

La Influencia del Efecto “Uncanny Valley” en el Diseño de un Robot Social

Anaís Garrell Zulueta¹, Alberto Sanfeliu^{1,2}

¹Institut de Robòtica i Informàtica Industrial (IRI) CSIC-UPC, Barcelona, Espanya, (agarrell@iri.upc.edu)

²Universitat Politècnica de Catalunya, UPC, Departament ESAIL, Barcelona, Espanya, (sanfeliu@iri.upc.edu)

Abstract

In this present work we propose which features and functionalities we should consider in the design of social robots according to the “Uncanny Valley” effect. This effect, described in the 70s, argues that when robots have a human appearance and a performance very close to reality, they cause a rejection response between individuals. This effect is reflected in a minimum in the valley of the graphic between social acceptability and the degree of human appearance.

If in the social robot design is not taken into account this effect, it may cause displeasure in people who must deal with it, as consequence the rejection will be immediate. To avoid falling into the valley, the robot should either not to look so much like a human, although their communication skills and work were “very human” or, conversely, completely resemble to him. In the second case, it must be guard all the aspects involved in its design to make humans think that it is “one more of them”. The article will conduct a review of this new vision of design: “the uncanny valley effect”, explaining where the robots are placed in the graphic, and mention which features make stronger the acceptance of the design.

Keywords: Uncanny Valley, Design Robots, Social Robots.

1. Introducción

Los avances en la ingeniería informática y inteligencia artificial han llevado a la comunidad científica a unos grandes avances en la tecnología y diseño de robots. Actualmente, los robots pueden desempeñar tareas como rastrear la ubicación de una persona (Schulz et al. 2003), proporcionar información del ambiente que los rodea (Leonard et al. 1992) o reaccionar frente diferentes estímulos (Fujita et al. 2001). Una rama de la robótica que está creciendo rápidamente, es la llamada *robótica social*, la cual se encarga del estudio del comportamiento y diseño de los robots para ayudar a las personas, dicha rama abarca una gran variedad de tareas que son físicamente costosas, peligrosas o repetitivas para los humanos.

Desde el inicio, se ha estudiado la posibilidad que los robots estén inspirados en la biología, los investigadores se han fascinado frente a la posibilidad de la interacción entre un robot y su entorno, y frente a la posibilidad que los robots interactúen entre ellos. De aquí nace lo que hoy en día se conoce como robótica social, en (Fong et al. 2003) se define como "Parte de la robótica que se encarga de los robots sociales, los cuales se encarnan como agentes que forman parte de un grupo heterogéneo: una sociedad de robots o humanos. Son capaces de reconocerse entre ellos y participar en interacciones sociales, que poseen historias (perciben e interpretan el mundo en términos de su propia experiencia), se comunican explícitamente y aprenden unos de otros"

Debido a que están diseñados para un bien social, los asistentes robóticos deben llevar a cabo un conjunto de tareas no solo funcionales sino que también sociales. Gran parte de la investigación en robótica se ha centrado en mejorar el estado de la tecnología actual. Nuestro objetivo es combinar la tecnología de los robots con las necesidades de los usuarios. En (Fong et al. 2003) se definieron cuatro clases de robots sociales en términos de (i) cómo el robot puede soportar el modelo social en el que tiene que trabajar, (ii) la complejidad de la interacción con el escenario que debe llevar a cabo. Las cuatro clases de clasificación son:

- *Socialmente evocador* : robots que se basan en costumbres de las personas para tener una apariencia más humana.
- *Interficie social* : robots que proporcionan una interficie natural mediante señales sociales humanas y modalidades de comunicación. El comportamiento social se encuentra únicamente en el modelado de la interficie, que normalmente se encuentra en modelos de bajo nivel de la cognición social.
- *Socialmente receptivo* : Robots socialmente pasivos pero que pueden beneficiarse de la interacción, se necesitan modelos más profundos que en el caso anterior.
- *Sociables* : Robots que actúan activamente con los humanos para satisfacer sus necesidades sociales internas.

Una importante cuestión que debe ser considerada cuando se trabaja con robots sociales, además de la clasificación anterior, es su diseño (Dario et al. 2001). Dicho diseño será muy diferente si debe de ejecutar tareas de productividad donde el usuario debe de sentirse cómodo trabajando con él, o si realiza tareas de acompañante. Además, si la interacción entre humano-robot es de gran importancia, el robot debe tener una imagen más humana para que el individuo se sienta cómodo cuando trabaja con el robot.

