

## POVZETKI (vol. 38, no. 1)

doi: 10.5566/ias.2146

### POSEBNA TEMA O VEČSKALNEM MODELIRANJU GRANULARNIH MEDIJEV: V ČAST PROF. DOMINIQUE JEULINU

Jean Serra, François Willot

Nekaj uvodnih besed o tej posebni temi, ki je posvečena večskalnemu modeliranju granularnih medijev in je objavljena v čast dolgoletnega delovanja prof. Dominiqua Jeulina, ki je prispevalo k širokemu področju analize slik, naključnih struktur in znanosti o materialih.

doi: 10.5566/ias.2081

### GOSTI NAKLJUČNI PAKETI, NASTALI Z MODELOM MRTVIH LISTOV

Dominique Jeulin

Nedotaknjena zrna modela mrtvih listov nam omogočajo, da ustvarimo naključne medije z ne prekrivajočimi se zrn. Z uporabo časovno nehomogenega sekvenčnega modela s konveksnimi zrn lahko generiramo teoretično zelo goste pakete, vse do polne pokritosti prostora. Za te modele so podani teoretični volumski delež, porazdelitev velikosti zrn in parna korelacijska funkcija središč zrn.

doi: 10.5566/ias.2061

### EIKONALNI MODELI IZKLJUČNIH TESELACIJ

Bruno Figliuzzi

V tem članku predlagamo novo, učinkovito metodo za izračun naključne teselacije v vsakem voxelu diskretizirane domene. Ta metoda temelji na rešitvi Eikonalne enačbe in ima kompleksnost v  $O(N \log N)$ , pri čemer je  $N$  število vokslov, ki se uporabljajo za diskretizacijo domene. Nasprotno pa ima v splošnem ocena funkcij na vsaki lokaciji voksla kompleksnost  $O(N^2)$ . Metoda nam tudi omogoča, da razmislimo o ustvarjanju teselacij z grobimi vmesniki med celicami s simulacijo rasti klic na domeni, kjer se hitrost spreminja lokalno. Ta vidik predstavlja glavni prispevek članka. Končni prispevek je razvoj algoritma za ocenjevanje večskalne teselacije celic. Algoritem izračuna tortuoznost meje na več skalah s ponavljajočo se deformacijo meje, dokler ne postane ravna črta. Z uporabo tega algoritma pokažemo, da je glede na lokalni model hitrosti mogoče nadzorovati amplitudo hrapavosti meje celic.

doi: 10.5566/ias.2039

### TORTUOZIMETRIČNI OPERATER ZA KARAKTERIZACIJO KOMPLEKSNEGA POROZNEGA MEDIJA

Johan Chaniot, Maxime Moreaud, Loïc Sorbier, Thierry Fournel, Jean-Marie Becker

Geometrijska tortuoznost je ena od najpomembnejših topoloških značilnosti porozne snovi. Kljub različnim definicijam v literaturi, so vse povezane s poljubno smerjo širjenja. V članku je predstavljen nov topološki deskriptor, imenovan M-tortuoznost, z enostavnejšo definicijo, ki opisuje podatke ne glede na fizikalno-kemijske procese. M-tortuoznost, ki temelji na konceptu geometrijske tortuoznosti, je prilagodljiv deskriptor, kar pomeni, da so na voljo informacije več dimenzij (skalarni, histogrami, 3D karte). Uporablja se na kompleksnih nepovezanih strukturah brez poljubne definicije vstopa in izstopa.

