



IKER
GAZTE
NAZIOARTEKO
IKERKETA EUSKARAZ

I. IKERGAZTE

NAZIOARTEKO IKERKETA EUSKARAZ

2015eko maiatzaren 13, 14 eta 15
Durango, Euskal Herria

ANTOLATZAILEA:
Udako Euskal Unibertsitatea (UEU)

INGENIARITZA ETA ARKITEKTURA

**Ezagutzan Oinarritutako Giza-
Jardueren Eredu Dinamiko eta
Pertsonalizatuak Ikasten**

*G. Azkune, A. Almeida,
D. López de Ipiña eta L. Chen*

607-613 or.
<https://dx.doi.org/10.26876/ikergazte.i.83>

ANTOLATZAILEA:



BABESLEAK:



LAGUNTZAILEAK:



Ezagutzan Oinarritutako Giza-Jardueren Eredu Dinamiko eta Pertsonalizatuak Ikasten

Azkune G.¹ eta Almeida A.¹ eta López-de-Ipiña D.¹ eta Chen L.²

¹ DeustoTech - Deustuko Unibertsitatea. Avenida de las Universidades 24, 48007 Bilbo

² School of Computer Science and Informatics - De Montfort University, LE19BH Leicester (Erresuma Batua)

Laburpena

Giza-jarduerak sentore eta konputazio tresnen bidez antzemateko gaitasuna oso garrantzitsua izan daiteke gizakietara egokitutako teknologiak sortzerako garaian. Horretarako, ezinbestekoa da antzeman nahi diren jarduera horien eredu konputazionalak sortzea. Gaur egun, jarduera ereduak sortzerako garaian, bi korrante nagusi aurki daitezke: datuetan oinarritutako ereduak eta ezagutzan oinarritutakoak. Biek ere abantaila eta desabantailak dituzte. Lan honen helburua da bi korranteak elkartzea eredu dinamiko eta pertsonalizatuak lortzeko, ezagutzan oinarritutako eredu orokor batzuekin hasita. Modu horretan, pertsona bakoitzaren bilakaerara egokitutako modelatze prozesuak lor daitezke.

Hitz gakoak: Giza-jarduera ereduak, ezagutzan oinarritutako ereduak, ikasketa automatikoa

Abstract

Being able to recognise human activities by means of sensor and computational devices can be a key competence in order to achieve human centred technologies. For that purpose, it is mandatory to build computational models of the activities which have to be recognised. There are two major approaches for activity modelling: the data-driven and the knowledge-driven approaches. Both of them have advantages and drawbacks. The objective of this work is to combine both modelling approaches with the aim of building dynamic and personalised activity models, using generic knowledge-based models. This would allow implementing modelling processes which can adapt themselves to the evolution of specific people.

Keywords: Human activity modelling, knowledge-based models, machine learning

1 Sarrera eta motibazioa

Giza-jarduerak antzemateko gaitasunak eragin handia izan dezake hainbat aplikazio esparrutan, hala nola, ingurune adimentsuak (Philipose eta Fishkin, 2004), robotika sozialean (Fong *et al.*, 2003) edo bideo bidezko zaingoan (Fernández-Caballero, 2012). Oro har, bere biziko garrantzia izan dezake erabiltzaileetara egokitzen diren teknologietan. Balizko teknologia adimentsu horiek gai izan beharko lukete erabiltzailearen unean-uneko jardueretara egokitzeko, zerbitzu pertsonalizatu bat eskaintzeko.

Giza-jarduerak antzemateko sistemek protagonismo handia izan dute etxe adimentsuetan, eta ondorioz, antzeman beharreko jarduerak etxean egunero egiten ditugunak izan dira: janaria prestatu, telebista ikusi, etxea garbitu eta abar. Horrelako jarduerak antzemateko sistema batek hiru zati nagusi izan ohi ditu: monitorizazio sistema, jarduera ereduak eta jarduerak antzemateko algoritmoak. Monitorizazio sistemak sentorez osatuta egoten dira eta eskuarki bi talde handi bereizten dira: ikusmen artifizialean oinarritutako monitorizazio sistemak eta sentore-sareetan oinarritutakoak (Chen *et al.*, 2012a). Lan hau bigarren taldean koka daiteke. Konkreteki, giza-jardueren informazioa bilduko da jarduera horiek exekutatzeko erabili behar diren objektuak monitorizatzen dituzten sentore sinple batzuen bidez. Sentore horiek objektuarekin elkarrekintza dagoenentz adieraziko dute.