Asimismo, en el diseño de los robots es necesario presentar sus capacidades robóticas para que los usuarios no tengan falsas expectativas de las aptitudes del autómatas.

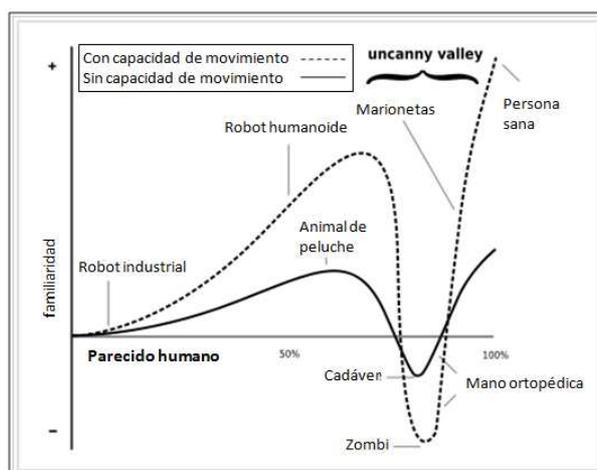


Figura 1. Gráfico del Uncanny Valley (Mori 1970)

Por todo ello, es necesario clasificar los diferentes diseños de los robots mediante un gráfico que represente cual es la reacción de las personas para las diferentes estructuras. En 1970 el Doctor Mori diseñó un gráfico, ver figura 1, en el cual se encuentra la representación de los diseños de los robots en función del parecido humano y como resultante obtenemos el agrado del diseño, dicho gráfico es el conocido como “*Uncanny Valley*”.

Existen hoy en día una gran variedad de robots sociales que interactúan con personas con minusvalías, ver figura 2(a) (Tapus et al. 2009), robots que actúan como animales de compañía, figura 2(b) (Kaplan 2000), robots acompañantes en museos o hospitales, figuras 2(c) & 2(f) (Thrun et al. 2000 & Odashima 2006), robots manipuladores, figura 2(e) (Book 2004), o los robots llamados *geminoides* (Nishio et al. 2007), los cuales sorprenden por su gran parecido a los seres humanos. Gracias a la clasificación realizada por Mori mediante el gráfico, previamente introducido, podemos conocer cuales son las reacciones de los humanos frente a los diferentes diseños.

Finalmente, el presente artículo se desarrollará en las siguientes secciones, en la sección 2 se explicará el desarrollo de la función Uncanny Valley, en la sección 3 se comentará el estudio del uncanny valley sobre las componentes de un robot humanoide, en la sección 4 se nombrarán las características que deben ser consideradas en un robot para superar el efecto negativo del uncanny valley aplicadas a los robot Tibi&Dabo, y se finalizará con las conclusiones.

2. Definición del Uncanny Valley

El doctor japonés Masahiro Mori introdujo un nuevo concepto: “Uncanny Valley”, el cual expresa mediante una función matemática $y=f(x)$ la aceptación del público de un robot mediante su diseño.

Actualmente muchos recursos de la industria utilizan robots, los cuales no tienen piernas o cara, simplemente mueven sus brazos y no tienen ninguna semejanza con los humanos, tan solo se trabaja en el diseño de su funcionamiento, en este caso, aquí los robots desempeñan trabajos similares a los realizados por los humanos, sin embargo, su apariencia dista mucho de la humana, en este caso, si graficamos dichos robots en la función $f(x)$ presentada por Mori (Mori 1970), ver figura 1, se encontrarían en el origen, aquí el agrado de su diseño no es importante, tan solo lo que debe ser estudiado es su funcionamiento. Sin embargo, si