Topološke informacije so lahko za namene klasifikacije predstavljene z združevanjem v edinstven skalarni deskriptor. Razširi se z iterativnimi erozijami, da se upošteva porozna strukturalna ozkost, predvsem učinki ozkih grl. Ta novi deskriptor, imenovan M-tortuoznost z-iterativno erozijo, opisuje tortuoznost poroznega dela, ki ga vidimo s sferičnim delcem določene velikosti, ki sledi mreži. Za preskus predlagane karakterizacije uporabimo simulacijo različnih poroznih medijev.

doi: 10.5566/ias.2038

### REGIONALNA HOMOGENOST PRI LOGARITMIČNI OBDELAVI SLIK: ALGORITMI RASTOČIH REGIJ

Guillaume Noyel, Michel Jourlin

Da bi ustvarili robustno metodo segmentacije slike glede na spremembe osvetlitve, smo proučili dva nova kriterija homogenosti. Oba sta bila definirana z uporabo logaritmičnega načina za obdelavo slik (LIP). Prvo merilo ocenjuje LIP-aditivno homogenost in temelji na LIP-aditivnem zakonu. Teoretično je neobčutljiv na spremembe svetlobe, ki jih povzročajo spremembe časa osvetlitve ali intenzitete vira. Drugi kriterij LIP-multiplikativne homogenosti temelji na LIP-multiplikativnem zakonu in je neobčutljiv na spremembe zaradi sprememb debeline objekta ali prosojnosti. Vsako merilo smo nato uporabili v metodi rasti regije, ki temelji na homogenosti regije slike. Metoda rasti regij tako postane zanesljiva glede na spremembe svetlobe. Eksperimenti na simuliranih in realnih slikah, ki prikazujejo osvetlitvene spremembe, dokazujejo zanesljivost kriterijev za te spremembe. V primerjavi z najsodobnejšo metodo, ki temelji na drevesu komponent slike, je predlagana bolj zanesljiva.

doi: 10.5566/ias.2015

### ANALIZA DIGITALNE SLIKE IZGORELIH KAPLJIC V PRISOTNOSTI DIFRAKCIJE OZADJA IN SAJ

Ramya Bhaskar, Benjamin Shaw

Obravnavani so pristopi za analizo digitalnih slik gibljivih in gorečih kapljic goriva, s ciljem natančnega merjenja koordinat roba kapljic. Opisane so strategije za lociranje robov kapljic ob prisotnosti zatemnitve zaradi saj in difrakcije osvetlitve na robu kapljice. Za ugotavljanje odstopanj v koordinatah robov kapljic uporabljamo metodo odkrivanja izstopajočih podatkov, ki ima lahko bistveno manjše standardne deviacije v premerih kapljic, zlasti za kapljice, ki kažejo tvorbo saj. Tukaj opisani pristopi se uporabljajo za posnetke iz eksperimentov zgorevanja kapljic, ki se izvajajo na Mednarodni vesoljski postaji, kot tudi za sintetične sekvence slik.

doi: 10.5566/ias.2028

### O VLOGI HISTOMORFOMETRIČNIH (STEREOLOŠKIH) MIKROSTRUKTURNIH PARAMETROV V PREDVIDEVANJU KOMPRESIJE VRETENC

Leszek Wojnar, Aneta Gądek-Moszczak, Jacek Pietraszek

Dobro dokumentirana povezava med mineralno gostoto kosti (BMD) in kompresijsko jakostjo kosti je osnova za diagnostiko osteoporozne in oceno tveganja zloma. Hkrati to razmerje kaže znatno razpršitev rezultatov, saj imajo lahko kosti identične

mineralne gostote bistveno različne lastnosti. Eksperimentalno potrjen izrek, da imata dva materiala ali tkiva identične mikrostrukture identične lastnosti, vodi do vrednotenja različnih kvantitativnih stereoloških parametrov (imenovanih tudi v biomedicini kot histomorfologije). Ti parametri, pridobljeni z analizo 2D ali 3D slik, so bili uporabljeni v številnih poskusih, da bi razložili spremembe v trdnosti kosti. Čeprav so bile ovrednotene številne korelacijske odvisnosti, pogosto z visokimi korelacijskimi koeficienti, ne vemo, kateri parametri so vredni vrednotenja, in ni fizične interpretacije teh odnosov. Razširjeno statistično analizo smo opravili na podlagi analize 3D slik iz 23 ledvenih (L3) vretenc, skeniranih z mikro-CT, in rezultatov naknadnih testov stiskanja. Predlagali smo nov parameter, imenovan SDF (faktor uničenja strukture), da bi opredelili kakovost 3D trabekularnih struktur in dokazali njihov pomen. Končna korelacijska funkcija, ki uporablja samo tri stereološke parametre, je omogočila napovedovanje stiskanja z veliko natančnostjo. Ocenjene vrednosti so se zelo dobro ujemale z navideznimi vrednostmi (korelacijski koeficient  $r = 0,96$ ). Na koncu so bili izbrani stereološki parametri, ki so najbolj primerni za karakterizacijo kompresijske moči kosti, in predlagan mehanizem, ki je odgovoren za spremembe mehanskih lastnosti. Rezultati so opredelili potrebne izboljšave diagnostičnih tehnik.

