

POVZETKI (vol. 44, no. 1)

doi: 10.5566/3279

UPORABA POLNADZOROVANEGA PRISTOPA MEAN TEACHER PRI SEGMENTACIJI SLIK KAMNIN

Jiashan Li and Yuxue Wang

Natančna segmentacija slik kamnin je ključna za proučevanje njihove notranje strukture in lastnosti. Za rešitev problema potrebe po velikem številu označenih slik za učenje modelov pri tradicionalnih metodah segmentacije slik predlagamo izboljšani polnadzorovani algoritem Mean Teacher, ki temelji na arhitekturi ResNet34-UNet. Ta metoda omogoča razmeroma natančno segmentacijo slik kamnin že z majhnim številom označenih podatkov. Najprej kot osnovni model uporabimo ResNet34-UNet za oblikovanje študentskega (Student Model) in učiteljskega modela (Teacher Model) z enakimi strukturami. Nato v polnadzorovani algoritem Mean Teacher uvedemo mehanizem samopozornosti, ki še dodatno izboljša učinkovitost segmentacije slik kamnin. Na koncu s primerjavo učinkovitosti nadzorovanega in polnadzorovanega algoritma Mean Teacher pri segmentaciji slik preverimo učinkovitost polnadzorovanega učenja pri segmentaciji slik kamnin.

Ključne besede: Segmentacija slik; ResNet; slika kamnin; samopozornost; polnadzorovano učenje; UNet.

doi: 10.5566/3361

NAPOVED VIZUALNE IZKUŠNJE ZA ZGODOVINSKA OBMOČJA S FUZIJSKIM MODELOM CNN-TRANSFORMER

Weijia Wang, Youping Teng, Lu Yan, Longwei Wu, Yinying Yang, and Zijian Luo

Ta raziskava obravnava temeljne izzive pri načrtovanju in oblikovanju zgodovinskih območij, pri čemer se še posebej osredotoča na vključevanje emocionalne vrednosti podob mestnih ulic v oblikovalski proces. Razvili smo sistem za analizo sentimenta, temelječ na metodah globokega učenja, ki uporablja konvolucijsko nevronske mreže (CNN) in modele transformer za ocenjevanje čustvenih tendenc in časovnih stanj v slikah. Sistem uporablja pristop večpoglednega ekstrahiranja značilk, ki integrira CNN modele VGG in ResNet ter model Swin Transformer, kar omogoča tvorbo nove matrike značilk. Mehanizem pozornosti in strategija prenesenega učenja občutno izboljšata natančnost modela pri prepoznavanju in klasifikaciji oznak. Glavni prispevek raziskave je razvoj novega multimodalnega fuzijskega modela, ki izrazito izboljša natančnost prepoznavanja sentimenta ter praktično uporabnost. Uporaba tega sistema na zgodovinskem območju Jiangnan poudarja izboljšanje privlačnosti z vključevanjem emocionalne vrednosti. S prepoznavanjem čustvenih tendenc v podobah mestnih ulic lahko oblikovalci sprejemajo boljše informirane odločitve, ki spodbujajo pozitivnost. Raziskava inovativno uvaja analizo sentimenta v načrtovanje zgodovinskih območij in izpostavlja potencial sistema za usmerjanje kulturno občutljivega in privlačnega urbanega načrtovanja. Naša analiza slik iz 12 zgodovinskih območij Jiangnana je pokazala učinkovitost sistema pri usklajevanju slik z obstoječimi knjižnicami podob ter omogočila dragocene reference in povratne informacije. Rezultati poudarjajo praktični potencial globokega učenja pri vizualni analizi sentimenta in pomembnost emocionalne vrednosti za izboljšanje uporabniških izkušenj v zgodovinskih

območjih. Raziskava nudi nova spoznanja in metodološko podporo za načrtovanje in oblikovanje takšnih območij.