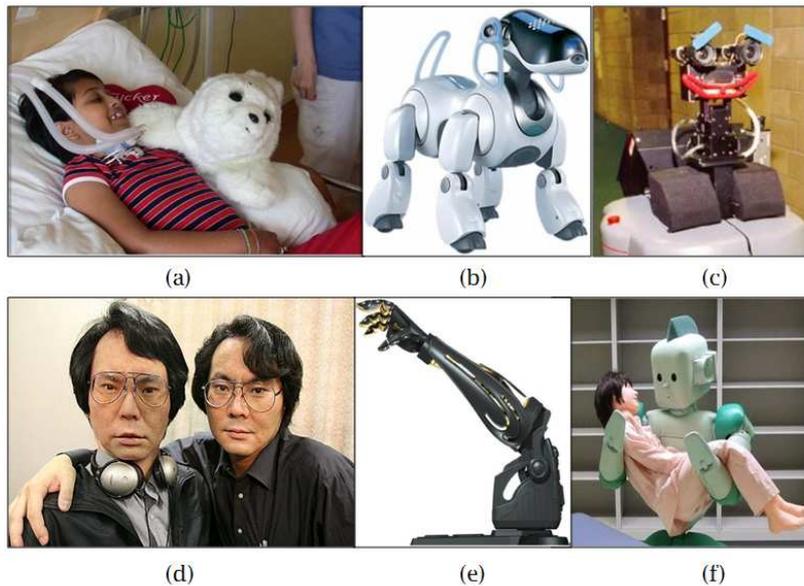


Figura 2. (a) Paro robot (Tapus et al. 2009), (b) Aibo sony (Kaplan 2000), (c) Minerva (Thrun et al. 2000), (d) Robot Geminoides (Nishio et al. 2007), (e) Brazo manipulador (Book 2004), (f) Ri-man robot ayudante (Odashima 2006).

deseamos diseñar un robot como un juguete, en esta ocasión sí tiene una gran importancia su diseño, mucho más que su funcionalidad. Su estructura externa hace que los niños puedan disfrutar de la sensación de familiaridad con el robot, en esta cuestión el robot-juguete se situaría en el primer pico del gráfico.

Como es fácilmente deducible, los humanos se colocan así mismo en la meta del diseño, esto es el segundo pico, para un diseñador de robots que desee fabricar una máquina que tenga la máxima aceptación deberá ser igual que un humano, este es el caso de, por ejemplo, los geminoides de Hiroshi Ishiguro (Nishio et al. 2007), ver figura 2(d).

Sin embargo, al clasificar los robots con la gráfica ya introducida, debemos considerar la capacidad de movimiento, la cual es un signo de vida. En la figura 1 se observa que al añadir el movimiento aparece un cambio en la forma de la función, de manera que los máximos tienen valores mucho mayores y el mínimo ha decrecido. Para el caso de los robots industriales, el impacto de su movimiento es más suave, ya que es considerado como función mecánica, y su actividad indica si funcionan o no. De lo contrario, para los robots, por ejemplo para los humanoides, si sus movimientos son parecidos al de los humanos, su nivel de aceptación crecerá considerablemente.

Un ejemplo que presento Mori en su trabajo para la comprensión del significado del valle es el siguiente: Si uno imagina que se dirige a un lugar con varios maniqués y uno de ellos empieza a moverse se provocaría el pánico”, por eso debe cuidarse el aspecto del movimiento, ya que en ocasiones provocaría un gran rechazo, como en el ejemplo presentado.

Los robots que se construyen actualmente ya disponen de un diseño muy elaborado, se pueden encontrar robots con 29 músculos artificiales en su rostro para poder obtener expresiones faciales, como es el caso de sonreír, estas expresiones provocan en la sociedad una cercanía hacia el robot de manera que su familiaridad se sitúa cerca de los picos.

Para concluir, un diseñador que trabaja con robots y sigue la teoría presentada por

Mori, lo más importante es no caer en el valle del gráfico, por ello, Mori presenta una importante recomendación, es mucho mejor elegir como meta el primer pico en vez del segundo para su diseño. Aunque el segundo pico tiene un grado de aceptabilidad mucho mayor, existe un riesgo muy elevado de caer en el valle.

Como conclusión al estudio de Mori al realizar un estudio del diseño de un robot, debe de considerarse su funcionabilidad en primer caso, y si se trabaja con robots, como es el caso de robots sociales donde su diseño es fundamental, debe realizarse el estudio en el impacto sobre la familiaridad de los humanos y preferiblemente considerar como meta el primer pico en vez del segundo para asegurar que su aceptabilidad esté en el valle.

