

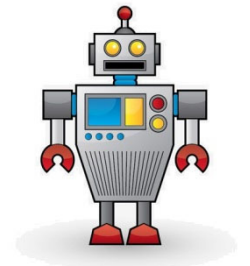


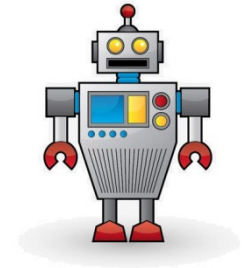
ECCI
Escuela de Ciencias de la
Computación e Informática

Lineamientos de la Robótica Social

CI-2657 Robótica

Prof. Kryscia Ramírez Benavides





Interacción Humano-Robot



Interacción Humano-Robot (HRI)

🤖 La interacción humano-robot (*Human-Robot Interaction* - HRI, en inglés) estudia el diseño de robots autónomos sociables

🤖 Robots con conciencia social, diseñados para interactuar con las personas mediante comportamientos sociales como humanos

[Breazeal, 2004]

🤖 El estudio de las interacciones entre humanos y robots es la principal preocupación de HRI

🤖 Campo recientemente emergente







Modalidades de HRI

- 🤖 **Interacción visual humano-robot.** Desarrollar robots capaces de interactuar visualmente con los humanos. El sistema de visión es una parte importante en la interacción visual entre robots y humanos, donde los robots pueden identificar formas y colores diferentes, o clasificar imágenes, o detectar rostros, o reconocer gestos humanos básicos.
- 🤖 **Interacción vocal humano-robot.** La comunicación oral es la interacción social natural entre los humanos, integración del reconocimiento de voz en la interfaz interactiva vocal de los robots, con el fin que establezca una conversación fluida y con sentido.
- 🤖 **Interacción social humano-robot.** Con el fin de ser aceptados en el entorno humano, es importante que los robots adopten comportamientos sociales a través de expresiones faciales emocionales y respeten las convenciones sociales.

[Toumi & Zidani, 2014]



Paradigmas de HRI

-  **Robot como herramienta.** El humano ve al robot como una herramienta que se utiliza para realizar una tarea. La cantidad de autonomía del robot varía (como la carga cognitiva colocada en el operador humano): desde la tele-operación completa, hasta un sistema altamente autosuficiente que solo necesita supervisión en el nivel de la tarea.
-  **Robot como extensión cyborg (organismo cibernético).** El robot se fusiona físicamente con el humano en la medida en que la persona lo acepta como parte integral de su cuerpo.
-  **Robot como avatar.** El humano se proyecta a sí mismo a través del robot para comunicarse con otra persona que se encuentra lejos, la mejor alternativa para estar allí. El robot proporciona una sensación de presencia física a la persona que se comunica a través de él, y una sensación de presencia social a quienes interactúan con él.
-  **Robot como socio sociable.** La clásica fantasía de ciencia ficción de un robot como un ser artificial. Interactuar con él es como interactuar con otra criatura que responde socialmente y coopera con los humanos como socios.

[Breazeal, 2004]



Paradigmas de HRI

- 🤖 Cada uno de estos paradigmas suena diferente de los otros, pero hay desafíos compartidos:
 - 🤖 La capacidad de compartir efectivamente el control entre el robot y el humano.
 - 🤖 La capacidad de comprender adecuadamente la intención (o estado interno) del otro. Esto es importante para ambas partes, ya que deben coordinar y sincronizar su comportamiento. Lo cual les permite trabajar de forma efectiva como un equipo, corregir malentendidos y compensar dificultades inesperadas.







Características de Interacción Social

- 🤖 **Tipo de tarea.** La tarea debe especificarse a un nivel alto.
- 🤖 **Criticidad de la tarea.** La importancia de la tarea para mantener seguras a las personas, la criticidad puede distinguirse aún más en alto, medio y bajo.
- 🤖 **Apariencia del robot.** Las personas reaccionan de manera diferente según la apariencia de un robot; la forma y estructura del robot influye en el establecimiento del contacto social.
- 🤖 **Relación de personas a robots.** Afecta la interacción entre humanos y robots, y se denota como una fracción no reducida con un número de humanos sobre el número de robots (más humanos que robots).
- 🤖 **Nivel de interacción compartida.** Esto complementa los aspectos de la relación entre humanos y robots al preguntarse si, en el caso de múltiples controladores humanos, todos están de acuerdo antes de proporcionar los comandos a los robots o están emitiendo de forma independiente comandos que los robots necesitan para establecer conflictos o priorizar.