doi: 10.5566/ias.1925

## 2,5D PRISTOP ZA SEGMENTACIJO KOŽNIH GUB

Etienne Decencière, Amira Belhedi, Serge Koudoro, Frédéric Flament, Ghislain François, Virginie Rubert, Isabelle Pécile, Julien Pierre

Gube so običajne strukture na površinah. Njihovo odkrivanje je pogosto izziv in je lahko pomemben korak za številne različne aplikacije. Na primer, segmentacija kožnih gub je ključni korak za kvantificiranje sprememb v gubanju kože in ocenjevanje koristnih učinkov dermatoloških in kozmetičnih zdravil proti starostnim spremembam. V tem članku je predlagan 2,5D pristop, ki segmentira posamezne gube na površini kože obraza, ki ga opisujejo 3D oblaki točk. Metoda, ki temelji na matematični morfologiji, potrebuje kot vhod le nekaj fizičnih parametrov, in sicer maksimalno širino gub, minimalno dolžino gub in minimalno globino gub. Uporabljen je bil za podatke, pridobljene iz gubic z uporabo projekcijskega sistema. Natančno vrednotenje je bilo mogoče zaradi ročnih vnosa, ki so jih zagotovili trije različni strokovnjaki. Rezultati kažejo natančnost te nove metode.

doi: 10.5566/ias.2005

## OBJEKTIVNA OCENA STRUKTURE KLOROPLASTOV: HETEROGENOST V MESOFILU V POD RAZLIČNI RAZMERAH OBSEVANJA IN [CO<sub>2</sub>]

Zuzana Kubínová, Natália Glanc, Barbora Radochová, Zuzana Lhotáková, Jiří Janáček, Lucie Kubínová, Jana Albrechtová

Glavni cilj te študije je bil ugotoviti, ali so izbrane karakteristike kloroplasta, izmerjene v mezofilnem sloju, ki je najbližje površini (tj. prvi mezofilni sloj), reprezentativne za celoten preseki iglice. Pri preiskovanju učinkov različnih ravni obsevanja in koncentracije CO<sub>2</sub> v zraku sta bila uporabljena dva pristopa vzorčenja kloroplastov, in sicer: (i) vzorčenje samo iz prve mezofilne plasti in (ii) sistematično enotno naključno (SUR) vzorčenje. Izbrane značilnosti so bile: (i) površina kloroplasta, (ii) območje škrobnega zrna in (iii) gostota škrobnih površin na srednjih presekih kloroplasta in (iv) število kloroplastov na enoto volumna iglice. Pokazalo se je, da prva mezofilna plast ni

bila reprezentativna za ocenjevanje vseh ocenjenih lastnosti, razen območja kloroplasta. Vzorčenje je povzročilo nekoliko pristranske rezultate, vzorčenje SUR pa je dalo nepristranske ocene na račun daljšega časa merjenja. Največji vpliv preučevanih dejavnikov je bil na gostoto škrobnih površin in površino škrobnega zrnja, ki je bila večja pri sončnih iglicah pri povišani koncentraciji CO<sub>2</sub> v primerjavi s sončnimi iglicami v koncentraciji CO<sub>2</sub> v okolju. Dokazali smo, da prvi sloj mezofila ni vedno reprezentativen za prezek iglice. Če je tehnično izvedljivo, se SUR priporoča za analizo ultrastrukture kloroplasta. Poenostavljeno vzorčenje se lahko uporabi, npr. za primerjave številnih različnih tretmajev. Vendar pa ga je treba kombinirati z drugimi pristopi za karakterizacijo funkcije kloroplasta in skrbno pretehtati in interpretirati rezultate.

