

Estudio del estado del arte en la incorporación y desarrollo autónomo de emociones en agentes inteligentes

Sigerist Rodríguez, Aurely Leal y Olinto Rodríguez*

Departamento de computación, Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia, Apartado 526. Maracaibo, Venezuela.

Recibido: 11-09-08 Aceptado 11-05-09

Resumen

La coherencia y el realismo son cualidades que todo desarrollador de agentes inteligentes busca, estas cualidades no podrán ser alcanzadas sin la incorporación de emociones en los mecanismos de comportamiento de los agentes. A simple vista pareciera que las investigaciones siguen caminos erráticos, por lo que se hace pertinente determinar el estado actual de las investigaciones en el área de la incorporación y desarrollo autónomo de emociones en agentes inteligentes, para luego evaluar con propiedad si se están persiguiendo los objetivos correctamente. La metodología utilizada es propia de los autores y contiene cinco partes principales, compilación de los trabajos a estudiar, análisis de los trabajos compilados, definición de categorías en los trabajos, clasificación de los trabajos en su respectiva categoría, análisis de los resultados y conclusiones. Se observó en el estudio que buena parte de las investigaciones que se conducen actualmente se basan en modelos particularizados adaptados a la investigación que se realiza. Asimismo se observa poca dedicación a la definición de modelos genéricos, independientes del contexto de la investigación. En cuanto al desarrollo autónomo de emociones, no se identifican trabajos orientados exactamente en esta línea y se identifican pocos trabajos que pudiesen servir como punto de partida.

Palabras clave: emociones, agentes, modelo de emociones.

State-of-the-art in the incorporation and autonomous development of emotions in intelligent agents

Abstract

Coherence and realism are desired qualities for intelligent agents which every developer pursuit, this qualities cannot be achieved without emotions incorporation into the agent's behavior mechanisms. At first, researchs in this area appears to be following erratics paths, because of that it is important to determine the current state of researchs in autonomous developing and emotion incorporation in intelligent agents, to next evaluate properly if they are pursuing this objective correctly. Used methodology is authors own a is composite for five main parts: related works compilation, compiled works analisys, works cathegories definition, works clasification on its respective cathegory, results analisys and conclutions. It was ob-

* Autor para la correspondencia: auleal@luz.edu.ve, aureleal.lozano@gmail.com

served in the study, that an important part of the researchs conducted at the moment are based on particular models, adapted to the investigation's objectives. Also is observed, a lack of dedication to the definition of generic models, independent of the investigation context. In matter of independent emotions development, there are no works oriented exactly in this topic, and few works are identified that could serve as a starting point.

Key words: emotions, agents, emotions model.

Introducción

El estudio de los Agentes Inteligentes ha crecido considerablemente en la actualidad, gracias en gran medida a las posibilidades que estos ofrecen para la simulación de actividades propiamente humanas en una gran diversidad de sistemas. Dado que entre las posibles actividades de los agentes se encuentra la interacción con usuarios, se busca, que estos exhiban características humanas, como inteligencia, estados de ánimo y emociones. Esta búsqueda implica una participación multidisciplinaria en el desarrollo de agentes verdaderamente creíbles.

El hecho que los agentes muestren características de personalidad cada vez más realistas es actualmente un importante objeto de estudios, sin embargo, se observa una gran diversidad de investigaciones en esta área, esto indica que existe un claro objetivo entre los investigadores que es, efectivamente, diseñar agentes capaces de exhibir cualidades de personalidad humana, la diversidad del trabajo es indicio de esta búsqueda; sin embargo se observa también que cada investigador sigue un camino propio y particular en la búsqueda de esta respuesta que aún no se tiene; por lo que podría pensarse que aún no hay ningún fundamento escrito en piedra que indique el camino a seguir en las investigaciones; por otro lado, también es cierto que se han consolidado grandes aportes en el área por lo cual se hace propicio, realizar una revisión de las investigaciones que se conducen en la actualidad para identificar las distintas vertientes de las mismas, y de esta forma definir de manera consciente los siguientes pa-

sos que los investigadores en el área deberían tomar.

El trabajo se presenta en 3 secciones. La primera sección expone la metodología utilizada, mientras que la sección dos presenta una categorización generada luego de la revisión de los trabajos. Por último, se presenta las conclusiones obtenidas, y consideraciones a tomar en trabajos futuros.

