

Biomekanika: giza gorputza mekanismo gisa

Juan Manuel Pagaldai *
&
Mari Karmen Arrieta

Aurreko alean mekanismoaren oinarria eta zergatia azaldu genituen. Orain arte gizakiak asmatutako mekanismorik gehienak zurrinak izan dira. Baina, gure inguruko mekanismo naturalak simulatzeko mekanismo malguak asmatu behar dira.

B iomekanika hitza entzunda badirudi medikuntz arloko zientziari buruz ari garela. Hori ez dago guztiz oker, baina biomekanikan injinerutzak duen zerikusia medikuntzak duena bezain garrantzitsua da.

Biomekanika hitzak, zientziak erabiltzen duen beste hainbat hitz bezala, grekoan du bere jatorria, eta bizidunen mekanika esan nahi du. Nolanahi ere, hitz hau erabiltzean normalean giza gorputzaren mekanikaz ari gara. Hau da, biomekanikak giza gorputzaren higidura ikertzen du.

Zalantzarik gabe, giza gorputzak dituen funtzioetako bat higitzea da. Higidurari dagokionez, giza gorputza elementu batzuez osaturik dago, eta elementu horien artean dagoen higidura erlatiboa da gorputzari bere mugikortasuna ematen diona. Eta gainera, higidura honek beti du antzerako estruktura: bi parte ezberdin giltzadura batez lotuta daude, eta giltzadura honek bi parte horien artean biraketa erlatibo bat edo gehiago egite-

ko bidea eskaintzen du. Adibidez, gure belaunak izter eta zangoaren arteko biraketa bakar bat posible egiten du. Bestalde, eskumuturrak besoaren eta eskuaren artean bi biraketa egiten uzten du.

Horrela begiratuta, higiduraren ikuspuntutik, giza gorputza mekanismoa dela esan dezakegu.

Mekanismo gisa, giza gorputzak arbolaren egitura edo egitura adarkatua duela esan dezakegu. Honek

J. R. Aizpurua

Marraskian giza gorputzaren higidura ikertzeko Donostiako CEIT-en asmatutako eredia ikus dezakezue. 21 puntu eta 18 bektore erabili dira ereduaren posizioa definitzeko, 117 koordenatuko eredia osatuz.



* Juan Manuel Pagaldai CEIT-eko Mekanika Aplikatua sailean ikerketa-laguntzailea da.

esan nahi duena hau da: gorputzaren egitura mekanikoak zentru edo elementu nagusia duela eta zentru horretatik bigarren mailako elementuak irteten direla, eta hauetatik hirugarren mailakoak, etab. Gure kasuan elementu nagusia gorputz-enborra da, bigarren mailakoak besoak, hankak eta burua, eta hirugarren mailakoak atzamarrak eta behatzak.

Biomekanikak duen abantaila gainera, beti mekanismo berbera aztertzea da; gorputz guztiek mekanismo bezala ikusita egitura berdina bait dute. Pertsona batetik bestera aldatzen den gauza bakarra, neurria da.

Argazkian ikusten duzuen hesi-lasterkaria, altuera-jauzilaria, txirrindularia eta astronauta eredu berdinarekin kalkulaturik daude.

Marraskian giza **gorputzaren** higidura ikertzeko Donostiako CEIT-en asmatutako ereduak ikus dezakezue. 21 puntu eta 18 bektore erabili dira ereduaren posizioa definitzeko, 117 koordinatuko eredu osatuz. Koordinatu hauen artean beharrezko erlazioak eratu ondoren, ereduak 40 askatasun gradu edo higidura independente ditu.

Ikerketaren aldetik biomekanikak mekanikako beste arloekin ezberdintasun nabariak ditu. Mekanikako beste arlo batzuetan agertzen diren higidurak makinak egindako higidurak dira, eta higidura artifizialak direla esan dezakegu. Horregatik, ez da zaila ordenadorean horrelako higidura errepikatzea.

Giza gorputzari dagokionean gauzak ez daude hain definituak. Naturako higidurak urte askotako eboluzioaren emaitza dira, eta formula batekin errepikatzea ia ezinezkoa da. Beraz, beste era bat bilatu behar da higidura aztertzeko.

Giza gorputzaren higidurak bila ditzakegun leku bakarra giza gorputza da. Eta zehatzak izan nahi badugu, gorputz baten higidurak gorputz horretan bakarrik daude pertsona baten eta beste baten higidurak ezberdinak bait dira.