3. Estudio del Uncanny Valley sobre las Componentes de un Robots

Una de las primeras cuestiones que un diseñador debe preguntarse cuando estudia qué apariencia debe adoptar un robot es cuál será su función: robot industrial, mascota o acompañante son algunos ejemplos de las posibilidades. En el presente trabajo se muestra como debe ser el diseño de un robot social, y éstos pueden tener una apariencia humana, humanoides, o adoptar la forma de mascota, pero en ambos casos es imprescindible conocer cual es el impacto social sobre las personas que van a interactuar con ellos para una obtención de máximo rendimiento.

El objetivo principal de los diferentes trabajos ya presentados (DiSalvo et al. 2002 & Breazel et al. 1998) es el estudio de llegar a un entendimiento inicial de que características y dimensiones de la cabeza y cuerpo de un robot humanoide contribuyen de manera más dramática en la percepción de las personas que lo rodean. Para responder a esta pregunta los investigadores que analizan una serie de robots y encuestas realizadas que miden la percepción de la gente de cada robot. A través de estas investigaciones se puede encontrar la presencia de ciertas características, como por ejemplo las dimensiones de la cabeza, o el número total de los rasgos faciales, las cuales tienen una gran influencia en la percepción de los humanos.

Hoy en día, los robots autónomos móviles pueden rastrear la ubicación de una persona, proporcionar información adecuada del entorno, y actuar en respuesta a los comandos hablados. En el futuro los robots ayudarán a las personas con una variedad de tareas que son físicamente exigentes, inseguras, desagradables o aburridas. Debido a que están diseñados para un mundo social, los robots auxiliares deben llevar a cabo las tareas ya sean funcionales o sociales.

Si los robots son productos sociales van a ser inteligentes, nos ayudarán a cubrir las necesidades en nuestro día a día, por lo tanto nuestra interacción con ellos debe ser agradable, así como eficiente. Se está interesado en cuestiones relativas a la forma del producto, el comportamiento y la interacción social, por lo que se refiere a la accesibilidad, conveniencia, y la expresividad.

Gran parte de la investigación no se ha centrado en el diseño (Breazel et al. 1994). El trabajo correspondiente se ha realizado en áreas relacionadas tales como antropomorfismo (Don et al. 1992), o las interfaces faciales (Sproull et al. 1996). La investigación del diseño básico sigue siendo necesaria para comprender y articular los retos de la interacción y el diseño de robots sociales.

Muchos investigadores persiguen la idea que la forma más apropiada para un robot social es la humanoide (Hirai et al. 1998). Estos investigadores han asumido implícitamente que la cabeza será el principal lugar de interacción humano-robot.

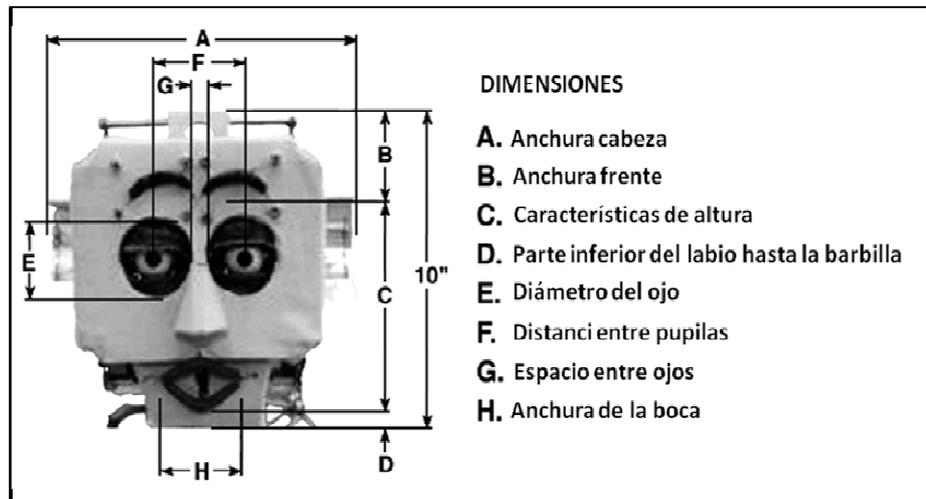


Figura 3. Diagrama comparativo de las medidas físicas - el robot mostrado es WE-3RIV, ver (di Salvo et al. 2002)

En (di Salvo et al. 2002) se presenta un estudio exhaustivo de cuales son las medidas más aceptadas de la cabeza de un robot humanoide, así como tamaños y posición de los ojos o boca. La presencia de la capacidad de expresión facial es muy importante. La presencia de características faciales específicas se contabiliza con un 62% de la variancia en la percepción de sociabilidad en la cabeza de los robots humanoides. Las tres características que incrementan la percepción de aceptación son la nariz ($p < 0.1$), párpados ($p = 0.01$) y la boca ($p = 0.05$).