Sistemaren bigarren zatia jarduera ereduena da. Jarduera ereduak gizakiok jarduera konkretu batzuk nola exekutatzeko ditugun deskribatzeko balio dute. Deskribapen horiek, modu konputazionalan egiten dira, hots, ordenagailuek ulertu eta maneiatzeko moduan. Lehenik eta behin, interesgarria da *ekintza* eta *jarduera* kontzeptuen arteko ezberdintasuna azaltzea. Ekintza bat instant batean ematen den gertaera bat da. Adibidez, edalontzi bat hartzea ekintza bat da. Jarduera bat berriz, denboran zehar hedatzen den ekintza sekuentzia bat izaten da. Kafea prestatzea, esaterako, jarduera bat da, non hainbat ekintza burutu behar diren: edalontzi bat hartu, kafea hartu, kafe-ontzia hartu, urez bete eta abar.

Eredu konputazional horiek ezinbestekoak dira jarduerak antzemateko. Hain garrantzi handia dute ezen antzemateko erabili behar diren algoritmoak (hirugarren zatia) guztiz lotuta dauden ereduak sortzeko prozesuarekin. Jarduera ereduei dagokienez, bi korrante nagusi bereiz daitezke. Alde batetik, datuetan oinarritutako ereduak daude. Monitorizazio sistematik jasotako datuak erabiltzen dira zuzenean jarduera ereduak sortzeko, ikasketa automatikoa erabiliz. Horrela, jarduera eredu pertsonalizatuak lortzen dira, pertsona konkretu baten datuetan oinarritzen baitira. Beste aldetik, ezagutzan oinarritutako ereduak daude. Hauen kasuan, domeinua eta jardueri buruz alde aurretik dagoen ezagutza erabiltzen da eredu orokorrak sortzeko. Eredu orokorrak edozein erabiltzailerik aplikatu dakizkioke, ereduak jardueren ezaugarri orokorrak biltzen baituzte eta ez pertsona batek jarduera hori exekutatzeko duen modu berezia.

Datuetan oinarritutako prozesuek eta ezagutzan oinarritutakoek ezaugarri kontrajarriak dituzte askotan (ikus 1 taula). Hori dela eta, interesgarria litzateke bi teknikok elkartzea jarduera ereduak sortzeko prozesu bakarrean, modu horretara bakoitzaren ezaugarri onenak lehenetsiz.

1 Taula: Datuetan eta ezagutzan oinarritutako jarduera ereduak sortzeko prozesuen ezaugarri kontrajarriak.

	Datuetan oinarritutakoak	Ezagutzan oinarritutakoak
Eredu orokorrak	Ez	Bai
Eredu pertsonalizatuak	Bai	Ez
Eredu dinamikoak	Bai	Ez
Denbora eta ziurgabetsuna kudeatu	Ongi	Gaizki
Datuen beharra	Bai	Ez
Domeinuaren ezagutzaren beharra	Ez	Bai
Eredu ulergarriak	Ez	Bai

Lan honen helburua hain zuzen ere bide horretan pauso esanguratsuak ematea da. Konkretuki, ezagutzan oinarritutako eredu orokorrak hartuko dira oinarritzat, hots, edozein erabiltzailerik jarduerak deskribatzeko gai diren ereduak. Ondoren, pertsona konkretu baten datuak bilduz, datuetan oinarritutako ikasketa algoritmoak garatuko dira, haserako eredu orokorrak osatuz informazio pertsonalarekin. Emaizta gisa, jarduera eredu prozesu berri bat lortuko da, non eredu orokorrak, pertsonalizatuak, dinamikoak eta ulergarriak konbinatuko diren. Denboraren eta ziurgabetsunaren kudeaketa jarduera ereduetan, ez dira kontuan hartuko lan honetan.

