



ARG.: Fit Ztudio/Shutterstock.

Badator 5G-a

Egoitz Etxebeste Aduriz · Elhuyar Zientzia

Dagoeneko hemen dugu 5G-a. Hiriburuen eta hainbat hiriren erdiguneetan badago, nahiz eta, egiaz, oraindik ez den 5G osoa, 4G-aren eta 5G-aren tarteko pauso bat baizik. Baina badator, bidean da. Abantaila nabarmenak izango ditu, baina kezka ere ez dira gutxi.

5G teknologiaz hitz egitean, iraultza aipatzen da sarri. Benetan iraultzailea izango ote da mugikorraren konexiorako teknologiaren belaunaldi berria? "Nire lehen irudipena da beste koska bat dela, lehen 3G-tik 4G-ra izan zena, orain 5G-ra" dio Iñaki Alegria Loinaz informatikariak. "Gero, aplikazioetan egongo da kontua. Askok erabiltzen badira, eta unibertsal bihurtzen badira, orduan bai izan daiteke iraultza".

"Nik uste dut baietz, iraultza ekarriko duela", dio Zaloea Campillo Mandalunizek, Euskadiko Telekomunikazio Ingeniaritza Elkargoko arduradunak. Baina hark ere garbi dio: "Ez da gaurtik biharrerakoa izango". Izan ere, belaunaldi batetik bestera ez da bat-batean pasatzen. Azpiegiturak aldatu behar dira, erabiltzaileek teknologia berrira egokitutako gailuak eskuratu behar dituzte eta abar.

5G teknologiaren promesak ez dira nolanahikoak. Datu-transferentziaren abiadura 10-20 aldiz azkarragoa izatera irits liteke, 10-20 Gbps-koa. Latentzia, komunikazioaren beste muturrean eragiteko behar den denbora, berriz, asko txikituko da; 4G-arekin 20-60 milisegundokoa izatetik 1-2 ms-koa izatera pasa liteke. Eta eremu jakin batean konektatu daitezkeen gailu-kopurua 10 aldiz handiagoa izango da: kilometro karratuko milioi bat gailu konektatu ahal izango dira.

Hobekuntza horiek hainbat berrikuntzari esker lortuko dira. Batetik, hiru frekuentzia-banda erabiliko dira. Frekuentzia txikiko bandan (< 1GHz) estaldura oso ona lortzen da, seinalea antenatik distantzia handira iristen da, eta eraikinak eta abar ongi zeharkatzen ditu, baina, gehienez ere, 100 Mbps-ko abiadura lor daiteke. Frekuentzia ertainean (1-6 GHz) estaldura txikiagoa da, eta oztopoak zeharkatzeko arazo gehiago daude, baina 1 Gbps-ko abiadura lor daiteke. Eta, azkenik, frekuentzia handiko bandak (24-100 GHz), oso distantzia laburrerako balio du, eta ez ditu erakinak zeharkatzen, baina 10 Gbps-ko abiadura lor daiteke. Hirurak batera erabiliko ditu 5G-ak.

Horrez gain, datuen kodeketan, modulazioan, protokoloetan eta abarretan ere hainbat hobekuntza egin dira. Campillok bi nabarmentzen ditu: espektroaren efizientzia eta antena adimendunak. "Espektroaren efizientzia 4G-an baino hiru aldiz hobe da. Horregatik, leku berean datu gehiago sar daitezke eta arinago. Eta antena berriak, mMIMO antenak, adimendunak dira. Behar den lekura behar den erradiazio-potentzia igortzen dute. Ez da gauza bera kilobyte gutxi batzuk bidaltzen ari den sen-

tsore bat, edo mugikorrean telebista ikustea. Eta hori kontuan hartzen dute antena adimendunek, trafikoa bideratzeko. Horregatik, askoz eraginkorragoak dira".

"Zenbakiei begiratuta, 4G-tik 5G-ra koska handia dago, baina hori da optimoa; gero, baldintza errealetan ikusi behar da hori noiz lor daitekeen", dio Alegriak. "Lehen kablearekin egiten zena, orain 4G-arekin egiten da; adibidez, telebista ikustea. Orain zuntz optikoarekin egin daitekeena egin ahal izango da 5G-arekin, baina haririk gabe. Dimentsio horretakoa da aldaketa". Campillok: "Kontua da horren inguruan zelako ekosistema sortuko den, zertarako erabiliko dugun; hori izango da iraultza".

