

# SATI: Sistema Audiovisual Terapèutic Interactiu

César Mauri<sup>1,2</sup>, Agustí Solanas<sup>2</sup>, Mabel Garcia<sup>1</sup>,  
Toni Granollers<sup>3</sup>, Narcís Parés<sup>4</sup> i Joan Bagés<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Ass. Provincial de Paràlisi Cerebral, Muntanya de Sant Pere s/n 43007 Tarragona, Telf. 977 21 76 04  
correu-e: [cesar.mauri@appctarragona.org](mailto:cesar.mauri@appctarragona.org), [mabel.garcia@appctarragona.org](mailto:mabel.garcia@appctarragona.org)

<sup>2</sup> CRISES Research Group, Dept. d'Enginyeria Informàtica i Matemàtiques, Universitat Rovira i Virgili,  
Av. Paisos Catalans, 26, 43007 Tarragona  
correu-e: [agusti.solanas@urv.cat](mailto:agusti.solanas@urv.cat)

<sup>3</sup> GRIHO, HCI research group, Universitat de Lleida, Lleida  
correu-e: [tonig@diei.udl.cat](mailto:tonig@diei.udl.cat)

<sup>4</sup> Laboratori de Sistemes Interactius, IUA, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona  
correu-e: [narcis.pares@upf.edu](mailto:narcis.pares@upf.edu)

<sup>5</sup> Centre de Reserche Informatique et Creation Musicale, Universidad Paris 8 (França)  
correu-e: [joanbir@hotmail.com](mailto:joanbir@hotmail.com)

## Resum

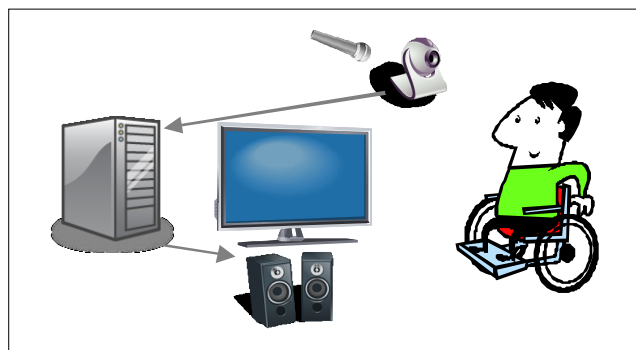
El projecte "Sistema Audiovisual Terapèutic Interactiu" (SATI) ofereix noves oportunitats d'estimulació, interacció i creació per a persones amb discapacitat física i cognitiva moderada i severa. Principalment basat en tècniques de visió artificial i maquinari de baix cost, el projecte SATI permet transformar els gestos de l'usuari en imatges i sons que hi responen de forma coherent. Actualment, a l'Associació Provincial de Paràlisi Cerebral (APPC) de Tarragona, estem treballant en un prototip que és capaç de generar sons i imatge a partir dels moviments voluntaris dels usuaris i també processar digitalment els sons vocals d'aquests. Les proves amb usuaris amb paràlisi cerebral mostren que SATI promou la participació, la diversió i el joc fins en persones on altres temptatives han fracassat.

## 1. Introducció

L'objectiu del projecte SATI és oferir noves oportunitats d'interacció, estimulació i creativitat a persones amb limitacions moderades o severes a nivell sensorial, físic i cognitiu millorant així la seva interacció amb l'entorn i de retruc la seva autonomia.

El projecte SATI explota el potencial de tecnologies d'ús corrent i de baix cost (ordinadors personals, càmeres web, micròfons, altaveus, etc.) de forma que, emprant tècniques de visió per computador, permet que els gestos (voluntaris) de qualsevol part del cos de l'usuari amb pluridiscapacitat es

transformin en imatges i sons que hi responen de manera coherent. Així es facilita la interacció del subjecte amb l'ordinador i, a través d'aquest, amb el seu entorn.



