sve ove operacije, bile one maliciozne ili ne, sa tačke gledišta sistema za dodavanje vodenog žiga smatraju se napadima i potrebno je da sistemi budu otporni na njih.

Tradicionalne tehnike, razvijane prije skorašnjih napredaka u nauci i tehnologiji ne mogu se na pravi način izboriti sa velikim brojem novih i sofisticiranih napada. Zbog toga ih je potrebno unaprijediti ili kreirati nove. Naš cilj je da razvijemo nove tehnike koje će se na bolji način izboriti sa izazovima postavljenim pred savremene sisteme za umetanje vodenih žigova u audio signale.

Potpis i pečat/ elektronski potpis


Prof dr Predrag Miranović, Dekan



PROGRAM INOVATIVNE DJELATNOSTI PRIRODNO-MATEMATIČKOG FAKULTETA

Univerzitet Crne Gore osnovan je 1974 godine i predstavlja najstariju i najveću obrazovnu instituciju u zemlji. Prirodno- matematički fakultet čine četiri studijska programa: biologija, matematika, fizika i računarske nauke. Pored primarne obrazovne uloge na polje prirodnih nauka, PMF je trenutno uključen u niz nacionalnih i međunarodnih istraživačkih projekata. Rezultati istraživanja se publikuju u renomiranim međunarodnim časopisima na SCI listi čime se PMF nalazi u samom vrhu na Univerzitetu Crne Gore.

U cilju povezivanja fundamentalnih istraživanja sa zahtjevima tržišnih kompanija iznosimo program inovativne djelatnosti PMF-a:

Razvoj novih tehnologija za proizvodnju biološko aktivnih molekula u prehrambenim i kozmetičkim preparatima u cilju povećanja njihovog kvaliteta i konkurentnosti

Kroz istoriju čovječanstva, biljke su bile najznačajniji izvor biološki aktivnih supstanci i lijekova. Do danas, prema literarnim podacima, svega 10% cvjetnica je ispitano prema hemijskom sastavu i biološkim potencijalima.

Biološka raznolikost ekosistema uslovlila je bogastvo biološko aktivnim molekulima. Biljni organizmi imaju značajan kapacitet za proizvodnju sekundarnih metabolita koji predstavljaju razne biološki aktivne prirodne proizvode, uključujući antibiotike i antikancerogene supstance. Mnoge od biološko aktivnih molekula iz biljnih organizama su našle primjenu u farmaceutskoj, prehrambenoj i kozmetičkoj industriji. Za proces formulacije preparata u kome se impregniraju komponente biljnog porijekla, neophodno je ispitati njihov hemijski profil, kao i biološke potencijale, kao antioksidativna, antimikrobna i antiinflamatorna svojstva. Istraživačka struktura na PMF-u radi na razvoju biotestova za determinaciju biološkog potencijala aktivnih komponenti prirodnog porijekla. Tehnološki napredak u tim istraživanjima je u primjeni održivih tehnologija novijeg datuma za dobijanje stabilnih ekstrakata, ekstrakata bogatih farmakološki aktivnim supstancama željenog djelovanja (antioksidativno, antiinflamatorno i antibakterijsko) koje mogu

zamjeniti sintetičke supstance u prehrambenoj i kozmetičkoj industriji, poboljšati kvalitet proizvoda ili produžiti njihovo trajanje. Tehnološki napredak je i u formulaciji novih kozmetičkih proizvoda na prirodnoj bazi, korišćenjem samoniklim i plantažno uzgojenih ljekovitih biljaka sa područja Crne Gore. Tehnološki napredak je, takođe i u korišćenju impregnacije farmakološki aktivnih supstanci na prirodne nosače koje omogućava kontrolisano i produženo oslobađanje u kozmetičkim proizvodima za topikalnu primjenu.

Razvoj novih tehnika u biomonitoringu za determinaciju toksičnih efekata i procjenu rizika

Razvoj industrije i sinteze novih hemijskih supstanci koje se primjenjuju u poljoprivredi i u nekim industrijama dovelo je do povećanja štetnog uticaja na životnu sredinu. Da bi se procjenio uticaj na životnu sredinu razvili su se mnogi programi i tehnike monitoringa, a među njima i tehnike bitestiranja. Biotestovi u *in vitro* uslovima mogu u veoma ranoj fazi dijagnostikovati ekotoksikološki status nekog ekosistema. Biotestovi mogu da determinišu efekte na molekularnom, ćelijskom nivou, kao i na nivou populacije, životnih zajednica i ekosistema. Ti efekti mogu biti: citotoksični, genotoksični, teratogeni, mutageni i dr. Pri determinaciji ekotoksikološkog stanja nekog ekosistema koriste se baterije biotestova i biomarkera. Istraživačka struktura na PMF-u radi na inovativnosti i razvoju biotestova i biomarkera na različitim modelnim organizmima kao što su neke bakterije, ikra zebrica i dr. u cilju praćenja toksičnih efekata na živim organizmima i procjeni rizika na ekosistem.

Jonizujuće zračenje i primjena

Primjena raznih vrsta jonizujućeg zračenja iz širokih opsega energija u medicini, industriji i biološkim istraživanjima; Problemi zaštite od zračenja; Osiguranje i kontrole kvaliteta u raznim modalitetima primene jonizujućeg zračenja u dijagnostičkim metodama u medicini, npr., mamografiji; i obrade snimaka.

Metodi obrade višedimenzionalnih dinamičkih podataka zasnovani na principima fizike kompleksnih sistema

Klasterizacija višedimenzionalnih podataka je vjerovatno najvažniji zadatak nenadgledanog mašinskog učenja. U velikom broju slučajeva podaci su zadati tačkama (vektorima) u višedimenzionalnom vektorskom prostoru. Veoma često je potrebno podijeliti ovaj skup podataka u *klaster*e, tako da istom klasteru pripadnu one tačke koje su međusobno bliske, a da udaljene tačke pripadnu različitim klasterima. Na ovaj način se čitav skup klasterizuje u klase ili kategorije.

Sa pojavom moćnih kompjutera i sve većeg obima podataka, potreba za analizom velikih skupova podataka se svakodnevno pojavljuje u skoro svim oblastima nauke, tehnike i biznisa.

Naš pristup se zasniva na fenomenima samo-organizacije u prirodi (sinhronizacija, rojenje, kolektivno odlučivanje). Postoje određeni matematički modeli koji pokušavaju opisati mehanizme samo-organizacije u prirodi. Značajan primjer takve vrste pruža poznati model Kuramoto i njegove različite varijacije i ekstenzije. Model Kuramoto opisuje system povezanih oscilatora, u kojoj se svaki oscilator opisuje frekvencijom i fazom. U našem pristupu podaci su zakodirani u uopštene frekvencije oscilatora. Pošto su oscilatori međusobno povezani, oni sa bliskim frekvencijama će se prije sinhronizovati, od onih čije se frekvencije znatno razlikuju. Na ovaj način ćemo dobiti postepeni proces skupljanja podataka u klaster.

Postoji veliki broj metoda za klasterizaciju podataka. Preliminarna testiranja pokazuju da naš metod daje veoma dobre i upotrebljive rezultate, ali da u većini slučajeva radi sporije od najboljih postojećih metoda. Međutim, važna prednost našeg metoda je u tome što ga je lako adaptirati za rad sa dinamičkim podacima u realnom vremenu. Na ovaj način možemo izvršiti dinamičku klasterizaciju podataka, u kojoj se struktura skupa podataka i klasteri mogu mijenjati tokom vremena. Druga prednost našeg metoda je što omogućava i rad sa podacima u kome postoje i relacije binarne veze između pojedinih tačaka, koje su zadate težinskim grafom.

Distribuirani algoritmi sinhronizacije rotirajućih tijela u prostoru

U tehnici i inženjerskim primjenama je često potrebno dizajnirati složeni sistem na način da se nekoliko tijela u prostoru kreće u organizovanoj formaciji. Pri tome je posljednjih godina u teoriji upravljanja došlo do značajnog pomjeranja paradigme: umjesto centralizovanog upravljanja gdje se svim tijelima upravlja iz jednog centra, sve više se prelazi na fleksibilne distribuirane protokole u kojima tijela dolaze do organizovane formacije usljed poparnih međusobnih komunikacija. Na ovaj način se ostvaruje princip kolektivnog odlučivanja gdje sve jedinice imaju određeni uticaj na konačnu zajedničku odluku o formaciji. Ovakav pristup omogućava robusnije i fleksibilnije načine za uspostavljanje organizovanog kretanja.

U pomenutom pristupu skup jednostavnih jedinki zahvaljujući komunikacionom grafu dobija odlike *inteligentnog roja*. Ovakvi vještački inteligentni rojevi se sve više koriste u okeanografiji, monitoringu životne sredine, istraživanju svemira i vojnim primjenama.

Naš pristup se zasniva na matematičkim modelima kolektivnog odlučivanja u prirodi koji su vidljivi u jatima riba, svitaca ili pčela. Matematički se ovaj zadatak formuliše kao zadatak konsenzusa na grupama matrica $SO(3)$ i $SO(4)$, ili na sferama u prostorima dimenzija 3 odnosno 4. Iako se slični algoritmi koriste već desetak godina, naš pristup ima određene prednosti pošto se zasniva na fenomenima poznatim iz prirode.

Iako se slični algoritmi koriste već desetak godina, naš pristup ima određene prednosti pošto se zasniva na fenomenima poznatim iz prirode. Zbog toga su naši algoritmi nešto fleksibilniji od postojećih i mogu se modifikovati u zavisnosti od promjena spoljnih uslova. Na ovaj način se mogu dizajnirati vještački inteligentni rojevi koji su prilično adaptibilni na promjenu parametara iz okruženja.