"Kontua da 5G-aren inguruan zelako ekosistema sortuko den, zertarako erabiliko dugun; hori izango da iraultza"

Aukerak, hamaika

Alegriak garbi du 5G-ak aukera interesagarriak emango dituela: "Orain gutxi batzuen eskuetan dagoena (zuntz bidezko konexio on eta garestiak behar direlako), askoz gehiago zabaltzea ekarriko du, eta aukera berriak sortuko dira".

Gauzen Interneten (IoT) benetan murgiltzeko bidea ere izango da, dirudienez, 5G-a; oso erraza izango baita gauzak (etxeko tresnak, esaterako) konektatuta izatea. Eta ibilgailu autonomoentzat

ere funtsezkoa izango da. "Auto adimendunak eta inguruko dispositibo guztiak konektatzeko sentzore asko behar dira, eta hor latentzia txikia izatea hil ala bizikoa da. Seinalea berandu iristen bada, iritsiko ez balitz bezala da", dio Alegriak.

Hain zuzen ere, "latentzia da iraultza honen gako garrantzitsua", Campillorentzat. "Ibilgailu autonomoen kasuan, milisegundo horien arabera egon liteke istripu bat izatea edo ez izatea. 5G barik, latentzia txiki hori barik, ezin ditugu horrelako aurre-pausoak eman".

Autonomoak izan edo ez, autoak elkarrekin konektatu ahal izango lirateke 5G-arekin; eta, hala, bat-tak besteari informazioa pasa, adibidez, errepidean aurkitutako arazoei edo egoerari buruz.

*"Pertsonak pertsonekin
konektatzetik, gauzak
gauzekin eta pertsonak
gauzekin ere konektatzera
pasa gintezke 5G-arekin"*

Izan ere, pertsonak pertsonekin konektatzetik, gauzak gauzekin eta pertsonak gauzekin ere konektatzera pasa gintezke 5G-arekin. Horrek ekar lezake objektuak beste modu batera ikustea. "Gauzekin konektatuko gara, eta gauzak gizatiartuko ditugu", dio Campillok. "Adibidez, ezkaratzean daukagun hozkailuak gogorarazten badigu arrautzak eta jogurtak erosi behar ditugula, azkenean etxeko bat gehiago bihurtuko da. Dagoeneko robot aspiragai-



1981
2 kb/s

Ahots bidezko dei
analogikoak soilik.



1992
64 kb/s

Ahotsa eta
datuak digitalki.
Lehenengoz, testuak
(sms).

luekin gertatu da, izena ere jartzen diegu. Gauzak gure bizitzaren parte handiagoa izango dira".

Telemedikuntzarako eta zaintzarako aukerak ere ekarriko ditu; adibidez, posible izango da gaixo bat etxean egotea ospitaletik monitorizatua. "Gaixoak eta zaharrak zaintzeko aukerak emango ditu. Ikusi beharko da hori modu osagarrian erabiltzen den, edo aurrez-aurrekoak ordezkatzeko", dio Alegriak.

Larrialdietarako ere oso lagungarria izan daiteke. Esaterako, "sentsorizatuta dauden eraikinek sute baten edo gas-ihes baten abisua pasa dezakete, eta, beheko solairuan sua dagoela konturatzen zarenerako, suhiltzaileak hor egon", dio Campillok. "Eta *smart city* edo hiri adimendunen arloan ere mundu oso bat irekitzen da: argindarra eta ura

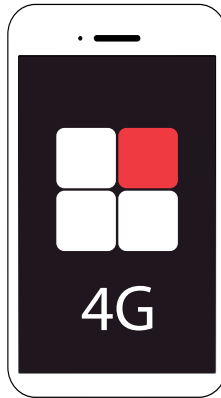
Zaloe Campillo Mandaluniz
Euskadiko Telekomunikazio
Ingeniaritza Elkargoko arduraduna



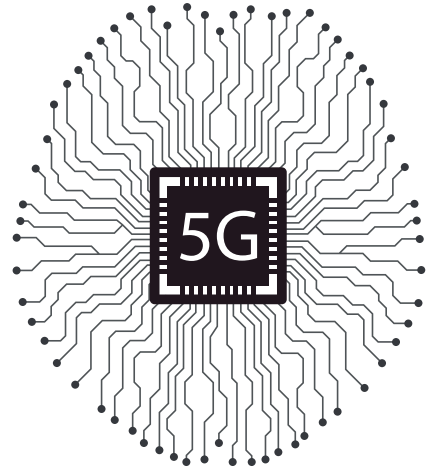
Iñaki Alegria Loinaz
Informatikan doktorea



2001
2 Mb/s
Interneten
nabigatzeko
aukera.



2010
100 Mb/s
Bideoak erraz
transmititu daitezke.
Bideodeiak.



2020
10 GB/s
Abiadura eta estaldura
askoz handiagoak.
Latentzia askoz txikiagoa
Gauzen Internet.

Irudia: Nasky/Shutterstock.

modu askoz eraginkorragoan kudeatzeko, energia aurrezteko eta abarretarako”.

Hodeiak nabarmen egingo du gora. Abiadurari eta latentziari esker, erabiltzaileak ez du alderik nabaritutuko edukia bere gailuan egon edo hodeian. Horrek dakar edukiak hirugarren baten esku gelditzen direla. “Autonomia, segurtasuna eta halako parametroak aldatzen dira, mendekotasun bat sortzen da”, ohartarazten du Alegriak.

Bestalde, 4G-a dagoeneko motz gelditu zaigu, Campilloren ustez. Esaterako, pandemian urrutitik gauzak egiteko beharra sortu zaigu. “5G-arekin, nire errealitate birtualeko betaurrekoak jarri eta unibertsitateko eskolak har ditzaket. Egungo latentziarekin etenak daude, erritmoa galtzen da, konzentrazioa... Baina latentzia txikiarekin, betaurre-

koak jarri, eta ikasgelan edo laneko bileran egongo banintz bezala izan liteke. Kideek begiratzten dizute eta hitz egiten dizute, ia-ia errealitate bihurtzen da. Gaur egun, hori ezin dugu egin”.

Kezkak, hainbat

Argi dago 5G-ak ekar ditzakeen aukerak asko direla, baina kezkak ere badira. Horien artean, osasunarekin lotutakoak daude. Ez da kontu berria, eta azken urteetan ikerketa asko egin da uhin elektromagnetikoei, 3G-ak, 4G-ak eta 5G-ak osasunean izan lezaketen eraginari buruz. Eta ez da inolako arriskurik aurkitu. Halaxe dio Munduko Osasun Erakundeak [jaz argitaratu zuen azterketak](#) ere.

Zibersegurtasunak ere eragiten du kezka, konektutako gailu gehiago badaude, erasoak egiteko ere aukera gehiago egongo baitira. “Zenbat eta leiho



ARG.: Lisic/Shutterstock.

gehiago ireki, lapurrek aukera gehiago sartzeko”, azaltzen du Campillok. “Leihoak ongi zarratu behar dira. Kontrola geurea da. Ezin dizkiogu edonori eman datuak, eta kontuz ibili behar dugu jaisten ditugun aplikazioekin. Batzuetan, mikrofonoa irekitzeko baimena ematen diegu, jakin gabe”.

Kaleetan, bereziki Txinan, ugaritzen ari dira kamearak; horrek zeresana eman du. Hain zuzen ere, 5G-ak kontrol soziala erraztuko duela ohartarazten du Alegriak: “Oso erraza izango da edonoren aurpegia ezagutzea, edonon”.

Arrakala digitalari dagokionez, berriz, arazoa areagotzeko arriskua ikusten du: “Lehen urrats batean, behintzat, ikusten da, orain etena badago konektatuen eta ez konektatuen artean, 5G-arekin, abiadura handian konektatutakoen, abiadura txikian konektatutakoen eta ez konektatutakoen arteko arrakalak egongo direla; inbertsio handiak behar baitira”.

Baina bada arrakalak konpontzeko aukera gisa ikusten duenik ere. Campilloren ustez, 5G-arekin teknologia humanizatu ahal izango dugu, eta hori lagungarria izango da adinekoentzat, esaterako: “Hologramek edo errealitate birtualeko betaurrekoek balio dezakete familia hurbiltzeko edo zale-tasunak errazteko. Adibidez, betaurrekoak jarri eta lau lagun elkar daitezke, kartetan aritzeko. Pertsonen konexioa ez dugu galdu behar, baina teknologiak lagundu dezake”.

