

52.
UDAKO IKASTAROAK
2024

MATEMATIKARI EUSKALDUNEN VI. TOPAKETAK

EIBAR EKAINAK 17

ueu.eus



HITZALDI NAGUSIA: Hiru (eta $N > 3$) gorputzen problemaren serie bidezko soluzioa.

Hizlaria: Ander Murua.

Laburpena:

Hiru gorputzen probleman, hiru masa puntual Newtonen grabitazio unibertsalaren legearen arabera espazioan nola mugitzen diren aztertzen da. Historikoki, hiru gorputzen problemaren ebazpenaren motibazio nagusia Eguzkia, Lurra, eta Ilargiak osatzen duten sistemaren eboluzioa zehazki aurreikusi ahal izatea zen. Hiru gorputzen ordeztan N gorputz ditugunean, N gorputzen problema deitzen zaio.

XIX. mendearen amaieran, Suediako Oscar II.a erregeak sari bat ezarri zuen N gorputzen problemaren serie konbergenteen bidezko soluzio globala lortzeko erronka jarrita. Saria Poincaré matematikari frantziarrak lortu zuen, lehiaketarako aurkeztu zuen hiru gorputzeko problemaren inguruko bere lan iraultzaileari esker. Bere lanak mekanika zerutiarraren garapenean berebiziko garrantzia izan duen arren, ez zuen lehiaketarako (Waiierstrass matematikariak proposatutako enuntziatuan) eskatzen zena lortu.

Urte batzuk beranduago, 1909an, Karl Fritiof Sundman matematikari finlandiarrak lehiaketaren jatorrizko erronkan eskatzen zena lortu zuen hiru gorputzen problemaren kasuan (Frantziako Zientzia Akademiak sari bat eman zion lan honengatik). Hainbat hamarkaden ondoren, L. K. Babadzanjanek (1979) eta Qiu-Dong Wangek (1991) antzeko ebazpenak lortu zituzten $N > 3$ kasurako.

Sundman-en soluzio globalak (eta gorputz gehiagokotarako orokorpenek), bere horretan interes praktikorik ez duen arren (lortutako serie garapenek izugarri astiro konbergitzen dutelako), emaitza horretara iristeko bidean emaitza garrantzitsuak lortzen dira. Hitzaldi honetan, Sundmanen lanaren hainbat xehetasun azalduko ditugu, eta $N > 3$ kasurako gure orokorpen bat aurkeztuko dugu.

Izenburua: Kapazitate frakzionarioa.

Egileak: Javier Canto, Lizaveta Ihnatsyeva, Juha Lehtbäck eta Antti Vähäkangas

Harremanetarako posta elektronikoa: javier.canto@ehu.eus

Komunikazioaren laburpena:

Elektronikaren munduan, kapazitatea multzo batek karga elektrikoa gordetzeko duen gaitasunarekin erlazionatuta dago. Matematikaren munduan, analisisian, bereziki potentzialaren teorian, erabiltzen den kontzeptua da, multzoen erregulartasunarekin erlazionatuta dagoena.

Aurkezpen honetan kapazitate frakzionarioa definituko dugu bi modutan: potentzial frakzionarioa (edo Riesz-potentziala) eta deribatu frakzionarioa erabiliz. Lortutako kapazitateen propietate nagusia aurkeztuko dugu, hau da, auto-hobekuntza.

Izenburua: Boto trantsizio matrizeen kalkulurako algoritmo iteratibo bat**Egilea:** Eñaut Urrestaratzu Ramos

Datu tailerra: e.urrestaratzu@datutailerra.eus

Hauteskunde emaitzen analisiaren arlo garrantzitsu bat da boto trantsizioen ikerketa. Hau da, hauteskunde batetik beste batetara hautesleak alderdi berean gelditu ala beste alderdi batera joan ote diren, eta hala balitz zein alderditara joan diren, aztertzea. Desiragarria da azterketa hau datu objektiboetan oinarritzea. Horretarako eskuragarri dagoen datu maila txikiena hauteskunde sekzioen hauteskunde emaitzak da.