**Fig. 1** Esquema de context del projecte SATI

## 2. Treball relacionat

L'aplicació dels mitjans interactius a la discapacitat compta ja amb una llarga trajectòria, des d'aplicacions per al tractament de trastorns psicològics com fòbies [1][2][3], trastorns obsessiu-compulsius [2], trastorns post-traumàtics [2][4] o trastorns de dèficit d'atenció [2]; passant per tractaments de discapacitats físiques causades per paraplegies, apoplexies, perlesies, etc. [5]; fins a trastorns com l'autisme [6][7][8][9][10][11][12][13][14][15] o la paràlisi cerebral [16][17].

En moltes d'aquestes aplicacions el tractament dels estímuls es basa majoritàriament a

reproduir entorns físics en situacions versemblants. D'una banda, per a realitzar teràpies per exposició gradual a certes situacions. D'altra banda també s'apliquen per a realitzar entrenaments de certes tasques

Un altre enfocament diferent és l'emprat pels projectes que es comenten a continuació on el que es pretén és que l'usuari pugui actuar sobre el seu entorn i que aquest respongui coherentment. Amb això es pretén que l'usuari participi en una experiència que fomenti l'associació causa-efecte i la sensació de control i fins i tot que acabi servint com un canal d'expressió. A més, mitjançant aquesta activitat, els usuaris poden desenvolupar capacitats —de vegades inconscientment— com la participació, la comunicació o la creativitat, el que conduirà a una millora de la seva qualitat de vida.

En efecte, la complicitat usuari-aplicació que es persegueix pot donar lloc a aquesta sensació de control abans esmentada, la qual a la llarga pot generar una sensació d'agencialitat en l'usuari. Això implica la consciència que l'usuari pot actuar sobre el seu entorn i que aquest últim li respon de forma coherent. Aquesta sensació pot desencadenar efectes molt positius d'auto-estima i de capacitat expressiva. Ambdós efectes estan documentats com generadors de benestar tant a nivell psicològic com biològic [18].

### **Phil Ellis i la teràpia sonora**

A principis dels anys 90, Phil Ellis utilitzava l'anomenada teràpia sonora amb el dispositiu Soundbeam<sup>1</sup> en nens afectats de paràlisi cerebral, autisme i amb discapacitats profundes i múltiples per a l'aprenentatge. La teràpia sonora combina la potència de les noves tecnologies amb una resposta estètica al so, incentivant així la interacció i el desenvolupament de les habilitats comunicatives d'aquests usuaris [19].

Aquesta eina va permetre, en paraules d'Ellis, que nens que no eren conscients del seu entorn exterior o no eren capaços de prendre el control o expressar-se, poguessin anar prenent consciència del seu entorn, anar aprenent a controlar els moviments físics i respondre i comunicar-se amb el món exterior. Ellis afirma [17] que aquest dispositiu pot ajudar a

<sup>1</sup> El sistema Soundbeam consisteix en un sensor d'ultrasons capaç de mesurar la distància des d'aquest fins a l'obstacle més proper. Aquesta zona de l'espai es divideix (virtualment) en petites regions a cadascuna de les quals se li fa correspondre una nota o acord musical. L'usuari, a través dels seus gestos, activa el sensor a diferents distàncies generant sons i melodies i creant, d'aquesta forma, un espai virtual.

desenvolupar el control físic, millorar el rang d'audició, despertar la curiositat a través de l'exploració i activar l'auto-expressió. Les claus de l'eficàcia semblen ser la percepció de la relació causa-efecte i el descobriment del control (agencialitat) a través de l'acció.

L'any 1998, Ellis evolucionà la teràpia sonora cap a la denominada teràpia vibro-acústica (VibroAcoustic Sound Therapy, VAST), experimentant amb gent gran [20]. Introduí l'ús de micròfons, combinant-los amb diferents efectes de so digital tal com reverberacions i ecos, per tal d'estimular la interacció basada en emissions orals. També afegí un dispositiu vibro-acústic per a reforçar els sons creats amb Soundbeam o amb el micròfon i desenvolupà una tècnica de relaxació que aplicava al final de les sessions i que permet millorar l'estat general de benestar físic i mental dels usuaris.