“Teknologiak inklusiboa izan behar du, eta denontzat”, gehitzen du Campillok. Eta beste arrakala bat gogorarazten du: “Emakumeek teknologia sortzen aritu behar dute, ez bakarrik kontsumitzen. Pertsona desberdinak ez badauzkagu teknologia sortzen, ez da lortzen beste ikuspuntu batzuetatik ikustea gauzak. Eta hortik jaiotzen dira, azkenean, arrakala digitalak. Ez dugulako pentsatzen denongan”.

Ingurumenaren aldetik, batzuek azpimarratzen dute antenak eraginkorragoak izango direla, eta

“Teknologiaren aurrerapenaren eta beste interes batzuen arteko oreka lortu beharra dago”

gailuek ere askoz energia gutxiago beharko dutela konektatzeko. Baina kontuan hartu behar da, lehen daudenez gain, askoz antena gehiago jarri beharko direla, konektatutako gailuak ere askoz gehiago izango direla, eta trafikoa ere askoz handiagoa.

“Antenek eta gure terminalek askoz gutxiago kontsumituko dute. Eta sentsoreak eta halakoak, gero eta gehiago autonomoak dira, eguzki-plaka txiki batekin, esaterako”, azpimarratu du Campillok. “Proiektu adimendunek jasangarriak izan behar dute; sentsore masiboak jartzeko proiektuetan, esaterako, hori kontuan hartzen da”.

Alegria ez da hain baikorra: “Ehunka satelite eta milioika antena jartzea aurreikusten da, 4G-a oraindik amortizatu gabe dagoenean. Eta gailu berriek proportzioan gutxiago kontsumitu arren, potentzia handitu egin nahi dugu. Antena gehiago, dispositibo gehiago, abiadura handiagoan, hodeiaren erabilera gora... Energia-kontsumoa izugarri igotzeko joera aurreikusten da”.

Erakunde ekologistak eta herritarren bestelako mugimendu batzuk moratoria eskatzen ari dira; besteak beste, arriskuak hobeto aztertzeko. Alegriari zentzuzkoa iruditzen zaio estandar batzuk zehaztea energiari, segurtasunari eta abarri dago-kienez. “Autoekin egin da hori; mugak jarri zaizkie abiadurari, kontsumoari eta emisioei. Teknologiaren aurrerapenaren eta beste interes batzuen arteko oreka lortu beharra dago”.

Hala, hedatzea gertatu baino lehen teknologia horri zer eskatuko diogun pentsatu beharko genuke, Alegriaren ustez. “Baina berandu gabilta. Frekuen-

tzia-banden enkanteak dagoeneko ari dira egiten. Azken finean, estatuek diru-sarrera gisa hartu dute. Hedatze publiko bat ere izan zitekeen. Interneten hasiera halaxe izan zen, baina hori dagoeneko ahaztu zaigu”.

Horrekin lotuta, beste kezka bat nabarmentzen du Alegriak: “Teknologia hauek oso enpresa gutxiren esku ari dira gelditzen. Informazio guztia, teorien zifratuta joan beharko lukeena, oligopolio baten eskuetan dago”. Hortik dator Huawei kasua. Haien gailuetatik pasako den informazioa zelatatuko duten mesfidantza dago. “Ez gara haiekin fidatzen Txinakoak direlako, baina gainerakoekin fidatzen gara?”.

“Gero eta burujabetza teknologiko txikiagoa dugu —salatzen du Alegriak—; baina ez pertsonek bakarrik, baita gobernuak ere. Adibidez, enpresa batek erabakitzen du Trumpek txiokatu dezakeen edo ez. Publikoaren kudeaketa pribatuaren eskuetan gelditzen ari da, eta, berez, teknologiaren errua ez den arren, joera hori areagotzen lagun dezake”.

Olatua badator. “Lehen horrelakoetan ‘badator’ esaten genuen, gobernuak aginduta zetorrelako. Orain, berriz, multinazionalak agintzen dute. Gainera, jende gehienak ongi hartzen du, izen ona du 5G-ak. Baina beharrezkoa da alde etikoak ongi lantzea”. Campillo bat dator horretan: “Teknologiaren erabilera nolakoa den da garrantzitsua. Deontologia bat landu beharra dago. Hor asko dugu egiteko”. “Heziketa digitala oso garrantzitsua da”, gaineratu du Alegriak, “sekulako lana dago egiteko, eta ez gazteekin soilik, baizik eta guztiekin”. ●