

Gestos sutiles *de* control: Sobre *las* sensibilidades somáticas *de una* aplicación remota *de* IoT

Cómo citar este artículo: Miniotaitė, J., Pakulytė, V., & Fernaeus, Y. (2022). Gestos sutiles de control: Sobre las sensibilidades somáticas de una aplicación remota de IoT. *Diseña*, (20), Article.1. <https://doi.org/10.7764/disen.20.Article.1>

DISEÑA | 20

ENERO 2022

ISSN 0718-8447 (impreso)

2452-4298 (electrónico)

COPYRIGHT: CC BY-SA 4.0 CL

Artículo de investigación original

RECEPCIÓN

17 MAY 2021

Aceptación

24 NOV 2021

[Original English Version here](#)

Jūra Miniotaitė

KTH Royal Institute of Technology

Vaida Pakulytė

Electrolux

Ylva Fernaeus

KTH Royal Institute of Technology

En el diseño de experiencias de usuario para electrodomésticos, la conexión, la supervisión y el control a través de aplicaciones para teléfonos inteligentes están cada vez más presentes. A pesar de las amplias posibilidades de interacción que ofrecen los teléfonos inteligentes, actualmente el modo estándar de interacción con estas aplicaciones se da a través de la manipulación de la interfaz gráfica de usuario. Con el fin de explorar nuevas experiencias corporalmente sentidas para este contexto de uso, se diseñó una aplicación de control remoto para una aspiradora robótica, la que permitía a los participantes enfocar su mirada en el robot, mientras lo dirigían inclinando sutilmente el teléfono. Esta interacción concreta es utilizada como caso para destacar el papel de las sensibilidades somáticas a la hora de diseñar aplicaciones para teléfonos inteligentes en el contexto del Internet de las cosas (IoT). Mediante un análisis inspirado en la fenomenología, describimos la experiencia del usuario en términos de manipulación física, percepción, esfuerzo y utilidad, así como a través del compromiso social y emocional. Un atributo importante está relacionado con la manera en que la interacción creó, a través de su sutileza, una experiencia somáticamente conectada.

Palabras clave

Robots domésticos

Diseño somático

Interacción corporizada

Gestos

Experiencias con IoT

Jūra Miniotaitė—Licenciada en Tecnología de los Medios de Comunicación, KTH Royal Institute of Technology. M.Sc. en Tecnología de Medios Interactivos, KTH Royal Institute of Technology. Estudiante de doctorado en *Multimodal Machine Learning* en el KTH Royal Institute of Technology. Como investigadora explora la interacción humano-robot, la robótica social y la interacción corporizada. Es coautora de "A Case Study of Deep Enculturation and Sensorimotor Synchronization to Real Music" (con O. Misgeld, T. Gulz y A. Holzapfel; en *International Society for Music Information Retrieval Conference 2021*).

Vaida Pakulytė—Licenciada en Comunicación Internacional y Multimedia, Aarhus Universitet. MA en Marketing Digital y Medios Sociales, London School of Business and Finance. Trabaja en experiencia de usuario y diseño de interacción como parte del equipo "Consumer Experience Software" de Electrolux, especializándose en aplicaciones relacionadas con aspiradoras robóticas y purificadores de aire.

Ylva Fernaeus—Licenciada en Informática y Ciencia de Sistemas, Universidad de Estocolmo. M.Sc. en Multimedia Interactivos, University of Westminster. Ph.D. en Interacción Humano-Computadora, Universidad de Estocolmo. Profesora Asociada en el Departamento de Tecnología de Medios y Diseño de Interacción de KTH Royal Institute of Technology e investigadora visitante en el Instituto de Diseño de Umeå. Su investigación aborda el diseño de la interacción física, la programación corporizada, el atesoramiento en la interacción y la artesanía híbrida. Sus últimas publicaciones incluyen "Envisioning Arduino Action: A Collaborative Tool for Physical Computing in Educational Settings" (con G. J. Roumen, *International Journal of Child-Computer Interaction*, vol. 29, n°100277); "Co-watching 360-Films in Nursing Homes" (con A. Lundström y S. Ghebremikael; en *Proceedings of 13th IFIP Conference on Human-Computer Interaction*); y "Troubling Care: Four Orientations for Wickedness in Design" (con K. Helms; en *Designing Interactive Systems Conference 2021*).

Gestos sutiles de control: Sobre las sensibilidades somáticas de una aplicación remota de IoT

Jūra Miniotaitē

KTH Royal Institute of Technology
Departamento de Tecnología de Medios y Diseño de Interacción
Estocolmo, Suecia
jura@kth.se

Vaida Pakulytė

Electrolux
CX Software Team
Estocolmo, Suecia
vaida.pakulyte@electrolux.com

Ylva Fernaeus

KTH Royal Institute of Technology
Departamento de Tecnología de Medios y Diseño de Interacción
Estocolmo, Suecia
fernaeus@kth.se

El presente trabajo aborda las *sensibilidades somáticas* implicadas en el diseño de los movimientos de un teléfono inteligente usado para controlar remotamente un dispositivo robótico. Cuando hablamos de sensibilidades somáticas, nos referimos a las experiencias sensoriales subjetivas detalladas, tal y como son activamente moldeadas por los diseñadores y experimentadas en uso (ver, por ejemplo, Loke & Núñez-Pacheco, 2018), en este caso, con el propósito específico de controlar aspiradoras robóticas. Para abordar este tema se llevó a cabo una exploración de diseño mediante la utilización del robot aspirador Pure i9 de Electrolux. El proyecto se inspira en una encuesta de usuarios de 2.534 participantes de todo el mundo, que reflejaba diversos puntos de vista sobre una aspiradora robótica existente y su aplicación para teléfonos inteligentes. Algunos de los comentarios destacaban que los usuarios querían ayudar al robot a orientarse, y unos pocos pedían explícitamente el control del robot, por ejemplo, «quiero poder controlar el robot como un automóvil de juguete». Estas sugerencias, junto con el interés por explorar modos de interacción nuevos y alternativos, motivaron la decisión de diseñar una nueva aplicación para teléfonos inteligentes, JoyTilt, que permite a los usuarios controlar el robot inclinando suavemente su teléfono. Se prevé que un caso de uso esté relacionado con una interacción más lúdica, pero también con poder anular temporalmente la trayectoria del robot. Esta sugerencia, combinar el control del robot con su autonomía, también ha surgido como tema en recientes debates sobre el control de drones (Eriksson et al., 2020; La Delfa et al., 2020).

El estudio, llevado a cabo en Electrolux, específicamente en el equipo de *software* de experiencia del consumidor para purificadores de aire y robots aspiradores, destaca cómo JoyTilt permitió a los usuarios involucrarse con la aplica-

ción a través de la manipulación física, la percepción dirigida, el esfuerzo y la utilidad, así como a través del compromiso social y emocional. Una cualidad importante era cómo el diseño, a través de su sutileza, creaba una experiencia de conexión somática (véase MiniotaitĒ, 2021).

ANTECEDENTES: DISEÑO DE APLICACIONES, CONTEXTO SOCIAL Y CONTROL DEL MOVIMIENTO

Actualmente, los teléfonos inteligentes están integrados a casi todos los entornos cotidianos y, como tales, son parte de la mayoría de los contextos humanos para los que diseñamos. Las aplicaciones móviles suelen estar estrechamente vinculadas a lo corporal, desde los servicios basados en la localización hasta la interacción social, la conexión con dispositivos portátiles y las lecturas de diversos sensores incorporados que, de forma muy concreta, implican y afectan la acción de los sentidos humanos. Sin embargo, las sensaciones que más se asocian al uso de los teléfonos inteligentes siguen siendo las relacionadas con las interfaces gráficas en pantallas pequeñas: rigidez de cuello, sensación de hormigueo en las yemas de los dedos, estiramiento de los pulgares y fatiga ocular. En particular, cuando se trata de los usos cada vez más extendidos de las aplicaciones de los teléfonos inteligentes para controlar e interactuar con dispositivos en entornos de IoT (Aloi et al., 2017), la experiencia corporal ha sido, hasta ahora, ampliamente ignorada. Una de las razones podría ser que estos desarrollos siguen estando vinculados al entorno de los escritorios, lo que da lugar a que se enfoquen en las interfaces gráficas, la interacción con “clics” y los flujos de usuario (ver, por ejemplo, Bentley & Barrett, 2012). Las ricas y variadas experiencias que proporcionan los sensores de movimiento, los sensores de luz y la detección de sonido, junto con la retroalimentación auditiva y háptica, todavía no suelen estar desplegadas para comunicarse con los aparatos conectados mediante aplicaciones móviles.

Por definición, el modo de interacción determina fundamentalmente la forma en que las personas se mueven y actúan con la tecnología. Es bien sabido, por ejemplo, que las interfaces gráficas ofrecen modos de interacción diferentes a las que ofrecen las interfaces de línea de comandos (Norman, 1993), que las interfaces físicas o tangibles ofrecen una mayor interacción social y corporal (ver, por ejemplo, Dourish, 2001), y que los teléfonos inteligentes permiten una interacción que va mucho más allá de la interfaz gráfica (ver, por ejemplo, Benford et al., 2005). Sin embargo, desde el discurso del llamado “diseño somático” (Höök, 2018), un término utilizado para resaltar los procesos de diseño que ponen en primer plano las así llamadas “experiencias corporales”, todavía hay carencia de estudios que investiguen las *affordances* de las aplicaciones para teléfonos inteligentes. Las aplicaciones para teléfonos inteligentes que se exploran en este contexto suelen estar relacionadas con interacciones más artísticas o complementos materiales, como la

funda táctil para teléfonos inteligentes Azalea (Hendriks et al., 2021), en lugar de las *affordances* de las aplicaciones cotidianas y los factores de forma física existentes.

Las relaciones e interacciones de las personas con las aspiradoras robóticas han sido bien investigadas (por ejemplo, Soma et al., 2018; Sung et al., 2010), destacando cómo afectan a los comportamientos de limpieza ya existentes y a la dinámica familiar en torno a la limpieza, por ejemplo, pasando de ser realizada principalmente por una sola persona a concernir a todos los miembros del hogar (Forlizzi, 2007). Además, al ponerles nombre, hablarles, grabar a las mascotas montadas en ellos y ponerles fundas divertidas (ver, por ejemplo, Fernaeus & Jacobsson, 2009), estos aparatos participan en actividades más lúdicas y sociales en los entornos familiares. Así, los robots aspiradores son herramientas para aspirar nuestros suelos, pero también para los entornos sociales en los que se encuentran, afectando la vida cotidiana de forma muy directa.

El modo en que los propietarios de los aparatos se sienten respecto a ellos también afecta al modo en que los tratan, y se ha sugerido que la colaboración humano-robot y el control humano de los robots facilitan la empatía hacia estos últimos (Vertesi, 2008). Las consideraciones éticas y la forma de interactuar con los aparatos autónomos fueron estudiadas por Eriksson *et al.* (2020), quienes examinaron el proceso de aprendizaje de los artistas sobre el funcionamiento de los drones, la adaptación de su comportamiento para trabajar con los artistas y el diseño del comportamiento de los drones para una representación de ópera. Mediante el análisis minucioso de los vídeos grabados del coreógrafo, la bailarina y los drones, Eriksson y sus colegas describen la importancia de que los drones sigan los movimientos de la bailarina, sin dejar de conservar cierta autonomía, concluyendo que los diseñadores deben tener en cuenta cómo el diseño puede afectar los movimientos de los usuarios en el espacio y también su comportamiento hacia los demás.

El control de los robots móviles mediante gestos brinda una separación natural, lo que permite a los usuarios mantener su atención en el robot y su contexto durante la navegación. Por ejemplo, Coronado *et al.* (2017) utilizaron el gesto de “girar el volante”, detectado por un reloj inteligente, para controlar un robot con ruedas. Se pidió a los participantes que siguieran una ruta dibujada en el suelo y, aunque los investigadores observaron que los participantes tenían dificultades evidentes, estos informaron que les resultaba fácil navegar utilizando ese gesto. Del mismo modo, La Delfa *et al.* (2020) exploraron el control de drones con gestos de la mano y, también aquí, la retroalimentación multimodal proporcionada por el espacio físico constituyó una parte importante de la interacción (por ejemplo, el sonido mecánico de las hélices del dron proporcionó información sobre la suavidad de los movimientos del usuario). El estudio también puso de manifiesto la importancia de mantener simple el mapeo de movimientos y dejar espacio para el aprendizaje y el desarrollo de habilidades.

A partir del lanzamiento de la Nintendo Wii en 2006 (Nintendo, s.f.), la inclinación, junto con otros controles de movimiento, es un estándar en muchos controles de juegos. La última Nintendo Switch, lanzada en 2020 (Nintendo, s.f.), incorpora un giroscopio y un acelerómetro para utilizar la inclinación como *input* del usuario. La inclinación también es un modo muy conocido de interacción con los teléfonos inteligentes, sobre todo en los juegos, pero también se ha utilizado en otros contextos, por ejemplo, para herramientas cotidianas como las aplicaciones de nivel de burbuja para carpinteros, en investigaciones que exploran modos alternativos de interacción para personas con discapacidad (Ando et al., 2018; Wu et al., 2020) o en exploraciones más artísticas o experimentales (por ejemplo, Hung et al., 2016).

MÉTODOS: EXPLORACIÓN DE MATERIALES Y ENSAYOS CON USUARIOS

A continuación, ofrecemos un resumen de los métodos utilizados en nuestro proceso de investigación. El mapeo de los gestos con los movimientos del robot se basó en la realización de experimentos inspirados en el método *hands-only* (Buur et al., 2004), junto con exploraciones materiales (Fernaesus & Sundström, 2012) y el análisis en primera persona durante el desarrollo (Höök, 2018). Después del desarrollo, se llevó a cabo una sesión experimental con diez participantes (6 hombres, 4 mujeres, con edades comprendidas entre los 25 y los 50 años), que incluyó la realización de tests, así como entrevistas informales. El experimento se grabó en vídeo para su análisis. Al estudiar de cerca las interacciones de los participantes, así como sus relatos verbales, podemos compartir algunas ideas sobre las experiencias somáticas involucradas en el diseño.

La exploración fue construida sobre una interfaz existente que permitía controlar remotamente mediante los botones en la pantalla de un PC, lo que hacía que el robot pudiera avanzar o retroceder y girar ligeramente a la izquierda o a la derecha al mismo tiempo, así como girar sobre su propio eje a la izquierda o a la derecha. Con esta interfaz, se inició un proceso de exploración cuyo objetivo era utilizar los sensores del teléfono inteligente para controlar el robot. Este proceso se describe con más detalle en el análisis “Mapeo de gestos”. Debido a normas técnicas y legales, no se nos permitió conectar la aplicación directamente al robot durante las fases de prototipado y prueba, sino que el teléfono tuvo que conectarse al PC mediante un cable USB.

Para explorar los aspectos somáticos del diseño, se realizó una prueba en la que se comparó JoyTilt con una funcionalidad existente, “Spot Cleaning”, en este caso, aspirando un área de un metro cuadrado alrededor del robot. A esta función no se accede a través de la aplicación, sino tomando físicamente el robot, poniéndolo en el lugar donde debe limpiar y pulsando un botón físico. La prueba se llevó a cabo como una configuración experimental, similar a un juego, con objetos artificiales utilizados para simular características en un contexto real, como se ve en la Figura 1.

La sesión de prueba experimental fue realizada durante la pandemia de COVID-19, con diez voluntarios sanos que llevaban máscaras faciales. Se pidió a los compañeros de trabajo de la empresa y a los estudiantes de nuestro departamento que se ofrecieran como voluntarios porque ya estaban expuestos al contacto con la persona que conducía el experimento. El experimento constaba de tres partes. En primer lugar, los participantes aspiraron arroz esparcido en el suelo utilizando “Spot Cleaning”. En segundo lugar, utilizaron JoyTilt para conseguir el mismo resultado. En tercer lugar, clasificaron ambas experiencias en una escala de cinco puntos basada en el carácter lúdico, la facilidad, la eficacia y el disfrute, a lo que siguió un debate sobre estos aspectos de sus experiencias de usuario. En general, JoyTilt recibió una mejor puntuación en todos los aspectos, excepto en la facilidad, tal como analizaremos a continuación. La puntuación fue utilizada como punto de conversación (similar a, por ejemplo, Hardy & Rukzio, 2008), seguido de un debate sobre los casos de uso de las dos funcionalidades. También se pidió a los participantes que reimaginaran JoyTilt y mostraran cómo diseñarían el control del robot, imitando el experimento práctico realizado antes del desarrollo.

Figura 4: El suelo tal como fue escenificado para el testeo con los usuarios. Enmarcando la tarea como una navegación lúdica, la cinta representa las paredes entre las cuales debe navegar el robot, aspirando el arroz arrojado al suelo. Fotografía: Jūra Miniotaitė.

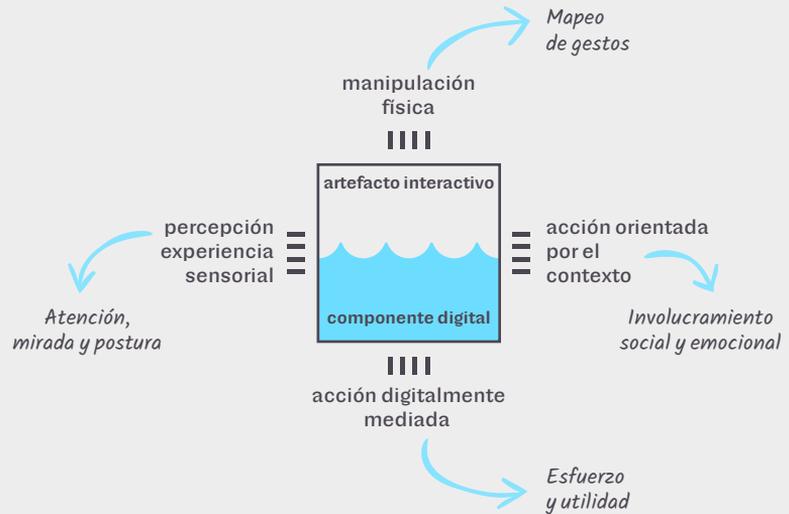


ANÁLISIS

En esta sección se analizarán y discutirán las experiencias somáticas reflejadas en las pruebas de usuario. Para guiar el análisis, nos basamos en el marco de inspiración fenomenológica presentado por Fernaeus *et al.* (2008), que pone en primer plano las experiencias interactivas tal como son performadas por las personas mediante, por ejemplo, la manipulación, la percepción y las acciones social y digitalmente mediadas. Este marco fue originalmente diseñado para contribuir a una perspectiva orientada a las experiencias y la actividad de los usuarios, en contraste con una orientada a los datos o a los sistemas. Basado en la teoría pragmática y fenomenológica, facilita una estructura concreta para razonar en torno a las experiencias involucradas en los artefactos interactivos. En primer lugar, como se ilustra en la Figura 2, exploramos cómo el diseño ofrecía una sensación de delicadeza en

términos de *manipulación física*. En segundo lugar, nos centramos en la *percepción* y la *atención*, expresadas, por ejemplo, en la mirada y la postura. A continuación, analizamos la acción digitalmente mediada en términos de *esfuerzo* y *utilidad*, y, por último, exploramos cómo la aplicación incitaba al *involucramiento social* y *emocional*.

Figura 2: El mapa muestra cómo se utilizaron las dimensiones del *marco centrado en la acción* (Fernaesus et al., 2008) para el análisis de JoyTilt. Este marco orienta el análisis hacia las acciones y experiencias de los usuarios con un artefacto interactivo, y no solo hacia sus componentes digitales o electrónicos. Ilustración: Ylva Fernaeus.



Manipulación física - Mapeo de gestos

Antes de desarrollar los gestos, se reclutó a tres participantes de una familia que tenía una aspiradora robótica para llevar a cabo una variante breve e informal de un experimento *hands-only* (Buur et al., 2004). Se pidió a los participantes que utilizaran sus teléfonos, en modo *standby*, para mostrar cómo harían que un robot se moviera en diferentes direcciones si fuera capaz de detectar al teléfono. Un *insight* era que estos usuarios esperarían que el robot detectara y siguiera la dirección a la que apuntaba el teléfono. Dos de los participantes utilizaron grandes movimientos de barrido con todo el brazo para enviar al robot en diferentes direcciones (ver Figura 3).

El gesto de barrido fue probado e implementado en un proceso de diseño iterativo. Al desarrollar el gesto, un objetivo era mantener al mínimo la aceleración necesaria para mover el robot. Esta métrica fue comparada con la aceleración generada al mover el teléfono de vuelta a la posición inicial. La perspectiva en primera persona del desarrollador influyó considerablemente en las decisiones de diseño, como se refleja en la siguiente cita del proceso: «Cuando el gesto se implementó por completo utilizando los datos del acelerómetro del teléfono y se testeó con el robot, el movimiento parecía forzado. No se correspondía con la lentitud y el carácter de los movimientos del robot».

Esta experiencia en primera persona implicó el cultivo de la *conciencia kinestésica* (Candau et al., 2017) con respecto a las intenciones de diseño, lo que sirvió de guía para un cambio en el mapeo, implicando un movimiento más fácil y sutil. El mapeo fue modificado para involucrar al giroscopio y así permitir un movimiento de inclinación más sutil. Según el desarrollador, esta interacción «resultaba casual en comparación con el movimiento casi agresivo y físicamente más exigente que conlleva el uso de acelerómetros». Esto también se relaciona con la noción de tecnología lenta (Hallnäs & Redström, 2001), aunque aquí se convirtió en un factor *con* el cual diseñar, más que en la cualidad de uso más amplia que originalmente se buscaba:

Como hubo tiempo para conocer al robot, se obtuvo una idea de cómo se comportaba y de su estética. Los movimientos de este robot son lentos y sistemáticos cuando va por ahí limpiando. Aspira los rincones con mucho cuidado y pone atención en la decisión de ir a otra habitación. Al hacer una pausa, “mirar a su alrededor” y decidirse, acelerando para superar el umbral de la puerta, da una sensación de cuidado en su trabajo. Puede describirse como un robot amable. La estética del robot se refleja en JoyTilt porque la inclinación es una interacción sutil (Diseñadora, 1ra autora).

Así, aunque intuitivamente un gesto más amplio e intenso había parecido más apropiado, lo que tenía similitudes con los gestos explorados por investigadores como Eriksson *et al.* (2020), se consideró más apropiada una aproximación más sutil, con gestos más contenidos. Estas cualidades se investigan más a fondo en el ensayo con usuarios y a través de varias imágenes que se presentan a continuación, las que destacan las sutiles manipulaciones realizadas por los participantes.

Atención, mirada y postura

Interpretar la mirada de otra persona constituye una importante habilidad social que se utiliza para entenderse, además de ser un importante indicador de atención, percepción, intención y emoción (Frischen et al., 2007). Todos los participantes tenían la mirada fija en el robot cuando probaban JoyTilt, salvo algunas breves miradas al teléfono. Debido a la intención de preservar el anonimato de los participantes, no es posible mostrar imágenes de esto; sin embargo, se puede inferir de la forma en que el teléfono está posicionado en relación con los cuerpos de los participantes —en las imágenes de la Figura 3— que estos no están mirando el teléfono, excepto por el momento capturado en la instantánea final de la secuencia. Durante todo el experimento, los participantes estaban centrados en la interacción con JoyTilt y miraban al robot, incluso mientras respondían a las preguntas del experimentador. A veces hacían una pausa en medio de una frase para cambiar la dirección del robot antes de seguir hablando de su experiencia.