2 Arloko egoera eta ikerketaren helburuak

Jarduera eredu bat sortzerako garain hainbat parametro hartu behar dira kontuan. Lan batetik bestera ereduak biltzen duten informazioa alda daitekeen arren, orokorrean beti agertzen diren parametro batzuk daude: ekintza sekuentzia, ekintzen arteko denbora tartea, iraupena, erabilitako objektuak eta jarduera noiz eta non exekutatu den. Parametro horiekin, jarduera bat zehaztasun handiz deskriba daiteke. Baina era batera edo bestera, parametro horiek guztiak lortu behar dira antzeman nahi diren jarduera guztientzat. Eta hor sartzen da jokuan *modelatze prozesua*, hots, jarduera ereduak sortzeko prozesua.

Jarduerak modelatzeko prozesuak bi korrante handitan banatzen dira, 1 atalean jada aipatu den bezala. Alde batetik datuetan oinarritutako ereduak ditugu eta beste aldetik ezagutzan oinarritutakoak. Bi korranteen ezaugarri kontrajarriak direla eta, modelatze prozesu hibridoak ere agertu dira azken aldian.

Datuetan oinarritutako modelatze prozesuek pertsona batek jarduerak exekutatzeko bildutako sentsoreen datuak hartzen dituzte oinarritzat. Ideia nagusia, jarduera ereduen parametroak datu horietatik ateratzea da, horretarako ikasketa automatikoa erabiliz. Ikerlari batzuek ikasketa gainbegiratu dar-

bilte, Naive-Bayes sailkatzaileak (Bao eta Intille, 2004), Markov-en kate ezkutua (Galata *et al.*, 1999) nahiz sare bayesiar dinamikoak erabiliz (Brand *et al.*, 1997). Ezberdintasunak nabarmenak badira ere, lan horiek guztiek datu-base etiketatuak behar dituzte, hots, sentore datuekin batera, datu horiek zer jarduera deskribatzen duten jakin behar da. Eta hori da teknika horien arazo handiena: orokorrean ezin dira lortu datu-base etiketatuak pertsona guztientzat, lan ikaragarria baita datu guztiak behar bezala etiketatzea.

Ondorioz, ikasketa ez-gainbeguratu oinarritutako modelatze prozesuak ere agertu dira. Adibide oso ona Rashidi eta Cook autoreek aurkezten duten modelatze prozesua da 2013ko lanean. Maiztasun handietan agertzen diren sentore sekuentziak bilatzen dituzte bertan, ondoren *clustering* teknikak erabiliz, antzeko sekuentziak taldekatuz. Talde bakoitza jarduera bat dela ondorioztatzen dute, baina ez dira jardueraren izaera eta izena automatikoki antzemateko gai.

Orokorrean, datuetan oinarritutako modelatze prozesuek oso ondo maneiatzen dituzte denbora (jardueren iraupena, ekintzen arteko tartea edo jarduera noiz exekutatzeko den) eta ziurgabetsuna (sentoreen errore onorioz informazioa ez da ziurra), eredu estatistiko eta probabilistikoak erabiltzen baitituzte. Gainera, pertsona baten datuetan oinarritzen direnez, sortzen diren ereduak pertsonalizatuak eta dinamikoak dira, edozein aldaketa jardueren exekuzioan modelatzeko gai direlarik. Baina desabantailak ere nabarmenak dira: (i) datu-base etiketatuen beharra oso dependentzia gogorra da, (ii) ikasitako ereduak ezin dira orokortu (pertsona eta ingurune berri bakoitzeko, ikasketa berriro egin behar da) eta (iii) ereduak beraiek ez dira ulergarriak gizakientzat, beren izaera estatistiko eta probabilistikoa dela medio.