Ključne besede: konvolucijska nevronska mreža (CNN); evalvacijski sistem; zgodovinska območja; analiza sentimenta; model transformer.

doi: 10.5566/3399

UČINKOVITA SUPER-RESOLUCIJA SLIK Z VEČVEJNO MEŠALNO TRANSFORMER ARHITEKTURO

Long Zhang and Yi Wan

Metode globokega učenja so dosegle pomemben napredek na področju super-resolucije posamezne slike (single image super-resolution, SISR), pri čemer Transformer modeli pogosto prekašajo pristope, ki temeljijo na konvolucijskih nevronske mrežah (CNN). Zaradi mehanizma samopozornosti, ki ga uporabljajo Transformer modeli, pa ostaja izziv razvijanje preprostih modelov v primerjavi s CNN pristopi. V tej raziskavi predstavljamo preprst model Transformer z imenom »Multi-Branch Mixer Transformer« (MBMT), namenjen super-resoluciji. Oblika MBMT je osnovana na dveh glavnih ugotovitvah: mehanizem samopozornosti sicer učinkovito zajema dolgoročne odvisnosti v značilkah, vendar ima težave pri ekstrahiranju lokalnih značilk. Poleg tega kvadratna kompleksnost samopozornosti predstavlja bistveno oviro pri oblikovanju lahkih modelov. Za reševanje teh težav smo razvili »Multi-Branch Token Mixer« (MBTM), ki omogoča bogatejšo pridobivanje globalnih in lokalnih informacij. V primerjavi z drugimi Transformer mrežami za super resolucijo, MBTM dosega ravnovesje med zajemanjem globalnih informacij in zmanjšanjem računske kompleksnosti samopozornosti s svojo kompaktno večvejno strukturo. MBTM specifično vključuje tri dele: pozornost s premikajočim se oknom (shifted window attention), globinsko konvolucijo (depthwise convolution) in aktivni mešalnik značilk (active token mixer). Ta večvejna struktura hkrati obravnava dolgoročne odvisnosti in lokalne značilke, kar omogoča odlično učinkovitost pri super-resoluciji že z manjšim številom zloženih modulov. Eksperimentalni rezultati kažejo, da MBMT dosega konkurenčne rezultate in hkrati ohranja učinkovitost modela v primerjavi z najspodobnejšimi metodami.

Ključne besede: aktivni mešalnik značilk, večvejni mešalnik značilk, super-resolucija posamezne slike, Transformer

doi: 10.5566/3143

RAZISKAVA METODE VIZUALNEGA ZAZNAVANJA NAPAK ODLEPLJENEGA LEPILA NA ZVOČNIH FILMIH

Jianchun Liu, Xunjin Jiang, Chaoqi Huang, and Yuquan Lin

Napaka odlepljanja lepila je pogosta napaka pri nanašanju lepila na zvočne filme. Zaradi težav, povezanih z nejasno mejo območja lepila, ki se pogosto pojavlja med postopkom zaznavanja, smo predlagali izboljšano iterativno metodo največje medrazredne variance za zaznavanje teh napak. Zaradi poševne porazdelitve sive krivulje zvočnega filma smo srednjo vrednost sivinskih vrednosti slike nadomestili s povprečno vrednostjo izboljšane iterativne metode, da smo odstranili ozadje zvočnega filma. Začetni prag območja nanašanja lepila je tako hitro konvergiralo. Metodo največje medrazredne variance smo

kombinirali za izboljšanje natančnosti zaznavanja mej območja lepila. Primerjali smo slikovne značilnosti različnih vrst napak – enojnih vrzeli, več vrzeli in dislokacij – pri kakovostnih in okvarjenih izdelkih ter izračunali število in odmik območij lepila za natančno prepoznavanje napak. Za testiranje smo na proizvodni liniji naključno izbrali 15.000 izdelkov, pri čemer so rezultati pokazali, da je bila zaznavna natančnost kakovostnih izdelkov 100 %, zaznavna natančnost napak odlepljenega lepila pa 99,1 %, kar ustreza potrebam podjetij.

