

Larrialdiak konpontzeko informazio teknologietan oinarritzen diren talde-entrenamendurako sistemak

*José M. Maseda García
Asier Mediavilla Intxausti
José Luis Izkara Martínez*

Informazio Gizartearen Gunea
LABEIN Teknologi Zentroa
Zamudioko Teknologi Elkartegia, 101. Eraikina
48170 ZAMUDIO

Laburpena: Egoera konplexuak kudeatzeko arduradunek (larrialdi-egoerak tratatzen dituztenak adibidez), prestakuntza berezia behar dute, bakarkako eta taldeko prestakuntza barne. Azken hori taldeko entrenamenduarekin amaitzen da, normalean prozeduren egokitasuna egiaztatzen den simulakroa burutuz. Prozedurak zuzen gauza daitezen behar-beharrezkoa da alde zuzeneko prestakuntza eta parte hartzen duten gizabanako, talde eta erakundeen koordinazio-maila altua, prozesu osoa aurrera egokiro irten dadin. Nolanahi ere simulakroek hainbat murriztapen eta eragozpen dakartzate eta, ondorioz, ez dira behar bezain maiz egiten. Arazo hauen artean ondokoak aipatuko ditugu: kostu handia eta ohiko lana aldatu beharra, erakunde aldetiko zailtasunak eta errealitatea mugatuta erreproduzitzea. Zailtasun horiek gainditzeko asmoz, ETOILE¹ proiektua sortu zen. Helburua da larrialdietako arduradunen entrenamendu-saioren kalitatea, maiztasuna eta eraginkortasuna handitzea, baita prozeduren moldagarritasuna hobetzea ere. Entrenamendu-saiorearen kostua ere murriztu egiten da. Hori lortzeko taldeko prestakuntzarako ingurune sakabanatu egokiaz hornitzen dira taldekideak. Ingurune horretan Informazio eta Ezagutza Teknologiak integratzen dira erreminta-multzo batean, esate baterako Errealitate Birtuala, Adimendun Agenteak eta Konpartituriko Adimen Ereduak. Sistema hori erabiltzea ohiko talde-ariketa praktikoen osagarri izango da. Proiektuaren parte bezala ebaluazio-plana ere garatu da, sortutako erreminta eta aplikazioen onarpen maila egiaztatzeko.

Gako-hitzak: Adimendun Agenteak, Errealitate Birtuala, Laguntzailea, Ingurune Sakabanatua, Talde-prestakuntza, Konpartituriko Adimen Ereduak.

1. SARRERA

Egungo gizartean, prozesu guztietan eraginkortasunik handiena eta esparru guztietan etengabeko hobekuntza bilatzen da, eta premia hau segurta-

¹ ETOILE = Environment for Team, Organisations and Individuals Learning in Emergencies.

sunaren eremuan ere nabari daiteke, larrialdi-egoerak kudeatzen dituzten taldeen entrenamenduan bereziki. Larrialdi-planetaryako taldeen heziketa, normalean zikloa osatzen duten zenbait epetan egiten da:

- Lehenik eduki behar da babeserako plan orokorra [1], zeinean giza baliabideak eta baliabide teknikoak antolatzeko behar dugun eskema definitzen den. Detektaturiko larrialdi-egoerak eta horiek konpontzeko prozedurak hartzen ditu bere barne.
- Banakako prestakuntza, taldekideak prozeduren nozio teoriko eta praktikoekin prestatzeko. Oro har, ohiko kursoak egitean oinarritzen da, batzuetan bideoetan eta gutxitan ordenagailu bidezko sistemetan.
- Taldearen prestakuntza proposaturiko larrialdi-egoeran. Horretarako biderik arruntena simulakroa egitea izaten da, batez ere talde- eta koordinazio-gaitasunak garatzeko. Simulakroen bidez prozeduren baliagarritasuna ere egiaztatzen da, hauen ahultasunak eta mugak detektatzeko bide egokia baitira.
- Prozedurak berrikustea eta antolaketa- eta talde-alderdiak hobetzea. Simulakroetatik ateratako ondorioei esker, larrialdi-prozedurak ezartzerik ote dagoen egiaztatzen da eta simulakroa egiteko arduraren duen taldearen koordinazio maila egiaztatzen da, egin beharreko aldaketak egiteko.

Egun, talde-prestakuntza kasu hauetarako zenbait konplexutasun-mailatako simulakroen bidez egiten da. Hauek dituzten arazo garrantzitsuenen artean ondokoak daude:

- Burututako saioren kostu handia, batez ere tresneria garestia eta konplexua erabiltzen delako.
- Pertsona askoren eta hainbat erakundetako parte-hartzea. Gainera, erakunde horiek eskaintzen dituzten zerbitzu arruntak eten edo aldatu egiten dira.
- Gertatzen denari buruzko informazio zehatza biltzeko eta emaitzak ebaluatzeko zailtasunak.
- Proposatutako egoeren errealismo gabezia, eta aldaerak analizatu ezina. Ezin daitezke proposaturiko egoeraren aldagai guztiak kontrolatu.
- Parte-hartzaileen motibazio baxua.
- Talde batek baino ezin du parte hartu simulakroan; ondorioz, emaitzen analisia oso baldintzatuta egoten da.

Aurrekoa kontuan hartuta, simulakroak ez dira behar bezain maiz egiten (funtsezkoa izaten da entrenaturiko taldeari etekinik handiena ateratzeko) eta prozedurak ere ez dira nahi bezain maiz berrikusten. Gainera, simulakroek, talde-entrenamendurako tresna baliagarria izanda ere, ez dituzte bete nahi diren helburu guztiak betetzen. Alde batetik ez dute behar den informazio guztia eskaintzen, oso zaila baita ekintza guztiak oso zehatz erre-

gistratzea. Bestalde, aldagai guztiak kontrolatzea ezinezkoa denez, oso zaila izaten da hauek proposaturiko larrialdi-egoeran duten eragina neurtzea eta larrialdi-planetan kontuan hartzea; ondorioz, probarako kasu bakarra hartzen da kontuan eta entrenamendua kasu horretara murrizten da. Gainera, talde bakarra entrenatzen denez, lorturiko emaitzak erakunde bateko prozedurei baino ezin aplikatu dakizkioke eta ezin egin daiteke inplikaturiko erakunde guztien azterketa orokorra.

Gainera, azpimarratu beharra dago banakako prestakuntza egitetik simulakroa burutzerara dagoen jauzia handia dela. Tarteko pausoaren beharra dago, bi helburu nagusi lortzeko: ezagutza teorikoen osagarri izatea eta larrialdien konponketetan parte hartzen duten pertsonak larrialdi-egoerarako aplikazio praktikoa murgiltzea, taldekide izanik eta koordinazio-gaitasunak bultzatuz.

Aurrekoa kontuan hartuta, proiektuaren beharra plazaratu zen, horretan larrialdien konponketen arloan egiten diren talde-entrenamenduetarako lan-ingurune egokia inplementatzen baita. Zenbait teknologia- eta ezagutza-mota leudeke bertan, eta ondorioz profil eta esperientzia desberdinetako enpresa, erakunde edo unibertsitateen partzuergoa eratu beharko litzateke, adibidez Informazio eta Ezagutza Teknologietan (IET) oinarritutako sistemak garatzen dituztenak, pedagogian adituak, ohiko entrenamendu-sistemak ezagutzen dituzten azken erabiltzaileak eta abar.