Ezagutzan oinarritutako modelatze prozesuek beste ikuspegi batetik egiten dute lan. Datuak erabili beharrean, alde aurretik dagoen ezagutza probesten dute ereduak sortzeko. Jakina da kafe bat prestatzeko kafea, edalontzi bat eta beste objektu batzuk behar direla. Oro har, kafe bat prestatzeko bost minutu inguru behar izaten dira. Modu horretako ezagutzaz baliatuz, ikerlari batzuek eredu logikoak sortzen dituzte (Bouchard *et al.*, 2006), (Chen eta Nugent, 2008). Beste ikerlari batzuk berriz, Web Semantikaren oinarri den OWL (*Web Ontology Language*) lengoaia darabilte jarduerak deskribatzeko (Riboni eta Bettini, 2011), (Chen *et al.*, 2012b).

Modelatze prozesu horien abantailak honakoak dira: (i) eredu orokorrak sortzen dira, edozein erabiltzailei aplikatzeko modukoak, (ii) ez dago datuekiko menpekotasunik eta (iii) ereduak egitura logiko eta semantikoak jarraitzen dituztenez, gizakiok erraz uler ditzakegu eta beraz, beste ataza askotarako erabil ditzakegu. Desabantailak ere badaude, ordea: (i) ezin dira eredu pertsonalizatuak sortu pertsona bakoitzarentzat, ezin baita alde aurretik jakin pertsona batek zer egingo duen, (ii) ereduak estatikoak dira, hots, behin definituz gero, ez dira egokitzen pertsona baten aldaketetara eta (iii) denbora eta ziurgabetasuna behar bezala kudeatzeko zailtasun handiak dituzte.

Bi modelatze prozesuon ezaugarri kontrajarriak direla eta (ikus 1 taula), jada agertu dira prozesu hibrido batzuk ere. Aipagarriena, ziurrenik, Chen *et al.* autoreek dakartena da 2014ko lanean. Bertan, ezagutzan oinarritutako ereduak hartzen dituzte oinarritzat. Baina pertsona baten datuetan oinarrituta, haserako jarduera horien profil pertsonalizatuak ikasten dituzte. Profil horietan jarduera noiz exekutatzeko den, erabiltzen diren objektu konkrituak eta jardueraren iraupena bezalako parametroak agertzen dira. Horiek guztiak ikasketa bidez lortzen dituzte eredu orokorrak eta datuak nahastuz.

Lan honetan bide horri eusten zaio. Chen *et al.* autoreek suposatzen dute pertsona guztiek ekintza sekuentzia berdinak exekutatzeko dituztela jarduera bera exekutatzen. Horrela, beraien arabera mundu guztiak ekintza berdinak exekutatzeko lituzke kafe bat prestatzerako garaian. Baina hori ez da horrela. Pertsona bakoitzak ekintza ezberdinak exekuta ditzake jarduera bera exekutatzerako garaian. Adibidez, batzuk esnea jartzen diete kafeari, baina beste batzuk ez. Ekintza konkritu horiek eredu pertsonalizatuak sortzeko ezinbesteko papera betetzen dute, eta ezin dira alde aurretik jakin. Beraz, lan honetan, pertsona bakoitzak exekutatzeko dituen ekintzak ikastea da helburu.

3 Ikerketaren muina

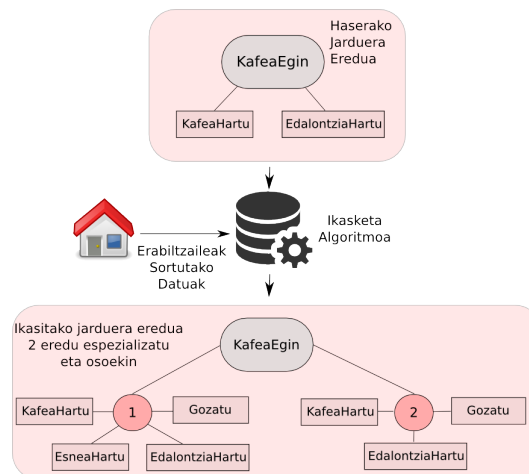
3.1 Oinarriak

Jarduera bat osatzen duten ekintzak zehaztea oso garrantzitsua da jarduera hori behar bezala antzemateko. Orokorrean, algoritmo gehienek aurrez ekintza horiek ezagutzen dituztela suposatzen dute, baina suposizio hori ez da zuzena pertsona ezberdinekin lan egitean. Aditu batek ezin du alde aurretik jakin

edozein pertsonak exekuta ditzakeen ekintzak zeintzuk diren jarduera bakoitzarentzat, beraz, ekintza horiek ikasi egin behar dira.