Ključne besede: napaka odlepljenega lepila, izboljšana iteracija, metoda največje medrazredne variance, pragovna segmentacija

doi: 10.5566/3409

KLASIFIKACIJA ODTISOV DLANI Z VEČ FILTRI, FOURIERJEVIMI ZNAČILKAMI IN TEHNIKO GLASOVANJA

Guang Yi Chen and Adam Krzyzak

V tem članku predlagamo novo metodo klasifikacije odtisov dlani. Iz slike odtisa dlani ekstrahiramo osrednjo regijo, iz nje izračunamo osem obraznih filtrov (filter faces – FF) na podlagi osmih parov filtrov, nato iz vsakega filtra izračunamo Fourierjeve značilke, vsako od teh značilk klasificiramo v enega od znanih razredov, na koncu pa izvedemo večinsko glasovanje za določitev končne oznake razreda neznanega odtisa dlani. Z analizo strukture izbranih filtrov lahko ugotovimo, da naša nova metoda učinkovito zavira naključni šum in hkrati ekstrahira smerne značilke iz slik odtisov dlani. To je glavni razlog, zakaj so metode, ki temeljijo na FF, boljše od ostalih metod. Poleg tega pristop večinskega glasovanja, ki temelji na osmih filtrihi, bistveno izboljša klasifikacijsko natančnost. Eksperimentalni rezultati potrjujejo, da naša nova metoda presega več obstoječih metod za klasifikacijo odtisov dlani.

Ključne besede:

obrazni filter, tehnika večinskega glasovanja, prepoznavanje odtisov dlani, hitra Fourierjeva transformacija

doi: 10.5566/3307

MOZAIK SLIK NA PODLAGI LOKALNEGA VODENJA IN PRISTOPA TEMNEGA KANALA

Chong Zhang, Fang Xu, Dejiang Wang, and He Sun

Mozaik slik ima pomembno vlogo na različnih področjih, kot sta sledenje objektom in izvidništvo z brezpilotnimi letalniki. Za izboljšanje težav, kot sta slabša zmogljivost in velika stopnja napačnih ujemanj pri meglenih slikah, je v tem delu predlagana izboljšana metoda sestavljanja slik na osnovi lokalno vodenega algoritma KAZE in pristopa temnega kanala. Najprej smo za grobo ujemanje značilk uporabili algoritem KAZE. Nato smo uvedli lokalno asimptotično metodo fiksne točke, ki optimizira globalni cilj in izloči napačne pare točk. S pomočjo ocenjene matrike transformacije pridobimo popačene slike. Sledi kompenzacija razlik v barvi in svetlosti na področju prekrivanja, kar izboljša homogenost sestavljene slike. Na koncu smo končni rezultat dosegli z algoritmom izboljšanja na osnovi pristopa temnega kanala. Predlagani algoritem smo ocenili z intuitivnimi renderji in kvantitativnimi vrednostmi ter primerjali z drugimi običajnimi metodami sestavljanja slik. Rezultati kažejo, da predlagana metoda izkazuje boljšo zmogljivost glede števila ujemaajočih se parov značilk, povprečne absolutne napake, korena povprečne kvadratne napake in časa obdelave.

Ključne besede: temni kanal, mozaik slik, KAZE, lokalno vodenje

doi: 10.5566/3514

IZBOLJŠAVA DETEKCIJE OBJEKTOV Z YOLOV8 NA PODLAGI MODELA LAHKEGA VRATU ZA KOMPLEKSNE SLIKE

Tien-Wen Sung, Jie Li, Chao-Yang Lee, and Qingjun Fang

Z napredkom tehnologije detekcije tarč postaja natančno zaznavanje v kompleksnih slikah vse pomembnejše za različne panoge, kar ne le izboljšuje produktivnost, temveč tudi zagotavlja javno varnost. Vendar imajo trenutni glavni algoritmi za detekcijo tarč težave pri obravnavi kompleksnih slik; na primer, nekateri modeli ne omogočajo zaznavanja v realnem času, natančnost modela pa se zmanjša ob motečih dejavnikih, kot sta zakritost tarče in slike z nizkim kontrastom. Da bi omilili te težave, predlagamo lahko konvolucijo LDGConv (angl. Lightweight-DepthGhost Convolution), ki izboljša YOLOv8 mrežni model z zamenjavo dela tradicionalnih konvolucij v vratu mreže s konvolucijo LDGConv ter izboljša modul, ki predstavlja ozko grlo. Poleg tega v del vratu dodajamo mehanizem koordinatne pozornosti (angl. Coordinate Attention). Predlagani model izboljša mAP50 na VOC podatkovnem naboru za 1,3 %, hkrati pa zmanjša izračune in število parametrov za 9,8 % oziroma 15,3 % v primerjavi z izvirnim modelom. V eksperimentih na podatkovnem naboru napak na površini jekla NEU-DET naš model na splošno presega trenutne glavne detekcijske modele. Model omogoča visoko natančno detekcijo tarč z nizkimi računskimi stroški, kar posledično zmanjšuje stroške dela ter izboljšuje javno zdravje, varnost in produktivnost.