2. PROPOSATURIKO KONPONBIDEA

Eremu guztietan Informazioa eta Ezagutza Teknologiek duten gorakadak posible egiten du ohiko simulakroek dituzten mugak gainditzen lagunduko duten aplikazio telematikoak garatzea. Azpimarratu beharra dago aplikazio hauen helburua simulakroen osagarri izatea dela eta ez hauek ordezkatzeko. Oinarrizko erreminta-sorta generikoa sortzea proposatzen da ondokoa lortzeko baliagarria izan dadin: larrialdi-egoera jakinak konpontzeko berriazko aplikazioak garatzea. Honekin zabaltzen den bidea erabat berritzailea da; izan ere, Informazio Teknologiak gero eta gehiago erabiltzen dira banakako eta urruneko irakaskuntza-metodoetan [2, 3], baina talde-ikasketaren arloan, lankidetzaren inguruneetan, ez dago sistema egokirik, nahiz eta lankidetzaren metodoak prestatu beharrez kontzientzia badagoen [4].

Testuinguru honetan jaio da ETOILE proiektua, Europako Batasuneko ESPRIT programaren (29086. zk.) [5] eta CICYTen² dirulaguntzak dituena. Partzuergoa zazpi erakundek³ osatzen dute. LABEINek proiektuan duen

² Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología.

³ Fraunhofer IGD, STN-Atlas, LABEIN, Tecnomat, Iberdrola, Metro Bilbao eta Lancaster-eko Unibertsitatea.

eginkizuna aplikazio jakin bat garatzea da; aplikazio honek bi helburu izango ditu: lehen helburua da proiektuko beste erakunde batzuek sortutako oinarrizko erreminta-multzoak talde-entrenamenduetarako oinarrizko sistema gisa duen baliagarritasuna eta erabilgarritasuna egiaztatzea [6]. Erreminta horien gainean erakunde oso desberdinentzako aplikazioak sor daitezke, hala nola, zentral nuklearretarako, aireportuetarako edo merkataritza-zentroetarako. Bigarren helburua da hautaturiko erakunde batentzat baliagarri izan daitekeen aplikazioa garatzea. Bi erakunde mota hautatu dira: energia elektrikoaren alorreko enpresa bat eta garraio publikoko beste bat. LABEINi dagokionez, hautaturiko erakundea Metro Bilbao da, eta baliako egoera metro-unitate batean gertatutako sutea. Aplikazioez gain, ETOILE proiektuaren helburuetako bat da ebaluazio-plan bat garatzea, bai oinarrizko erreminta-multzoak bai hauen bidez garatutako aplikazioek duten onarpen-maila egiaztatzeko, aplikazioak garatu dituztenen aldetik eta azken erabiltzaileen aldetik hurrenez hurren [7].

Proposatutako aplikazioaren bitartez lortu nahi diren helburuak ondo-koak dira:

- Entrenamendu-saioen kostuak murriztea, giza baliabide handien eta ekipamendu garestiaren mobilizazioa saihestuz.
- Zerbitzu edo produkzio prozesu arrunta ez etetea.
- Entrenamendu-saioak maizago egitea.
- Autonomia, ez baita beharrezkoa larrialdien konponketan parte hartzen duten pertsona guztiak egotea.
- Fisikoki parte hartzen ez duten inplikatuak adimendun agenteen bidez ordezkatzeko.
- Prestakuntza-saioaren jarraipena eta ebaluazioa erraztea.
- Informazio garrantzitsu guztia biltzea eta prozesatzea, ondorengo berrikusketa eta prozedurak moldatzea errazteko.
- Entrenaturiko pertsonengan motibazioa piztea.
- Erreakzio-denbora txikia eskatzen duten ingurune konplexuetan erabakiak hartzeko gaitasuna bultzatzea.
- Parte-hartzaileen ezagutzak praktikan jartzea, koordinazio-gaitasunak garatuz.
- Egoera baten aldaerak ikertzea eta erabiltzaileak espero ez dituen gorabeherak sartzeko, ezusteko egoerei aurre egiteko gaitasuna landuz.
- Malgutasuna, zenbait egoeratarako egokitzea ahalbidetzen baitu.
- Parte hartzen duten erakundeen lehiakortasuna handitzea.

Bestalde, aplikazio jakinaren garapena [8, 9] (LABEINen kasuan metroko bagoian gertatutako ezbeharrari dagokiona) aurretiaz zehazturiko eskakizun batzuetan oinarrituta egiten da [10, 11]. Bi motatako eskakizunak zehaztu dira: alde batetik operazionalak (aldi berean erabiltzaile bat baino gehiago entrenatu ahal izatea, entrenamendu edo eragiketa modu desberdi-

nen beharra eta entrenamendu-saioa antola dezakeen irakasle edo entrena-tzailea edukitzea) eta bestetik interfaze aldetiko eskakizunak (Errealitate Birtuala barruan sartzea, errealitate-maila handiagotzeko asmoarekin, era-biltzaileen arteko komunikazio modu birtualak izatea, bai ahozko komuni-kazioa, bai telefono bidezkoa edo beste modu batekoa eta abar).

2.1. Garatutako aplikazioa

Ondoren LABEINEk Metro Bilbaoren laguntzarekin ETOILE proiektuaren barnean garatutako aplikazioa deskribatuko dugu: larrialdi gisa bi geltokiren artean dagoen bagoi batean izandako sutea irudikatzen da [12, 13]. Honek, aldi berean, garatutako oinarritzko erreminta-multzoaren egitura eta ezaugarriak erakusteko balio izango du, erreminta-multzo hau beste edozein aplikazioren oinarritzko geruza bezala erabiltzen baita. Hau da, sortutako aplikazio guztiek atal komuna dute, hain zuzen ere komunikazio-plataforma, agertoki eta egoerak definitzeko eta editatzeko tresnak eta errebisio-tresnek osatzen dutena. Bestalde, aplikazio bakoitzak berezko ezaugarritzat duena da parte-hartzaileak, Errealitate Birtualaren bidez modelatutako hiru dimentsioko ingurunea (ikus 1. irudia) eta agenteen portae-ren eta egoeren definizioa.



1. irudia. Plastikozko hondakinen kudeaketa.