Lan honetan aurkezten den algoritmoak Boto Trantsizio Matrizeak (BTM) sekzio bakoitzean eman diren emaitzak gertatzeko probabilitatea maximizatzea du helburu (maximum likelihood). Beraz, galera funtzioa ikusitako emaitzak lortzeko probabilitatea da eta gure helburua galera funtzio hori maximizatzea da. Horregatik galera funtzioa matrizearen aldagai bakoitzarekiko deribatua 0 eginez lortuko dugu boto trantsizio matrizea optimoa.

Honetan oinarrituta, pauso bakoitzean matrize berri bat lortzen da, zeinek galera funtzioa hobetzen duen. Iterazio pausoa behin eta berriro errepikatuz optimizazioa nahi dugun punturaino eraman arte.

Iterazio pausuak:

1. Alderdi guztientzako probabilitate berdina duen BTMa sortu.
2. Sekzio bakoitzean, BTMa eta sekzioaren aurreko emaitzetan oinarrituta bigarren hauteskundeetan sekzio horretan alderdi bakoitzari bozkatzeko probabilitatea kalkulatu.
3. Probabilitate hori izanda, bigarren hauteskundeetan emandako emaitzak izateko probabilitatea kalkulatu.
4. Probabilitatea eta emaitzen arteko aldean oinarrituta galera funtzio hobea ematen duen BTM berria kalkulatu.
5. Galera funtzioaren hobekuntza ezarritako mugatik gora badago 2. puntura itzuli.

Algoritmo berri honen abantailak horrela laburbildu daitezke:

- Hauteskunde emaitzak erabiltzen ditu.
- Hasiera puntua objektiboa da.
- Emaitza hasierako matrizearekiko independentea da.
- Probabilitate maximoko (maximum likelihood) estimazioa da.
- Iterazioa nahi den zehaztasun mailan gera daiteke.
- Kalkulu matrizealean oinarrituta dago. Adibidez R lengoia oso eraginkorra.

Algoritmo hau hauteskunde boto trantsizioak aztertzeko garatu da. Halere, begi bistakoa da beste zeinbait arlotan erabilgarria izan daitekeela. Datu pertsonalak izan ordez talde desberdinen aukerak ditugun edozein egoeratan erabili daiteke. Adibidez, sekzio mailen tokian denda desberdinak jarrita eta alderdi politikoen lekuan marka komertzialak jarritz, erosleen lehentasun aldaketak aztertu daitezke.

Izenburua: Geometria b-sinplektikoa.

Egilea: Cédric Oms

E-posta: coms@bcamath.org

Laburpena:

Geometria sinplektikoaren jatorria mekanika klasikoan kokatzen da: Hamiltoniarren formulazioa adierazi dezakegu, Hamiltoniarren kanpoaren fluxua erabiliz, eta hori egitura sinplektikoa erabiliz kalkula dezakegu. Energia bat emanda, gure helburua da sistemak orbita periodiko bat duen ala ez jakitea. Galdera horri erantzuteko, azken hamarkadetan teknika asko garatu dira, geometria eta topologia sinplektikoa biziki aurreratu dituztenak. Hala ere, horrelako teknika asko ezin zaie aplikatu sistema ez-trinkoei edo singularitateak dituztenei.

Barietatearen hipergainazal baten zehar estruktura geometrikoak singularitateak baditu, esaten dugu b-sinplektikoa dela. Beraz, geometria b-sinplektikoaren helburua topologia sinplektikoan ezagutzen diren emaitzak orokortzea da. Hitzaldi labur honetan, lor daitezkeen emaitza batzuk azalduko ditugu.

Izenburua: Bero-trukagailuen diseinu termikoa sare neuronalen bidez egiten duen erreminta baten garapen eta aplikazioa

Egileak: Aitor Goti ^{1,*}, José Luis de Andrés Honrubia ¹, José Gaviria de la Puerta ¹, Fernando Cortés ¹, Urko Aguirre-Larracochea ² eta Jone Retolaza ³

¹Deustuko Unibertsitateko Ingeniaritza Fakultatea, Unibertsitateen etorbidea 24, 48080 Bilbo; jlandresh@opendeusto.es (J.L.d. A.H.); jgaviria@deusto.es (J.G.d.I.) P.); fernando.cortes@deusto.es (F.C.)

²Osasun Zientzien Fakultatea, Deustuko Unibertsitatea, Unibertsitateen etorbidea 24, 48080 Bilbo; u.agirre@deusto.es

³Accenture Industria Bilbao X.0 Zentroa, Bizkaiko Parke Teknologikoa, Astondo Bidea, 602. eraikina, 48160 Bilbo; jone.retolaza@accenture.com

* Korrespondentzia: aitor.goti@deusto.es

Laburpena:

Lan honek bero-trukagailuen hodi eta karkasa (STHX) dimentsionatzeko tresna helburu anitz baten diseinua aurkezten du, Unibertsitate/Industria kolaborazio batean garatua. Horrela, adimen artifizialeko tresnak ezartzearen bideragarritasuna erakutsi nahi du industrian bero-trukagailuak diseinatzean. Adimen artifizialeko algoritmoen bidez STHX optimizatzekeo tresnen diseinua gai bisitatu da literaturan. Hala ere, erreminta horien erabilera maila mugatua da errealitate industrialean. Horrela, ikerketa honen erronka da STHX diseinatzekeo tresna bat garatzea adimen artifizialeko algoritmoak erabiliz, enpresa industrialek erabiltzekeo modukoa. Planteamendua inplementatzekeo, ARA TT enpresarekin kontrastatutako dataset simulatu bat erabiltzen da. STHX kalkulagailu teoriko bat garatzen da, emandako datuak MATLAB erabiliz modelatuta. Dataset hau zazpi sare neuronal (NN) entrenatzekeo erabili zen, hiru helburu bakarrekeoak eta lau helburu anitzekoak. Azken NN helburu anitzekoak alderantzizko sare neuronal (INN) bat garatzekeo erabili zen, STHXen konfigurazio optimoa aurkitzekeo erabiliko zena. Kasu zehatz honetan, hiru diseinu-parametro, oskolaren aldeko presio-erorketa, tutuan emandako presio-erorketa eta bero-transferentziaren abiadura batera optimizatu ziren. Ondorio gisa, lan honek erakusten du garatutako tresna baliagarria dela, bai eraginkortasunari dagokionez, bai erabiltzekeo erraztasunari dagokionez, ARA TT bezalako enpresek beren enpresa-jarduera hobetu dezaten.

Izenburua: OPF problemaren ebazpena intelijentzia artifizialaren bitartez

Egilea: Jon Ander Rivera, Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)

Laburpena.

Potentzia-fluxu optimoaren problema (Optimal Power Flow - OPF) [3, 4] potentzia-sistemen gutxieneko operazio-kostuak zehazten dituen arazoa da. Horretarako, problema honek sare elektriko batetik generatutako eta demandatutako potentzia elektrikoak hartzen ditu kontuan.

Helburu nagusia arazo hau denbora errealean ebaztea da eta horretarako teknika metaheuristikokoak erabiltzea proposatzen da. Zeregin hau burutzeko eragozpen bat dago: potentzia-fluxu (Power Flow - PF) problema askotan ebatzi behar dela. Horrek konputazio kostua asko handitzen du, izan ere existitzen diren metodoak konputazionalki motelak dira [1, 2]. Beraz, muga hori gainditzeko PF problema sare neuronalak erabiliz ebaztea proposatzen da.

Lan honetan sare elektriko baten PF arazoa ebazten duen neurona-sare baten emaitzak erakutsiko ditugu. Sare elektrikoaren nodo bakoitzean tentsioen zein potentzia-fluxuen hurbilketak erakutsiko ditugu.