Ključne besede: lahka zasnova, mehanizem pozornosti, detekcija tarč, vrat mreže

doi: 10.5566/3442

ATLAS MOŽGANSKIH ARTERIJ NA PODLAGI MRA-SLIK 1336 OSEB

Xinyu Wang, Jialu Liu, and Xiaoping Lou

Namen te raziskave je bil izdelati celovit statistični atlas možganskih arterij, ki natančno zajema variabilnost med posamezniki in med različnimi starostnimi skupinami. Uporabili smo 1336 javno dostopnih multicentričnih podatkovnih nizov magnetnoresonančne angiografije (MRA) in T1-uteženih MRI-slik, kjer smo s pomočjo avtomatizirane metode segmentacije krvnih žil FFCM-MRF segmentirali vse žile ter izmerili njihove polmere. Nato smo binarno segmentacijo in slike z žilnimi polmeri nelinearno registrirali na vzorec možganov Montrealskega nevrološkega inštituta (MNI) z uporabo T1-uteženih MRI-slik. Ta postopek je omogočil izdelavo atlasov, ki prikazujejo verjetnost pojava arterij, povprečni polmer arterij in standardni odklon njihovega polmera. Ustvarjeni statistični žilni atlas učinkovito prikazuje glavne arterije, pri čemer združitev z verjetnostnim atlasom in atlasom povprečnih žilnih polmerov razkrije izrazito višjo verjetnost večjih arterij, ki se zmanjšuje z manjšanjem polmera žil. Ta ugotovitev je skladna s predhodnimi raziskavami, podobnost med verjetnostnim atlasom in posameznimi žilnimi slikami pa je dosegla vrednost kar 0,9659. Ugotavljamo, da atlas celostno zajema podatke o polmerih arterij v skoraj celotnem starostnem razponu, s čimer omogoča identifikacijo razlik med posameznimi arterijskimi vokalci in populacijskim povprečjem ter predstavlja pomembno referenco za raziskave možganskega žilja.

Ključne besede: angiografija, možganske žile, slikanje z magnetno resonanco, statistični atlas

POVZETKI (vol. 44, no. 2)

doi: 10.5566/3641

JOHAN DEBAYLE, 1977 - 2024

Bruno Figliuzzi, Christine Frances, Yann Gavet, Maxime Moreaud, Jean-Charles Pinoli, Carole Saudejaud, Léo Théodon

Johan Debayle, profesor na Inštitutu Mines-Télécom (IMT), namestnik direktorja laboratorija Georges Friedel in Centra za znanost o industrijskih in naravnih procesih (SPIN) na Mines Saint-Étienne, je umrl v četrtek, 5. septembra 2024. Bil je tudi gostujoči profesor na Univerzi Gadjah Mada (UGM) v Indonezi-ji.