2.1.1. *Ikasketa moduak*

ETOILE proiektuaren barnean garatutako aplikazioek ikasketaren euskarrri izatea dute helburu, hau da, aplikazioak entrenaturiko pertsonarentzat pedagogikoki baliagarriak izatea. Horretan oinarrituta, hiru erabilera mota bereiz daitezke eta hauekako bakoitzak hainbat helburu pedagogiko bilatzen ditu:

SIMULAZIOA EGIN BAINO LEHEN

Sistemak bakarkako entrenamendu-modulua dauka, Ordenagailuz Lagunduriko Irakasketen arloan sar daitekeena, eta taldean egindako simulazio- edo entrenamendu-saiotik kanpo kontsulta daitekeena. Erabiltzaileak ikasgai batzuetan nabiga dezake eta bertan operadore bakoitzak bete beharreko prozedurak azaltzen zaizkio era atseginean eta multimedia, hipermedia elementuez baliatuz (adibidez irudiak, soinua, bideoak edo beste ikasgaietarako loturak). Agertoki birtualean zehar ere murgilduko da eta aplikazioa nola maneiatu azalduko zaio (Errealitate Birtualean nola mugitu, nola erabili ekipamendua, nola erabili komunikazio-tresnak eta abar). Sisteman esperientzia gutxi duten entrenatuentzat egokia da, eta ideia orokorrak bereganatzen laguntzen die beste entrenatuekin batera era aktiboan parte hartu baino lehen. Entrenamendu-mota hau ordenagailu bakar batean eta edozein momentutan egiten da. Erabiltzaileek ikasgaietan nabigatu eta kontzeptuak gogoratzen dituzte. Talde-portaeraren erduari buruzko nozioak ere har ditzakete gainontzeko operadoreen ikasgaiak berrikusiz.

SIMULAZIOAN ZEHAR

Larrialdi jakin baten simulazioa egitea da entrenamendu-modurik osoena, entrenatuek proposaturiko larrialdi egoera konpontzen saiatzen baitira denbora errealean, euren artean elkarlanean ingurune sakabanatuan. Prozeduren ikasketa teorikoaren (banakako ikasketaren) eta prozeduren aplikazio praktikoaren (simulakroak burutzearen) arteko pausorik egokiena da, baita simulakroen osagarri moduan ere. Testuinguru honetan talde-gaitasunak eta presiopeko inguruneetan erabakiak hartzea lantzen da. Modu honetan garatutako sistemaren arkitektura sakabanatua eta aplikazio desberdinen integrazioa erabat aprobeztatzen dira. Erabiltze modu honetan hainbat erabiltzailek parte har dezakete aldi berean, bakoitzak bere eginkizuna betez. Hurrengo atalean azalduko ditugu taldeko entrenamendu-saioan ager daitezkeen parte-hartzaile guztiak.

SIMULAZIOA EGIN ETA GERO

Simulakroen helburuetako bat, eta aldi berean euren zailtasunik handienetakoa da, simulakroari buruzko informazio garrantzitsu guztia era fida-

garri eta zehatzean biltzea, prozedura teorikoarekin konparatzeko balioko duena. Honen bidez prozedura teorikoen baliagarritasuna egiazta daiteke eta praktikan aplikatzean ager daitezkeen zailtasunak ikusi, baita operadoreek duten portaera aztertu ere. Informazio-bilketa honen zailtasunak gainditzeko, ETOILEn oinarritzko erreminta-multzoak aplikazio berezia integratzen du simulazioan zehar agertoki birtualean izandako edozein gertaera (komunikazio bat, ikasleak egindako laguntza-eskaria, objektu-aukeraketa, tresna bat aldatzea...) automatikoki erregistratzen du eta informazio hori guztia era polit eta ulerterrazean erakusten du, grafiko batzuen bidez [14, 15]. Irakasleak erabat zehatza den informazio hori guztia berrikus dezake eta hortik hainbat ondorio atera: simulazioko momentu garrantzitsuak detektatu, operadoreen portaera aztertu (zein den aktiboena, huts gehiago edo hutsik larrienak zeinek egin dituen...), erabilienak zein motatako komunikazioak diren eta abar. Ikasleak ez ezik entrenamendu-mota bera ebaluatzeko ere balio du, eta garatutako aplikazioaren baliagarritasuna egiaztatzeko.

2.1.2. *Parte-hartzaile motak*

ENTRENATURIKO PERTSONALA (IKASLEAK)

Aplikazioaren azken erabiltzaileak dira eta sisteman bertan entrenatuko direnak larrialdi egoera batean euren formazioa hobetzeko eta euren laguntza-gaitasunak lantzeko. Lehendabiziko pauso batean bakarka egin dezakete, simulazioa burutu aurretik eta modulu egokia erabiliz, baina azken helburua da laguntza-ikasketa burutzea, larrialdi-egoera jakin bat simulatuz eta denen artean konpontzen saiatuz. Azken kasu honetan entrenatuek irakasle bat izango dute euren lana gainbegiratzeko. Geure kasuan, entrenaturiko pertsonala Kontrolerako Aginte Postuko operadoreak (Metroko bulegoetan daudenak) eta larrialdia gertatu zaion tren-gidaria izango dira. Bi motatakoak izan daitezke: batetik adituak, esperientzia handia dutenak eta sistema birziklapen eta hobekuntza moduan erabiltzen dutenak, eta bestetik hasiberriak, aplikazioa larrialdi-prozeduretarako sarrera moduan erabil dezaketenak: bakarkako ikasgaien eta benetako simulakroen arteko pausoa da hau.

IRAKASLEA

Larrialdiaren simulazioa prestatu eta berrikusteko arduraduna da eta entrenatuek saioan zehar egindako lana gainbegiratzen du. Eginkizun hau normalean Metro Bilbaoko arduradun batek beteko du. Bere eginkizunak ondokoak dira:

- Konfigurazioa: agertoki eta egoera jakinak aukeratzen ditu, zeintzuetan saioko giza partaideak (hau da fisikoki ordenagailu aurrean daudenak) zehazten diren, baita bakoitzak beteko duen funtzioa, es-

perientzia-maila, komunikaziorako izango dituen tresnak eta beste batzuk ere. Simulazio edo saio bat abiaraz edo geldiaraz dezakeen bakarra da.

- Jarraipena: simulazioan zehar entrenatuek buruturiko ekintza desberdinak gainbegira ditzake baita eszenatokian gertatutako aldaketak ere. Bestetik, simulazio prozesua ere oztopa dezake interferentziak sartuz, hau da, entrenatuek espero gabeko gertaerak sartuz (ekipamenduaren huts egiteak, elektrizitatea kentzea etab.), ezustekoen aurrean euren burua izan eta erreakzio-gaitasunak bultzatzeko. Irakaslea erabat pasiboa bada, hau da, egiten duen bakarra saioa konfiguratzea eta berrikustea bada, bere eginkizuna entrenaturiko pertsonetako batek bete dezake, kasu honetan «Master Trainee» dertzona.
- Berrikusketa: behin exekuzioa amaitu denean, automatikoki erregistratu den informazioa berrikusten du (komunikazio desberdinak, agertokian gertatutako ekintzak, nork eta noiz burutu dituen, egindako erroreak eta abar) eta entrenatuen portaera ebaluatzen du, beraien aurrerapenak eta entrenamendu-sistemaren beraren baliagarritasuna egiaztatuz. Horretarako analisirako tresna bat baliatzen du, garatutako oinarritzko erreminta-multzoan integratuta dagoena.