[Tudyk, 2015]



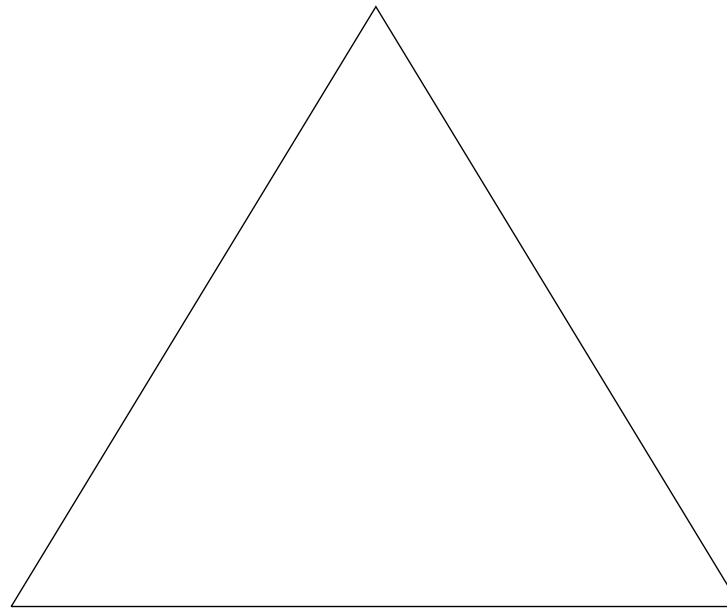
Características de Interacción Social

-  **Roles de interacción.** Hay cinco roles de interacción principales en los que el ser humano puede actuar: supervisor, operador, compañero de equipo, programador y espectador, con significados obvios.
-  **Proximidad entre humanos y robots.** Los robots y las personas pueden necesitar interactuar a varias distancias interpersonales con los siguientes modos de operación en caso de que los humanos y los robots estén conviviendo en el entorno: evitar, pasar, seguir, acercarse y tocar.
-  **Tiempo-espacio.** La interacción entre humanos y robots depende de si los humanos y los robots trabajan de forma síncrona o asíncrona, y se encuentran ubicados en el mismo lugar o en diferentes lugares.
-  **Nivel de autonomía/Cantidad de intervención.** El nivel de autonomía se mide por el porcentaje de tiempo que el robot está realizando su tarea por sí mismo, y la cantidad de intervención humana se mide por el porcentaje de tiempo que un operador humano debe controlar el robot. La suma del nivel de autonomía y la cantidad de intervención debe ser del 100%.

[Tudyk, 2015]

Enfoques de HRI

Robot Cognition-Centred View
(Centrado en la Cognición del Robot)



Robot-Centred View
(Centrado en el Robot)

Human-Centred View
(Centrado en el Humano)

[Dautenhahn, 2007]



Enfoques de HRI

🤖 La investigación de HRI se puede clasificar en tres direcciones, no mutuamente excluyentes, que son las siguientes:

🤖 ***Robot-centred HRI (centrado en el robot).***

Enfatiza en ver al robot como una entidad autónoma que persigue sus propios objetivos basados en sus motivaciones, impulsos y emociones; por lo que la interacción con las personas les sirve para satisfacer algunas de sus “necesidades”. Las habilidades que permiten al robot “sobrevivir en el medio ambiente” o “satisfacer necesidades internas” son el punto clave en este enfoque. Acá se estudia el desarrollo del control sensor-motor y, los modelos y las arquitecturas de la emoción y la motivación que regulan las interacciones con el entorno social.