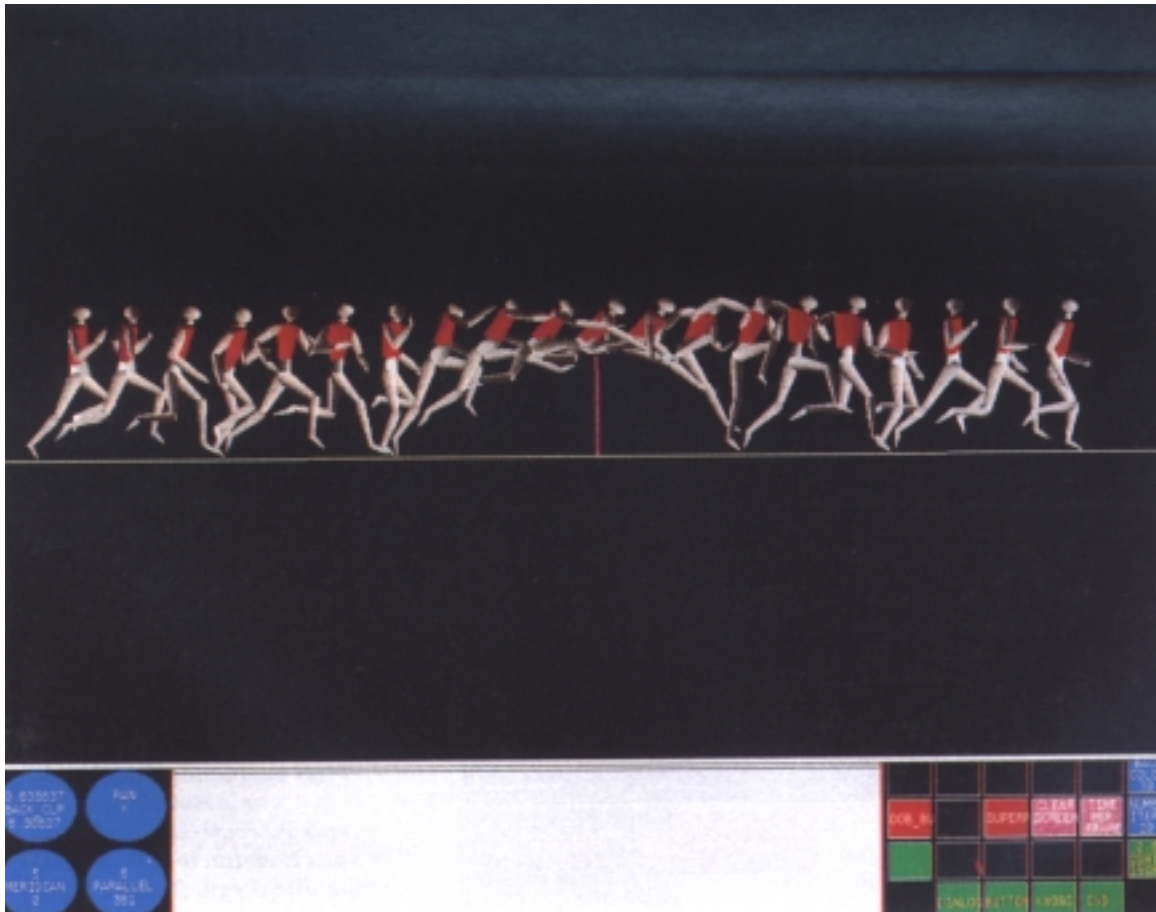
Ikusten denez, pertsona baten higidura aztertzeko dagoen posibilitate bakarra higidura hauek errealitateetik neurtzea edo kopiatzea da. Eta hori da, berez, egiten dena.

Higidura neurtzeko, normalean bi edo hiru kamerarekin hartzen dira irudiak. Filmatzen den lehe-

nengo gauza erreferentzia izaten da, kamerak filmatutakoarekin eta kamera batek besteekin duen posizioa zehazteko.