Bai irakasleak eta bai entrenatuek sistemarekin komunikatzeko bina interfaze dituzte. Bata hainbat botoi eta aukera dituen leihoa da, komunikagailuak erabiltzeko (telefonoa, megafonia...) eta laguntza eskatzeko balio duena (ikus 2. irudia). Irakasleak, interfazea, agertokiak kargatzeko eta saioak hasteko eta gelditzeko erabiltzen du, baita gertatutako komunikazioak berrikusteko edo entrenatuei zenbait oztopo jartzeko ere. Bigarren interfazea Errealitate Birtualeko leihoa da eta entrenatuen lan-ingurunea irudikatzen du (ikusi 1. irudia). Gainera, elkarreragilea da, komunikazio motak simula daitezke (ahozkoa, telefono bidezkoa eta beste batzuk), baita Errealitate Birtualeko hainbat elementu aukeratu eta beste ekintza batzuk burutu ere, errealitatean egiten duten moduarekin antza handia izanik. Larrialdiaren simulazioan parte hartzen duten aktore guztiak (bai fisikoki entrenatzen dutenak, bai adimendun agenteen bidez ordezkaturakoak) gizaki birtualak ordezkatzeko dituzte ingurune birtualean. Irakaslea gertatzen denaren ikusle pasiboa da, ezin du Errealitate Birtualean eragin eta ez du adierazpen birtualik, baina gertatzen dena ikus dezake. Errealitate Birtuala erabiltzeak benetako larrialdi-egoeran murgildurik egongo balira bezala sentiarazten ditu ikasleak, nahiz eta euren arteko lotura bakarra sare-konexioa izan.



2. irudia.

ADIMENDUN AGENTEAK:

Adimendun agentea software-izaki jakina da, agertoki birtualean izandako aldaketei eta komunikazio-ekintzei erantzuteko gaitasuna duena. Bere kabuz eta modu ez-deterministan berezko ekimenak edukitzeko ere gai da. Definizio orokor honetan hiru mota bereiz daitezke:

- Saioan dauden berezko agenteak eta gizakiak inoiz ordezkatu ez dituenak, adibidez geltokiko nasetan dauden pertsonak edo suhiltzaileak.
- Giza partaideak ordezkutzen dituzten agenteak. Eszenatokiaren konplexutasuna dela-eta, aktore guztien eginkizuna ezin du ordenagailu aurrean esertzen den pertsona batek bete. Batzuetan agian operadore gutxi batzuk baino ez dira egongo saioan, besteen eginkizuna agente batek bete beharko du. Agenteek ordezkutzen duten operadorearen portaera bera simulatuko dute eta talde-gaitasunak izan ditzakete, ohiz kanpoko portaerei erantzuteko edo ikasleei erantzuteko eta laguntzeko (edo oztopatzeko, hala nahi izanez gero). Bi mota hauetako agenteak gizaki birtual batez irudika daitezke Errealitate Birtualean (ez ordea laguntzailea).
- Laguntzailea edo asistentea [16]: ez du irudikapen birtualik. Bere eginkizunak dira gertatzen dena monitorizatzea eta behar izanez

gero laguntza eskaintzea. Eszenatokian gertatzen den guztia monitorizatzen du, hau da, komunikazio-prozesuak, ikasleen ekintzak eta ekipamenduan izandako aldaketak. Hau guztia prozedura teorikoe-kin konparatzen du eta bide zuzenetik desbideratzen diren portaerak detekta ditzake. Ematen duen laguntza ikasleen profilaren arabera antola daiteke. Horrela, esperientzia handiko entrenatuek laguntza gutxi jasoko dute. Bi laguntza modu daude eta posible da simula-zioan bata, bestea, bat ere ez ala biak aktibatuta izatea. Laguntza motak hauek dira:

- Proaktiboa: giza akatsak daudenean erreakzionatzen du, errorearen egilea jakinaren gainean jarriz. Egin beharrekoa egin gabe denbora luzea badarama ere, laguntzaileak abisatu egiten du.
- Erreaktiboa: aholkua eskaintzen du, baina ikasleak eskatzen duenean soilik.

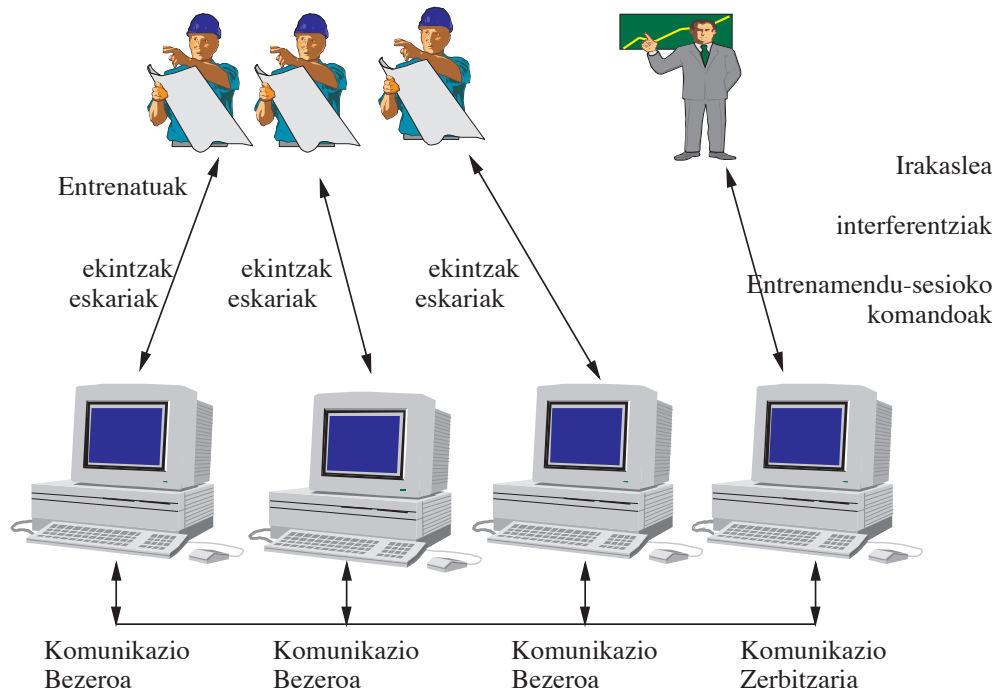
2.1.4. *Larrialdia simulatzeko arkitektura*

ETOILE proiektuan garatutako aplikazioen ezaugarri garrantzitsu bat hauxe da: lanerako ingurunea, beste kasuetan ohikoena den bezala, ordenagailu bakarrean izan ordez, hainbat ordenagailutan banatuta dago, 3. irudian ikus daitekeenez. Horrela posible da parte-hartzaileen ekintzak ingurune birtualean simulatzea, Ethernet sarean inplementatzen den komunikazio-modulu egokiaren bidez. Era honetan gainontzeko ikasleek ekintza horien ondorioak ikus ditzakete pantailan eta horren arabera jokatu, benetako elkarrekintza-egoera erreproduzitzen, eta hau guztiz beharrezkoa da edozein talde-lanetan. Horrela, entrenaturiko kideek ez dute fisikoki gela berean egon behar. Entrenatu edo ikasle bakoitza ordenagailu batean dago kokatuta eta irakaslea beste batean. Azken honek sistemaren informazio guztia kudeatzen du, baita adimendun agenteen portaera ere.