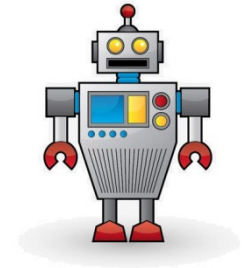
Enfoques de HRI

- 🤖 La investigación de HRI se puede clasificar en tres direcciones, no mutuamente excluyentes, que son las siguientes:
 - 🤖 ***Human-centred HRI (centrado en el humano)***. Enfatiza cómo un robot puede cumplir con la especificación de su tarea de una manera que sea aceptable y cómoda para los humanos. Aquí se estudia cómo las personas reaccionan e interpretan la apariencia y/o el comportamiento de un robot, independientemente de su arquitectura de comportamiento y los procesos cognitivos que puedan ocurrir dentro del robot. Los desafíos incluyen: encontrar un diseño equilibrado y consistente del comportamiento y apariencia del robot; diseño de comportamiento socialmente aceptable; desarrollo de nuevos métodos y metodologías para los estudios y la evaluación de HRI; identificar las necesidades de individuos y grupos de sujetos a los que un robot podría adaptarse y responder; o evitando el llamado “valle extraño” [14], donde más y más robots con apariencia humana podrían parecer “antinaturales” y evocar sentimientos de repulsión en los humanos.



Enfoques de HRI

- 🤖 La investigación de HRI se puede clasificar en tres direcciones, no mutuamente excluyentes, que son las siguientes:
 - 🤖 ***Robot cognition-centred HRI (centrado en la cognición del robot)***. Enfatiza al robot como un sistema inteligente, es decir, una máquina que toma decisiones por sí misma y resuelve los problemas que enfrenta como parte de las tareas que debe realizar en un dominio en particular. Acá se estudia el desarrollo de arquitecturas de robots cognitivos, el aprendizaje automático y la resolución de problemas.



Lineamientos de los Robots Sociales

Lineamientos de la Robótica Social – Clasificación

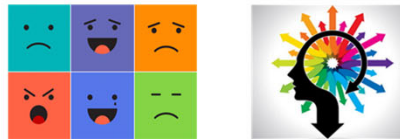
Comportamiento del Robot (*Robot Behavior*)

Aspecto Físico
Tamaño (altura – contextura)
Voz (calidad – volumen – tono –
velocidad)
Movimientos Corporales
(cara – brazos – cuerpo)
Distancia – Ángulo de Visión



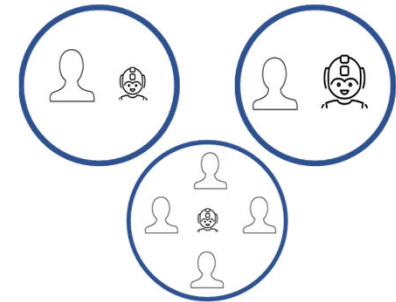
Personalización del Robot (*Robot Personalization*)

Socialización
(empatía – lenguaje – extroversión –
modales – normas)



Roles del Robot (*Robot Roles*)

Relación
(asistente – compañero – socio)
Profesión
(utilidad – usabilidad)



Copyright 2014 Compelling Coach

Lineamientos de la Robótica Social – Clasificación

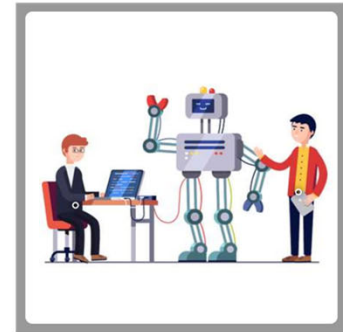
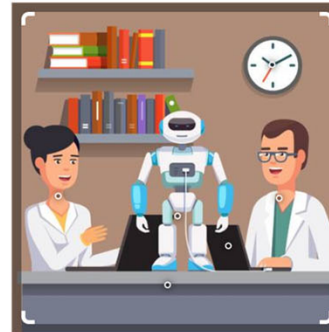
- 
- 🤖 Diferentes investigaciones consultadas y casos de estudio desarrollados permitieron clasificar los lineamientos para desarrollar robots sociales en tres etapas:
 - 🤖 **Comportamiento del robot.** Características físicas del robot, los medios de interacción física y, los aspectos de seguridad y confiabilidad
 - 🤖 **Personalización del robot.** Socialización del robot, como: empatía, lenguaje, extroversión, modales y normas
 - 🤖 **Roles del robot.** Tipo de relación entre el humano-robot (asistente, compañía o en grupo) y la profesión del robot (tareas definidas, utilidad y usabilidad)
 - 🤖 Las etapas son totalmente dependientes de la sociedad donde se desenvuelven los robots; o sea, de los criterios culturales de la sociedad