Metodología

La metodología a utilizar para la categorización de los trabajos es propuesta por los autores y consta de las siguientes partes

1. **Compilación de trabajos en el área de estudio:** En esta fase se intenta recolectar la mayor cantidad de trabajos de investigación significativos en el área que concierne a esta investigación, revisando sitios web y publicaciones científicas relacionadas con el tema y haciendo una preselección amplia de los trabajos a revisar.
2. **Análisis de los trabajos compilados:** En esta fase se procedió a revisar y analizar cada uno de los trabajos compilados, esta revisión estaba destinada a cumplir dos objetivos, primero identificar el aporte específico que el trabajo hace al área de estudio, y luego identificar la orientación principal del trabajo, ésta serviría posteriormente para definir las distintas categorías de estudio.
3. **Definición de una categorización para los trabajos analizados,** generada a partir del mismo análisis de los trabajos: Durante la revisión realizada se de-

terminaron los objetivos generales de cada trabajo y a partir de las coincidencias en los trabajos, se definieron formalmente las categorías.

4. Clasificación de cada uno de los trabajos analizados en una categoría particular: Una vez definidas de manera formal cada una de las categorías, se procedió a ubicar cada uno de los trabajos revisados en su respectiva categoría, a través de las características y objetivos principales de cada trabajo
5. Análisis de los resultados obtenidos y conclusiones: En esta fase se estudiarán los trabajos y sus respectivas categorías con la finalidad de determinar hacia donde se dirigen las investigaciones, y basado en esto, ofrecer una opinión crítica acerca del estado actual y futuro de las mismas.

Categorización

A continuación se presentan cada una de las categorías y el tipo de trabajos que podrán encontrarse en ellas, con una pequeña explicación de los trabajos que se consideraron de mayor aporte y una breve conclusión de la categoría. En cada categoría se incluyeron los trabajos que los autores consideraron de mayor relevancia y aporte al tema de estudio, los principales criterios utilizados para la selección de los trabajos fue, la importancia que se daba a la incorporación y uso de las emociones en los distintos procesos de los agentes en cada trabajo, la independencia de contexto del trabajo propuesto, para esto se evaluó principalmente si el trabajo fue desarrollado con la intención de representar agentes en situaciones específicas y la capacidad de adaptar el trabajo a otro contexto si esto fuese necesario.

Disertaciones teóricas

Esta categoría incluye trabajos que no fueron soportados por ningún experimento, que no pretenden desarrollar ningún com-

ponente de hardware o de software, teórico o práctico, sino, que mas bien intentan plantear, y en algunos casos responder preguntas que no deben dejarse de lado en ninguna investigación que pretenda abordar tópicos como la presencia y uso de inteligencia y emociones en entidades de software.

En (1) se intenta dar una definición clara de la inteligencia, analizando el concepto principalmente desde el punto de vista matemático y psicológico. Por su parte Aaron Sloman del MIT (2) propone una lista de características que podrían ayudarnos a definir a un organismo como uno, con algún tipo de inteligencia. En (3) se expone la existencia de modelos "superficiales" de emociones. Modelos específicos, ajustados a los intereses de la investigación. Es necesario elevar el nivel de las investigaciones y plantearse preguntas como, ¿Cómo funcionan los sistemas de procesamientos de emociones en los humanos? Para realizar investigaciones dirigidas a implementar en los agentes estos esquemas de procesamiento. En el caso de la inclusión de emociones a los agentes inteligentes, las discusiones se orientan en mayor medida a determinar la utilidad de incluir éstas en los agentes, como se observa en (4, 5). Así como también a la definición de las características y cualidades que debe poseer un agente con capacidades emocionales (2, 6).

A manera de justificación, se argumenta que el uso de emociones mejora los procesos de decisión (5). Sin embargo, el simple intento de humanizar el comportamiento de las máquinas, es en sí mismo, una justificación. Si se intenta hacer que las máquinas presenten características humanas, entonces la inclusión de emociones no tiene discusión, la pregunta no es ¿si es útil incluir emociones en las máquinas? La verdadera pregunta es, ¿si es útil hacer que las máquinas se comporten como humanos? Obtener una respuesta a esta pregunta terminará por admitir o excluir las emociones de los agentes.