A partir de 2004, i des del centre d'investigació iMUSE (interactive Multy-Sensory Environment) de la Universitat de Sunderland (Regne Unit), Ellis centra el seu treball en les persones grans i inclou imatges en la retroalimentació que reben els usuaris. Amb això pretén centrar l'atenció a través de la immersió i fomentar la creativitat a través d'un acoblament intuïtiu entre percepció i acció [21].

### **Soundscapes**

Soundscapes [16] fa referència a una biblioteca de captura de la funció corporal i una col·lecció de programari capaços de generar una resposta a partir del gest de les persones. Un dels usos de Soundscapes és el d'actuar com un "amplificador d'expressió" de les persones amb discapacitat, ja que permet als usuaris generar imatges i sons a partir del moviment del cos.

La idea principal del projecte radica en la creació d'un "espai virtual interactiu" en el qual els usuaris, experimenten per ells mateixos la seva motivació i creativitat a través del joc i la diversió. L'ús terapèutic de Soundscapes s'ha posat de manifest en diversos projectes europeus tals com Twi-aysi (The world is - as you see it) [22] i CAREHERE (Creating Aesthetically Resonant Environments for the Handicapped, Elderly and REhabilitation) [23][24].

### **MEDIATE i altres projectes**

MEDIATE [11] és una instal·lació multi-sensorial l'objectiu principal de la qual és facilitar que els nens amb autisme puguin divertir-se, jugar i explorar dins un entorn segur i controlat. El projecte MEDIATE va realitzar estudis psicològics i va proporcionar als pares un entorn on podien veure als seus fills jugant. A més introduí la possibilitat de

que el sistema s'adaptes, de forma automàtica, al comportament de l'usuari observat al llarg de la sessió intentant fomentar un diàleg amb el sistema i trencant els patrons repetitius obsessius.

A més dels projectes esmentats, existeixen altres sistemes similars com ara Intellivision [25] i uns altres utilitzant tècniques de visió artificial per a crear instruments musicals accessibles, per exemple, Virtual Music Instrument [26][27] o Adaptive Use Musical Instruments [28].

### 3. Estat actual del projecte

Actualment el projecte SATI consta de diverses eines informàtiques (prototips) que són:

- Eina per fomentar la interacció a través de sons vocals (no necessàriament veu) emprant diferents efectes digitals com: reverberació, eco, modificacions tonals, etc. La idea, inspirada en els treballs de Phil Ellis (vegeu Treball Relacionat), era explotar el potencial de les eines informàtiques actuals el que permet reduir de forma dràstica els costos associats als equips de so professionals fent factible l'adopció d'aquestes eines per una entitat com l'APPC. Des del principi, molts usuaris han utilitzat aquesta eina —per ells mateixos— i hem pogut constatar la motivació que els produïa el fet d'escoltar-se i jugar amb la seva pròpia veu, així com crear diferents composicions sonores complexes a través de la utilització de l'eco de llarga durada. Els logopedes reconeixen el seu valor terapèutic pel fet que estimula l'ús de l'aparell fonador i l'escolta activa.
- Eina de captura de gestos físics. A través d'una càmera web i de tècniques de visió artificial, permet extreure la mobilitat voluntària de qualsevol part del cos de l'usuari, tant moviments grans com extremadament petits. Això permet que, a pesar de les limitacions físiques que presenten totes les persones amb paràlisi cerebral, es pugui disposar d'un canal d'entrada sense contacte i a distància.
- Instrument virtual. L'eina de visió es combinà a una altra aplicació de síntesi musical que permet executar les notes d'una partitura a partir dels moviments de l'usuari esdevenint així un instrument musical accessible. Aquesta aplicació s'ha mostrat extremadament

útil en les proves realitzades fins la data fent que, en alguns casos, alguns usuaris fossin capaços per ells mateixos d'interaccionar amb l'ordinador per primer cop en la seva vida.



**Fig. 2** Eina de visió artificial

A més de les eines descrites es realitzen, amb caràcter regular, sessions d'experimentació amb un grup d'usuaris de l'APPC amb un doble objectiu:

- Determinar-ne els efectes que produeix l'ús del sistema amb caràcter immediat i al llarg del temps.
- Millorar les eines per tal que s'adeqüin tan com sigui possible al context de treball.

Les sessions experimentals es duen a terme en un laboratori de l'APPC equipat a aquest efecte amb elements com: aïllament acústic, ordinador, equip de so, pantalla LCD, càmera web i càmera de vídeo.



**Fig. 3** Laboratori SATI a l'APPC

El treball amb els usuaris s'organitza en forma de sessions individuals d'una durada aproximada d'entre 15 i 30 minuts. En la sessió hi són presents, a part de l'usuari, l'investigador (prenent notes i establint la proposta interactiva per a l'usuari) i el facilitador (persona propera a l'usuari, normalment un professor, terapeuta o familiar; encarregada de vetllar per l'usuari, facilitar la comunicació amb ell i interpretar les seves respostes). La sessió comença donant la benvinguda a l'usuari i suggerint una activitat (essencialment jugar amb la seva pròpia veu o tocar un instrument). Aquesta suggeriment i els ajustos específics de cada activitat estan en funció de les habilitats de l'usuari i el grau d'èxit obtingut en sessions anteriors. El facilitador comença animant a l'usuari a interaccionar, però sense forçar-lo. De fet s'intenta intervenir el menys possible ja que l'objectiu és arribar a aconseguir una interacció autònoma. En funció del comportament de l'usuari durant la sessió, l'investigador pot modificar lleugerament els paràmetres del sistema o canviar d'activitat. La sessió finalitza quan expira el temps assignat o quan l'usuari es comença a fatigar. Tota la sessió s'enregistra en vídeo, incloent-hi els comentaris finals entre facilitador i investigador per a la seva anàlisi posterior. Durant el desenvolupament de la sessió i, si es dubta de fins a quin punt l'usuari és conscient del resultat sonor que està generant, es poden fer proves de control com desconnectar la sortida sonora i observar com reacciona l'usuari.

L'anàlisi de les anotacions i dels enregistraments en vídeo inclou l'estudi d'algunes variables com el tipus i durada de l'atenció, la satisfacció, inhibició, etc. Donada la naturalesa dels experiments cal interpretar, de forma subjectiva el comportament de l'usuari durant la sessió. Per a que el criteri sigui el més objectiu possible, hi ha vegades que es demana la concurrència de diversos professionals per avaluar certs comportaments observats i així establir un criteri comú.

Podeu consultar algunes publicacions relacionades a [29][30][31] i també un vídeo on es mostren alguns usuaris de l'APPC emprant el sistema SATI [32].

#### 4. Resultats i discussió

Després de gairebé dos anys des de la posada en marxa del projecte podem intuir que les perspectives de futur són encoratjadores.

D'entre els usuaris que participen en el projecte hi ha alguns que ja coneixen on van quan se'ls anticipa i ho reben amb entusiasme.

Saben que s'espera d'ells i es recreen amb els seus moviments i expressions orals. És llavors quan, a més dels objectius plantejats per tal que es familiaritzin amb el sistema, se n'intenten assolir d'altres més de tipus actitudinal o pedagògic utilitzant el sistema com a eina motivadora. És el cas de K.G. de qui, des del principi, s'ha observat com gaudeix amb les seves creacions orals i movent les extremitats superiors per tocar l'instrument virtual. Però, igual que a la resta d'activitats de l'aula i fora d'ella, li costa esperar el seu torn. Si se li s'anticipa alguna activitat, se li ha d'oferir immediatament, si no, es posa a plorar amb desesperació. El mateix passa quan una activitat s'acaba abans del que ell voldria. Ens marquem amb ell, conjuntament amb l'aula i la resta d'àrees, el treballar la frustració i el temps d'espera. A poc a poc ha deixat de plorar en acabar les sessions i últimament, fins i tot lliura el micròfon a la facilitadora quan se li demana com a mostra d'acceptació de la finalització de la tasca.

En alguns casos ha hagut una evolució en l'interès i en la recreació dels seus moviments. Aquest és el cas d'E.P., una nena afectada de PCI, de difícil motivació pel món que l'envolta. L'expressió facial és l'única manera que té per a comunicar-se. Al principi del curs, li costava somriure a la sala, és més, expressava el seu disgust fent el petarrell i a la pregunta de si se'n volia anar afirmava que sí amb una ganyota. Les sessions duraven poc més de 10 minuts. A poc a poc ha anat entenent on era i què havia de fer. Finalment ara, quan entra a la sala, ho fa amb una somriure i sembla gaudir de l'activitat.

En casos d'usuaris en estadis més profunds a nivell cognitiu i amb moviments estereotipats, és més difícil d'observar si realment hi ha interès i voluntat en el que estan fent amb una mera observació directa. A través d'una petita aplicació informàtica s'està començant a observar en quin moment i durant quant de temps els usuaris han canviat el patró repetitiu propi del seu estat gairebé vegetatiu i han reaccionat de manera diferent a l'habitual davant els estímuls presentats. És el cas de E.G. de 13 anys, amb PCI, sense control de tronc ni extremitats, amb baixa visió i amb contínues i petites crisi. Mou el cap i els ulls de manera repetitiva de dreta a esquerra. Entre els moviments incontrolats s'observaven altres de més voluntaris i, fins i tot, de vegades, sembla somriure. El cas continua en estudi, per bé que aquest i d'altres de similars són els més complicats donada la resposta limitada i, de vegades, ambigua dels usuaris.

Aquests resultats han estat fruit de l'observació directa, de les entrevistes amb els facilitadors després de cada sessió i també de l'observació indirecta a través de la visualització dels vídeos i l'anàlisi de les anotacions.

## 5. Conclusions i treball futur

La línia de recerca presentada en aquest article constitueix, en si mateixa, un repte. Treballar amb persones amb discapacitat severa i múltiple no és fàcil: (i) és molt complicat establir comunicació amb ells, (ii) a causa del seu delicat estat de salut és necessari prestar especial atenció davant l'aparició de possibles crisis, i (iii) generalment no poden expressar els seus sentiments amb claredat (per exemple omplint un qüestionari). A més, els resultats no poden ser sempre generalitzats a causa del reduït nombre d'usuaris i la seva heterogeneïtat.

A aquestes dificultats intrínseques s'afegeix la interrelació de disciplines molt diferents: música, art visual, informàtica, psicologia, educació especial i fisioteràpia. Aquesta interdisciplinarietat requereix un alt grau de coordinació entre experts de camps molt diversos.

Els resultats, com s'ha comentat, són molt encoratjadors i estan oferint noves oportunitats per a les persones amb paràlisi cerebral i altres discapacitats cognitives moderades i severes.

Les principals tasques que es volen realitzar en el futur són:

- (i) Elaborar metodologies que permetin millorar la caracterització dels participants. D'aquesta manera, hauria de ser més fàcil associar les nostres observacions amb les particularitats de cada grup d'usuaris i contribuir a la generalització dels resultats. Concretament tractarem de modelar els perfils dels usuaris mitjançant l'ús d'ontologies.
- (ii) Establir metodologies d'anàlisi dels efectes del sistema i relacionar els resultats amb el perfil concret de l'usuari. A més, seria interessant involucrar altres participants en el procés d'anàlisi (per exemple familiars o tutors) i desenvolupar tecnologies d'anàlisi automàtiques.
- (iii) Avançar cap a sistemes més autònoms i usables pels professionals. A partir dels prototips és necessari generar aplicacions informàtiques fàcils d'usar per professors, terapeutes i familiars, de manera que aquests puguin utilitzar les

eines de forma efectiva. La nostra experiència demostra que existeixen moltes propostes tecnològiques per a persones amb discapacitat que no s'utilitzen perquè no són prou usables.

- (iv) Estendre les capacitats del motor audiovisual de forma que s'afegeixin noves propostes interactives tenint en compte criteris de percepció visuals i auditius.

## Referències

- [1] M.M. North, S.M. North, and J.R. Coble, "Virtual Environment Psychotherapy: A Case Study of Fear of Flying Disorder," In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol. 6, no. 1, pp. 127 - 132, February 1997.
- [2] M.M. North, S.M. North, and J.R. Coble, "Virtual reality therapy: An effective treatment for psychological disorders," In K.M. Stanney (ed), *Handbook of Virtual Environments: Design, Implementation, and Applications*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, pp. 1065-1078, 2002.
- [3] D.P. Pertaub, M. Slater, and C. Barker, "An Experiment on Public Speaking Anxiety in Response to Three Different Types of Virtual Audience," In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol. 11, no. 1, pp. 68 - 78, February 2002.
- [4] A. Rizzo, "From training to toy to treatment: Design and development of a PTSD VR Therapy application for Iraq war veterans," *Proc. of the Third International Workshop on Virtual Rehabilitation (IWVR'04)*, EPFL, Lausanne, Switzerland, 2004.
- [5] P.L. (Tamar) Weiss, P. Bialik, and R. Kizony, "Virtual Reality Provides Leisure Time Opportunities for Young Adults with Physical and Intellectual Disabilities," *Cyberpsychology & Behavior*, Vol. 6, no. 3, pp. 335-342, 2003.
- [6] F. Alcantud, G. Herrera, G. Labajo, I. Dolz, C. Gayá, V. Avila, A. Blanquer, J.L. Cuesta, and J. Arnáiz, "Assessing Virtual Reality as a Tool for Support Imagination," *Proceedings of Computer Helping People with Special Needs: 8th International Conference, ICCHP 2002, Linz, Austria, July 15-20, 2002*.
- [7] K. Dautenhahn, "Design issues on interactive environments for children with autism," *Proc. 3rd Intl Conf. Disability, Virtual Reality & Assoc. Tech.*, Alghero, Italy, pp. 153-159, 2000.
- [8] K. Dautenhahn, I. Werry, "Towards Interactive Robots in Autism Therapy: Background, Motivation and Challenges," *Pragmatics and Cognition* 12(1), pp. 1-35, 2004.
- [9] S. Kerr, "Scaffolding - Design issues in single & collaborative virtual environments for social skills learning," in *Proceedings of the workshop on Virtual environments 2002 & EGVR02, ACM, Barcelona, 2002*.