Lineamientos de la Robótica Social – Roboética (*roboethics*)

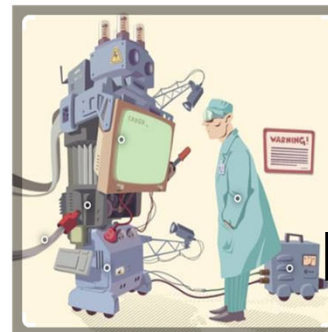
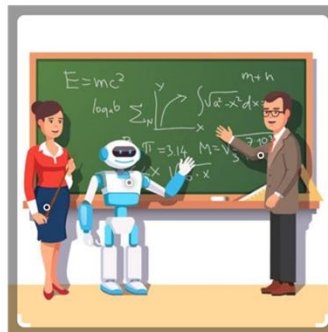
Ética profesional de los ingenieros
dedicados a la robótica



Código moral-ético programado
dentro de cada robot



Código moral-ético de cómo las
personas tratan a los robots



[Ingram et al., 2010],
[Wallach, 2014],
[Riek & Howard, 2014],
[Rodogno, 2016],
[Tzafestas, 2016]

Lineamientos de la Robótica Social – Roboética (roboethics)


- 🤖 HRI abre un nuevo y amplio campo reflexivo dentro de la ética; ya que es importante en todas las áreas donde se utilizan robots: militar, hogar, asistencia social, educación, industria, entre otras. Este campo se llama ética de los robots (*robot ethics* o *roboethics*)
 - 🤖 Ética profesional de los ingenieros dedicados a la robótica. Códigos para guiar la conducta ética de todas las personas que trabajan en HRI
 - 🤖 Código moral-ético programado dentro de cada robot. Código de conducta y normas sociales, legales, morales y éticas, que se deben programar en el robot, son dependientes a la cultura
 - 🤖 Código moral-ético de cómo las personas tratan a los robots. Códigos (serie de garantías) para guiar la conducta ética y el uso que hacen los humanos de los robots (no termine siendo abusivo, protección de los datos adquiridos por un robot para prevenir su uso ilegal)
- 🤖 Principios éticos relativos al papel y a las funciones que desempeñan en la actualidad los robots, teniendo en cuenta que en el futuro irán adquiriendo tareas que impliquen una inteligencia mayor
- 🤖 Consideraciones de la dignidad humana (emociones, privacidad, fragilidad), diseño, legales y sociales (apego)



Preguntas de la Roboética

- 🤖 ¿Qué papel tendrían los robots en nuestro futuro?
 - 🤖 ¿Es posible incrustar en los códigos de ética de los robots, y si es así, es ético programar robots para que sigan dichos códigos?
 - 🤖 ¿Quién o qué es responsable si un robot causa daño?
 - 🤖 ¿Hay algún tipo de robot que no deba diseñarse? ¿Por qué?
 - 🤖 ¿Cómo podría extenderse la ética humana para que sea aplicable a las acciones combinadas humano-robot?
 - 🤖 ¿Existen riesgos al crear vínculos emocionales con los robots?
- [Tzafestas, 2016]

El problema del Túnel

- 
- 🤖 Millar propone “El problema del Túnel”, el cual se explica así:
- 🤖 El coche autodirigido venía por una carretera de montaña de una sola mano y se acerca a un túnel estrecho
 - 🤖 Justo antes de entrar en el túnel, un niño aparece en el medio del camino, bloqueando enteramente la entrada del túnel y el coche es incapaz de frenar a tiempo para evitar atropellarlo
 - 🤖 Se presentan dos opciones: atropellar y matar al niño o desviarse y estrellarse contra la pared de túnel, lo que significaría una muerte probable de los pasajeros
 - 🤖 Ante esta coyuntura, ¿quién sería el responsable si el coche continúa recto o se desvía para salvar al niño?, ¿los fabricantes que programaron el coche?, ¿Los usuarios que aceptaron los riesgos de viajar en un vehículo que tiene sus propios criterios?, ¿Los legisladores que autorizaron la circulación del vehículo?