doi: 10.5566/ias.1992

## METODA SEGMENTACIJE IN ANALIZE ZA DVO-FAZNO KERAMIKO (HfB<sub>2</sub>-B<sub>4</sub>C) NA PODLAGI ODKRIVANJA VIRTUALNIH MEJ

Yuxing Han, Chuanbin Lai, Tianyi Hu, Dongli Hu, Hui Gu, Bing Wang

Mikrostruktura materiala nakazuje nastanek materiala in kaže različne lastnosti materiala. Za učinkovito analizo mikrostrukture materiala je pomemben korak segmentacija različnih faz ali sestavin. Na splošno pa zaradi kompleksnosti mikrostrukture večino segmentacije ročno opravijo strokovnjaki. Izziv je avtomatsko segmentiranje materialnih faz in mikrostrukture. V tem delu predlagamo metodo, ki združuje operacijo dilatacije, GLCM (matrika sovpadanja sivin), Houghovo transformacijo in DBSCAN (ang: density-based spatial clustering of applications with noise) za segmentacijo v primerih določenega materiala eutektične keramike HfB<sub>2</sub>-B<sub>4</sub>C. V segmentiranih območjih je nadaljnja analiza za mikrostrukturne elemente izvedena z DBSCAN. Rezultati eksperimentov kažejo, da predlagana metoda dosega 95:75% natančnost segmentacije za segmentne faze in 86:64% pravilne klasifikacije za mikrostrukture v segmentiranih fazah. Ti eksperimentalni rezultati kažejo, da je naša metoda učinkovita pri nalogi segmentacije in klasifikacije mikrostrukturnih značilnosti.

doi: 10.5566/ias.1964

## DETEKCIJA STRUKTURE S TRANSFORMACIJO RIESZ DRUGEGA REDA

Katja Schladitz, Dascha Dobrovolskij, Johannes Persch, Gabriele Steidl

Pogosto uporabljen indikator cevastih struktur temelji na lastnih vrednostih Hessove matrike slike, konvolvirane z Gaussovimi filtrom, katere standardna deviacija je odvisna od velikosti cevi. Zato mora biti velikost cevi znana vnaprej ali pa je treba preizkusiti celotno lestvico standardnih deviacij, kar ima za posledico večje računske stroške - resno oviro za podatke z različno debelino cevi. V tem prispevku predlagamo, da spremenimo indikator strukture z zamenjavo izpeljav Gaussovih funkcij z Rieszovo transformacijo. Z različnimi numeričnimi primeri pokažemo, da je dobljeni kazalnik strukture neodvisen od obsega. Glajenje z Gaussovimi filtrom je potrebno le za obvladovanje šuma na sliki, vendar ni povezano z velikostjo cevastih struktur. Uporabljamo nov strukturni indikator za analizo orientacije vlaken vlaknenih materialov in za segmentacijo usnja. Slednja je bila zahtevna aplikacija, saj so v mikrostrukturi usnja prisotne vse velikosti.