Lan honetan, aditu batek alde aurretik sor ditzakeen jarduera ereduek mundu guztiak exekutatzen dituen ekintzak biltzen dituela suposatzen dugu. Hau da, jarduera bat exekutatze behar diren derrigorrezko ekintzak bakarrik gordeko dira *haserako jarduera ereduetan*. Adibidez, kafe bat prestatzeko, ezinbestekoa dira kafea eta edalontzi bat hartzea. Ez dago inor munduan ekintza horiek exekutatu gabe kafe bat prestatzeko gai denik. Beraz, haserako jarduera ereduek bi ekintza horiek izango ditu: kafea hartu eta edalontzia hartu. Pertsona bakoitzak exekuta ditzakeen bestelako ekintzak, modelatze prozesu automatikoak ikasiko ditu, eredu *oso* eta *espezializatuak* lortuz (ikusi 1 irudia).

1 Irudia: Lan honetan lortu nahi den helburua: haserako jarduera eredu orokor bat izanda eta pertsona konkretu baten datuak jasota, ikasi jarduera horren eredu oso eta espezializatuak.



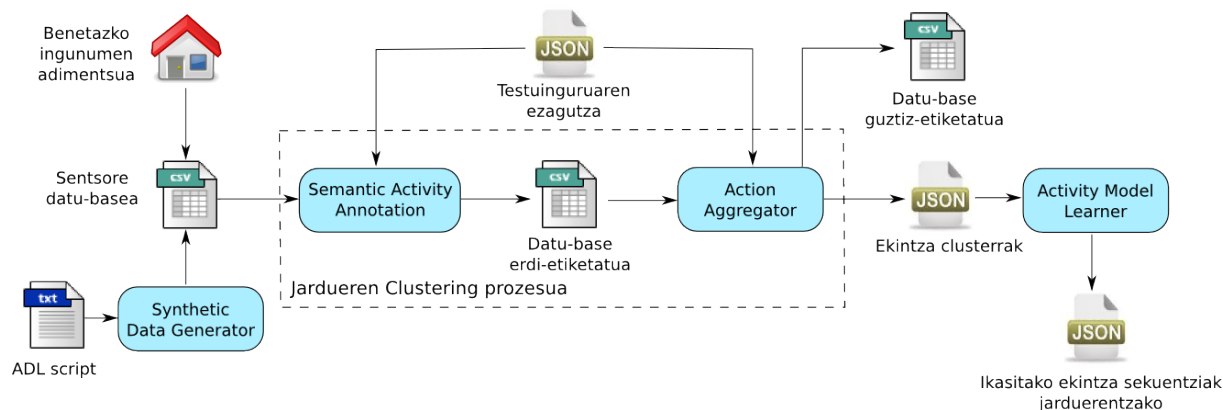
Beraz, modelatze sistema berriak, sarrera gisa hartuko ditu haserako jarduera eredu orokorrak. Ereduek, ezagutzan oinarritutakoak izango dira, aditu batek emango baititu. Bestalde, sentore sare bat erabiliz, pertsona batek erabiltzen dituen objektuen trazak bilduko dira. Informazio boolearra izango da jasotakoa, hau da, objektuarekin elkarrekintza dagoen ala ez. Jasotako datuak erabilita eta haserako jarduera ereduek erabiliz, eredu oso eta espezializatuak lortuko dira ikasketa prozesuan.