Lineamientos de la Robótica Social – Comportamiento del Robot




- 🤖 **Características físicas como importantes:**
 - 🤖 El aspecto físico (preferiblemente humanoide)
 - 🤖 El tamaño del robot en relación con la altura (principalmente) y contextura del robot
 - 🤖 La calidad, el volumen y el tono de la voz
 - 🤖 La velocidad al hablar
 - 🤖 Los movimientos corporales del robot: gestos apropiados en la comunicación (cara, brazos y cuerpo de manera consistente)

[Torta et al., 2017]



Lineamientos de la Robótica Social – Comportamiento del Robot

Medios de interacción:


-  **Detección humana y localización.** Aquí se tendrá que tener en cuenta que el robot pueda detectar rostros y seguirlos, detectar y seguir la piel, localización de sonido e identificación de usuarios (por apariencia y habla).
-  **Habla.** La forma más natural de comunicación entre humanos es el habla. Por lo que, los robots deben tener un vocabulario apropiado y, establecer una comunicación oral con sentido, consistente y fluida.
-  **Gestos.** Los gestos son, también, muy frecuente en la interacción humana, a menudo para expresar el énfasis. Dado que los gestos se utilizan para comunicar muchas cosas, una decisión de diseño importante es investigar qué tipo de gestos serán útiles en la robótica social. Los gestos que son más aplicables son aquellos que no tienen una sintaxis formal o se desempeñan como lenguaje formal.

[Wilkes et al., 1998], [Torta et al., 2017]



Lineamientos de la Robótica Social – Comportamiento del Robot

Medios de interacción:

-  **Interacción física.** Los robots deben estar conscientes de su entorno y de otros actores de este. Este conocimiento es clave para la ejecución segura y exitosa de manipulaciones físicas (tocar a un humano, entregar un objeto, mover un objeto o moverse hacia un objeto). La interacción física está directamente relacionada con los sensores y actuadores del robot, y hay muchas modalidades de interacción disponibles. Es importante la integración de tales modalidades en un sistema coherente.

[Wilkes et al., 1998], [Torta et al., 2017]



Lineamientos de la Robótica Social – Comportamiento del Robot

🤖 Medios de interacción:

🤖 **Interacción física.**



- 🦋 **Comportamiento proxémico.** Distancia física óptima entre la posición del robot y la posición del humano, y el ángulo de enfoque al robot en términos de la experiencia del usuario. Se deben aplicar los modelos de espacio personal.
- 🦋 **Formas de atraer la atención.** Las formas que utiliza el robot para atraer la atención de los humanos (contacto visual, parpadear, saludar, hablar, entre otros).

[Wilkes et al., 1998], [Torta et al., 2017]

Lineamientos de la Robótica Social – Comportamiento del Robot

Seguridad y confiabilidad:

Métricas y estándares de seguridad y confiabilidad

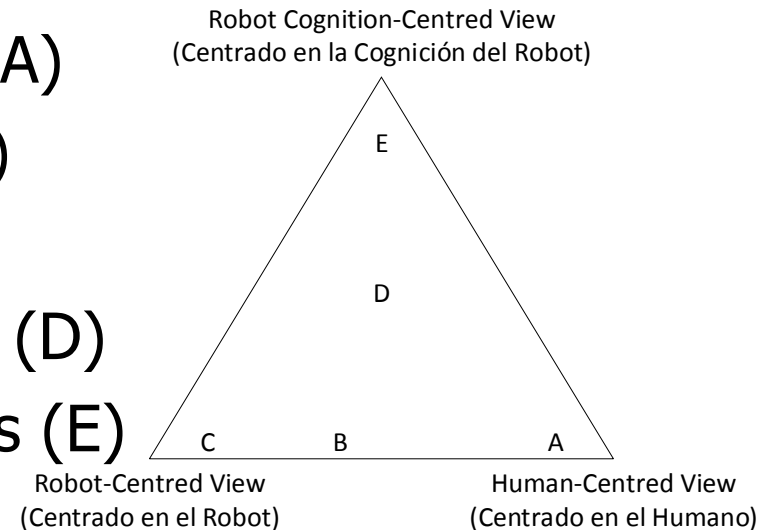
-  Se les proporcionan “puntajes” en relación con la seguridad/confiabilidad de diferentes componentes y funcionalidades del robot
-  Estas puntuaciones individuales deben combinarse con pesos adecuados y evaluarse en una gran cantidad de experimentos consistentes