Existen estudios que resaltan la utilidad de las emociones en los procesos de decisión, éstos se apoyan en gran medida en los experimentos del neurólogo Antonio Damasio. Sloman plantea en (4) que la conclusión de Damasio no es necesariamente cierta, este es un planteamiento muy importante puesto que, muchos trabajos para la inclusión de emociones en máquinas, se apoyan en el trabajo de Damasio, sin embargo, es necesario resaltar que, si bien el razonamiento de Damasio no es necesariamente válido, esto no significa que las emociones no sean del todo útiles. Es claro que las emociones forman parte de los procesos del comportamiento humano y es posible que éste último sea más efectivo debido a estas.

Por otro lado en (4) se plantea que las investigaciones no han estudiado con la debida dedicación las estructuras de procesamiento de información de la naturaleza, que son las que al final, están encargadas de procesar el comportamiento en los individuos, tanto inteligente como emocional. Es clara la falta de observación por parte de los investigadores. Siendo este el principal punto de enfoque, se estaría en capacidad de generar modelos más fieles y efectivos del comportamiento racional y emocional.

Modelos y arquitecturas

Esta categoría contiene trabajos donde se desarrollaron modelos concretos con la intención de ser implementados sobre agentes. También trabajos donde se definieron estructuras teóricas que soporten la construcción de un agente capaz de experimentar, procesar y/o expresar emociones, así como las estructuras de representación de las emociones humanas y como estas debían ser clasificadas, para poder ser manejadas por una entidad de software.

En (8) se hace una clasificación clara de las emociones dividiéndolas en 8 grupos de emociones que a su vez contienen 24 tipos de emociones básicas como punto de partida para la definición de modelos poste-

riores. Entre los modelos para la implementación de emociones, existe una gran diversidad de propuestas, se pueden encontrar modelos basados en autómatas celulares (9, 10). Otro enfoque es el basado en planes, con la utilización de emociones orientadas a tareas (11). Las redes neuronales también son utilizadas en (12) en este caso los investigadores se apoyan en las principales ventajas de las redes neuronales como son, el reconocimiento de patrones, y el aprendizaje. Mientras que en (13), se propone un modelo de emociones basado en la fisiología humana.

La arquitectura del pizarrón (Blackboard Architecture) también es usada. En (14) se utiliza esta arquitectura para que los agentes puedan expresar sus emociones, este trabajo también guarda relación con la categoría de Expresión de Emociones que se tratará más adelante. Un enfoque basado en lógica difusa también puede verse, en (15) donde se presenta un modelo con estados emocionales cuyos valores pueden ser representados de manera difusa, este enfoque es adoptado basándose en el principio de la incompatibilidad presentado por Zadeh que reza "La complejidad y la precisión son propiedades incompatibles. Por esto el enfoque numérico tradicional es inadecuado para modelar el conocimiento humano en procesos complejos".

En (16) se introduce PECS, una arquitectura que propone un modelo jerárquico basado en componentes, este modelo ha tenido éxito considerable en la representación de agentes emocionales. En (3), se presenta una arquitectura para el desarrollo de agentes inteligentes, que si bien no está diseñada explícitamente para el desarrollo de agentes emocionales, merece una especial mención dada la relevancia que ha tenido desde su aparición.

En (17) el manejo de emociones en agentes se resume a arquitecturas de procesamiento de información, en este enfoque se ven las emociones como estados afectivos

que para poder existir en un organismo (humano, animal, robótico) debe a su vez existir en dicho organismo una arquitectura que lo soporte, lo que implica que, si la arquitectura no está presente, el organismo es incapaz de experimentar esa emoción. En este trabajo se introduce la idea de los estados positivos y negativos, o negativamente afectivos y positivamente afectivos idea que podría extenderse en general a cualquier representación mental del agente de entidades, procesos, objetos, etc. Todas estas deben tener una valuación positiva, negativa ó posiblemente neutral, como se expone en la teoría de valoración cognitiva de Arnold. A partir de lo que se presenta en este trabajo puede deducirse una idea importante que debe ser tomada en cuenta en futuros trabajos y es la necesidad de hacer que el agente incremente sus mecanismos de procesamiento para ser capaz de procesar ciertos estímulos. Esto significa que el agente además de ser capaz de incrementar su base de conocimiento, debe ser capaz de incrementar los mecanismos que procesan estos conocimientos o lo que es lo mismo, sus algoritmos internos.