## POVZETKI (vol. 38, no. 2)

doi: 10.5566/ias.1889

### PRIMERJAVA NEPARAMETRIČNIH ESTIMATORJEV ZA DISTRIBUCIJO DOLŽIN V PROCESIH SEGMENTIRANJA DOLŽIN

Zbyněk Pawlas, Markéta Zikmundová

Raziskali smo neparametrične estimatorje porazdelitve dolžin za proces segmentiranja stacionarnih linij v d-dimenzionalnem evklidskem prostoru. V literaturi je bilo predlaganih več metod. Pregledujemo različne pristope (Horvitz-Thompsonov tip estimatorjev, estimator z reduciranim vzorcem, Kaplan-Meierjev estimator, neparametrični estimator maksimalne verjetnosti, stohastično oceno obnove) in primerjamo izid analize končnega vzorca s simulacijsko študijo za stacionarne procese segmentnih linij v 2D in 3D. Obravnavanih je več procesov generiranja podatkov (Poissonova točka, klaster Matérn in Matérnov hard-core II) z neodvisnimi in odvisnimi segmenti. Naša primerjava razkriva, da neparametrična ocena verjetnosti zagotavlja najprimernejšo metodo, ki deluje tudi, če njene predpostavke niso izpolnjene.

doi: 10.5566/ias.1991

### NAPOVED VARIJANCE ZA OCENO VELIKOSTI MNOŽIC LJUDI

Ana Isabel Gómez, Marcos Cruz, Luis Manuel Cruz-Orive

Oblikovanje nepristranske ocene velikosti množic ljudi s stereološkimi metodami je učinkovita alternativa avtomatskim metodam računalniškega vida, ki so na splošno pristranske. Poleg tega stereološke metode ponujajo možnost napovedi varianco napake iz enega vzorca. Tukaj bomo raziskali statistično zmogljivost dveh alternativnih ocen variance na podatkovnem nizu 26 označenih slik množic. Empirične povprečne kvadratne napake prediktorjev variance primerjamo s pomočjo Monte Carlo ponovnega vzorčenja.

doi: 10.5566/ias.2012

### OCENA VOLUMNA, KI UPORABLJA TOČKE NUKLEATORJA IN MREŽE

Domingo Gomez-Perez, Javier Gonzalez-Villa, Florian Pausinger

Nukleator je metoda za ocenjevanje volumna delca, to je kompaktne podskupine  $R_3$ , ki se široko uporablja v stereologiji. Temelji na geometrijskem vzorčenju in je znano, da je nepristransko. Vendar je napoved variance tega ocenjevalca netrivialna in je odvisna od osnovne sheme vzorčenja. Za rešitev tega problema predlagamo dobro uveljavljena orodja iz kvazi-Monte Carlo integracije. Predvsem smo pokazali, kako lahko uporabimo teorijo reprodukcijских jeder Hilbertovih prostorov za napovedovanje variance in kako lahko variance ocen, ki temeljijo na ideji nukleatorja, zmanjšamo z uporabo mrežnih (ali mrežam-podobnih) točk. Rezultate ponazarjamo in preizkušamo na različnih primerih.

doi: 10.5566/ias.2052

### ARHETIPSKA ANALIZA: ALTERNATIVA KLASTIRANJU ZA NEVODENO SEGMENTIRANJE TEKSTURE

Ismael Cabero, Irene Epifanio

Segmentacija teksture je ena izmed glavnih nalog pri uporabi slik, zlasti pri daljinskem zaznavanju, kjer je cilj segmentirati slike visoke ločljivosti naravnih krajin v različne tipe. Pogosto je poudarek na izbiri diskriminantnih teksturnih značilnosti, in čeprav so ti resnično temeljni, obstaja še en del procesa, ki je prav tako vpliven: delitev različnih homogenih tekstur v skupine. Predlagana je metodologija, ki temelji na arhetipski analizi (AA) lokalnih teksturnih meritev. AA na sliki išče najčistejše teksture in lahko najde meje med čistimi teksturami kot tiste regije, sestavljene iz mešanic več arhetipov. Predlagani postopek je bil preizkušen na aplikaciji slike z daljinskim zaznavanjem z lokalnimi granulometrijami, kar zagotavlja obetavne rezultate.

