

KARGA-BANAKETA ZERBITZARI-MULTZOETAN

JOSU DONCEL VICENTE
LAAS-CNRS laborategiko doktoregia
Okzitaniako Tolosa, Frantzia

Gaur egungo sistema informatikoetan karga nola banatu garrantzi handiko gai bilakatu da. Sistema horiek oso konplexuak eta erraldoiak direnez, ez dago haien portaera era zentralizatuan kudeatzerik. Hori dela eta, bideratzaile berekoietan oinarritutako eredu deszentralizatuak aurkeztuko dugu, eta, joko-teoria erabiliz, haren portaera soluzio optimoarekin alderatuko dugu.

Frogatuko dugu bideratzaile berekoietan oinarritutako ereduak soluzio optimotik oso gertu dagoela. Bukatzeko, adieraziko dugu nola erabil dezaketen gure emaitza zenbait enpresak, hala nola Google-k eta Facebook-ek.

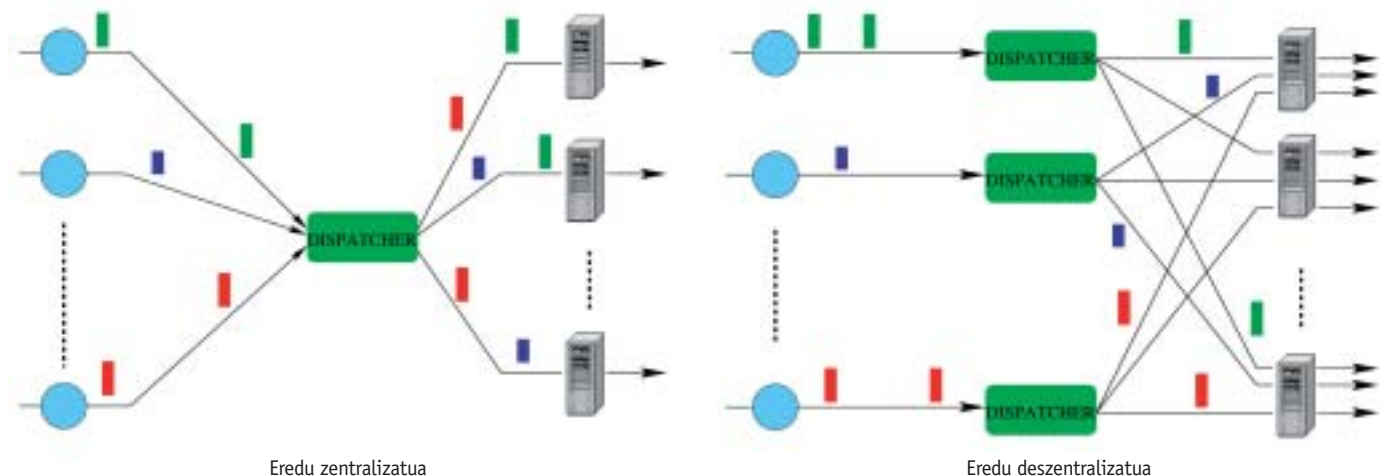
Telekomunikazio-sareak asko handitu dira azken hamarkadetan. Bestetik, haien konplexutasuna areagotzen ari da teknologia berriak garatzen ari diren neurrian. Hori dela eta, telekomunikazio-sareak ezin dira kudeatu era zentralizatuan. Adibidez, uste da Google-k milioi bat zerbitzari baino gehiago dituela hainbat herrialdetan banatuta, eta horrelakoetan argi dago kudeaketa zentralizatu ezinezkoa dela. Beraz, baieztatu dezakegu sistema informatikoen kudeaketa sistema banatuetan oina-

ritzen dela. Horregatik, ikertzaile asko galdera honen inguruan lan egiten ari dira gaur egun: asko aldatzen da sistema banatuen portaera sistema zentralizatuarekin konparatuz?