3.2 Garatutako modelatze prozesua

Ekintza pertsonalizatuak ikasteko arazoari aurre egiteko, bi pausotako prozesua diseinatu da. Lehenik eta behin, haserako jarduera ereduek erabiliz, *clustering* algoritmo berezi bat inplementatu da. Bertan, haseraketa fase bat dago (*Semantic Activity Annotation* ala *SA³* algoritmoa), non haserako ereduek biltzen diren sentore datu-basean, patroien errekonozimendu algoritmo bat erabiliz (*pattern recognition*). Ondoren, bigarren fasean (*Action Aggregator* ala *AA* algoritmoa), haserako *cluster* horietatik kanpora geratu diren ekintzak aztertzen dira. Azterketa horretan ekintza bakoitzaren *mota*, *lekua* eta *denbora* kontuan hartzen dira. *Clustering* algoritmo horren emaitza, jarduera bakoitzeko ekintza sekuentzia ezberdinak dira, edo bestela esanda, *ekintza clusterrak*. Azken *cluster* horiek erabiltzen dira modelatze algoritmoan (*Activity Model Learner* ala *AML*). Bertan, elementu arraroak bilatzeko algoritmo estatistikoa bat inplementatu da, *ekintza cluster* faltsuak zeintzuk diren jakiteko. Faltsuak ez diren *ekintza clusterrak* izango dira, azkenik, jarduera eredu oso eta espezializatuak. Deskribatu berri dugun prozesua 2 irudian ikus daiteke.

Modelatze prozesua osatzen duten algoritmoak berritzaileak dira esparru ezberdinetan. *Clustering* prozesuak, lehendabizikoz, haserako jarduera ereduek darabiltza *ekintza clusterrak* topatu eta etiketatze. Orokorrean, *clustering* algoritmoek datu-base batean dagoen egitura biltzen dute, baina klase bakoitzari ezin izaten diete etiketak esleitu. Kasu honetan, ordea, haserako ereduek erabiliz bi gauzak batera egitea lortzen da: egitura topatu (*ekintza clusterrak*) eta etiketatzea (jarduera izenak esleitu *cluster*

2 Irudia: Garatutako modelatze prozesuaren software arkitektura.



bakoitzari). Bestalde, *AML* algoritmoak *ekintza clusterren* antzekotasuna kalkulatu du, jada definiturikoa metrika batzuk erabiliz. Elementu arraroak topatzerako garaian, antzekotasun espazioan egiten du lan. Oso antzekoak diren *ekintza clusterrak* elkarrekin fusionatzen ditu, jarduera ereduak lortuz.

3.3 Emaitzak

Diseinaturiko modelatze prozesua behar bezala ebaluatzeko, metodologia berri bat jarri da martxan. Pertsona ezberdinekin esperimenduak egitea egun askotan zehar ingurune sentsorizatu batean oso zaila da, eta beraz, datu-base publikoak erabili ohi dira (beste iker-talde batek egindako esperimenduetan sortutako datuak). Baina tamalez, datu-base publiko horietan ezin izan da datu-base egokirik topatu modelatze prozesua ebaluatzeko. Beraz, simulazio teknikak erabili dira lan honetan.

Simulazio tekniken arazo handiena pertsonen jokabidea modelatzea izaten da. Lan honetan, arazo hori gaiztatzeko, inkestak egin dira hainbat pertsonen artean, jarduera ezberdinak nola exekutatzen dituzten jakiteko. Informazio hori simulatzaile berezi bati eman zaio eta hark, egun pilo baterako datuak sortzen ditu pertsona ezberdinentzako. Simulatzaileak sentsoreen erroreak eta pertsonen portaera aldaketak simula ditzake, datu errealistak sortuz.

Modelatze prozesua ebaluatzeko, zortzi pertsonen informazioa erabili da. Zazpi jarduera ezberdin definitu dira, eta zortzi pertsona horien deskribapenak erabiliz, 60 egunetako datu-baseak sortu dira pertsonako. Modelatze prozesuaren konfigurazio onenean, emaitza oso positiboak lortu dira. Jarduera bakoitzaren bilakaera edo aldaera ezberdin guztiak ikasi ahal izan dira, 2 taulan ikus daitezkeen bezala. Pertsona bakoitzak jarduera bakoitza modu ezberdinetan exekuta dezake (ekintza sekuentzia ezberdinak). Taulan, zortzi pertsonentzako batezbesteko datuak agertzen dira. Adibidez, pasta prestatzeko jarduera batezbeste bi era ezberdinetan exekutatzen dute zortzi pertsonak (batezbesteko aldaerak). Modelatze prozesuak bi era horiek ongi ikasten ditu, baina batezbeste 1.12 eredu faltsu ere ikasten ditu. Kontuan izanda simulatzailean jarri den sentsore errore tasa oso handia dela, emaitzak oso ontzat jo daitezke.