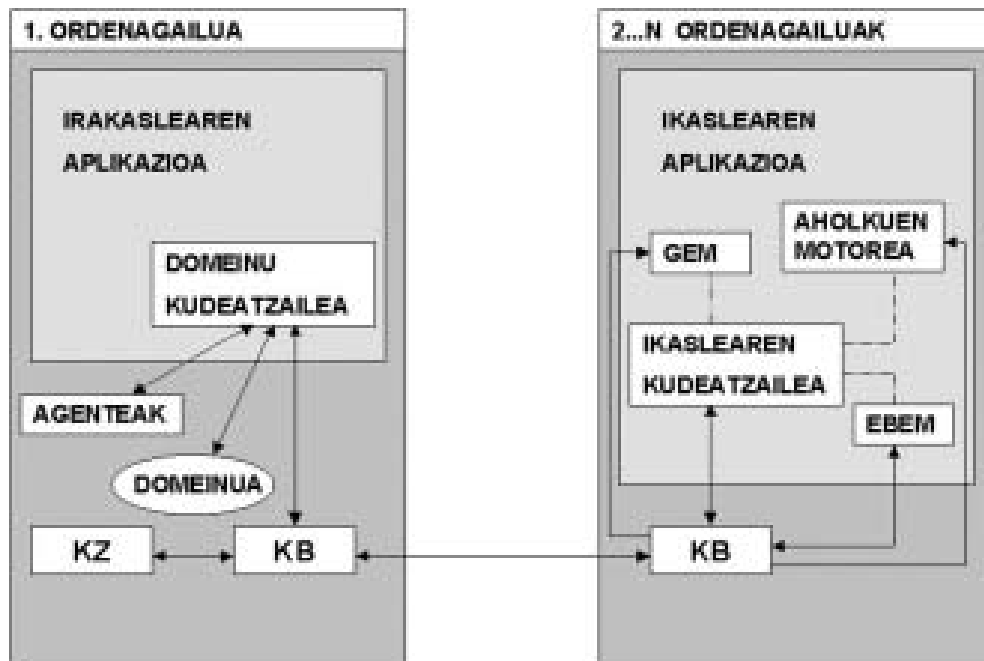
KOMUNIKAZIORAKO KANALA

Sistema osoa konektatzen duen oinarrizko azpiegitura edo komunikazio-geruza daukagu. Geruza hau Java RMI teknologian (Remote Method Invocation) oinarriturik dago. 3. irudian ageri den arkitektura sakonkiago aztertuko dugu. Oro har hainbat ordenagailu ditugu; hauetako batean irakaslea dago (ikus 4. irudiko ezkerreko koadroa) eta besteetan ikasle bana (eskuineko koadroa). Irakasleak «irakaslearen aplikazioa» delakoa maneiatzen du saioak kontrolatzeko eta ikasleekin komunikatzeko. Bestalde, bere ordenagailutik agenteak eta domeinua ere kontrolatzen dira. Sistema osoa ondoren azalduko ditugun hainbat moduluz osatzen da eta modulu nagusi hauek Komunikazio-Bezeroak deritzen beste modulu berezi batzuen bidez komunikatzen dira haien artean.

Larrialdiak konpontzeko informazio teknologietan oinarritzen diren...



3. irudia



4. irudia

Oro har, edozein ekintza gertatzean dagokion Komunikazio Bezeroak (KB) jasoko du eta gainontzeko Komunikazio Bezeroei bidaliko die. Ekintza hauen artean ondokoak leudeke:

- Entrenaturiko kideek egindako ekintza eta komunikazioei buruzko informazioa irakasleari bidali.
- Ikasle bakoitzak agertoki birtualean duen kokapenaren aktualizazioa sare osora bidali.
- Ikasleen eta adimendun agenteen arteko informazio-trukea kontrolatu.
- Irakasleak dagokion ikasleari bidali behar dion informazioa kontrolatu.
- Agertoki birtualean gertatutakoa jaso: aldagaien aldaketa, objektuen egoera eta abar.

Komunikazio honen guztiaren kudeatzailea Komunikazio Zerbitzaria da (KZ), Komunikazio Bezero guztiei zerbitzuak eskaintzen dizkiena. Komunikazio Bezeroa Irakaslearen Aplikazioak kontrolatzen du. Salbuespen bat dago, ikasleek agertoki birtualean duten kokapenaren informazioa hain zuzen. Ikasle bat ingurune birtualean mugitzean, bere kokagune berria multicast baten bidez jakinarazten die gainontzeko ikasleei eta irakasleari eta hauen Errealitate Birtualean berrituko da kokagune hori. Informazio hau Komunikazio Bezero desberdinen artean trukutzen da, Komunikazio Zerbitzariak parte hartu gabe.

Bai irakaslearen bai ikaslearen aplikazioek beste modulu batzuk ere badiutuzte eta denak Komunikazio Bezeroen bidez komunikatzen dira:

- Ikaslearen Kudeatzailea ikaslearen aplikazioa kudeatzen duen modulu da eta zenbait azpimodulutan oinarritzen da, 4. irudian ikus daitekeenez.
- Agertoki Birtualaren Egoeraren Monitorea (ABEM). Agertoki Birtualaren egoera monitorizatzen du eta Ikaslearen Kudeatzailea informatu.
- Giza Ekintzen Monitorea (GEM). Irakasleak burututako ekintzak jasotzen ditu eta prozedurarekin konparatzean akatsak sumatzeko gai da. Ikaslearen egoera gordetzen du barne-aldagai baten bidez.
- Aholkuen motorra: ikaslearen barne-egoera, profila eta uneko laguntza mota kontuan hartuz kasu bakoitzean ikasleari eskaini behar zaion laguntza erabakitzen du.
- Domeinu Kudeatzailea: Irakaslearen Aplikazioak kontrolatzen du. Domeinuaren konfigurazioaren berri dauka, hau da ikasle eta agente bakoitzak bete behar duen prozeduraren eta agertokiko ekipamenduaren funtzionamenduaren adierazpena, baita ikasle desberdinen arteko erlazioak eta kasu bakoitzean dauden ikasle eta agente kopu-

rua ere. Honetaz baliatuz, agertokiaren adierazpen birtuala aktualizatzen du.

- Agenteak: modulu honek agenteen ekintzak jarraitzen ditu eta beren portaera kontrolatzen du agertokiaren egoera kontuan hartuta (hau da, aldagaien egoera jakinda, komunikazio-ekintza bat gertatu bada eta abar).

ADIMENDUN AGENTEEN EDIZIOA ETA FUNTZIONAMENDUA

Agenteen ediziorako prozedura-arauak sortzeko erreminta berezia erabili da. Aplikazio honen azpitik sistemaren berezko Java klaseak daude, Fraunhofer-IGD taldeak garatuta. Adimendun agentearen definizioa atal batzuez osatuta dago:

- Portaera-arauen basea: adimendun agentearen portaeraren oinarria da. Portaera deskribatzen duten arauak honelakoak dira: *baldin (baldintzak) orduan (ekintzak)*. Baldintzak era askotakoak izan daitezke: aldagaien edo tresneriaren egoera, norbaitek jasotako eta bidalitako mezuak, denbora tarte jakin baten igarotzea, eta abar.
- Agenteen hiztegia: datu-base batzuetan agenteak uler ditzakeen mezuak definitzen dira.
- Ekintzen probabilitateak: ekintza edo arau jakin batzuek probabilitate bat dute definituta bete daitezten. Honela, posible da baldintzak bete arren agente batek ekintzak ez burutzea, zorizko faktore bat dagoelako tartean. Horrek posible egiten du egoera errealak simulatzea, hala nola ekipamenduaren edo komunikazio-prozesuan huts egitea.

Oro har, adimendun agenteen ezagutzaren definizioa Konpartituriko Adimen Ereduak (Shared Mental Models edo SMM) deritzon teorian oinarritzen da [17]. Agente guztiek, independenteak izan beharrean, egoera orokorraren eredu bat daukate eta betetzen dituzten zereginak (komunikazio arlokoak batez ere) elkarrekin erlazionaturik daude. Horrela, mezu bat osorik ez badago edo akatsak baditu, hartzaileak zuzentzeko edo informazio gehiago eskatzeko aukera dauka, entrenamenduaren onurak handituz eta talde-gaitasunak bultzatuz.

2.1.5. *Hardware- eta software-eskakizunak*

ETOILE sistemarako plataforma Windows NT 4.0 sareko sistema eragilea duen PCa da. Ondoko konfigurazioa aholkatzen da:

- Prozesadorea: Pentium III 700 MHz edo baliokidea (gutxienez Pentium II 400)
- 21/19”-ko monitorrea

- Memoria: 256 MB SDRAM
- Disko gogorra: 9 GB (gutxienez 6 GB)
- 32 MBko txartel grafikoa (gutxienez 16 MB)
- Sareko txartela: standard fast ethernet (100 Mbit/s)
- Sistema eragilea: Windows NT 4.0
- CD-ROMa eta soinu-txartela

Beste tresna batzuk ere beharrezkoak gerta litezke: inprimagailua, eskanerra, CD grabagailua, etab. Bestalde ondoko softwarea beharrezkoa da, oinarrizko erreminta-multzoa garatzeko:

KOMUNIKAZIO-AZPIEGITURA ETA AGENTEAK DEFINITZEKO

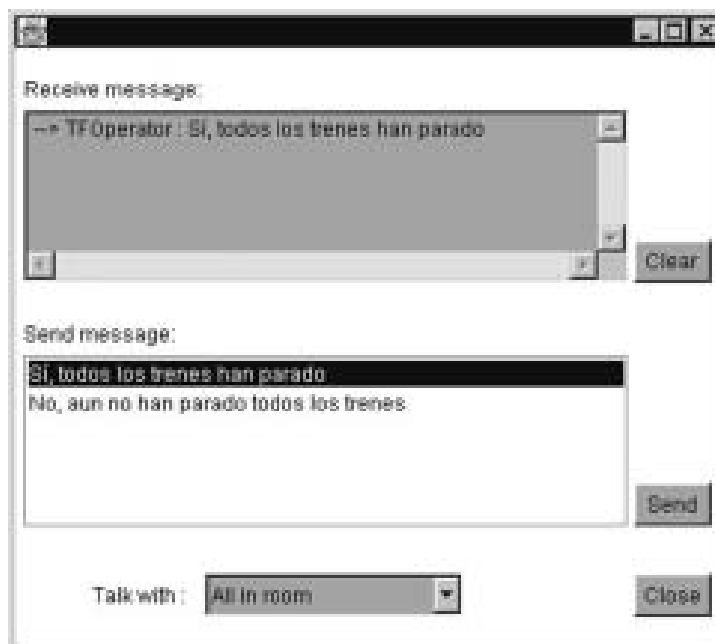
Beharrezkoa da bi funtzio hauetarako JBuilder instalatuta edukitzea. Bestalde beharrezkoa da Blaze Advisor deituriko aplikazioa, adimendun agenteak definitzeko. Aplikazio honek Java-n oinarritutako kodea erabiltzen du eta aurretik JBuilder instalatuta egon behar da.

AGERTOKI BIRTUALA MODELATZEKO

Modelatzea egiteko 3D modelatze-aplikazioak (Realax Scene 4.521) eta giza irudien animazioak sortzeko aplikazioak (Metacreations Poser 4.0) erabili izan dira. Eszenatoki birtualaren ageriko atalaren eta software kodearen arteko interfazea liburutegi grafikoa batzuen multzoak osatzen du, OpenGVS delako APIak. Oso lagungarria izan da PaintShopPro irudi-tratamendurako aplikazioa erabiltzea.

3. KASU PRAKTIKOA

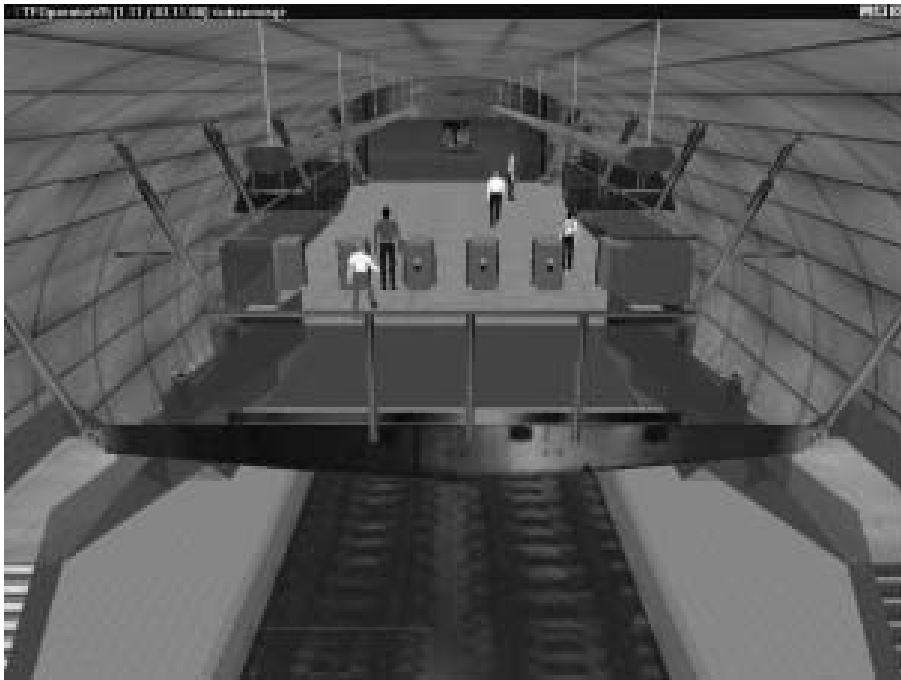
Egoera arrunt batean entrenamendu-saioari ekiteko prest dauden hainbat ikasle eta irakasle bat izango ditugu, bina interfaze dutenak: bata Errealitate Birtualekoa eta bestea grafikoa (ikus 1 eta 2. irudiak). Irakasleak hasiera ematen dio kontrol-botoien bidez (2. irudiko behealdeko kontrolak). Orduan agertoki birtuala kargatzen da eta saioan ez dauden operadoreak ordezkatzeko dituzten agenteek euren eginkizunak betetzen hasten dira. Kasu honetan, bagoi batean sutea gertatu da eta gidariak Kontrolerako Aginte Postuko kide bat abisatuko du. Kide hau fisikoki entrenatzen dagoen ikaslea bada, bere pantailan mezu bat jasoko du «txat» baten antzeko leihoaren bidez. Leiho hauetaz baliatuz, ikasleak euren artean eta agenteekin komunika daitezke (ikus 5. irudia). Testua ez ezik, soinu-zko mezuak ere bidal daitezke.