doi: 10.5566/ias.1980

### AVTOMATIZIRANO MERJENJE DEFORMACIJ NOG: PLOSKA NOGA, VISOKI STOPALNI LOK, ZLOM PETNICE

Maciej Jan Skwirczyński, Tomasz Gąciarz, Marek Skomorowski, Wadim Wojciechowski

Radiološke meritve deformacij stopal se uporabljajo za določanje, kot so ploskost stopal, visok lok ali zlom kosti. Te meritve se dosežejo z ocenjevanjem štirih kotov. Ročna ocena teh kotov je zamudna, da ne omenjamo neizogibnih napak takega načina. Po mnenju avtorjev trenutno ni raziskav, ki bi se osredotočile na določanje teh štirih kotov. V članku je predlagan algoritem za avtomatsko ocenjevanje teh kotov, ki temelji na ekstremnih randomiziranih drevesih. Poleg tega naj bi bil ta diagnostični sistem pomoči čim bolj generičen in bi se lahko v določeni meri uporabil za druge podobne težave. Za prikaz uporabnosti te metode se primerjajo korelacije avtomatskih meritev z ročnimi in korelacijami ročnih meritev z ročnimi. Stopnja signifikance za primerjavo ročnih-ročnih meritev je pri vseh štirih kotih manjša od 0,001. Stopnja signifikance za avtomatsko-ročno primerjavo meritev je v vseh primerih tudi manjša od 0,001. Rezultati kažejo, da je iskanje zgoraj omenjenih kotov mogoče avtomatizirati. Tudi z uporabo generičnega algoritma je mogoče doseči visoko stopnjo natančnosti, kar omogoča učinkovitejšo diagnozo.

doi: 10.5566/ias.2000

### ANALIZA NEFROBLASTOMA V SLIKI MRI

Djibril Kaba, Nigel McFarlane, Feng Dong, Norbert Graf, Xujiong Ye

Prepoznavna tumorja iz medicinskih slikanj je ključni korak pri zdravljenju nefroblastoma. Zato je potrebna natančna in zanesljiva metoda segmentacije, da se olajša vrednotenje in zdravljenje tumorja. Predlagana metoda služi temu cilju z izvajanjem segmentacije nefroblastoma pri slikanju MRI. Segmentacija se izvede s prilagajanjem in 2D orodjem za risanje s prosto roko. Rezultati 24 bolnikov kažejo RMS napako  $0,0481 \pm 0,0309$ , povprečni koeficient Dice  $0,9060 \pm 0,0549$  in povprečno natančnost  $99,59\% \pm 0,0039$ . Tako je predlagana metoda pokazala učinkovito ujemanje z ročnimi vnosi.

doi: 10.5566/ias.2017

## PODOBNOСТИ MED NAKLJUČNIMI SETI, KI TEMELJIJO NA NJIHOVIH REALIZACIJAH Z VEČ KOMPONENTAMI

Vesna Gotovac

Naključni seti igrajo bistveno vlogo pri modeliranju več pojavov v biologiji, medicini in znanosti o materialih. Včasih pa jih je težko opisati z uporabo določenega modela. Zato jih je tudi težko razvrstiti ali primerjati njihove realizacije. Ta prispevek predlaga merilo podobnosti med dvema naključnima množicama, katerih realizacije so sestavljene iz mnogih komponent, ki temeljijo na samo eni realizaciji vsakega od njih. Merilo podobnosti je pridobljeno na neparametrični način ob upoštevanju oblik in položajev komponent. Postopek je utemeljen s simulacijsko študijo in posledično uporabljen za prave biomedicinske podatke histoloških slik tkiva dojke.

## POVZETKI (vol. 38, no. 3)

doi: 10.5566/ias.2207

### STEREOLOŠKA ORODJA V TEHNOLOGIJI CEMENTNIH MATERIALOV:

Pregled dejavnosti moje raziskovalne skupine v pretekli polovici stoletja  
Piet Stroeven

Tu so predstavljene štiri teme z visoko inženirsko pomembnostjo, v katerih smo sodelovali. Pakiranje agregata v betonu je očitno pomembno: gostejše pakiranje vodi do manjših potreb po cementu, medtem ko sodobni razvoj (super) visokozmogljivega asortimana cementnih materialov temelji na pakiranju delcev. Učinkovitost armiranja vlaken v betonu, ki smo jo podrobno preučili, je razmeroma preprost stereološki problem, za katerega je temelj postavil Cauchy. V tretji temi je analiza poškodb je pomembna disperzija majhnih razpok v betonu. Vpogled v lastnosti poškodb bi bil pomemben pri vseh mehanskih poskusih. Tudi to temo lahko povežemo s Cauchyjem. V obeh primerih je prikazano pridobivanje podatkov s stereološkimi metodami. Četrta tema je zelo aktualna. Vključuje porositivno v računalniško simuliranih (virtualnih) cementnih materialih, ki vodi v oceno prepustnosti. Navedeni so stereološki problemi in -spet - z iskanjem rešitev je mogoče povezati Cauchyja. Nazadnje se predstavljamo nove, večinoma še neobjavljena dognanja, katerih cilj so bolj ekonomski procesi, pa tudi izboljšanje zanesljivosti ocen prepustnosti z nano pakiranjem globulov, da bi na koncu ta metodologija nadomestila delovno intenziven in drag (in pristranski) eksperimentalni postopek.

doi: 10.5566 / ias.2133

### REŠITEV WICKSELLOVE ENAČBE Z OCENO MINIMALNIH RAZDALJ

Dorian Depriester, Régis Kubler

Oceno velikosti zrn v zrnatih materialih običajno izvajamo z 2D opazovanji. Razkrivanje porazdelitve velikosti zrn z navidezni 2D velikosti običajno imenujemo problem korpuskulov. Pri sferičnih delcih je porazdelitev navidezne velikosti lahko odvisna od dejanske velikosti zahvaljujoč Wicksellovi enačbi. Saltikova metoda, ki temelji na Wicksellovi enačbi, je najpogosteje uporabljena metoda za reševanje problema korpuskulov. Ta metoda je rekurzivna in deluje na končnem histogramu velikosti zrn. V tem prispevku predlagamo algoritem, ki temelji na postopku minimiziranja za numerično reševanje Wicksellove enačbe, pri čemer predpostavimo parametrični model za distribucijo (npr. lognormalna porazdelitev). Ta algoritem uporabljamo na pravem materialu in rezultate primerjamo z rezultati, ki jih dobimo s Saltikov ali s stereološkimi tehnikami na osnovi Saltikov. Predlagamo način za izbiro števila intervalov po metodi Saltikov. Raziskali smo natančnost predlaganega algoritma, ki je odvisna od velikosti vzorca.

doi: 10.5566/ias.2095

### RAZŠIRJEN ALGORITEM ZA IZGRADNJO ŠTIRIŠKEGA DREVESA IZ FREEMANOVE VERIŽNE KODE V ŠTIRIH SMEREH

Andrej Nerat, Damjan Strnad, Eva Zupančič, Borut Žalik

Članek predstavlja izboljšave algoritma, ki sta ga leta 2001 predlagala Chen in Chen. Algoritem v štirih smereh zgradi štiriško drevo neposredno iz Freemanove verižne kode. Algoritem smo izboljšali na dva načina: prvič, za primer samokrižanja, ki ga Chen in Chen nista obravnavala, smo predlagali časovno učinkovito rešitev z uporabo krivulje Z-reda, ki zapolnjuje prostor. Drugič, algoritem je razširjen za obdelavo geometrijskih predmetov, ki vsebujejo luknje. Računalniška učinkovitost razširjenega algoritma je bila potrjena s poskusi.