[Alami et al., 2006]

Lineamientos de la Robótica Social – Personalización del Robot

🤖 Clases de robots sociales (modelo social del robot y complejidad del escenario de interacción):

- 🤖 Socialmente evocador (A)
- 🤖 Socialmente situado (B)
- 🤖 Sociable (C)
- 🤖 Socialmente inteligente (D)
- 🤖 Socialmente interactivos (E)



[Breazeal., 2002], [Breazeal., 2003],
[Fong et al., 2003], [Dautenhahn, 2007]




Lineamientos de la Robótica Social – Personalización del Robot

- 🤖 Los robots socialmente interactivos deben tener y mostrar las siguientes características:
 - 🤖 Expresar y/o percibir emociones
 - 🤖 Comunicarse con diálogo de alto nivel (lenguaje natural)
 - 🤖 Aprender modelos o reconocer a otros agentes
 - 🤖 Establecer y/o mantener relaciones sociales
 - 🤖 Usar señales naturales (mirada, expresiones faciales, gestos, movimientos corporales, entre otros)
 - 🤖 Exhibir una personalidad y un carácter distintivos
 - 🤖 Aprender y/o desarrollar competencias sociales
- 🤖 La forma en que los humanos perciben y responden a un robot socialmente inteligente es igualmente importante
 - 🤖 Se requieren los tres enfoques de HRI

[Dautenhahn, 2007]


Lineamientos de la Robótica Social – Roles del Robot

Relación del robot:

-  Asistente (humano como líder)
-  Compañero (humano y robot iguales)
-  Grupo (humanos y robot)

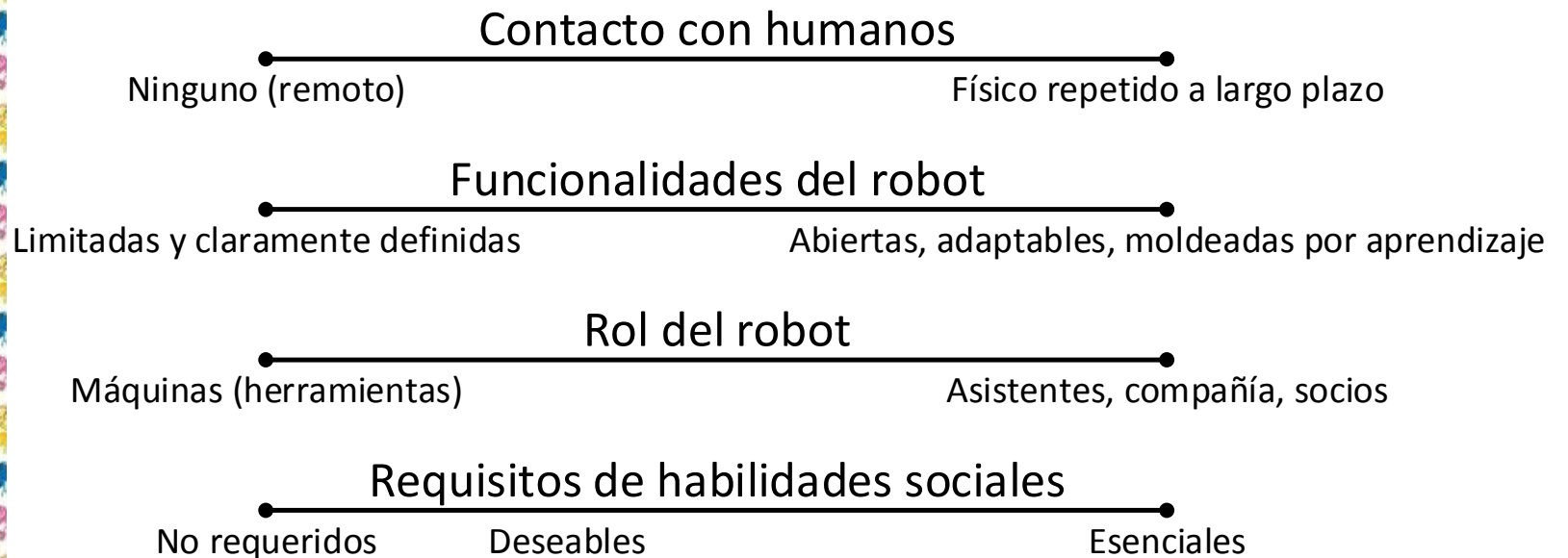
[Gips, 1991], [Steinert, 2014], [Tzafestas, 2016]