Especial mención merece el modelo FLAME (Fuzzy Logic Adaptative Model of Emotions) (18). Este modelo es, a juicio de los autores, uno de los más completos existentes en la actualidad. En el mismo se toma en cuenta uno de los componentes fundamentales de la inteligencia, como es el aprendizaje basado en la experiencia (reinforcement learning). Este modelo ha demostrado ser especialmente efectivo en el diseño de agentes emocionales debido a que su estructura toma en cuenta gran cantidad de los procesos cognitivos humanos.

En (19) se presenta una arquitectura independiente del contexto creada con la intención de ser adaptable desde dos puntos de vista específicos. El primero de estos es su estructura, la arquitectura COGNITIVA es multinivel capaz de abarcar distintos tipos de comportamiento como el reactivo, deliberativo y social, siendo posible para el desarrollador definir comportamientos asocia-

dos a cada nivel, según sea el estímulo. En segundo lugar está la adaptación con respecto al proceso de su aplicación. La arquitectura cuenta con un proceso de concreción gradual que se adapta a cada contexto específico. El proceso comienza con la *concreción funcional*, que proporciona un diseño e implementación de las estructuras de información, mientras que el acercamiento al contexto específico se hace a través de una *concreción contextual*, a través de la cual se incorporan los valores y procedimiento particulares del entorno de aplicación.

En esta categoría se ve aun una gran divergencia entre los autores, se observa que casi cada trabajo de investigación presenta un modelo distinto. Es necesario incrementar esfuerzos en el desarrollo de modelos y arquitecturas independientes del dominio, basados principalmente en resultados del estudio del comportamiento humano.

Expresión de emociones

Este apartado recoge los trabajos realizados para definir mecanismos para que el agente exprese sus emociones. Se encontrarán trabajos dedicados a desarrollar mecanismos que le permitan al agente expresar a las entidades que interactúan con el sus estados internos.

En (20) se hace una disertación basada en la observación de movimientos, utilizando el Laban Movenmet Analysis (LMA), y sus componentes de esfuerzo y forma. A través de este método de observación se desarrolla EMOTE, un modelo computacional que permite sintetizar emociones basado en poses claves predefinidas, información temporal, además de las cualidades de esfuerzo y forma.

En (21) se implementa un agente conversacional multimodal que modifica su expresión a través de las emociones que experimenta en sus conversaciones. La intención de este trabajo es proveer al agente con cambios de estados coherentes entre una y otra emoción.

En (22) se busca generar una representación facial dinámica y coherente de las emociones, sin necesidad que el agente “maneje” estas emociones, se busca que el agente seleccione expresiones basado en la emociones representadas, sin necesidad de que el comportamiento del agente se vea afectado por éstas.

En esta área encontramos pocos trabajos representativos, los desarrollos basados en componentes independientes (21) poseen gran potencialidad de uso futuro, puesto que desarrollar sistemas que incluyan agentes emocionales implica la integración de múltiples componentes que impiden a un sólo equipo de investigadores ser capaz de desarrollar un sistema que se encuentre en un alto nivel de calidad en todas sus dimensiones, por lo cual el enfoque colaborativo es el mas adecuado.

Emociones y HCI

El campo de la interacción entre humanos y entidades de software con capacidades emocionales, es un área poco explorada aun, sin embargo, existen algunas iniciativas destinadas a estudiar la relación entre los humanos y los caracteres sintéticos con personalidad y capacidades emocionales, siendo esta una de las áreas de estudio que en un futuro, quizás algo lejano aún, gozará de mayor interés entre los investigadores, tanto en las ciencias de la computación, como en las ciencias del comportamiento.

Entre los trabajos relacionados con la interacción entre humanos y agentes de software emocionales, se encuentra el de Moldt y Von Scheve (23) en donde se enfoca la construcción de una interfaz multimodal basada en agentes emocionales desde un punto de vista sociológico. En (23) se estudia principalmente cómo es posible incorporar agentes emocionales en una interfaz multimodal que esté en capacidad de reconocer las intenciones y emociones experimentadas por él.

En (24) se expone un sistema de agentes que permite a los usuarios establecer relaciones de empatía con los agentes existentes en el sistema. Este software representa un interesante punto de partida para el estudio de cuan en serio son tomadas las relaciones que establecen los seres humanos con seres virtuales capaces de expresar cualidades emocionales humanas.

Agentes reflexivos

En esta categoría se englobarán los trabajos donde se estudien los procesos mentales que realizan los agentes, no para dar respuesta inmediata a un estímulo (procesos reactivos), sino aquellos que el agente realiza, al analizar la información acumulada durante un periodo de tiempo, y reorganizar sus objetivos y metas basados en el conocimiento adquirido, con la finalidad de optimizar sus procesos de decisión futuros.

En (25) se presenta un modelo teórico para la construcción de un agente reflexivo. En este trabajo se define a un agente reflexivo como “un agente capaz de expresar sus emociones, pero también capaz de reprimirse de expresarlas”. Para esto, inicialmente se definen los factores que disparan las emociones y los factores que regulan la expresión de las mismas. De este trabajo puede destacarse la categorización realizada de los factores reguladores de la expresión de las emociones.

Una vez más, se nota muy poca participación de la comunidad investigadora en trabajos asociados a una categoría. Existen trabajos como el presentado en (26) el cual define una arquitectura para un agente capaz de planificar sus estrategias en todo momento, modificando las mismas en tiempo real y dependiendo de cambios drásticos en el ambiente. Ésta, a pesar de no ser una arquitectura pensada para agentes reflexivos, puede modificarse para cumplir esta tarea, ya que la capacidad de la arquitectura de generar planes “todo el tiempo” puede usarse como mecanismo para que un agente evalúe su comportamiento y resultados obtenidos

en situaciones pasadas, y pueda generar planes acerca de posibles situaciones futuras no inmediatas.

Si bien en la actualidad no se ven grandes incursiones en las investigaciones en esta área, en el campo de los agentes reflexivos se puede vislumbrar también una mayor participación de investigadores en el futuro, puesto que, una vez que se hayan establecido bases sólidas en la inclusión y manejo de emociones en agentes, las investigaciones seguirán su curso lógico hacia áreas más complejas siendo una de éstas, la de los agentes reflexivos.

Conclusiones

Después de la revisión realizada, existen puntos que llaman la atención. Inicialmente podría mencionarse, la categorización generada, en la misma, se identifican cinco grandes grupos que muestran hacia donde se dirigen los trabajos dentro de la comunidad científica. La cantidad y diversidad de estudios disponibles en cada categoría refleja los distintos niveles de interés en las mismas.

Las disertaciones se centran en resaltar las ventajas de incluir emociones a los agente, con la intención, en buena parte de los casos, de justificar futuros trabajos. La categoría referente a modelos y arquitecturas cuenta con la mayor cantidad y diversidad de trabajos, lo cual es comprensible puesto que, para construir agente con características emocionales, uno de los primeros pasos es diseñar un modelo que permita representar y manejar estas emociones. Sin embargo, existen muchos trabajos orientados a situaciones y contextos específicos, salvo pocas excepciones como (17-19). En el resto de las categorías se identifican pocos trabajos, lo cual puede atribuirse a dos factores: la poca evolución de los estudios sobre agentes emocionales y la ausencia de modelos independientes del contexto para la representación de humanos virtuales.

Por otro lado, se observa una falta de estudios dedicados a implementar mecanis-

mo cognitivos basados íntegramente en los mecanismos existentes en los seres humanos. Los estudios deben orientarse a entender los mecanismos emocionales del ser humano, y definir modelos computables que represente fielmente estos mecanismos. Si bien es cierto que los mecanismos de procesamiento de las emociones y en general los procesos mentales humanos aún no son entendidos del todo, es importante que los investigadores se aboquen a realizar sus trabajos basados principalmente en el conocimiento que existe actualmente. Más allá de lo antes expuesto, diseñar mecanismos que permitan al agente definir sus cualidades de manera autónoma, según sean sus experiencias, logrando de esta manera que el agente desarrolle una personalidad sin la intervención directa de ningún ente externo sobre sus valores de personalidad, sino afectando estos, sólo a través de mecanismos internos encargados de procesar las experiencias del agente. De hecho, es posible suponer que todos los procesos mentales del agente se desarrollen de manera autónoma basando los mecanismos de aprendizaje, percepción, raciocinio, reacción y desarrollo de la personalidad, en los mismos mecanismos usados por el ser humano para estos fines.

El objetivo principal de trabajos futuros debería ser entonces, implementar en los agentes mecanismos para el desarrollo autónomo de la personalidad, basado en el mecanismo operante en los humanos, y permitir que los agentes sean autónomos también en el desarrollo y desenvolvimiento de sus emociones y de sus mecanismos cognitivos de procesamiento, enriqueciéndolos con las experiencias obtenidas con el paso del tiempo.

Referencias bibliográficas

1. DAVIS R. *American Association for Artificial Intelligence Magazine* 19(1): 91-110. 1998.
2. <http://www.cs.bham.ac.uk/research/projects/cogaff/sloman-croucher-warmheart.pdf>. Fecha de consulta: 16/06/2008.

3. SLOMAN A. **Cognitive Processing**. 2(1): 177- 198. 2001.
4. <http://www.cs.bham.ac.uk/research/projects/cogaff/talks/caffe-emotions-machines.pdf>. Fecha de consulta: 10/05/2008.
5. SCHEUTZ M. **Nineteenth Association for the Advancement of Artificial Intelligence Symposium**. San José (USA). 42-48. 2004.
6. AVRADINIS N., PANAYIOTOPOULOS T., VOSINAKIS S. **Third Hellenic Conference in Artificial Intelligence**. Samos (Grecia). 505-514. 2004.
7. <http://www.cs.bham.ac.uk/research/projects/cogaff/sloman-world-ai-millennium.pdf>. Fecha de consulta: 16/04/2008.
8. ELLIOTT C. **SIGART Bull** 9(1): 20-28. 1998.
9. <http://www2.dcs.hull.ac.uk/NEAT/dnd/papers/cimca99.pdf>. Fecha de consulta: 16/04/2008.
10. <http://www2.dcs.hull.ac.uk/NEAT/dnd/papers/ecai2m.pdf>. Fecha de consulta: 12/06/2008.
11. GRATCH J., MARSELLA S. **Fifth International Conference on Autonomous Agents**. Montreal (Canadá). 278-285. 2001.
12. GOPYCH P. **Kharkiv University Bulletin, Series Psychology** 550: 54-58. 2002.
13. DEALMEIDA L., DA SILVA B., BAZZAN A. **AAAI Spring Symposium**. California (EE.UU). 1-4. 2004.
14. SWARTOUT W., GRATCH J., HILL R., HOVY E., MARCELLA S., RICKLE J., TRAUM D. **AI Magazine** 27(1): 96-109. 2006.
15. AGHAEI N., ÖREN T. **Summer Computer Simulation Conference**. Montreal (Canadá). 3-10. 2003.
16. URBAN C. IFIP TC5/WG5.10 DEFORMS' 2000 Workshop and AVATARS'2000 Workshop on Deformable Avatars. Deventer (Holanda). 206 – 216. 2000.
17. <http://www.cs.bham.ac.uk/research/projects/cogaff/sloman-chrisley-scheutz-emotions.pdf>. Fecha de consulta: 12/06/2008.
18. EL-NASR M., YEN J., IOERGER T. **Autonomous Agents and Multi-agent Systems** 03: 219-257. 2000.
19. ISAMBERT R., DE ANTONIO I. **WAF 2005**. Granada (España). 171-178. 2005.
20. ZHAO L. Synthesis and acquisition of Laban Movement Analysis qualitative parameters for communicative gestures. (Para obtener el título de Doctor en Ciencias de la Computación e Informática). Department of Computer and Information Science. University of Pennsylvania. Philadelphia. 159. 2001.
21. BECKER C., KOPP S., WACHSMUTH I. **LNCS**. 3068: 154-165. 2004.
22. TANGUY E., WILLIS P., BRYSON J. **Fourth International Workshop on Intelligent Virtual Agents**. Irsee (Alemania). 101-105. 2003.
23. MOLDT D., VON SCHEVE C. **Humans and Computer Conference 2001**. Bonn (Alemania). 287-295. 2001.
24. PAIVA A., DIAS J., SOBRAL D., AYLETT R., SOBREPÉREZ P., WOODS S., ZOLL C., HALL L. **AAMAS**. 194-201. 2004.
25. PELACHAUD C., POGGI I., DE CAROLIS B., DE ROSIS F. **Fifth International Conference on Autonomous agents**. Montreal (Canadá). 186-187. 2001.
26. HAWES N. Workshop on Agents in Computer Games at the **3rd International Conference on Computers and Games**. 1-14. 2002.