

# Begia eta kamera



ARG.: DENAL/CC BY-NC-ND; ELLIOT BENNET/CC BY

GUILLERMO ROA ZUBIA  
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

## Kamera eta begia

**Giza begia erreferentzia nagusia da kameraren ezaugarrietan; azken batean, kameraz grabatutako irudiak giza begiz ikusiko dira. Ez da harrizkoa kamera giza begi baten bertsio artifiziala izatea; baina ez beti. Batzuetan kamerak ikusten du giza begiak ikusi ezin duena.**


1872an, eztabaida sutsu bat izan zen Kalifornia-ko hipika batean. Kontua zen zaldiak galopan lau hankak airean izatera iristen ote ziren; zale batzuek baietz zioten, eta beste batzuek ezetz, baina begi hutsez ezinezkoa zen kontua ziurtasun osoz argitzea. Argitzeko modu bakarra kamera bat erabiltzea zen; irudiak izozteko ahalmena du kamerak, eta begiak, aldiz, ez. Horregatik, Eadward Muybridge argazkilaria kontratatu zuten. Hala ere, ez zen erraza garai hartako kameretan ahalmen hori ustiatzea.

Muybridgek sei urte eman zituen sei kamerako sistema bat antolatzen, zaldiaren mugimenduen sekuentziari argazkiak egin ahal izateko, baina 1878an *The Horse in Motion* izeneko argazki-segida lortu zuen, eta argi geratu zen baietz, zikloaren une batean zaldiek lau hankak airean dituztela. Kamerak ikusi zuen begiak ikusi ezin zuena. Emaitzak oihartzun handia izan zuen, eta argazki-segida hura ospetsu egin zen; adibidez, *Scientific American* eta *La Nature* (gaur egun *La Recherche*) aldizkariak argitaratu zuten.

### HIRU KOLORE

Funtsean, kamera bada begi baten kopia. "Oinarriko funtzionamendua hori da: argia sartzen da zulo batetik, eta argi-izpi hori nonbait inprimatzen da", dio Juantxo Sardon Pixel enpresako adituak. Begian ere, berdin; begiaren sarre-

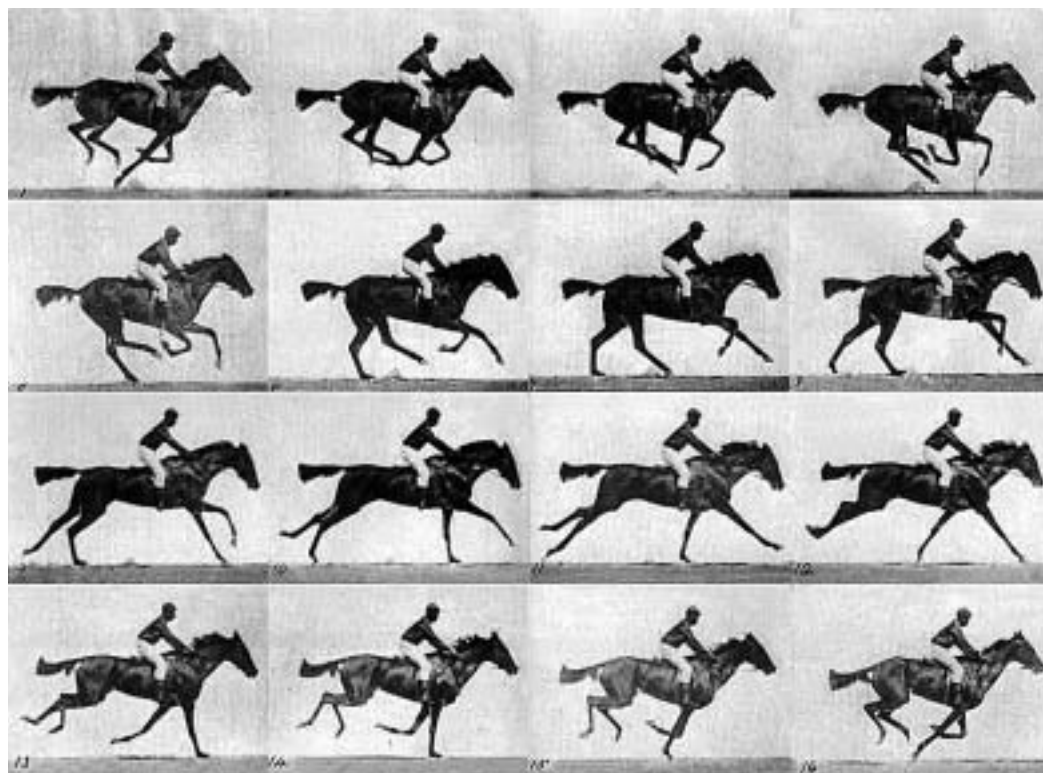
rako zuloa begi-ninia da, eta kamerarena, ber-  
riz, objektiboa. Zuloaren zabalera aldakorra da  
bi kasuetan; irisari esker begian eta diafragma-  
ren bitartez kameran.