Profesión del robot:

-  Habilidades sociales de acuerdo a los dominios de aplicación: tareas definidas, utilidad y usabilidad

[Dautenhahn, 2003]


Lineamientos de la Robótica Social – Roles del Robot



[Dautenhahn, 2003]

Lineamientos de la Robótica Social – Roles del Robot

Espectro de requisitos para las habilidades sociales del robot:

- 
- • controlados remotamente / separados espacialmente-temporalmente (vigilancia, robots espaciales)
 - agricultura, limpieza, extinción de incendios
 - guías turísticos, asistentes de oficina, asistentes en hoteles
 - entretenimiento
 - robots en cuidados de enfermería, rehabilitación, terapia (autismo)
 - + • robots de compañía en el hogar

[Dautenhahn, 2003]



Modelo de la Teoría de la Acción de Norman y Draper

- 🤖 Formulación del objetivo y de la intención.
- 🤖 Verificación de la capacidad del robot según las intenciones.
- 🤖 Especificación de la secuencia de acciones, asegurando el establecimiento del objetivo.
- 🤖 La simulación de emociones robóticas que surgen de una relación con los objetos. Por ejemplo: el robot está contento, enojado o satisfecho con algo.
- 🤖 Ejecución de la acción especificada por secuencia de acciones y emociones simuladas.

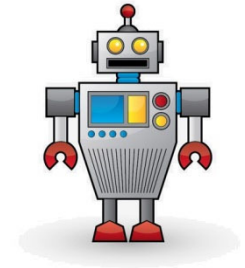
[Toumi & Zidani, 2014]



Modelo de la Teoría de la Acción de Norman y Draper

- 🤖 Percepción de los entornos y emociones del humano después de que el robot haya completado la tarea.
- 🤖 Interpretación del estado percibido del sistema según el objetivo.
- 🤖 Evaluación del estado del sistema en términos de objetivos e intenciones. Esto a menudo conduce a un nuevo conjunto de objetivos e intenciones.

[Toumi & Zidani, 2014]



Ideas Finales



Ideas Finales

- 🤖 Clasificación de los lineamientos de la robótica social en tres etapas: comportamiento del robot, personalización del robot y los roles del robot
- 🤖 Las etapas son totalmente dependientes de:
 - 🤖 La sociedad donde se desenvuelven los robots; o sea, los criterios culturales de la sociedad (características, costumbres, normas)
 - 🤖 La importancia de su apariencia física dependerá del tipo de tarea a realizar por el robot, el entorno y el público meta de la interacción
 - 🤖 El énfasis particular del dominio antrópico que compartirán e interactuarán con las personas



Ideas Finales

- 🤖 Los sistemas robóticos sociales disponibles (sus interfaces humano-robot) exhiben muchos de los lineamientos deseados
 - 🤖 Queda mucho trabajo por hacer para conseguir que los robots sociales tengan un alto grado de inteligencia social
- 🤖 En el futuro, parece claro que los robots sociales desempeñarán un papel cada vez más importante en el mundo, trabajando para y en cooperación con los seres humanos
 - 🤖 La interacción entre los humanos y los robots será fundamental para el éxito de estos robots








Referencias Bibliográficas

- 🤖 R. Alami et al., «Safe and dependable physical human-robot interaction in anthropic domains: State of the art and challenges», en IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2006, pp. 1-16.
- 🤖 C. Breazeal, Designing Sociable Robots. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 2002.
- 🤖 C. Breazeal, «Toward sociable robots», en Robotics and Autonomous Systems, 2003, vol. 42, n.o 3-4, pp. 167-175.
- 🤖 C. Breazeal, «Social interactions in HRI: The robot view», IEEE Trans. Syst. Man Cybern. Part C Appl. Rev., vol. 34, n.o 2, pp. 181-186, may 2004.
- 🤖 K. Dautenhahn, «Roles and functions of robots in human society: implications from research in autism therapy», Robotica, vol. 21, n.o 4, pp. 443-452, ago. 2003.
- 🤖 K. Dautenhahn, «Socially intelligent robots: Dimensions of human-robot interaction», en Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 2007, vol. 362, n.o 1480, pp. 679-704.