- [10] J. Nadel and A. Revel, *Robotic and Virtual Interactive Systems in Therapy of autism and other psychopathological disorders. A two-day international workshop at Hospital La Salpêtrière, Paris. 27-28 September 2002.*
- [11] N. Parés, A. Carreras, and M. Soler, "Non-invasive attitude detection for full-body interaction in MEDIATE, a multisensory interactive environment for children with autism," *Proc. of Vision, Modeling, and Visualization 2004 (VMV'04)*, Stanford, California, USA, pp. 37-46, 2004.
- [12] S. Parsons, and P. Mitchell, "The potential of Virtual Reality in social skills training for people with autistic spectrum disorders". *Journal of Disability Research* 46(5) pp. 430-443, 2002.
- [13] B. Robins, P. Dickerson, P. Stribling, and K. Dautenhahn, "Robot-mediated joint attention in children with autism: A case study in robot-human interaction," *Interaction Studies* 5:2, pp. 161-198, 2004.
- [14] D. Strickland, "Virtual Reality for the Treatment of Autism," *Virtual Reality in Neuro-Psychophysiology*, G. Riva, ed., Amsterdam, Netherlands: Ios Press, pp. 81-86, 1997, 1998.
- [15] H. Timmermans, G. van Wolferen, P. Newland, and S. Kunath, "MEDIATE: Key Sonic Developments in an Interactive Installation for Children with Autism," *ICMC 2004*, University of Miami, USA, 2004.
- [16] A. Brooks. "Virtual interactive space (V.I.S.) as a movement capture interface tool giving multimedia feedback for treatment and analysis". *Int Congr World Confed Phys Ther*, página 289, Japan, 1999.
- [17] P. Ellis. "Improving quality of life and well-being for children and the elderly through vibroacoustic sound therapy". *Computers Helping People with Special Needs*, tomo 3118 de *Lecture Notes in Computer Science*, páginas 416-422. Springer-Verlag, 2004.
- [18] Abery, B. and Stancliffe, R. (1996). *The ecology of self-determination*. In D. Sands & M. Wehmeyer (Eds.), *Self Determination across the life span: Independence and choice for people with disabilities* (pp. 111-145). Baltimore: Paul H. Brookes.
- [19] P. Ellis. "Incidental music; a case study in the development of sound therapy". *The British Journal of Music Education*, 12:59-70, 1995.
- [20] P. Ellis. "Vibroacoustic sound therapy: Case studies with children with profound and multiple learning difficulties and the elderly in long-term residential care". *Studies in Health Technology and Informatics*, 103:36-42, 2004.
- [21] P. Ellis. "The development of interactive multisensory environments for expression, 1992 - 2007". *Keynote, Luxembourg Society for Music Therapy*, Noviembre 25 2006.
- [22] i3net. Twi-aysi. The world is - as you see it. <http://www.bristol.ac.uk/Twi-aysi/>, Consultado por última vez: Julio 29 2008.
- [23] A. Brooks. "CAREHERE: Creating aesthetically resonant environments for the handicapped, elderly and rehabilitation". *Intl Conf. Disability, Virtual Reality & Assoc. Tech.*, páginas 191-198, Oxford, England, 2004.
- [24] i3net. CAREHERE. creating aesthetically resonant environments for the handicapped, elderly and rehabilitation. <http://www.bristol.ac.uk/carehere/>, Consultado por última vez: Julio 29 2008.
- [25] C. Brumback, L. Borrisov, J. Galusha y A. DiIorio. "Intellivision". *Sixth International Conference Ubiquitous Computing*, Nottingham, UK, 2004. University of Nottingham.
- [26] R. Knox, A. Lamont, T. Chau, Y. Hamdani, H. Schwellnus, C. Eaton, C. Tam, y P. Johnson. "Movement-to-music: Designing and implementing a virtual music instrument for young people with physical disabilities", Mayo 2003.
- [27] A. Lamont, R. Knox, T. Chau, Y. Hamdani, H. Schwellnus, C. Tam, y P. Johnson. "Converting movements to music new musical exploration opportunities for children in rehabilitation". *Canadian Association for Music Therapy 29 th Annual Conference*, páginas 26-30, Regina, Saskatchewan, Canada, 2002.
- [28] P. Oliveros, Leaf Miller, Zevin Polzin, y Zane Van Dusen. *Adaptive use musical instruments: Software musical instrument*. Disponible en (09/2008): <http://bsjeon.net/thisAbility/en/pauline.html>
- [29] C. Mauri, T. Granollers, J. Lores y M. García. "Computer vision interaction for people with severe movement restrictions". *Human Technology: An Interdisciplinary Journal on Humans in ICT Environments*, 2(1):38-54, Abril 2006.
- [30] C. Mauri, M. García and J. Bagés, "Terapia musical y multisensorial mediante las nuevas tecnologías: proyecto SATI (Sistema Audiovisual Terapéutico Interactivo)", *II Jornades de Paràlisi Cerebral*, Tarragona, November 2008.
- [31] C. Mauri, A. Solanas, T. Granollers, J. Bagés and M. García, "Interactive Therapeutic Multi-sensory Environment for Cerebral Palsy People", T. Gross et al. (Eds.): *INTERACT 2009, Part II*, LNCS 5727, pp. 696-699, Uppsala (Sweden), 2009.
- [32] Ass. Prov. de Paràlisi Cerebral, Vídeo demostració projecte SATI: <http://video.google.es/videoplay?docid=-6074387707245897409&hl=es> Consultat per darrer cop: Octubre, 2009.