doi: 10.5566/3593

MONTE CARLO SIMULACIJA PROBLEMA PARADIŽNIKOVE SOLATE

Johannes Albert Österreicher

Problem paradižnikove solate opisuje stereološko napako pri mikroskopski opredelitvi delčnih sistemov, zlasti pri presewni elektronski mikroskopiji (TEM). Ko iz materiala, ki vsebuje dispergirane delce, pripravimo tanke rezine, se lahko zaradi učinkov rezanja in pristranskosti vzorčenja porazdelitev velikosti delcev, ki jo opazimo na mikroskopskih posnetkih, razlikuje od dejanske porazdelitve. Glede na začetno porazdelitev velikosti delcev je opazovana povprečna velikost lahko navidezno manjša ali večja od resnične povprečne velikosti. V tej raziskavi predstavljamo Monte Carlo simulacijo problema paradižnikove solate, implementirano v programskem jeziku R, s katero preučujemo vpliv debeline rezin in porazdelitve velikosti delcev na opazovane meritve velikosti. Rezultati simulacij smo primerjali z analitičnimi napovedmi in kažejo dobro ujemanje. Študija dodatno poudarja vpliv stohastičnih napak vzorčenja, ki lahko presežejo sistemsko napako, povzročeno z opisanim problemom, s čimer opozarja na nujnost zadostnega vzorčenja pri mikroskopski analizi. Razvita simulacija lahko služi kot izobraževalno orodje, v prihodnjih raziskavah pa jo je možno razširiti na analizo nesferičnih delcev in artefaktov pri pripravi vzorcev.

Ključne besede: disperzoidi, presewna elektronska mikroskopija, porazdelitev velikosti delcev, aluminijeve zlitine, sferičnost, problem telesca

doi: 10.5566/3145

VREDNOTENJE IZRAŽANJA CD31 IN CD34 NA ENDOTELIJSKIH CELICAH KOŽNIH ŽIL PO RADIOTERAPIJI S STEREOLOŠKO METODO

Tuong Phi Vuong, Hoang Thanh Tuan

Poškodba kože je eden najpogostejših neželenih učinkov radioterapije pri bolnikih z rakavimi obolenji. V tej študiji smo s stereološko metodo ovrednotili izražanje CD31 in CD34 na endotelijskih celicah drobnega žilja kože po radioterapiji. Zbrali smo trideset vzorcev kože z radiacijskimi razjedami, pri čemer smo na vsakem vzorcu preučevali tri področja: področje razjede, obrobno področje in nepoškodovano področje. Ugotovili smo, da sta površinska gostota in dolžinska gostota krvnih žil, pozitivnih na CD31 in CD34 pomembno upadali od središča razjede proti nepoškodovani koži. Naši rezultati kažejo, da je

stereološka metoda primerna za vrednotenje izražanja CD31 in CD34 na endotelijskih celicah kožnega drobnega žilja po radioterapiji. Poleg tega uspešnost naše študije nakazuje možnost nadaljnje uporabe te morfološke kvantitativne metode za analizo prihodnjih imunohistokemičnih raziskav.

Ključne besede: CD31, CD34, imunohistokemija, z obsevanjem povzročena razjeda, radioterapija, stereologija

doi: 10.5566/3561

ROBUSTDEIT: NA PRISOTNOST ŠUMA ROBUSTNI VIZUALNI TRANSFORMATORJI ZA KLASIFIKACIJO MEDICINSKIH SLIK

Mehdi Tassovi

Učinkovita klasifikacija medicinskih slik je ključna za natančno diagnostiko in zdravljenje, vendar predstavljajo nabori podatkov s šumom še vedno pomemben izziv, saj prikrivajo bistvene značilnosti in vodijo v nezanesljive napovedi. Da bi naslovili ta problem, smo razvili RobustDeiT, robustno arhitekturo, temelječo na metodi »Data-efficient Image Transformer« (DeiT), prilagojeno klasifikaciji medicinskih slik v prisotnosti šuma. Z vključitvijo večstopenjskega predprocesiranja smo sistematično zmanjšali šum, izboljšali kontrast in poudarili drobne podrobnosti, s čimer smo zagotovili ohranjanje ključnih značilnosti. Napredne metode odstranitve šuma, izboljšanje kontrasta s pomočjo adaptivne izravnave histograma z omejitvijo kontrasta (CLAHE) ter ostrenje s pomočjo maske neostrine so skupno izboljšale kakovost slik, kar je modelu omogočilo pridobitev vzorcev s pomenom. Obsežni testi so pokazali, da metoda RobustDeiT dosega izjemne rezultate, kar potrjuje njeno učinkovitost pri delu z zbirkami medicinskih slik v katerih je prisoten šum in odpira pot za zanesljivo ter natančno klasifikacijo v kliničnih scenarijih.