Como se ha mencionado anteriormente, si se considera la teoría de Mori para el diseño de los robots, éstos deben conservar sus características de robot, haciendo que el robot de aspecto menos humano, la cabeza debe ser ligeramente más ancha que alta y el espacio de los ojos debe ser ligeramente más ancho que el diámetro del ojo. Por lo que se refiere a la cara, la línea que se sitúa entre la frente hasta la boca, debería dominar la cara. Proporcionalmente, debe darse menos espacio a la frente, el pelo, la mandíbula o barbilla.

Objetos como los ojos humanos son complejos y complicados. Para proyectar humanidad de un robot debe disponer de ellos, y debe incluir cierto grado de complejidad en el detalle de la superficie, la forma del ojo, el iris y la pupila. Algunos estudios (Ekman 1982) muestran que la presencia de nariz, boca y párpados contribuyen en gran medida a la percepción de sociabilidad.

Una vez conocido el estudio medio de la fisionomía de la cabeza de los robots, debe realizarse un estudio de semejanza de la apariencia de los robots con los humanos, en la Figura 4 se muestra la evolución de la cara de más robótica a más humano, se puede observar en la línea que muestra la familiaridad el efecto Uncanny Valley, donde llegado un punto aparece el valle, el cual se debe evitar a la hora de realizar el diseño.

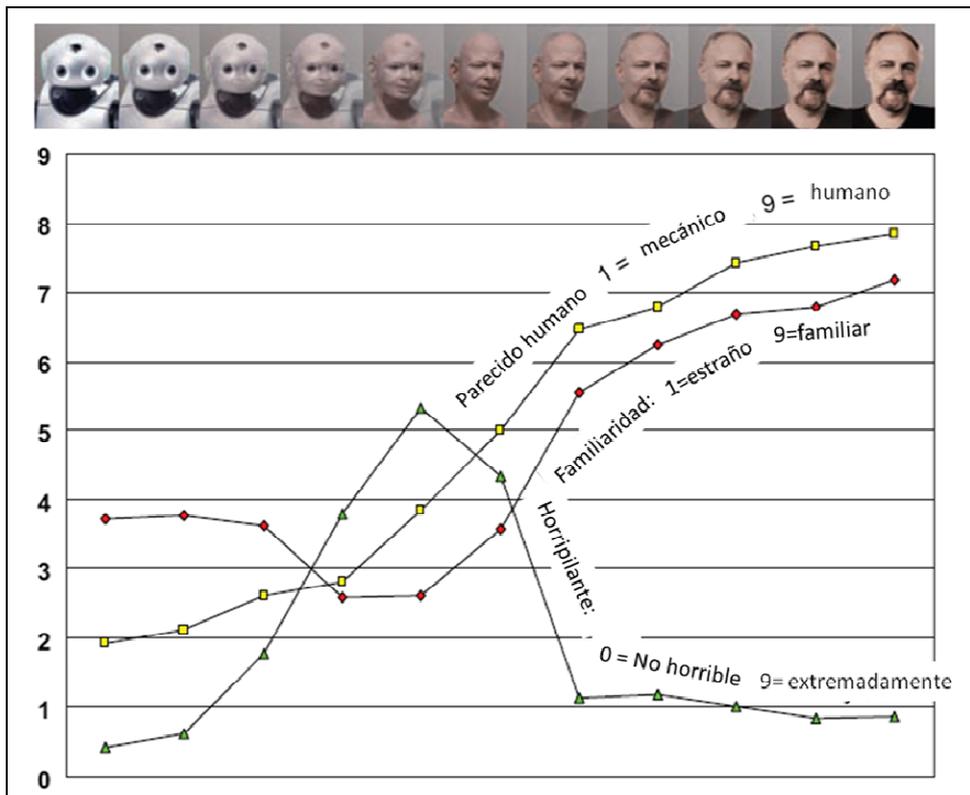


Figura 4. Evolución de la fisonomía desde un robot a un humano. (MacDorman et al. 2006)