Zerbitzari-multzoetan egiten den karga-banaketa eredu matematikoa aurkeztuko dugu, eta aurreko paragrafoko galderari erantzuna emango diogu. Horretarako, karga-banaketa eredu alderatuko ditugu: eredu zentralizatu, batetik, bideratzaile bakar batek egiten du bezeroen eskaera

guztien banaketa; eredu deszentralizatu, bestetik, zenbait bideratzailez osaturik dago, eta bideratzaile bakoitzak eskaera guztien zati batez arduratzen da.

Eredu deszentralizatuko bideratzaileak berekoiak direla pentsatuz egingo dugu konparaketa hori. Bideratzaile berekoiak berari heltzen zaizkion eskaeren zerbitzu-denbora gutxitzea du helburu. Beraz, bideratzaile bereko bakoitzak optimizazio-arazo ezberdin bat ebaztea du helburu. Gainera, optimizazio-arazo horien ezaugarriek





aukera ematen digute bideratzaile berekoien artean joko bat definitzeko. Hau da, bideratzaile berekoiak kontuan hartuz, joko-teorian oinarritutako emaitzak erabil ditzakegu.

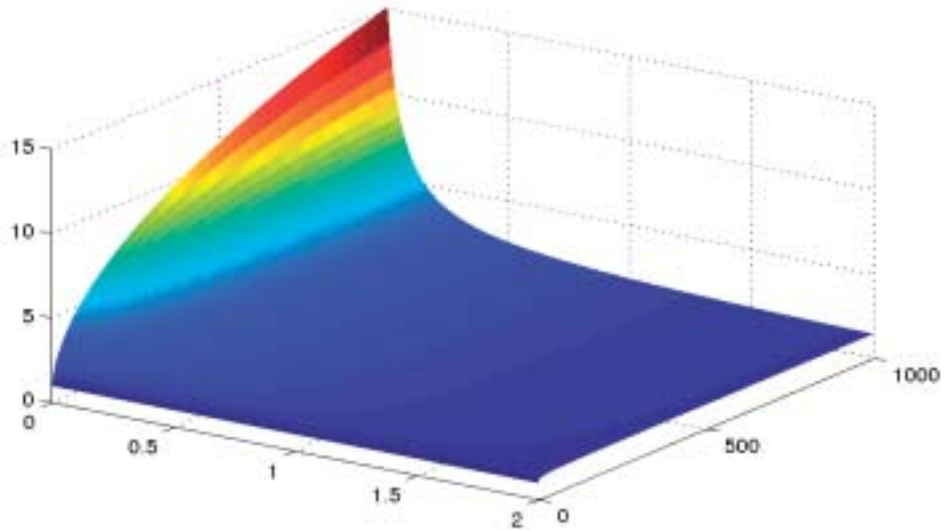
Baina zer da joko-teoria? Banakoen portaera estrategikoen analisia helburu duen matematikaren arloa da joko-teoria. Telekomunikazio-sareak sistema banatuak izanik, argi ikusten da sistema informatikoak diseinatu eta ikertzeko eredu egokia dela joko-teoria, eta, hori dela medio, telekomunikazio-sareetako ikertzaile asko joko-teorian interesatu dira azken urteotan.

Guk joko lehiakor bat definitu dugu karga-banaketaren eredu deszentralizatuan, non bideratzaile bakoitzak zerbitzari bakoitzari zenbat karga bidali erabaki baitezake haren eskaeren zerbitzu-denbora gutxitzeko. Joko lehiakorren soluzioari Nash Oreka deritzo. Gure ereduari, Nash Oreka jokoaren soluzioa den estrategia da. Sistema informatikoen era banatuan duten errendimendua neurtzeko *anarkiaren kostua* (AK) erabiltzen da.