Ključne besede: klasifikacija, učinkoviti slikovni transformator, medicinsko slikanje, odpornost na šum

doi: 10.5566/3603

REKURZIVNE RELACIJE ZA JAKOBIJEVE ORTOGONALNE POLINOME NA TRIKOTNI DOMENI

Wala'a A. AlKasasbeh, Abedallah Rababah, Iqbal M. Batiha, Iqbal H. Jebril, Hamzah O. Al-Khawaldeh, Radwan M. Batyha

V tem prispevku smo predstavili rekurzivne relacije za Jakobijeve utežene ortogonalne polinome $P_{nr}^{(\alpha,\beta,\gamma)}(u,v,w)$ z indeksom $r = 0, 1, \dots, n$, pri čemer velja $n \geq 0$. Ti polinomi so definirani na trikotni domeni $T = \{(u, v, w) : u, v, w \geq 0; u + v + w = 1\}$ za parametre $\alpha, \beta, \gamma > -1$. Posebej smo obravnavali konstrukcijo univariatnih rekurzivnih relacij za Jakobijeve polinome v primeru, ko je $w = 0$, pri čemer smo izpostavili tri specifične primere. Predstavljene rekurzivne relacije omogočajo učinkovitejšo in enostavnejšo računanje Jakobijevih polinomov ter predstavljajo preprostejšo alternativo v primerjavi s tradicionalnimi pristopi.

Ključne besede: Bernsteinovi polinomi, Jakobijevi polinomi, ortogonalni polinomi, rekurzivne relacije, trikotne domene

POVZETKI (vol. 44, no. 3)

doi: 10.5566/3732

TRIDIMENZIONALNA KARAKTERIZACIJA OBLIKE ERITROCITOV S STEREOLOŠKIMI METODAMI

Lluïsa Gual-Vayà

Eritrociti (RBC) so raznolike morfologije, ki odražajo njihovo fiziološko ali patološko stanje. Natančna klasifikacija teh oblik je ključna za klinično diagnostiko in hematološke raziskave. Večina obstoječih pristopov temelji na dvodimenzionalnem (2D) slikanju, običajno razmazov krvi, ki pa pogosto popačijo naravno tridimenzionalno (3D) zgradbo eritrocitov; zato lahko takšni pristopi spregledajo diagnostično pomembne 3D informacije o obliki in vodijo v napačno razvrščanje. V tej raziskavi predlagamo novo metodo 3D klasifikacije oblike eritrocitov na podlagi dveh geometrijskih deskriptorjev: sferičnega faktorja oblike (F) in upogibne energije (E). Deskriptorja ocenimo neposredno iz zloženih konfokalnih mikroskopskih slik s stereološkimi tehnikami, brez potrebe po popolni 3D rekonstrukciji. Predlagani stereološki okvir omogoča učinkovite, ponovljive in nepristranske ocene morfoloških značilnosti iz naborov vzporednih ravninskih rezov. Učinkovitost pristopa prikažemo na podatkovnem naboru, ki vključuje standardne eritrocitne tipe SDE (diskocite, stomatocite, sferocite in ehinocite) ter različne abnormalne morfologije.

Ključne besede: 3D konfokalna mikroskopija; upogibna energija; geometrijsko vzorčenje; integralna geometrija; eritrociti; stereologija.