En el estudio sobre la apariencia física de un robot se consideran cinco componentes principales: amabilidad, agresividad, timidez, autoritarismo, felicidad, tristeza, peligro y miedo. A partir de este momento se busca la mejor solución, aquella que consiga un mayor agrado a la población. La cual se desglosa en dos factores, el primero de ellos es el llamado "intención de comportamiento", el cual considera la amigabilidad, agresividad o timidez entre otras. El segundo factor será aquel que estudie las emociones, como felicidad o tristeza.

Para explorar posibles características físicas distintas de los robots en relación a la intención de comportamiento y emotividad, los principales estudios muestran que se asocia a robots que provocan menos sensibilidad aquellos con dos piernas y una forma rectangular con cuerpo cuadrado y de sexo masculino. Por lo contrario, aquellos robots con una apariencia animal o más humana crean más aceptabilidad y con género masculino o femenino en oposición a no tener sexo.

En resumen, la principal componente de un robot al trabajar en su diseño es su cabeza, ya que gran parte de su interacción con los humanos es a través de ella gracias a la comunicación visual o verbal. Las principales características del resto del cuerpo depende de las diferentes culturas, pero éste debe expresar confianza, seguridad y familiaridad con las personas, de manera que éstas no se sientan desprotegidas o en peligro.



Figura 5. Robot Dabo interactuando en el campus nord UPC.

4. Características de un Robot para superar el efecto negativo del Uncanny Valley

Durante el periodo noviembre 2006-noviembre 2009, se ha realizado un proyecto europeo llamado URUS (<http://www.urus.upc.es/>), en el cual diversos grupos de investigación para conseguir que los robots trabajen cooperativamente e interactúen con las personas que lo deseen.

El Instituto de Robótica e Informática industrial, juntamente con diseñadores de ESDi, ha desarrollado dos robots segways que trabajan cooperativamente, ver figuras 5 y 6. Para diseño de dichos robots, llamados Tibi&Dabo, no solo se tuvo en consideración los consejos de Mori, sino que era necesario reparar en la colocación de los sensores para su funcionamiento. En la figura 6 se muestra al robot Tibi y sus componentes:

- GPS: Sistema de Posicionamiento Global, es un sistema global de navegación por satélite (GNSS) que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, para su correcto funcionamiento es necesario que se encuentre lo más elevado del suelo.
- Cámaras stereo: tipo de cámara con dos o más lentes con un sensor de imagen por separado. Esto permite a la cámara simular la visión binocular humana, y por lo tanto le da la capacidad de capturar imágenes en tres dimensiones.
- Láser: Sensor que es utilizado para medir la distancia con obstáculos, dependiendo de su función se colocará en diferentes orientaciones.
- Pantalla táctil: Interfaz de comunicación entre el usuario y el robot, debe situarse a la altura que facilite su utilización.
- Parada de emergencia: Botón de parada en caso que se pierda el control del robot, debe ser visible y de fácil acceso.

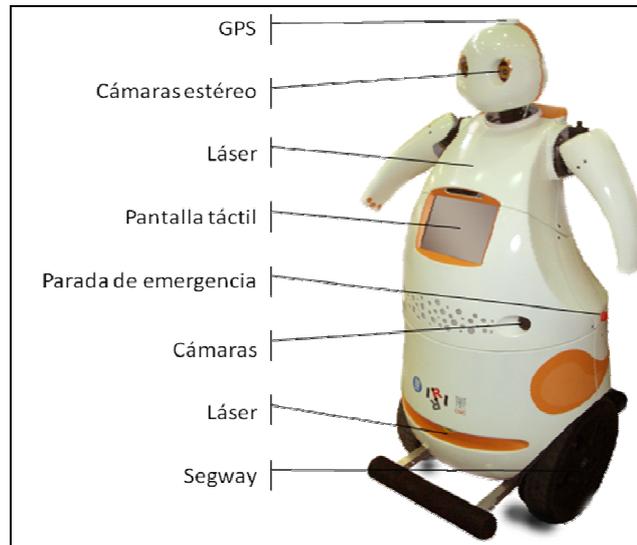


Figura 6. Componentes del Robot segway Tibi.