5. irudia

Behin larrialdi egoeraren berri izatean, Kontrolerako Aginte Postuko operadore bakoitzak bere eginkizunak bete behar ditu ordena jakinean eta elkarriz lagunduz: gainontzeko tren-gidariak abisatu euren unitateak geldiaraz ditzaten, elektrizitatea eten istripua izan deneko gunean, geltokiko ebakuaziorako aginduak eman eta abar. Operadoreek ekintza bakoitza burutu ahal izateko hainbat informazioen berri izan behar dute, beste operadore batzuegandik jasotakoak (telefono edo ahozko komunikazioa) edota euren tresnak kontsultatuz (tresneriaren egoera, pantailen informazioa...), zeintzuk Errealitate Birtualean adierazten diren. Ekintza bat gauzatzeak beste ekintza batzuen menpe dagoenez operadore batek zerbait txarto egiteak eragina izango du gainontzekoen gainean eta denen arteko elkarlan egokiaren bidez baino ez zaio arazoari konponbidea aurkituko. Ikasle batek beste ikasle batekin edo agente batekin hitz egiteko dagokion adierazpen birtualaren gainean «klik» egiten du (ikus 1. irudia) saguarekin eta lehen aipaturako «txat» leihoa irekitzen da. Ingurune birtualeko zenbait osagai ere (telefonoak, pantailak...) aktiboak dira eta beraien aukeraketak ekintza batzuk abiaraz ditzake (telefono-deiak, pantailaren informazioaren aldaketa, geltokietako kameraren irudiak ikustea eta abar).

Adibidez, dagokion operadoreak geltokiko begiraleari ebakuazio-agindua telefonoz bidali ostean, geltokiari dagokion monitorea aukeratzen du (1. irudian eskuinaldean daudenak) eta 6. irudiko bista agertzen zaio, bere bulegoan egingo lukeen antzera ebakuazio prozesua ikusi ahal izateko.



6. irudia



7. irudia

Operadore batek ekintza okerren bat burutuz gero edo laguntza eskatuz gero, laguntzailearen leihoa agertuko zaio (ikus 7. irudia).

Lehen aipatutakoak dira operadoreek burutu ditzaketen ekintza batzuk. Irakasleak saioa bukatutzat eman dezake egoki deritzon eta ondoren operadoreen lana berrikus dezake, euren ekintzak erregistraturik gelditzen baitira hainbat taula eta grafikotan.

4. ONDORIOAK

Gaur egun heziketa-sistema asko daude bai ohiko tekniketan bai Informazio eta Ezagutza Teknologietan oinarrituta. Azken horiek normalean bakarkako ikasketa-metodoetan erabiltzen dira. Hala ere, ezin daitezke erabat bete larrialdiak konpontzeko egiten diren taldekako entrenamenduetan bilatzen diren helburu guztiak, batez ere inguruneak berak ezartzen dituen murrizketengatik. ETOILE proiektuan taldekako entrenamenduaren alorra landu da Informazio eta Ezagutza Teknologiak erabiliz eta horrela ingurune sakabanatua lortu da. Ingurune honen helburua taldekako entrenamendurako tresna egokia izatea da, simulakroak ordezkatu gabe, baina eta hauen osagarri izanik.

Azkenekoz, ebaluazio-plana kontuan hartu da proiektuaren parte bezala, eta bai garatutako aplikazioek azken erabiltzaileen aldetik izandako harrera ere. Gure kasuan, Metro Bilbao erakundearen larrialdi egoerak kudeatzen dituzten kideak izango dira azken erabiltzaileak. Bi motatako azterketak egin dira: onarpenezkoa eta behaketazkoa.

Onarpenezko azterketaren oinarria da erabiltzaileentzako galdera sorta bat, aplikazioari buruzko iritzia biltzen lagunduko diguna: erabilitako teknologia berriek izan duten onarpena, ohiko entrenamendu-moduekiko ezberdintasunak, abantailak, aurkitutako arazoak eta azpimarratzeko ezer aurkitu duten (bai positiboki, bai negatiboki). Behaketazko azterketarako erabiltzaileek larrialdi egoera simulatu eta konpontzen saiatu dira sortutako aplikazioaren bidez eta egin dituzten oharrak erregistratu dira. Gero, ebaluazio-lanetan adituak diren ETOILE partzuergoko kideek bi motatako azterketetatik ondorio batzuk atera dituzte garatutako sistemak oro har izan duen onarpena neurtzeko.

Azterketa horietan oinarrituz, sistema balioetsi dutela esan daiteke, ezarritako eskakizunak kontuan hartuz. Bestalde, kontuan hartu behar da proiektuaren helburua ez zela aplikazio osoa garatea, baizik eta oinarrizko erreminta-multzoaren balioa frogatu dezakeen aplikazio murriztua garatea. Bestalde, azken erabiltzaileek azpimarratu dutenez, beharrezkoa da sistema eszenatoki eta egoera desberdinetan aplikatu ahal izatea, baina edozein kasutan benetako simulakro bat ordezkatu behar ez dutela kontuan hartuz.

Azkenik, balioetsi dira egitasmoa diseinatzen ari zen bitartean egindako dibulgazio-lanak [18, 19, 20, 21, 22].

Ondorio orokor gisa esan daiteke proiektuan garatutako erreminta-multzotik abiatuz garatutako aplikazioak ondoko abantailak dituela:

- Taldekako saioak maizago egitea errazten du, inplikaturiko erakundearen eguneroko funtzionamenduan eraginik izan gabe eta ekipamendu garestia erabili gabe.
- Aukera ematen du aldi bakoitzean pertsona talde desberdinak entrenatzeko, eta talde bakoitzak saio bakoitzean pertsona kopuru desberdina izan dezan.
- Fisikoki parte hartzen ez duten pertsonak ordezkatzan dituzten adimendun agenteen ohiz kanpoko portaerak simula daitezke.
- Ekipamendu eta tresneriaren huts egiteak simula daitezke era ez deterministan, eta azterketa hauek izaten dituzten ondorioak aztertzeko balio du. Modu honetan entrenamendua ez da kasu bakarrera murrizten eta inplikatuak ezusteko gertaeretan duten erantzun-gaitasuna areagotzen da.
- Adimendun agenteak eta errealitate birtuala bezalako teknologia berriak erabiltzeak aukera ematen du entrenatuek motibazio handiagorekin joka dezaten, bakarka egiten diren eta teorikoagoak diren ohiko beste ikasketa modu batzuekin konparatuta.
- Izandako gertaerei buruzko informazio kantitate handia eskaintzen die heziketa-arduradunei, ondoren azter dezaten.
- Ikasleen prestakuntzaren jarraipena errazten du, baita prozeduren baliagarritasuna egiaztatzeko ere, gertakari guztiak era objektiboan erregistratzen direlako eta saioaren azterketa eraginkorra egitea, baita saio desberdinak konparatzea ere posible delako.