Hau egin ondoren, higidura dauzkagun kamera guztiekin batera filmatzen da. Filmatutako irudiak bideora sartzen dira. Bideoaren irudia pantailan agertzen denean, puntu garrantzitsuenen koordenatuak xaguarekin neurtzen dira. Kontutan hartu behar da puntu batek espazioan hiru koordenatu dituela, eta pantailan agertzen den irudian, launa denez, bi koordenatu bakarrik neur ditzakegula. Gutxienez bi kamera behar ditugu, bada, hiru koordenatu hauek kalkulatzeko. Hala eta guztiz ere, kamera gehiago izatea ona da akatsak murrizteko. Pantailan datu-hartze honi digitalizazio deitzen zaio, eta gehienetan prozesuak duen pauso astuena izaten da. Askotan egin dira ahaleginak urrats hau automatikoki egiteko, baina lortutako emaitzak ez dira oso onak.

Hartutako datu hauek, nahiz eta prozesua kontu handiz egin, erroreak izaten dituzte, eta iragaztea beharrezkoa izaten da, teknika matematikoak erabiliz datuetan errore-



Argazkian hesi-lasterkaria ia jauzi perfektua egiten ikus dezakezue. Hala izan behar, filmatutako datuak munduko txapeldun batenak bait dira.



ak sortzen dituzten ezberdintasunak baztertzeko.

Guzti hau egin ondoren, higiduraren datuak prest daude gure ereduak neurtutako higidura errepika dezan. Eta neurtutako datuak ondo neurtuta badaude, gure ereduaren higidura guztiz naturala izango da. Argazkian hesi-lasterkaria ia jauzi perfektua egiten ikus dezakezue. Hala izan behar, filmatutako datuak munduko txapeldun bate-nak bait dira.

Lan hau ez da higidurak naturaltasun-itxura izateko egiten, mugimendu erreala izan dadin baizik; azterketa honetatik datu errealak atera nahi bait ditugu. Adibidez, korrikalari baten higidura hobetzeko. Gure hesi-lasterkaria adibide hartuta, jakina da higidura bertikalak, energia behar badute ere, azkarrago korritzeko ez direla erabilgarriak. Korrikalariaren buruaren higidura argazkian ikusten badugu, korrikalariak lege hau nolabait berez ezagutzen duela ematen du, bere buruak bide guztiz horizontala daramalako.

Normalean horrela ez bada ere, kirol batzuetako higidurak nahiko sinpleak eta errepikakorrak izan daitezke, eta kasu hauetan ordenadorean simula ditzakegu, filmatu gabe.

Hauetako bat txirrindularitza da. Pedaleei eragiteko egiten den higidura sinplea da, eta beti berdina. Hau ikusita, argazkian erakusten den kasuan egin dena bizikletari hasieran abiadura ematea izan

Lan hau ez da higidurak naturaltasun-itxura izateko egiten, higidura erreala izan dadin baizik; azterketa honetatik datu errealak atera nahi dira. Argazkiko altuera-jauzilariaren higidura hobetzeko adibidez.

da eta, nolabait esateko, aldapan behera bota. Hortik aurrera ikusten den higidura dauden indarrek berez sortzen dute, inolako datu esperimentalik gabe.

Bukatzeko, biomekanikak duen beste aplikazioa ergonomia izeneko arloa da. Hau da, pertsona higitzeko edo lan egiteko erabiliko duen espazioaren diseinua.

Argazkian astronauta bat bere untzia berran ikus dezakezue. Astronautek lan egiteko egin behar dituzten higidurak ahal bezain txikiak eta naturalak izatea garrantzizkoa da, behar den denbora eta esfortzua txikia izan daitezen.

Beti etorkizunari begira egon behar

Zaila da benetan etorkizunaz hitz egitea, etorkizunean guztiz sartuta dagoela ematen duen gaia izanik. Baina, egia esateko, gauzak egunetik egunera aldatzen ari dira eta ikerkuntzan ez dago zerura begira egoterik.

Alde batetik, mekanismoak aztertzeko erabiltzen diren metodoak



komplexutasun handikoak dira, eta askotan ordenadoreak denbora asko behar izaten du azterketa burutzeko. Gure esku dauden ordenadore azkarrenak eta asmatu ditugun metodo onenak erabilia ere, azterketa dinamiko konplexuek ordu askoren premia izan dezakete.

Denbora hori txikiagotzeko bi modu daude. Bata, ordenadore azkarragoak erabiltzea, noski. Alde honetatik ordenadorean abiadura ia urtetik urtera bikoiztu egiten dela esan dezakegu, eta horrek salneurriak txikiagotu egiten dituela.