doi: 10.5566/3613

VIRTUALNA IMUNOHISTOKEMIJA ZA NAPOVED BIOMARKERJEV RAKA DOJKE IZ H&E SLIK Z UPORABO GENERATIVNE MREŽE

Shuying Wu, and Shiwei Xu

Imunohistokemija (IHC) je v diagnostični patologiji nepogrešljiva, vendar jo pogosto omejujejo stroški, čas in razpoložljivost tkiva. Virtualno IHC barvanje, pri katerem iz standardnih hematoksilin-eozin (H&E) preparatov napovedujemo IHC barvanja, predstavlja obetavno alternativo. V tej raziskavi predstavljamo novo arhitekturo pogojnega generativnega adversarialnega omrežja (cGAN), zasnovano na U-Netu z globinsko ločljivimi konvolucijami, s katerimi povečamo natančnost in učinkovitost virtualnega IHC barvanja, pri tem pa ohranimo visoko kakovost slike. Model smo učili in ovrednotili na podatkovnih zbirkah BCI in MIST ter njegovo učinkovitost primerjali z uveljavljenimi metodami za pretvorbo slike v sliko, vključno z Pix2Pix, CycleGAN in različico U-Neta s standardnimi konvolucijami. Učinkovitost smo ocenili s kvantitativnimi metrikami, kot so razmerje signal-šum (PSNR), indeks strukturne podobnosti (SSIM), srednja absolutna napaka (MAE), koren povprečne kvadratne napake (RMSE) in Frechetova inceptivna razdalja (FID). Rezultati kažejo, da naš model presega primerjane pristope: doseže višje vrednosti PSNR in SSIM, nižje MAE in RMSE ter izrazito zmanjša FID, kar pomeni boljšo kakovost slike in večjo podobnost z referenčnimi IHC slikami. Poleg tega uvedba globinsko ločljivih konvolucij skrajša čas inferenc in zmanjša velikost modela, kar izboljša izvedljivost za klinično uporabo. Ugotovitve kažejo potencial naše metode kot pomembnega koraka na področju virtualnega IHC barvanja, saj prinaša boljšo natančnost, učinkovitost in uporabnost za širšo klinično rabo.

Ključne besede: generativno adversarialno mrežje; H&E; IHC; virtualno barvanje.

doi: 10.5566/3794

NATANČNOST INVARIATORNEGA OCENJEVALNIKA POVRŠINE ELIPSOIDA

Luis Manuel Cruz-Orive

Obravnavamo triosni elipsoid K s površino S . Izberemo poljubno točko P v notranjosti K ($P \in K^\circ$) ter skozi P generiramo rezno ravnino $L_{32}[P]$, katere normalna smer u je enakomerno naključna na polkrogli S^2_+ . V elipsi prereza $K \cap L_{32}[P]$ naj M in m označujeta dolžini velike oziroma male glavne polosi, p pa razdaljo točke P od središča elipse. Tedaj je $\hat{S} = 2\pi(M^2 + m^2 + p^2)$ nepristranski ocenjevalnik za S . Namen prispevka je izraziti $\hat{S}$ z vidika osmih parametrov: dolžin treh glavnih polosi elipsoida K , treh kartezičnih koordinat točke P ter dveh sferičnih polarnih koordinat (φ, θ) vektorja u . Tako je varianca $\text{Var}(\hat{S})$ podana z dvojnimi določenimi integralom v (φ, θ) , ki ga je mogoče hitro izračunati z razpoložljivo programsko opremo za poljubni K in izbrano točko $P \in K^\circ$.

Ključne besede: eliptični integrali; elipsoidni prerez; cvetna formula; toplotna karta; integralna geometrija; invariator; ravnina vrtenja; točka vrtenja; stereologija; podporna množica.

doi: 10.5566/3741

PRIMERJAVA MODELOV GLOBOKEGA UČENJA ZA KLASIFIKACIJO GLASOVNIH MOTENJ Z UPORABO FONOVIROGRAM- SKIH SLIK

B Panchami, and S Pravin Kumar

Natančna diagnostika motenj glasilk je zahtevna zaradi subtilnih razlik med patološkimi stanji. Fonovibrogram (PVG), pridobljen iz visokohitrostne videoendoskopije (HSV), zabeleži vzorce vibriranja glotisa v obliki statičnih slik, kar omogoča sistematično analizo. V tej študiji predlagamo PVGNet, hibridni model globokega učenja, ki združuje večskalo ekstrakcijo značilnosti in pozornost po kanalih ter je posebej zasnovan za klasifikacijo na osnovi PVG. PVGNet smo primerjali z uveljavljenimi modeli (InceptionResNetV2, VGG19, DenseNet169 in X-ViT) pri binarnih, trirazrednih in večrazrednih nalogah. PVGNet je pri vseh nalogah dosledno prekašal primerjane pristope glede natančnosti, F1-ocene in AUC, hkrati pa je zmanjšal število lažno negativnih rezultatov, kar je ključno za zanesljivo diagnostiko. Rezultati potrjujejo diagnostični potencial PVG kot slikovne modalitete ter učinkovitost PVGNet pri avtomatizirani klasifikaciji glasovnih motenj.