 *Gorria, urdina eta berdea  
oinarrizko hiru koloreak dira  
erretinaren konok jasotzen dituzten  
argi-izpien koloreak direlako.*

Eta irudia inprimatzeko tokia begian erretina  
da, eta kameran, plaka fotosentikor bat. “Kame-  
ra analogikoetan negatibo fotosentikor bat iza-  
ten zen (pelikula), eta, digitaletan, sentsore bat;  
orain arte, CCD sentsoreak ohikoak ziren, eta  
orain sentsore berri batzuk atera dira, CMOS  
izenekoak”. CMOS sentsore merkeagoa eta az-  
karragoa da, eta gaurko kameretan ugaritzen  
ari dira, baina funtsean, sentsore digital guztiek  
begiak bezala tratatzen dute argia: oinarrizko  
hiru koloreetako seinaletan banatu —gorria,

urdina eta berdea—, eta seinale horiek elektrizi-  
tate bihurtzen dituzte. CMOS sentsoreak proze-  
su sofistikatu baten bitartez egiten du konber-  
tsioa. Argia hiru koloretan banatzen du, eta  
sentsoreak berak egiten du informazio horren  
digitalizazioa, beste txip bat beharrik izan gabe.  
Are espezializatuagoa da begiaren erretinaren  
mekanismoa: zelula fotosentikorretan (konoe-  
tan eta makiltxoetan) A bitaminaren antzeko  
molekula batek, erretinalak, eta proteina batek,  
opsinak, elkarrekin egiten dute lan argia elek-  
trizitate bihurtzeko.

Gauza bera egiteko bi modu dira, baina errefe-  
rentzia giza begia da. Hain zuzen ere, oinarriz-  
ko hiru koloreak erretinaren konok jasotzen  
dituzten argi-izpien koloreak dira. Horregatik  
deitzen diegu oinarrizko; haien konbinaziotik  
sortzen dira argiak izan ditzakeen kolore guz-  
tiak, baina, berez, hori ez da prozesu fisiko bat.  
Konbinazioen bidezko koloreak giza garunaren  
produktu bat dira. Nolanahi ere, kamera begia-  
ren funtzionamenduari egokitzen zaio, eta ja-  
sotzen duen kolore bakoitza argi berdearen, ur-  
dinaren eta gorriaren konbinazio bihurtzen du,  
eta konbinazio hori digitalizatzen du.



Zaldia galopan lau hankak airean  
izatera iristen da? 1872an, galdera  
horrek eztabaida sortu zuen, eta  
Eadward Muybridge argazkilariak  
propio egindako argazkien segida  
honek frogatu zuen baietz.

ARG.: EADWEARD MUYBRIDGE.

## SEGUNDO BAT, EHUN IRUDI

Irudi bat hartzeak denbora eskatzen du; ez da bat-bateko prozesu bat. Begian sartzen den argia erretinak jasotzen du, eta saturatzen da irudi osoa osatu arte. Horretarako, denbora behar du; segundo baten ehuneneko bat, gutxi gorabehera. Irudi-hartze hori bukatuta, hurrengo irudia hartzeari ekiten dio. Azkenean, begiak segundoko 100 irudi har ditzake.



*Phantom kamerak segundoko 2.000 fotograma graba ditzake. Grabatutakoa segundoko 25 fotogramatan erreproduzitzen baduzu, kamera geldoaren efektua lortzen duzu.*

Kamera azkarragoa izan daiteke. Sardonek horrelakoekin egin izan du lan. “Kamera azkarren artean, ospetsuenetako bat Phantom markakoa da”, dio. “Segundoko 2.000 fotograma graba ditzake. Grabatutakoa segundoko 25 fotogramatan erreproduzitzen baduzu, kamera geldoaren efektua lortzen duzu, oso kalitate handian. Efektu plastiko berezia du”.