Nash Oreken portaerarik okerrenaren eta soluzio optimoaren portaeraren arteko zatiketa da *anarkiaren kostua*. Zenbait ikerlarik karga-banaketaren AK ikertu dute azken urteotan. Literaturan esandakoaren arabera, *anarkiaren kostuak* balio erraldoiak ditu zenbait kasutan eta, hortaz, ondoriozta daiteke eredu zentralizatuen eta deszentralizatuen arteko portaera oso ezberdina izan daitekeela. Guk frogatu dugu *anarkiaren kostua* ez dela neurri egokia balantza-kargako eredu zentralizatuen eta deszentralizatuen arteko portaera alderatzeko. Izan ere, AKren balioa handia bada ere, ikusiko dugu bi ereduak antzeko portaera dutela.

Zerbitzari-multzoko baten ezaugarriak finko mantendu ditugu eta sistemaren beste parametro guztiak aldatu ditugu, eta, haien artean, bi ereduaren portaeren alderik handiena aukeratu dugu, hau da, zerbitzari-multzoko horren *eraginkortasunik* ezaren balioa topatu dugu. Hala bada, zerbitzari-multzoko baten *eraginkortasunik* eza txikia dela frogatuz gero, bi ereduaren portaeren ezberdintasunik eza ondoriozta dezakegu zerbitzari-multzoko horrentzat.

Zerbitzari-multzoko guztien artean *eraginkortasunik* ezaren kasurik okerrena noiz ger-



Eraginkortasunik ezaren kasurik okerrena puntu batean baino ez da gertatzen; beste kasuetan 1 baliotik gertu dago.

tatzen den kalkulatu dugu, hots, zein kasutan ageri den *anarkiaren kostua*. Hortaz, zerbitzari bizkor bat dagoenean, eta zerbitzari bizkorren eta geldoaren arteko abiaduren aldea erraldoia denean, *anarkiaren kostuaren* balioa lortu dugu. Beste zerbitzari-multzoko guztietan, berriz, ikusi dugu *eraginkortasunik* ezaren balioa txikia dela.

Jakin badakigu zerbitzari-multzoko erraldioetan AKren balioa oso handia dela. Lortutako emaitzaren arabera, AKren balioa oso handia izanda ere, ikusi dugu zerbitzari-multzoko baten *eraginkortasunik* ezaren balioa (hau da, zerbitzari-multzoko baten eredu zentralizatuen eta deszentralizatuen portaeren arteko aldea) oso txikia dela zerbitzari-multzoko guztietan, kasu bakar batean izan ezik.

Uste dugu gure emaitzek aplikazio praktikoa dutela. Google, Facebook, Amazon eta horiek bezalako enpresek zerbitzari-kopuru handiak erabiltzen dituzte beren bezeroei zerbitzua emateko. Soluzio zentralizatua ez denez beti inplementagarria, bideratzaile berekoiaren oinarritutako eredu deszentralizatua aukera ona da enpresa horientzat. Gure emaitzen arabera, Facebook-ek eta Google-k bideratzaile berekoiak erabiltzen badituzte, karga-banaketaren arazoaren soluzio optimotik gertu dagoen portaera izango dute. ●

ERREFERENTZIAK

- DONCEL, J.; AYESTA, U.; BRUN, O.; PRABHU, B.: "On the Efficiency of Non-Cooperative Load Balancing" In *Proceedings of IFIP Networking*, 2013.
- ROUGHGARDEN, T.; TARDOS, E.: "How bad is selfish routing?". *Journal of the ACM*, 49 (2), (2002), 236-259.
- KOUTSOPIAS, E.; PAPADIMITRIOU, C.H.: Worst-case equilibria. STACS 1999.
- HAVIV, M.; ROUGHGARDEN, T.: "The Price of Anarchy in an Exponential Multi-server". *Operation Research Letters*, 35 (2007) 421-426.
- AYESTA, U.; BRUN, O.; PRABHU, B.: "Price of Anarchy in Non-Cooperative Load Balancing Games". *Performance Evaluation*, 68 (2011), 1312-1332.

Esker ona:

Egileak O. Brun-ek (LAAS-CNRS), B. Prabhu-k (LAAS-CNRS) eta U. Ayesta-k (LAAS-CNRS eta IKERBASQUE-UPV/EHU) emandako laguntza teknikoak eskertzen du.