Gainera, aplikazioak, ondokoa eskaintzen du:

- Taldeak prestatzeko ingurune sakabanatua izatea, Informazio eta Ezagutza Teknologiak integratuz, hala nola, Adimendun Agenteak eta Errealitate Birtuala.
- Prestakuntza teorikoa osatzea.
- Larrialdien konponketarako prozesuen aplikazioen ariketa praktikoa (hau da, simulakroak) osatzea.

5. ETORKIZUNERA BEGIRA

Aipatu bezala, ETOILE proiektuaren helburua talde-entrenamendurako erreminta orokor batzuk garatzea izan da eta hauen bidez bi aplikazio sortzea larrialdi-egoeren tratamenduaren testuinguruan. Aplikazio hauen hel-

burua ez da izan software komertziala sortzea, erreminten baliagarritasuna erakustea baizik. Etorkizunera begira ikerketa-ildo honetatik jarraitzeko plana diseinatu da. Horrela, ETOILEn teknologia zabaltzeko asmoak daude, proiektuan hartutako esperientziari esker. Esate baterako, komunikazio-azpiegitura gisa sare lokala erabili ordez Internet erabiltzea aztertuko da. Ikerketa-esparruari dagokionez, ETOILEn emaitzak erakunde eta esparru berrietan aplikatzeko ahaleginak egingo dira (adibidez enpresa kimikoak, unibertsitateak, telekomunikazio konpainiak, beste garraio mota batzuetako enpresak eta abar). Erakunde desberdinen entrenamendu eta lankidetzarako balio dezaketen aplikazioen garapena ere aztertuko da.

ESKERRAK

Unibertsitate, Ikerketa eta Garapenerako Estatu Idazkaritzak, Zientzia eta Teknologiako Ministerioarteko Batzordeak (CICYT) TIC98-1711-CE erreferentzia duen dirulaguntza eman du artikulua honetan aipatu diren ekintzetarako.

Europako Batasunak proiektu hau finantzatu du ESPRIT programaren bidez (29086. zk.).

ETOILE proiektuaren garapenean ondorengo erakundeek hartu dute parte partzuergoa osatuz: Fraunhofer-IGD eta STN-Atlas (Alemania) oinarritzko azpiegitura (erreminta multzoa) garatzen aritu dira, agenteei eta errealitate birtualari dagokienez hurrenez hurren; LABEIN eta Tecnatom, simulazioan oinarrituriko sistemetan esperientzia handikoak, oinarritzko erreminta multzotik abiatuz jakineko aplikazioak garatu dituzte; Metro Bilbao eta Iberdrola aplikazio hauen azken erabiltzaileak dira eta Lancaster-eko Unibertsitatea, taldeko irakaskuntza-metodoetan aditua, ebaluaziorako erremintak garatzen aritu da.

BIBLIOGRAFIA

- [1] METRO BILBAO. 1995. *Plan General de Protección de Metro Bilbao. Plan de Formación*. Metro Bilbao. Bilbo.
- [2] SCHÖN, D. 1983. *The reflective practitioner*. Jossey-Bass. San Francisco.
- [3] SCHÖN, D. 1987. *Educating the reflective practitioner*. Jossey-Bass. San Francisco.
- [4] EUROPAKO BATZORDEA. 1997. *White paper on Education and Training. Teaching and Learning. Towards the Learning Society*.
- [5] ETOILE PARTZUERGOA. 1998. *ETOILE Environment for Team, Organisational and Individual Learning in Emergencies*. Annex I. «Project Program». 29086 ETOILE proiektua.
- [6] DÖRNER, R. 2000. *The Designs of the Tool-Set*. 29086 ETOILE proiektua.

- [7] DOBSON, M.; SIME, J.A.; PENGELLY, M. 1999. *Evaluation Plan for Etoile*. 29086 ETOILE proiektua.
- [8] DOBSON, M.; SIME, J.A.; PENGELLY, M.; MASEDA, J.M.; CASTAÑO, J.R.; GONZÁLEZ, F.; VELASCO, E.; ALBADALEJO, S. 2000. «Instructional Design For Cooperative Agent Simulations In Team Training: Lessons Learned & Research Questions Outstanding». EARLI-SIG biennial Workshop. Barcelona.
- [9] MASEDA, J.M.; LOS ARCOS, J.L.; ARENILLAS, M.A.; GARZÓN, C. 1999. *Design of the Prototype for the Railway Underground Emergency Demonstrator*. 29086 ETOILE proiektua.
- [10] MASEDA, J.M.; ARENILLAS, M.A.; GARZÓN, C.; LOS ARCOS, J.L.; CASTAÑO, J.R. 1999. *Requirements for Emergency Training. Railway Underground Emergency Demonstrator*. 29086 ETOILE proiektua.
- [11] IGD, LABEIN, TECNATOM. 1999. *Requirements for Emergency Training*. 29086 ETOILE proiektua.
- [12] LABEIN, TECNATOM. 1999. *Design of Prototype Applications*. 29086 ETOILE proiektua.
- [13] LABEIN. 2001. *Design of the Underground Railway Emergency Demonstrator*. 29086 ETOILE proiektua.
- [14] SIME, J.A.; PENGELLY, M. 2000. *Supporting Learning in Teams: the Instructional Design*. 29086 ETOILE proiektua.
- [15] SIME, J.A.; PENGELLY, M. 2000. *Learner Support Tools*. 29086 ETOILE proiektua.
- [16] JOHNSON, W.L. 1998. *Pedagogical Agents*. Center of Advanced Research in Technology for Education (CARTE).
- [17] SIME, J.A.; PENGELLY, M. 2000. *The acquisition and use of Shared Mental Models*. 29086 ETOILE proiektua.
- [18] LABEIN. 1999. «Entorno Virtual de Entrenamiento en Emergencias para Equipos, Organizaciones e Individuos». International Congress on the Use of Simulators, Leon.
- [19] LABEIN. 2000. «Aportación de las Nuevas Tecnologías a la Formación en Emergencias en Entidades de Servicio Público». International Conference on Occupational Risk Prevention, Tenerife.
- [20] LABEIN. 2000. «Distributed Virtual Environment for Training Individuals and Teams Involved in complex Time-Pressure Scenarios». International Congress in Quality and Technical Education Innovation, Donostia.
- [21] Ralf DÖRNER. 2000. «ETOILE, An Environment for Team, Organisational and Individual Learning in Emergencies». 6th International Conference on Technology Supported Learning & Training, Berlin.
- [22] LABEIN. 2001. «An Application for Training and Improving Co-ordination between Team Members, Using Information Technologies». 12th International Conference SITE2001, Orlando.