Hitz gakoak: OPF problema · PF problema · Sare neuronalak

Erreferentziak

1. Ahmad, F., Rasool, A., Ozsoy, E., Sekar, R., Sabanovic, A., Elitaş, M.: Distribution system state estimation-a step towards smart grid. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 81, 2659–2671 (2018). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.071>
2. Chaminda Bandara, W.G., Almeida, D., Godaliyadda, R.I., Ekanayake, M.P., Ekanayake, J.: A complete state estimation algorithm for a three-phase fourwire low voltage distribution system with high penetration of solar pv. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems* 124, 106332 (2021). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2020.106332>
3. Papadimitrakis, M., Giamarelos, N., Stogiannos, M., Zois, E., Livanos, N.I., Alexandridis, A.: Metaheuristic search in smart grid: A review with emphasis on planning, scheduling and power flow optimization applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 145, 111072 (2021). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111072>

4. Zhang, J., Wang, S., Tang, Q., Zhou, Y., Zeng, T.: An improved nsga-iii integrating adaptive elimination strategy to solution of many-objective optimal power flow problems. *Energy* 172, 945–957 (2019). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.02.009>

Izenburua: Littlewood--Paley-ren teoria: teoria klasikotik Rubio de Francia funtzio karratura

Egilea: Luz Roncal Gómez

Posta elektronikoa: lrnocal@bcamath.org

Laburpena: Littlewood--Paley-ren teoria klasikoak dio funtzio baten L^p norma bere Littlewood-Paley funtzio karratuaren L^p normaren baliokidea dela. Funtzio karratu hau tarte diadiko egokien gaineko maiztasun-proiektzio leunen (edo zakarren) l^2 norma gisa definitzen da Littlewood-Paley teoria oso garrantzitsua da "Fourier aldean" benetako fenomenoak aztertzeko. Rubio de Francia funtzio karratua Littlewood--Paley-ren funtzio karratuaren orokortze bat da, non tarte disjuntuen bilduma arbitrarioa kontuan hartzen dugun.

Hitzaldi honetan kontzeptu hauen sarrera emango dugu. Ondorengo hitzaldi batean Mikel Flórez-Amatriainek Rubio de Franciaren emaitza batzuen errepasoa emango du.

Izenburua: Rubio de Francia-ren funtzio karratura

Egilea: Mikel Flórez Amatriain

Posta elektronikoa: mflorez@bcamath.org

Laburpena:

Rubio de Francia-ren funtzio karratua tarte disjuntuen gaineko maiztasun-proiekzio leunen (edo zakarren) ℓ^2 norma gisa definitzen da. Funtzio hau Littlewood--Paley-ren funtzio karratuaren orokortze bat da. Aurreko hitzaldi batean Luz Roncalek kontzeptu hauen sarrera emango du eta hitzaldi honetan Rubio de Francia funtzio karratuari buruzko emaitza batzuetan sakonduko dugu.

Euskarazko hedabideen kontsumoan eragiten duten erabiltzaile aldagaiak

Naroa Burreso Pardo¹ , Libe Mimenza Castillo¹ , Ane Martinez Juez¹ , Josu Amezaga Albizu¹

¹ naroa.burreso@ehu.eus,

Ikus-entzunezko Komunikazio eta Publizitate Saila, Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)

Euskal Hedabideen Behatokia (Behategia) euskarazko komunikabideen ikerketarako espazioa da. Bereiziki, euskarazko hedabideen kontsumoa eta erabiltzaileak ikergai dituzten ikerketek osatzen duten Behategiaren analisi eremua. Ikerketa-ildoiei jarraituz, garatzen ari garen lan honen helburua euskarazko hedabideen kontsumoan eragiten duten erabiltzaile aldagaiak identifikatzea da, eta bertan nire eginkizuna zera da: datu-baseak garbitzea, datu-baseak fusionatzea, aurrerako modeloak diseinatzea, etab.