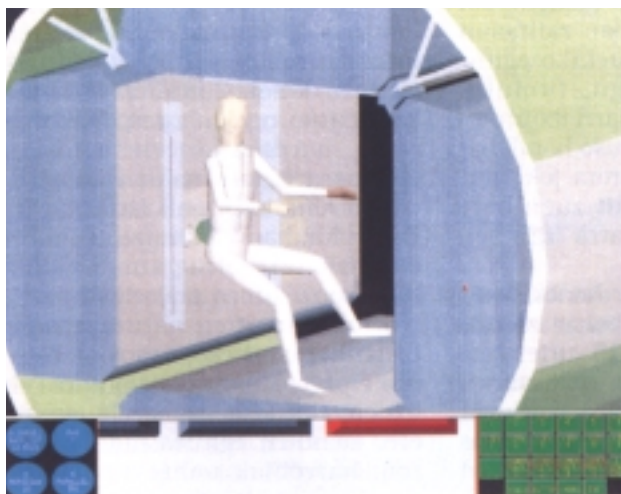
Normalean horrela ez bada ere, kirol batzuetako higidurak nahiko sinpleak eta errepikakorrak izan daitezke, eta kasu hauetan ordenadorean simula ditzakegu, filmatu gabe. Hauetako bat txirrindularitza da.





Programak azkarragoak izateko dagoen beste modua, algoritmo azkarragoak egitea da, hau da, lan berdina egiteko denbora gutxiago behar duten programak egitea. Hemen ere lan handia egin da, eta

ikertzaileak gelditu gabe ari dira metodo berriak asmatzen. Azkeneko helburua “denbora errealeko” programak lortzea da. Honek hau esan nahi du: gure programa mekanismoaren higidura higidura



Astronautek lan egiteko egin behar dituzten higidurak ahal bezain txikiak eta naturalak izatea garrantzizkoa da, behar den denbora eta esfortzua txikia izan daitezten.

gertatzen den bezain azkar kalkulatzeko gai dela. Adibidez, automobilaren simuladorea egin nahi badugu, onartezina da guk balazta zapaldu eta balaztaketa hori kalkulatzeko ordenadoreak orduerdia behar izatea.

Bestalde, esan bezala, programak gero eta konplexuagoak dira. Hori programatzailearentzat lan gehiago da, baina baita erabiltzailearentzat ere, sartu behar diren datuen kopurua asko handiagotzen delako. Datu hauek sartzeko erremintak egitea oso garrantzitsua da. Erreminta hauei interfase deitzen zaie, eta beren helburua programa hori “erabiltzailearentzat atsegina” izatea da, hau da, programak berak erabiltzaileari datuak nola sartzten diren edo bere akatsak zeintzuk izan diren esatea.

Bestalde, oso inportantea da datuen irteera ona izatea. Mota honetako programak sortzen duten datu- eta zerbaki-kopurua izugarria da, eta datu hauek adierazteko dagoen ia modu bakarra grafikoak egitea da. Grafikoen kalitatea ere oso azkar hobetuz doa, eta gaur egun dauden programa grafiko onenek sortzen dituzten irudiak, errealitateak ia bereiztezinak dira.

Grafikoen eta datu-irteeraren munduan agertu den kontzeptua “errealitate birtuala” da. Kontzeptu honetan lan egiten duten ikertzaileen asmoa erabiltzailearentzat ordenadorearen barruan beste errealitate bat sortzea da. Hori lortzeko erabiltzailearen begi bakoitzean irudi ezberdina jartzen da betaurreko bereziak erabiliz eta hiru dimentsioko irudia lortuz.

Soinuarekin antzerako gauza egiten da, aurikular bereziak jarri. Eta erabiltzaileak jantzi berezia jartzen badu, ordenadoreak bere posizioa jakin dezan, bere burua errealitate birtual horretan ikusteko gai izango da. Hau oso erabilgarria izan daiteke, adibidez, mediku batek operazio kirurjikoak simulatzeko, baina zalantzarik gabe sor ditzakeen arazo psikologikoekin kontuz ibili beharko da.

Horretaz aparte, gauza berri asko eman ditzake etorkizunak arlo honetan eta ikerkuntzaren munduan oro har, baina artikulua honen asmoa ez zen Jules Vernek egingakoa egitea, eta gainera, ikusitakoa ikusi ondoren, gero eta zailagoa da gure irudimenaren asmakizunak errealitatearen aurretik egotea.