Ključne besede: klasifikacija; modeli globokega učenja; funkcionalne glasovne motnje; visokohitrostna videoendoskopija; fonovibrogram; glasovna motnja.

doi: 10.5566/3810

NAKLJUČNA KVADRATURA S PERIODIČNIMI JEDRI: UPORABA PRI CAVALIERIJEVI OCE- NI VOLUMNA

Francisco Javier Soto Sánchez

V študiji preučujemo naključne algoritme za nepristransko numerično integracijo d-razsežnih periodičnih funkcij z uporabo kvadraturnih pravil, temelječih na jedrih, pri čemer se posebej osredotočamo na pravila, ki jih inducirajo periodična jedra

radialnih baznih funkcij (RBF). Integracijske točke so bodisi deterministično generirane bodisi lokalno perturbirane in nato naključno premaknjene, s čimer v shemo vnesemo strukturirano naključnost. Analiza temelji na teoriji Hilbertovih prostorov z reprodukcijskim jedrom (RKHS) in Soboljevi interpolaciji. Pokažemo, da tako dobljeni ocenjevalniki dosegajo optimalne stopnje upadanja variance ter učinkovito zajamejo gladkost integranda, tudi kadar je predpostavljena regularnost precejšena. Delo je motivirano s Cavalierijevo oceno volumna, klasičnim problemom stereologije. Teoretični rezultati okvir posplošijo na višje dimenzije in ponudijo Fourierjevo perspektivo gladkosti, kar omogoča prilagodljivo in matematično utemeljeno alternativo naključni kvadraturi s periodično strukturo.

Ključne besede: Cavalierijeva ocena volumna; kvadratura z jedri; radialne bazne funkcije; Hilbertovi prostori z reprodukcijskim jedrom; stereološke metode.

doi: 10.5566/3751

DVOSTOPENJSKI AVTOMATIZIRANI OKVIR ZA KVANTITATIVNO MORFOLOŠKO ANALIZO DEGRANULACIJE MASTOCITOV NA HISTOPATOLOŠKIH SLIKAH NA PODLAGI YOLO IN CNN

Enna Chen, Jiadong Li, Xuan Qiao, Liujie Ren, Zouqin Huang, Wei Yao, and Yi Yu

Kvantitativna analiza morfologije mastocitov in njihove stopnje degranulacije je ključna za ocenjevanje vnetnih odzivov in

učinkovitosti terapij v biomedicinskih raziskavah. V tej študiji predstavljamo nov dvostopenjski okvir globokega učenja za avtomatizirano kvantitativno morfološko analizo degranulacije mastocitov na histoloških rezinah, obarvanih s toluidinskim modrilom. Zgradili smo poseben podatkovni nabor 1054 slik tkiv podgan. V fazi detekcije je YOLOv11 dosegel povprečno natančnost (mAP@0,5) 84 % pri lokalizaciji mastocitov v kompleksnem tkivnem ozadju. V fazi klasifikacije je EfficientNetV2-S – z uporabo predhodno naučenega modela za ekstrakcijo čistih slik mastocitov – dosegel natančnost 89,6 % $\pm$ 2,1 % pri razlikovanju stopenj degranulacije na podlagi finoiznate morfološke analize. Vizualizacije z mapiranjem aktivacije razredov (angl. Class Activation Mapping (CAM)) so pokazale, da se logika odločanja modela dobro ujema s patološkimi značilnostmi degranulacije, kot sta ruptura membrane in razpršitev granul, s čimer je mogoče pridobiti razločljive morfološke dokaze za avtomatizirano klasifikacijo. Predlagani okvir učinkovito loči nalogi lokalizacije celic in določanja stanja ter ponuja robustno, učinkovito in morfološko razločljivo rešitev za kvantitativno analizo slik v histopatologiji. Pristop ima pomembne aplikacije pri raziskavah mehanizmov akupunkture, možno pa ga je razširiti tudi na druga področja, kjer je potrebna analiza granularnih struktur.

Ključne besede: mapiranje aktivacije razredov (CAM); CNN; degranulacija; mastocit; kvantitativna analiza slik; YOLO.