Helburua betetzeko lehen urratsa 2021 urteko CIESeko Komunikabideen Audientzien Azterketako datuetatik abiatuta, euskarazko hedabide tradizionalen kontsumoa aurreratu duen modelo bat eraikitzea izan da. Komunikabideen Audientzien Azterketaren datu-baseak urtero Hego Euskal Herriko 8.600 inkestaturen hedabideen kontsumoari buruzko informazioa biltzen du, 5.963 zutabetan banatuta.

Lehendabizi, zutabe kopuru handia murrizteko, ezaugarrien ingeniari-tza erabiliz, datu-basearen transformazioa burutu da. Horrela, 24 zutabe eta 8.412 erregistro dituen datu-base bat lortu da. Aldagai horietatik, indibiduoak bezperan euskarazko hedabide tradizionalen bat kontsumitu zuen edo ez adierazten duen aldagaia menpeko-aldagai, eta beste 23 aldagaiak aldagai-azaltzaile izendatu dira. Ondoren, aldagai azaltzaile kategorikoak aldagai dikotomiko bihurtu dira, 65 aldagai kuantitatibo dituen datu-base bat lortuz, eta aldagai guztiak normalizatu dira, 0 eta 1 arteko balioak har zitzaten. Azkenik, datu-basea hiru multzotan banatu da: entrenamendu-multzoa, baliozkotze-multzoa eta testatze-multzoa; eta entrenamendu-multzoan menpeko aldagaiaren balioak orekatu dira oversampling-a erabiliz.

Behin multzoak prestatuta, aldagai azaltzaileen eta menpeko aldagaiaren arteko korrelazioak aztertuta eta aldagai azaltzaileek Random Forest modeloan duten garrantzia ikusita, 25 aldagai azaltzaile hautatu dira lehenengo modeloak sortzeko. Hurrengo klasifikazio-teknikak erabili dira: K-Nearest Neighbours, Decision Tree, Support Vector Machines, Random Forest eta Logistic

Regression. Teknika bakoitzarekin hurrengo urratsak eman dira: 1. Entrenamendu-multzoan modeloaren sentikortasuna optimizatzen duten parametroak aurkitu. 2. Parametro horiekin modeloa eraiki eta baliozkotze-multzoan duen sentikortasuna kalkulatu. 3. Baliozkotze-multzoan sentikortasun altuena duen modeloa lortu. 4. Modelo horrek testatze-multzoan duen sentikortasuna kalkulatu. Prozesu hau modu berdinean errepikatu da beste bi aldagai azaltzaile talderekin; batek 17 aldagai ditu, eta besteak 7.

Modelo guztiak eraiki eta gero, testatze-multzoan sentikortasun altuena duen modeloa Random Forest teknika eta 7 aldagai azaltzaile erabiliz sortutakoa dela ikusi da. Modelo honen sentikortasunaren balioa 0,781 da eta modelotan dauden aldagaietatik garrantzia handiena duena euskara lehen hizkuntza izatea da, %63ko garrantziarekin.

Aukeratutako modelotan dauden aldagaiak eta haien garrantzia zein den ezagutzea aurrerapauso garrantzitsu bat izan da Behategiarentzat. Modelo hau, ordea, CIEseko datuekin dago sortuta bakarrik, eta beraz, ez ditu hizkuntza-testuingurua, erabilera eta motibazioa bezalako datu garrantzitsuak biltzen. Hortaz, ezagutza gehiago lortzeko xedez, CIES eta Inkesta Soziolinguistikoaren datu-baseen arteko fusioa burutu dugu Behategian, eta hurrengo hilabeteetan Inkesta Soziolinguistikoak biltzen dituen aldagaiak ere kontuan hartzen dituen modelo prediktibo bat sortzea da gure helburua.