2 Taula: Modelatze prozesuaren emaitzak, zortzi pertsonarentzako batezbesteko gisa.

Jarduera	Ikasketaren Emaitzak			Batezbesteko aldaerak
	Eredu zuzenak	Eredu faltsuak	Ereduak guztira	
Txokolatea prestatu	1	1.2	2.2	1
Telebista ikusi	1.14	0.89	2.03	1.14
Hortzak garbitu	1.25	1.17	2.42	1.25
Eskuak garbitu	1	0.75	1.75	1
Pasta prestatu	2	1.12	3.12	2
Liburua irakurri	1.12	0.14	1.26	1.12
Kafea prestatu	1.71	1.71	3.42	1.71

Argi gera dadin ekintza pertsonalizatuak ikastearen garrantzia, 3 taulan informazio interesgarria era-

kusten da. Bertan, jarduera bakoitzeko adituak identifikatu ahal izan dituen derrigorrezko ekintza kopurua agertzen da (ekintzak haseran). Hurrengo zutabeen modelatze prozesuak batezbeste ikasi dituen ekintza kopurua agertzen da. Adibidez, pasta prestatzerako garaian, aditu batek hiru ekintza soilik identifikatu ditu derrigorrezko gisa. Modelatze prozesuak 6.63 ekintza ikasi ditu batezbeste. Horrek argi erakusten du haserako ereduak ikasitako ereduengandik urrun daudela eta beraz, ikasketa prozesuaren beharra dagoela eredu zehatzak lortzeko.

3 Taula: Batezbeste ikasitako ekintzen kopurua, haserako jarduera eredueta dauden ekintza kopuruarekin aldaratuz. Emaizak zortzi pertsonentzako batezbesteko bezala agertzen dira.

Jarduera	Ekintzak haseran	Batezbeste ikasitako ekintzak
Txokolatea prestatu	2	5.6
Telebista ikusi	2	2.55
Hortzak garbitu	3	3.5
Eskuak garbitu	2	2.79
Pasta prestatu	3	6.63
Liburua irakurri	2	2.37
Kafea prestatu	2	6.36

4 Ondorioak

Jarduera eredu pertsonalizatu eta dinamikoak lortzeko ezinbestekoa da ekintza sekuentzia ezberdinak ikastea pertsonako. Orain arte, arazo hori ez da tratatu, baina lan honetan erakutsi da nola konpon daitekeen, ezagutzen eta datuetan oinarritutako modelatze prozesuak konbinatuz. Lehenik eta behin, aditu batek, ezagutzen oinarritutako jarduera ereduak sortzen ditu, jarduera bakoitza exekutatzeko beharrezkoak diren ekintzak soilik identifikatuz. Ondoren, pertsona bakoitzak sortutako datuak erabiliz, ikasketa algoritmoak inplementatu dira, haserako ereduak osatu eta espezializatzeke.

Diseinatu den modelatze prozesua zortzi pertsonen datuekin ebaluatu da. Emaizek agerian utzi dute posible dela pertsona bakoitzarentzako eredu zehatzak ikastea, jarduera bakoitzaren aldaera ezberdinak behar bezala modelatuz. Sistemak, hala ere, eredu faltsu batzuk ere ikasten ditu, proportzioan gutxi badira ere. Eredu faltsu horiek sentore erroreen ondorio izan ohi dira. Orokorrean, eredu berriri ere aditu bati erakutsiz gero, erraza da faltsua dela identifikatzea. Baina modelatze prozesuan bertan faltsua dela identifikatzeko, ezagutza gehiago eman behar zaio sistemari. Horrek haserako ezagutza mailaren arazoa dakar, hau da, zenbat ezagutza izan behar du haseratik ikasketa sistema batek? Galdera horrek ezin du erantzun bakarra izan. Domeinuaren arabera, ezagutza lortu eta modelatzea erraza bada, egokia litzateke sistemari berau eskaintzea. Baina ezagutza hori lortzea nekeza bada, sistemak oinarritzko ezaguerarekin bakarrik egin beharko du lan, bere emaitzak aditu bati erakutsiz azken pauso gisa. Lan honetan, bigarren eszenatoki hori landu da.