- Cámaras: sensor de ayuda para la detección de personas y obstáculos a través de imágenes.
- Segway: Plataforma de movimiento del robot con dos ruedas paralelas, el control de movimiento es un péndulo invertido.

El funcionamiento adecuado del robot exige que trabaje cooperativo de los sensores, para la navegación correcta, evitación de obstáculos y la interacción con las personas que se encuentran en su entorno. Una vez conocidas todas las especificaciones necesarias para el funcionamiento adecuado de los robots se puede disponer al estudio del diseño de éstos.

Siguiendo las especificaciones de Mori se propuso el diseño del robot. El hecho de movimiento por medio de dos ruedas se descartó el diseño de apariencia humana, por lo tanto, se consideró como objetivo alcanzar el primer pico del gráfico de Mori, ver Figura 1, es decir, un robot con capacidad de movimiento con rasgos humanos, es decir, dos brazos, un torso y cara.

Para el diseño de la cabeza, su tamaño no sigue las proporciones humanas, una séptima parte del cuerpo, sino que tiene un tamaño superior para hacerlo más amigable. Se descartó la aparición de boca o nariz y el tamaño y posición de los ojos siguen el esquema de diSalvo et al. 2002, como consecuencia se obtiene una imagen más afectuosa, y crea con el usuario un vínculo más cercano.

Como consecuencia a todas estas especificaciones y objetivos, se consiguió un robot funcional, con capacidad autónoma de decisión y movimientos, apto de interactuar con los humanos sin crear en ellos agresividad o desconfianza.

5. Conclusiones

En el presente trabajo se han mostrado diferentes diseños de robots caracterizados a través del Uncanny Valley desarrollado por Mori, conociendo que dichos robots deben interactuar con los seres humanos. La tecnología permite que el uso y diseño de robots se incremente considerablemente, por ello es necesario conocer cuales

serán las reacciones de las personas según la fisionomía de este. Esto podría explicar por qué los humanos se vuelven descontentos rápidamente con los juguetes y los robots que tienen un aspecto un visual muy interesante y antropomorfo. Se ha mostrado una variedad de estudios que evidencian estadísticamente la clasificación de los robots en el diagrama de Mori.

Además, si se desea que el diseño obtenga una posición en el gráfico de Mori en uno de los dos máximos, es aconsejable aspirar al primer pico, ya que, de lo contrario, podría causar como reacción que el robot sea rechazado por la sociedad. La mayoría de los estudios muestran que los participantes a diferentes encuestas prefirieron la aparición robot humanoide en general, a excepción de unos pocos individuos que están a favor de un robot con una apariencia mecánica. Las respuestas adicionales indican que un aspecto básico robot puede ser más aceptable para la mayoría de los participantes. También que los usuarios también tienen muy en cuenta las funcionalidades de un robot. Por ejemplo, los requisitos de apariencia de un robot guía serán diferentes de las de un robot personal o doméstico. El robot guía tendrá que satisfacer (es decir, no ofender ni irritar a) una amplia gama de posibles usuarios, mientras que la apariencia del robot personal puede ser mucho más fuertemente personalizada a las preferencias individuales del usuario y los requisitos, por ejemplo, para un robot compañero (Dautenhahn 2004).

Algunas capacidades que pueden mejorar la aceptación del robot, añadiéndolas a su diseño, son el movimiento o la oral, de esta manera, los humanos pueden tener un trato más cercano con el robot y así mejorar su interacción.

6. Referencias

6.1. Artículos de revistas:

Schulz, D., Burgard, W., Fox, D., Cremers, A.B. (2003). People tracking with mobile robots using sample-based joint probabilistic data association filters. *The International Journal of Robotics Research*, 22 (2), 56-99.

Leonard, J.J., Durrant-Whyte, H.F., Cox, I.J. (1992). Dynamic map building for an autonomous mobile robot. *The International Journal of Robotics Research*, 11 (4).

Thrun, S., Beetz, M., Bennewitz, M., Burgard, W., Cremers, A.B., Dellaert, F., Fox, D., Hahnel, D., Rosenberg, C., Roy, N. (2002). Probabilistic algorithm and the interactive museum tour-guide robot minerva. In: *The International Journal of Robotics Research*, 11 (19).