Izenburua: Mekanika kuantiko erlatibista teoria espektralaren ikuspuntutik

Egileak: Naiara Arrizabalaga Uriarte

Helbidea: naiara.arrizabalaga@ehu.eus

Laburpena:

Ikerlari batzuek Dirac-en ekuazioa munduko ekuaziorik ederrena bezala deskribatzen dute. Hitzaldi honetan ekuazioa definituko eta aztertuko dugu bakoitzak erabaki dezan ederra den edo ez. Edozein kasutan, ez dago zalantzarik partikulen fisikan istorioa egin duen ekuazioa bat dela. Ekuazio dotore bat izateaz gain bi zientzia adierazpen bakarrean batzen baititu: mekanika kuantikoa eta erlatibitatea. Ekuazioaren autoreak Paul Dirac-ek bi gai hauek bateratu zituen, momentu hartara arte pentsaezina zen zerbait izanik. Mekanika kuantikoak proposatzen du aztertu nahi den sistema baten informazio guztia uhin-funtzioa izeneko objektu baten enkriptatuta dagoela. Uhin-funtzio honek sistema bat nolabait identifikatzeko probabilitatea du bere barne. Eta Schrödingerren ekuazioa da horren eredu nagusia. Bestalde, Einstein-en erlatibitate berezia dugu. Honek argiaren abiadurara mugitzen diren sistemen funtzionamendua azaltzen du. Dirac-ek Schrödingerren ekuazioa eta energia eta masaren arteko ekuazioa ekuazio bakarrean fusionatu zituen, mekanika kuantiko erlatibista bezala ezagutzen dena sortuz.

Ekuazio honi lotutako eragilearen azterketa espektrala ere aztertuko dugu, ekuazioa hobeto ulertzeko ezinbesteko pausua da eta.

Izenburua: EEBBetako COVID-19-aren seroprebalentziaren estimazioa eta aurreikuspena bateratutako Adimen Artifizialeko ereduak metatutako-datuak erabiliz.

Hizlaria: Josu Doncel.

Laburpena:

COVID-19 pandemiak gaixotasun epidemikoen hedapenari buruzko ikerketaren garrantzia agerian utzi du. COVID-19aren kasuan, infekzioen prebalentziari buruzko datu ofizialak PCR eta antigeno proben txostenetan oinarritzen dira, eta horiek ez dira guztiz fidagarriak. Lan honetan, Adimen Artifiziala eta estatistika teknikak aplikatzen ditugu Estatu Batuetan SARS-CoV-2 seroprebalentzia estimatzen duen iragarpen-ereduak eraikitzeko, COVID-19 prebalentziaren estimazioen datu ezberdinak eta beste aldagai interesgarri batzuk erabiliz. Horretarako, proposatzen dugu datuen pilaketa-teknikak erabiltzea zenbait eredu sortzeko (erregresio linealean eta beta erregresioan, programazio genetikoan eta sare neuronaletan) estimatzeko eredu bateratuak lortzeko. Lau ereduak emaitzak konparatzen ditugu eta datu-multzoaren arabera, zein metodo zein kasutarako estimazio hobekia lortzen dituen ikertzen dugu. Era berean, estatuen arteko baliozkotzea eta denborazko aurreikuspena erabiltzen dugu eredu prediktiboek entrenatu gabeko datu berriak ondo kudeatzen dituztela egiaztatzeko. Programazio genetikoa eta sare neuronalak egoera bakarrean entrenatutako datuak dituzten eredu onenak direla ikusten dugu. Gainera, hainbat estatuetako estimazioak kontuan hartzen direnean Programazio genetikoa oraindik ere beste ereduak baino hobea dela ondorioztatzen dugu. Hala ere, Sare Neuronalak ez dute seroprebalentzia zehaztasun guztiz estimatzen. Datuak prozesatzeko moduaren arabera, Erregresio Lineala oso ondo funtzionatzen du estatuen arteko balioztatzearekin eta denborazko aurreikuspenarekin, eta Programazio Genetikoa oso zehatza da lehenengoarekin, Sare Neuronalak bigarrenarekin hobeto funtzionatzen duten bitartean.