5 Etorkizunerako planteatzen den norabidea

Lan honetan aurkeztu den modelatze prozesuak eszenatoki konkretu batean funtzionatzen du, hau da, pertsona bakar bat monitorizatzen denean eta jarduerak sekuentzialak direnean. Bi pertsona badaude aldi berean edo jarduerak paraleloan exekutatzeko badira, algoritmoek ezingo lukete emaitza onik eman. Beraz, etorkizunerako planteatzen den lehen lana eszenatokiaren mugak gaintzea da pausoz-pauso. Interesgarria litzateke batez ere modelatze prozesua pertsona bakarra baina jarduera paraleloetara hedatzea, hori baita gizakiok jarduerak exekutatzeko dugun modua. Oso arrunta da janaria prestatzen dihardugun bitartean, esaterako, ontziak garbitzea. Eszenatoki horietan jarduerak modelatzeko aurkeztu den sistema aldatu egin behar da.

Erreferentziak

BAO, L, eta SS INTILLE. 2004. Activity recognition from user-annotated acceleration data. In *Pervasive Computing*, ed. by Lecture Notes in Computer Science, 1–17, Vienna, Austria. Springer Berlin Heidelberg.

- BOUCHARD, B, S GIROUX, eta A BOUZOUANE. 2006. A Smart Home Agent for Plan Recognition of Cognitively-impaired Patients. *Journal of Computers* 1.53–62.
- BRAND, M, N OLIVER, eta A PENTLAND. 1997. Coupled hidden Markov models for complex action recognition. In *Proceedings of Computer Vision and Pattern Recognition*, 994–999. IEEE.
- CHEN, L, J HOEY, CDÑUGENT, DJ COOK, eta Z YU. 2012a. Sensor-based activity recognition. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part C* 42.790–808.
- , eta CDÑUGENT. 2008. A logical framework for behaviour reasoning and assistance in a smart home. *International Journal of Assistive Robotics and Mechatronics* 9.20–34.
- , —, eta G OKEYO. 2014. An Ontology-based Hybrid Approach to Activity Modeling for Smart Homes. *IEEE Transaction on Human-Machine Systems* 44.92–105.
- , —, eta H WANG. 2012b. A knowledge-driven approach to activity recognition in smart homes. *Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on* 24.961–974.
- FERNÁNDEZ-CABALLERO, A. 2012. Human activity monitoring by local and global finite state machines. *Expert Systems with Applications* 39.6982–6993.
- FONG, T, IÑOURBAKSH, eta K DAUTENHAHN. 2003. A survey of socially interactive robots. *Robotics and autonomous systems* 42.143–166.
- GALATA, A, N JOHNSON, eta D HOGG. 1999. Learning structured behaviour models using variable length Markov models. In *IEEE International Workshop on Modelling People*, 95–102. IEEE.
- PHILOPOSE, M, eta KP FISHKIN. 2004. Inferring activities from interactions with objects. *Pervasive Computing* 3.50–57.
- RASHIDI, P, eta DJ COOK. 2013. COM: A method for mining and monitoring human activity patterns in home-based health monitoring systems. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST)* 4.64.
- RIBONI, D, eta C BETTINI. 2011. COSAR: hybrid reasoning for context-aware activity recognition. *Personal and Ubiquitous Computing* 15.271–289.

6 Eskerrak eta oharrak

Lan hau Espainiako Gobernuaren diru laguntzei esker burutu ahal izan da, FRASEWARE proiektuan: TIN2013-47152-C3-3-R.

Bestalde, lan hau Gorka Azkune egilearen doktoretza tesian oinarritzen da.