Referencias Bibliográficas

- 🤖 T. Fong, I. Nourbakhsh, y K. Dautenhahn, «A survey of socially interactive robots», *Rob. Auton. Syst.*, vol. 42, n.o 3-4, pp. 143-166, mar. 2003.
- 🤖 J. Gips, «Towards the Ethical Robot», *Android Epistemol.*, n.o May, p. 13, 1991.
- 🤖 B. Ingram, D. Jones, A. Lewis, M. Richards, C. Rich, y L. Schachterle, «A code of ethics for robotics engineers», en *Proceeding of the 5th ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction - HRI '10*, 2010, p. 103.
- 🤖 P. Kopacek y M. Hersh, «Roboethics», en *Ethical Engineering for International Development and Environmental Sustainability*, London: Springer London, 2015, pp. 65-102.
- 🤖 C. Lutz y A. Tamò, «RoboCode-Ethicists», en *Proceedings of the 2015 ACM SIGCOMM Workshop on Ethics in Networked Systems Research - NS Ethics '15*, 2015, pp. 27-28.

Referencias Bibliográficas

-  L. Riek y D. Howard, «A Code of Ethics for the Human-Robot Interaction Profession», en Proceedings of We Robot, 2014.
-  R. Rodogno, «Ethics and social robotics», Ethics Inf. Technol., vol. 18, n.o 4, pp. 241-242, dic. 2016.
-  S. Steinert, «The Five Robots—A Taxonomy for Roboethics», Int. J. Soc. Robot., vol. 6, n.o 2, pp. 249-260, abr. 2014.
-  E. Torta, J. Oberzaucher, F. Werner, R. H. Cuijpers, y J. F. Juola, «Attitudes Towards Socially Assistive Robots in Intelligent Homes: Results From Laboratory Studies and Field Trials», J. Human-Robot Interact., vol. 1, n.o 2, pp. 76-99, 2012.
-  T. Toumi y A. Zidani, «From Human-Computer Interaction to Human-Robot Social Interaction», arXiv, dic. 2014.

Referencias Bibliográficas

-  A. Tudyk, «Human-robot social interaction», en *Intelligent Systems, Control and Automation: Science and Engineering*, vol. 80, Springer, Cham, 2015, pp. 53-69.
-  S. G. Tzafestas, *Roboethics*, vol. 79. Cham: Springer International Publishing, 2016.
-  S. G. Tzafestas, «Socialized roboethics», *Intell. Syst. Control Autom. Sci. Eng.*, vol. 79, pp. 107-137, 2016.
-  G. Veruggio, F. Operto, y G. Bekey, «Roboethics: Social and Ethical Implications», en *Springer Handbook of Robotics*, Cham: Springer International Publishing, 2016, pp. 2135-2160.



Referencias Bibliográficas

- 🤖 W. Wallach, «Ethics, Law, and Governance in the Development of Robots», en *Ethics and Emerging Technologies*, London: Palgrave Macmillan UK, 2014, pp. 363-379.
- 🤖 D. M. Wilkes et al., «Toward socially intelligent service robots», *Appl. Artif. Intell.*, vol. 12, n.o 7-8, pp. 729-766, oct. 1998.





¡Gracias!



Dra. Kryscia Daviana Ramírez Benavides
Profesora e Investigadora
Universidad de Costa Rica
Escuela de Ciencias de la Computación e Informática

Sitio Web: <http://www.kramirez.net/>
E-Mail: kryscia.ramirez@ucr.ac.cr
kryscia.ramirez@eccu.ucr.ac.cr

Redes Sociales:

