





BCAM:

Kontsumo elektrikoaren iragarpenak smart griden eta trantsizio energetikoaren aurrean



Rodrigo González Santamaría
rgonzalez@bcamath.org
645379633
<https://www.bcamath.org/en>

-
-  **Jarduera:** Bikaintasunaren ikerketa mundu-mailan diziplina arteko matematika aplikatuan; gainera, lankidetzako eta ezagutzaren transferentziako jarduerak zenbait arlotan (industria, energia, materialak, osasuna, ekologia, gizartea, finantzak, etab.)
 -  **Sektorea:** Ikerketa eta garapen esperimentalak natur zientzietan eta zientzia teknikoetan
 -  **Enplegatutako pertsonen kopurua:** 150
 -  **Lokalizazioa:** Alameda de Mazarredo 14 48009 Bilbao, Bizkaia (Basque Country, Spain), 48009, Bilbao - Bilbo, Bizkaia

ESTATU mailako berrikuntza **INKREMENTALA****Zergaitik izango litzateke berrikuntza Kasu Praktiko bat?**

Etengabeko ikasketa algoritmo berritzailea garatu delako matematikaren alorrean, energiaren esparruan aplikatua. Horren bidez, erantzuna ematen zaie algoritmoek kontsumo energetikoen patroien aldaketa dinamikoetara egokitzeko eta aurreikuspenen zehaztasuna hobetzeko duten beharrari. Garatutako eredu berriak bere entrenamendua etengabe egiten du eta informazio berria sartzen du denborak aurrera egin ahala. Horri esker, kontsumo patroien aldaketak gehitu eta modu fidagarrian ebaluatu ahal da aurreikuspenen ziurgabetasuna.

KASU PRAKTIKOARI BURUZKO INFORMAZIO ZEHATZA

BCAM matematika aplikatuaren esparruko ikerketa zentroa da. BCAMen Machine Learning taldea energiarekin lotutako arazoetan lanean hasi zen 2019an, Elkartek proiektu batetik abiatuta (Eusko Jaurlaritzak finantzatua). Proiektu horren xedea zen energiari aplikatutako adimen artifizialeko teknikak eta smart gridak (sare elektriko adimentsuak) garatzea.

Testuinguru horretan, kontsumo energetikoen patroien aurreikuspen zehatzak lortzeko beharra detektatu zen. Aurreikuspeneko balizko akatsak detektatzeko gaitasuna izan behar zen, ekoizpenaren plangintza eta energia kontsumoen kudeaketa hobetzeko xedearekin.

2019aren amaieran, eredu berri baten garapenerako lanak hasi ziren. Hasteko, literatura-berrikuspenaren bidez, aurreikuspenak etengabe egiteko beharra erakusten zuten zenbait hutsune detektatu ziren, etengabe ikasten ari diren ereduak erabilia (continual learning). Horrez gain, balio bakarreko aurreikuspenak zeudela ikusi zen, baina ez probabilitatean oinarritutako aurreikuspenak (horrek zehazten du aurreikuspenen ziurgabetasun-maila). Jarraian, berrikuntza frogatzeko hiru datu-baseak hautatu ziren, zeinak zenbait tamainatakoak eta esparru geografikoetakoak ziren: Belgika (11,5 milioi biztanle), Ohioko Dayton hiria (137.000 biztanle inguru) eta 100 apartamentu inguru Australiako hiri batean. Horrela, metodoa zenbait arlotan frogatu zen, non kontsumo-patroiak zenbait modutan aldatzen diren. Eredua garatu ostean, paper bat (artikulu zientifikoa) idatzi zen. Paper hori 2021ean argitaratu zen eragin eta prestigio handiko aldizkari batean.

Berrikuntza horren garapenean parte hartu dute Ikerbasqueko ikertzaile nagusi batek (bere lana Zientzia eta Berrikuntza Ministerioaren Ramón y Cajal beka baten bidez finantzatu da), UPV/EHUko PI Industrial beka jaso duen doktoregai batek eta BCAMeko ikerketa-teknikari batek. Horrez gain, Elkartek eta BERC programaren (Eusko Jaurlaritza) finantzaketa ere jaso da, bai eta Iberdrola Fundazioaren beka bat ere. Horrez gain, TECNALIAren lankidetzak nabarmentzen da Elkartek aurreko proiektu baten esparruan, eta, horri esker, berrikuntzari ateak zabaldu zitzaizkion.

Laburbilduz, adimen artifizialeko teknikak garatu dira energiaren kontsumoaren aurreikuspen probabilitistikoak lortzeko, etengabeko ikasketa jarraituan oinarrituak. Aurreikuspen horiek aurreikuspen zehatzak lortzen dituzte eta modu fidagarrian ebaluatzen dituzte aurreikuspenen ziurgabetasunak. Zehazki, etengabeko ikasketa algoritmoa sortu da (Adaptive Probabilistic Load Forecasting). Algoritmo hori gai da etengabe ikasten diren ehunka modelo erabilia aurreikuspenak egiteko, benetako informazio berriena txertatuz.

Aurrekariak

Energia berdearen eskariaren eta energiaren ekoizpenaren arteko koordinazioa ezinbestekoa da erregai fosilen alternatiben bilaketarako. Energiaren iragarpen zehatzak funtsezkoak dira ekonomiarako eta ingurumenerako, xahutzen den energia murriztu dezaketelako. Aurreikuspen zehatzak egiteak aukera ematen du energia ekoizpenaren plangintza eta banaketa optimizatzeko, eta, horri esker, sorkuntza efizientea lortu eta horniduran eteteak egoteko arriskua murrizten da. Aurreikuspen horiek kontsumo-patroien etengabeko aldaketen zailtasuna gainditu behar dute.

Erronka

Energia-kontsumoen aurreikuspen zehatza zaila da energia-eskariaren berezko aldagarritasunaren eta kontsumo-patroien etengabeko aldaketen ondorioz. Arazo horiek garrantzitsuagoak bihurtu dira azken urteotan, energia berriztagarriak, kotxe elektrikoak eta microgridak (edo energia-iturriz anitzez osatutako sare elektriko banatuak) direla eta. Erronka da machine learning algoritmoak garatzea, behin-behineko aldaketetarako modu eraginkorrean egokitzen diren aurreikuspen zehatzak lortzeko.

Ekintzak

- 2019aren amaieran, BCAMek energiaren esparruko algoritmo berritzailea garatzeko erronka planteatu zuen, eta ikerketa-prozesu baten berezko ekintzak martxan jarri ziren.
- Prozesua literaturaren berrikuspenarekin abiarazi zen, hutsuneak eta hobekuntza-tarteak detektatze aldera, garatu beharreko berrikuntza orientatzeko. Kontsumo-patroien aldaketa dinamikoetara egokitzeko gai diren algoritmoak sortzeko helburua planteatzen da. Algoritmo horiek etengabe ikasten egon behar dira (continual learning).
- Jarraian, datuak lortzen dira zenbait tamainatako hiru datu-base publikotatik; zehazki: Belgika (herrialde osoa), Dayton (Ohioko hiri bat) eta 100 apartamentu inguru Australiako hiri batean. Horri esker, garapenak balioztatu ahal dira zenbait testuingurutan.
- Ereduaren garapen matematikoa egiten da, datu-baseen laguntzarekin, eta, aldi berean, kodea garatzen da. Emaitzak testatzen dira. Algoritmo berria lehenik eta behin Matlab programazio-lengoaian garatzen da, eta, ondoren, Python lengoaiara itzultzen da (kode irekiko plataforma anitzeko lengoaia).
- Azkenik, paperra idatzen da. 2021ko urtarrilean argitaratzen da esparru horretan prestigio handikoa den aldizkari batean (D1 IEEE Transactions on Power Systems)

Lortutako emaitzak

- Etengabeko ikasketako algoritmo bat garatu da, Adaptive Probabilistic Load Forecasting, eta gai da kontsumo-patroietan aldaketetara egokitzeko.
- Eredu horrek aukera ematen du energia-eskarien aurreikuspen zehatzak egiteko, eta, horrek baliabideen kudeaketa optimizatzen, efizientzia operatiboa hobetzen eta onura ekonomikoak maximizatzen laguntzen du.
- Proposatutako metodoak existitzen diren tekniken xehetasuna hobetzen laguntzen du zenbait esparru geografikotan.
- Lan horrek Spanish Society of Statisticsen eta BBVA Foundationen Operations Researchen aitortzea jaso du, eta estatistikaren alorreko ekarpen aplikatiborik onenaren saria jaso du 2022an.
- Eredua "Probabilistic load forecasting based on adaptive online learning" artikuluan argitaratuta dago, D1 IEEE Transactions on Power Systems aldizkarian, eta 30 aipamen ditu Google Scholarren.
- Algoritmoaren kodea eskuragarri dago GitHuben gordailua batean eta deskarga ugari izan ditu (<https://github.com/MachineLearningBCAM/Load-forecasting-IEEE-TPWRS-2020>).
- Algoritmo horrek gaitasun garrantzitsua du smart gridak garatzeko, eta sistema elektrikoaren paradigma berria garatzeko Adimen Artifizialeko soluzioei buruz Iberdrola egiten ari den IA4TES proiektuan (2022-2024) aplikatzen ari da.

KASUAREN KATEGORIZAZIOA

Berrikuntza-eremuak:

- Produktua: Software-a.
- Prozesua: Kudeaketa administratibo eta ekonomikoa.

Aukera arloak:

- 1 - Eraldaketa teknologikoa/digitala

Verónica Álvarez (BCAMeko doktoregaia):

"Berrikuntza horrek energia-efizientzia hobetzen du, eta energia berriztagarrien kontsumoa eta integrazioa optimizatu. Eskari handieneko epeak ezagututa, enpresek beren eragiketak programatu ahal dituzte kostuak murrizteko. Energia berriztagarrien sorrera aldakorra da, eta ekoizpenaren iragarpen zehatzak aurreikusten eta planifikatzen laguntzen du."

Santiago Mazuelas (Ikerbasqueren ikertzailea BCAMen)

"Energiaren eskariaren eta eskaintzaren iragarpen zehatzak lortzea funtsezkoa da Smart Grid-ak garatzeko; izan ere, sare elektrikoaren plangintza eraginkorragoa eta jasangarria ahalbidetzen du. Gainera, probabilitate-iragarpenak egiteko gaitasuna dutenez, errore-marjinak ezagutzen dira, eta hobeto planifikatu ahal da."

Innovation Index Score: ★★★★★

Lerrokatze estrategikoa: ★★★★★

Kreatibitatea: ★★★★★

Kolaborazioa eta hibridazioa: ★★★★★

Sistematizazioa: ★★★★★

Eraginkortasuna emaitzetan: ★★★★★

Efizientzia emaitzetan: ★★★★★

Erreplikagarritasuna eta transferigarritasuna: ★★★★★

★

Eragina: ★★★★★

Aintzatespena: ★★★★★