Nishio, S., Ishiguro, H., Hagita, N. (2007). Geminoid: Teleoperated android of an existing person. In: *Humanoid robots-new developments*. I-tech.

Book, W.J. (1984). Recursive Lagrangian dynamics of flexible manipulator arm. In: *International Journal of Robotics Research*, 3 (3).

Mori, M., (1970). The Uncanny Valley. In: *Energy*, 4 (7).

Book, W.J., Swanson, D.K. (2004). Reach out and touch someone: controlling haptic manipulator near and far. In: *Annual Reviews in Control*, 1 (28).

Fong, T., Nourbakhsh, I., Dautenhahn, K. (2003). A survey of socially interactive robots. In: *Robotics and autonomous systems*, 3-4 (42).

Dario, P., Guglielmelli, E., Laschi, C. (2001). Humanoids and personal robots: Design and experiments. In: *Journal on robotic Systems*, 12 (18).

Ekman, P. (1982). Emotion in the Human Face. In: *Cambridge University Press, Cambridge UK*.

6.2. Libros:

Breazeal, C.L. (2004). Designing Social Robots. In: *The Mit Press*

6.3. Capítols de llibres:

Sanfeliu, A. (2005). Stochastic state estimation for simultaneous localization and map building in mobile robotics. In: *Cutting edge robotics*. 1 ed. Mammendorf: pro literatur Verlag. P. 223-242.

6.4. Comunicaciones a Congresos:

DiSalvo, C.F., Gemperle, F., Forlizzi, J., Kiesler, S. (2002). All robots are not created equal: The design and perception of humanoid robot heads. In: *Proceedings of the 4th conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques*. P. 321-326.

Fujita, M., Hasegawa, R., Takagi, C.G.T., Yokono, J., Shimomura, H. (2001). Autonomous robot that eats information via interaction with humans and environments, In: *ROMAN 10th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*. September 18-21, 2001, Bordeaux (ENSEIRB) and Paris (INSTN) France.

Tapus, A., Tapus, C., Mataric, M.J. (2009). The use of Socially Assistive Robots in the Design of Intelligent Cognitive Therapies for People with Demntia, In: *IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics*. Kyoto, Japan.

Kaplan, F. (2000). *Talking Aibo*: First experimentation of verbal interactions with an autonomous four-legged robot. Learning to behave: interacting agents CLERWENTE. Workshop on Language Technology. Pages 57-63. Citesser.

DiSalvo, C.F., Gemperle, F., Forlizzi, J., Kiesler, S. (2002). All robots are not created equal: The design and perception of humanoid robot heads. In: *Proceedings of 4th conference on Designing interactive systems: pricesses, practices, methods and techniques*.ACM.

Hirai, K., Hirose, M., Haikawa, Y., Takenaka, T. (1998). The development of Honda humanoid robot. In: *IEEE International Conference on Robotics and Automation*.

Breazel, C., Velasquez, J. (1998). Toward teaching a robot 'infant' using emotive communication acts. In: *Proceedings of simulation of adaptive behavior, workshop on socially situated intelligence*, 25-40, Zurich

Breazel, C., Velasquez, J. (1999). Robot in societies: Friend or appliance?. In: *Proceedings of agents 99, workshop on emotion-based ahgent architectures*, 18-26, Seattle.

Don, A., Brennan, S., Laurel, B., Schneiderman, B. (1992). Anthropomorphism: From Eliza to terminator 2. In: *Proceedings of human factors in computing systems*, 67-70.

Sproull, L., Subrami, M., Kiesler, S., Walker, J.H and et al. When the interface is a face. In: *Human Robot inteaction*, 11 (2), 97-124.

MacDorman, K., & Ishiguro, H. (2006). The uncanny advantage of using androids in cognitive and social science research. *Interaction Studies*, 7(3), 297-337.

6.5. Recursos electrónicos:

<http://www.etl.go.jp/etl/robotics/Projects/Humanoid/>

<http://www.ai.mit.edu/projects/humanoid-robotcs-group/>

<http://www2/cs.cmu.edu/afs/cs/project/robocomp/social/www/SRPmain.html>