Krispeta baten irekiera ikusteko, segundoko ehunka fotograma grabatzen duen kamera bat behar da, Phantom bat adibidez. Ikusi bideoa webgunean.



## Bi begi, hiru dimentsio

Bi begiak buruaren aurrealdean dituzten animalia guztiek dute hiru dimentsioko ikusmena, ikusmen estereoskopikoa alegia. Bi begiek hartzen dituzten irudiak antzekoak dira, baina ez dira berdinak. Bi irudien arteko aldea zenbat eta handiagoa izan, orduan eta gertuago daude han agertzen diren objektuak. Garunak bi irudiak konbinatzen ditu, eta distantziak kalkulatzeko. Eta horixe bera egiten dute zinemagileek hiru dimentsiotan grabatzeko. Bi kamera behar dira, bata bestearen ondoan jarrita, antzeko irudi ezberdinak har ditzaten. Eta ikusmen estereoskopikoa lortzen da bi irudi horietako bakoitzaren ikusleak begi bakarraz ikusten badu.


Ikerketa zientifikoan ere tresna ahalsua da kamera azkarra. Ikuspuntu horretatik, kamera begia baino hobea da, zeren eta, Muybridgeren zaldiaren argazkien kasuan bezala, begiak harrapatzen ez dituen irudiak harrapatzen ditu. Abiadura handiko bideoari esker, hainbat prozesu fisiko beha daiteke: garoak nola jaurtitzen dituen esporak, likidoak ontzi baten barruan nola nahasten diren, leherketak eta konbustioa nola gertatzen diren edo erleek nola egiten duten hegan, esate baterako. Aukerak bukaezinak



IRUDIA: G. ROA

dira; bat-bateko gertaera dirudiena urrats bat baino gehiagoko prozesua dela erakusten du. Arto-ale bat krispeta bilakatzeko prozesua adibide ona da: hasieran, alearen azala pitzatu egiten da; gero, krispetaren material zuria zabaldu eta pitzaduratik kanporatu egiten da; gero, agian, azalean beste zulo bat irekitzen da, eta materia zuriaren beste koskor bat zabaltzen da, eta horrek krispeta osoa airera jaurtitzen du biraka.

Hala ere, irudi asko azkar harrapatzeak badu ordain bat; fotograma bakoitzarentzat, denbora gutxiago du kamerak. Horrek esan nahi du, alde batetik, argi gutxi sartzen dela kameran fotograma bakoitzean eta kamerari asko argitu behar dutela filmatu beharrekoa, eta, bestetik, abiadura handitu ahala, fotogramaren tamaina txikiagoa dela. Pixel gutxiagoko fotogramak dira. “Phantom batek [segundoko] 2.000 fotograma hartzen ditu HDko tamainan, 1920 x 1080 pixeletan. Baina 4K formatuan (4096 x 3072 pixel), hau da, zinema digitalean erabiltzen den formatu handiaren, 500 fotograma grabatzen ditu. Hala ere, fabrikatzaileak etengabe ari dira hobetzen zenbaki horiek”, dio Sardonek.

 *Begiaren estrategia kalitate handiko “objektibo” bakarrarekin funtzionatzea da. Kamerak, aldiz, objektibo ezberdina du irudi-mota bakoitzeko.*

## BEGI PANORAMIKOA

Begiaren mugak jatorri bera du. Oso organo ahaltsua da, baina ezin du segundoko 100 irudi baino gehiago hartu, hartzen duen irudi bakoitzak informazio asko duelako. Batetik, ehunka megapixeletako irudiak hartzen ditu, eta, bestetik, irudi hori objektibo angelu handi batek hartzen duena baino zabalagoa da: begiak 140 gradu baino gehiagoko angelua ikusten du, eta angelu handiek 120 gradu ingurukoa (nahiz eta badiren 180 gradura iristen diren objektiboak). Egia da begiak, eta batez ere garunak, ez dituela berdin prozesatzen irudiaren erdialdea eta bi aldeak, baina informazio asko jasotzen du, eta horrek “mantsotu” egiten du begiaren lana.