doi: 10.5566/ias.2089

### GEOMETRIJSKE LASTNOSTI SKELETNIH STRUKTUR RODU RADIOLARIJ DIDYMOCYRTIS

Takashi Yoshino, Atsushi Matsuoka, Naoko Kishimoto

V tem prispevku so obravnavane geometrijske lastnosti radiolarijske skeletne strukture, in sicer lastnosti rodu *Didymocyrtis*. Opredelili smo evolucijo skeletnih struktur in analizirali strukture s pomočjo geometrije. Določili smo dve razmerji, da bi količinsko opredelili geometrijske lastnosti rodu *Didymocyrtis* in preverili, ali sta se ti razmerji spreminjali s svojo filogenetsko evolucijo. Uporabili smo tudi 3D skeletne podatke primerka vrste *D. tetrathalamus*, ki smo jih dobili z mikro rentgenskim slikanjem CT. Kortikalna lupina, zajeta v 3D-podatkih, je bila projicirana na sferično površino in določili smo središča pore. Naša analiza je pokazala, da je število por približno 200, njihova porazdelitev pa ni urejena. Ugotovili smo tudi, da stebričasti deli skeleta, ki povezujejo notranji in zgornji del primerka, ne ležijo na ravnini in njihovi intervali niso enaki.

doi: 10.5566/ias.2197

### ZAZNAVA KONČNIH DELOV DELNO PREKRIVAJOČIH RAVNIH VLAKEN Z VISOKO POZITIVNO GAUSSOVO KRIVINO V 3D SLIKAH

Markus Kronenberger, Katja Schladitz, Oliver Wirjadi, Christopher Weber, Bernd Hamann, Hans Hagen

Ta članek uvaja metodo zaznavanja končnih delov delno prekrivajočih se ravnih vlaken v tridimenzionalnih podatkih slikovnih elementov. Nov pristop neposredno določa končne dele vlaken, ne da bi bilo treba uporabiti segmentacijo z enim vlaknom. V kontekstu polimerov, ojačenih z vlakni, so informacije o končnih delih praktičnega pomena, saj lahko kažejo na morebitno škodo v neskončnih sistemih vlaken ali lahko služijo kot vhodni podatek za oceno statistične porazdelitve dolžine vlaken. Tega se lotevamo z uporabo Gaussove ukrivljenosti površine vlaken. Končne točke vlaken imajo visoko pozitivno ukrivljenost, kar omogoča, da jih ločimo od preostale strukture. Podatki o točnosti predlagane metode so predstavljeni za različne nabore podatkov. Pri simuliranih sistemih vlaken z deležem volumna vlaken manj kot 20 % opažamo prave pozitivne deleže nad 94% in lažne pozitivne deleže pod 5%. Dva

dobro ločljiva nabora resničnih podatkov kažeta znižanje prve stopnje na 90,3% in povečanje druge stopnje na 13,1%.

doi: 10.5566/ias.1701

**OCENA PROSTORSKEGA TENZORJA Z  
VIRTUALNO MREŽO ČRT: RAZISKAVA  
FAZANOVIH MOŽGANOV MED RAZVOJEM**  
Jiří Janáček Daniel Jiráček

Tenzor volumna omogoča zanesljivo oceno oblike in orientacije predmeta v prostoru. V tem prispevku predstavljamo Fakirjevo metodo za oceno tenzorja predmeta v 3D naboru podatkov, ki temelji na presečiščih objektov, ki mejijo z virtualnimi črtami. Natančnost ocen oblik izračunamo tako, da predvidimo odstopanje estimatorjev integralov na podlagi sistematičnega vzorčenja. Da bi pokazali zmožnosti metode Fakir, merimo spremembe v obliki in usmerjenosti predelkov v možganih fazana med razvojem.

doi: 10.5566/ias.2218

**VARIANCA IZOTROPNO ENAKOMERNEGA  
SISTEMATIČNEGA VZORČENJA**  
Jiří Janáček Daniel Jiráček

Integral gladke funkcije z vezano podporo na množici s končnim obodom v evklidskem prostoru  $\mathbb{R}^d$  ocenjujemo s pomočjo periodične mreže v izotropnem enakomernem naključnem položaju. Razširitveni izraz v varianci estimatorja je sorazmeren integralu kvadriranega modula funkcije čez mejo predmeta in faktorju skaliranja mreže, na  $d + 1$ . Naš rezultat posplošuje formulo Kendall-Hlawka-Matheron za varianco izotropnega enakomernega sistematičnega estimatorja volumna.