Gainera, begiak ez du optika aldatzen; alegia, beti objektibo berarekin funtzionatzen du, kris-



talinoarekin. Burbuila-itxurako osagai bat da begiaren barruan, eta pareta bakoitzak leiar ganbil moduan jotzen du. Begiari lotuta dago, eta muskulu batzuen bitartez geometria eta erretinaraino duen distantzia aldatzen zaio; mugimendu horrek fokatzen du irudia. Kamera baten leiarretan gertatzen denaz bestera, kristalinoaren materiala etengabe berritzen ari da, eta, gizaki gazte batengan behintzat, osagai malgua da. Kristalinoari dagokionez, beraz, begiaren estrategia kalitate handiko “objektibo” bakarrarekin funtzionatzea da; alde horretatik, kristalinoa gizakiak egin duen edozein objektibo artifizial baino askoz sofistikatuagoa da.

Kamerak, aldiz, kontrako estrategia erabiltzen du; objektibo ezberdinak eranstean zaizkio hartu behar duen irudi-mota bakoitzeko. Sardonen arabera, horretan datza kameraren abantaila; alegia, objektiboak aldatze hutsak egokitzen duela kamera hartu nahi den irudiaren arabera. “Film labur bat grabatzeko, adibidez, plano bakoitzean aldatzen dugu kameraren optika. Izan ere, ikzioa eta antzeko gauzak egitean, plano bakoitza koadro bat da”, dio.

Kamerak optikarik gabe ere funtziona dezake. Hain zuzen ere, historiaren lehen argazkiak objektiborik gabe egiten zituzten. “Kamerak ganbera beltz batzuk ziren, argia sartzeko zulo txiki bat eta barruan material fotosentikor bat zutenak. Zulo txikiaren diametroa zein den kalkulatzeko formula bat dago: hainbesteko zuloa

Juantxo Sardon, Pixel enpresako teknikaria, eta argazki-zuzendaria film askotan. ARG.: PIXEL ©



Begiaren irisa (ezkerrean, ARG.: ROBERT BRUCE/CC BY-ND) eta argazki-kamera baten objektiboa leiarrik gabe (ARG.: SQUIRRELS/CC BY-NC-SA). Funtsean bien lana da argi-kantitate jakin bat pasaraztea. Begian kristalinoak eta kameran leiarrek manipulatzeko argi hori behar bezalako irudi bat lortzeko.

izan behar du tamaina jakin bateko euskarri batean proiektatzeko distantzia jakin batera”, azaltzen du Sardonek. Eta, modu horretan, zuloa ireki eta argiak irudia sortzen zuen material fotosentikorrean. “Oraindik ere badago jendea argazkiak horrela ateratzen dituen. Ospetsuena ilan Wolff da”.

Modu horretan ateratako argazkiak oso mugatuak dira. Eremu sakonera edo kamerak irudian sartzen duen angelua ezin dira kontrolatu; ez zoom-efekturik, ez ezer. Baina aldeko ezaugarri bat du: leiarrik ez dagoenez, ez dago oztoporik

argiarentzat. Ohiko kameretako objektiboak ez dira guztiz gardenak; hain zuzen ere, leiarraren kalitatearen parametro garrantzitsu bat gardenatasuna da. Gardentasun hori neurtzen duen parametro  $f$  zenbakia da. Objektibo guztietan zehaztuta egoten da zenbatekoa den pieza horren  $f$  zenbakia; zenbat eta  $f$  txikiagoa izan, orduan eta hobea da objektiboa. Eta berriz ere nabarmena da begiaren erreferentzia: har dezakeen baliorik txikiena  $f = 1$  da, begiaren korneak eta kristalinoak duten balioa, hain zuzen. Baliteke kamera batzuek begiak ezin duena ikustea, baina materialetan ez dago begia bezalakorik. ●



Euskal Herriko Unibertsitateko Euskara Zerbitzuak 2003an abiarazitako ekimena da ZIO (Zientzia Irakurle Ororentzat). Bizkaiko Foru Aldundiaren laguntzari esker urterik urte osatuz doa ZIO bilduma.

Zientziara hurbiltzeko liburu erakargarri eta erabilgarriak eskainiz, euskara eta jakintza uztarturik jartzen dira edonoren esku.



BIZKAIA BIZIA