Cinco participantes tenían una postura relajada (Figura 3) y utilizaban pequeños movimientos de las muñecas para controlar el robot. Obsérvese cómo solo se mueven las manos mientras el cuerpo permanece en la misma posición. Estos participantes permanecieron completamente inmóviles durante el experimento, con la mirada fija en el robot. Tres de ellos informaron que percibían que controlar el robot era fácil, mientras los otros dos dijeron que resultaba difícil.

Figura 3: Uno de los participantes utiliza JoyTilt durante el experimento con una postura relajada, su mirada en el robot aspirador y moviendo solo la mano para controlarlo. Fotografías: Jūra Miniotaitē.



Tres de los participantes tenían una postura más tensa y parecían menos cómodos al controlar el robot (Figura 4). Este grupo también permanecía quieto y realizaba pequeños movimientos con las manos para controlar el robot mientras el resto del cuerpo permanecía quieto y la mirada se enfocaba en el robot. La postura tensa hacía pensar que los participantes se esforzaban mucho por controlar el robot, casi como si estuvieran preparados para realizar un movimiento corporal de alta intensidad. A continuación, incluimos una cita de uno de estos participantes hablando de su experiencia:

Me veo obligado a estar en una determinada posición con la mano. Estoy ajustando mi postura hacia el lugar en que está el teléfono. Si pudiera hacerlo de modo más relajado, eligiendo yo mismo el ángulo, sería mejor. Ahora mismo, me siento un poco acalabrado. (...) Es la tecnología diciéndome qué tengo que hacer, en lugar de ser yo quien utiliza la tecnología.

Sin embargo, a pesar de ello, estos participantes dijeron que les parecía fácil controlar el robot, aunque con sugerencias para mejorar la interacción.

Dos de los participantes utilizaron en mayor medida todo su cuerpo para controlar el robot. Ambos informaron que estarían caminando mientras lo controlaban si no fuera por el cable que estaba conectado al teléfono. Uno de estos participantes parecía tenso al principio, pero se relajó y empezó a hacer movimientos más amplios a medida que se sentía más cómodo con el uso de JoyTilt (Figura 5).

Figura 4: Uno de los participantes utiliza JoyTilt durante el experimento con una postura tensa, su mirada en el robot aspirador y moviendo solo la mano para controlarlo. Fotografías: Jūra Miniotaite.



Figura 5: La participante se mueve un poco más mientras usa JoyTilt. Fotografías: Jūra Miniotaite.



Estos participantes también dieron una alta puntuación al criterio de facilidad y dijeron que JoyTilt les resultaba fácil de usar.

En la Figura 5 se puede ver, por la posición de los hombros y los pies, que la participante cambiaba de postura y posición corporal al controlar el robot. Uno de los participantes había expresado su escepticismo ante la interacción móvil con un producto físico como el robot aspirador. Cuando se le pidió que describiera la interacción después del experimento, esta persona dijo que era tan física que “te olvidas de que usas el teléfono”.

Esto pone de manifiesto que la cualidad estética, a menudo descuidada en el diseño de una experiencia conectada con un aparato físico, debe centrarse en las manipulaciones físicas del propio dispositivo en lugar de enfocarse en el estándar de interacción que utiliza principalmente la interfaz gráfica.

Cuando se les preguntó por la forma de mapear los gestos para su correspondencia con el movimiento del robot, casi todos los participantes tenían una única sugerencia de diseño. Sin embargo, se distinguieron algunos de los temas comunes. Los participantes que utilizaron todo su cuerpo para controlar el robot sugirieron formas de manejarlo que no implicaban un teléfono. Uno de ellos sugirió

colocar el teléfono sobre el cuerpo y mapear los movimientos a partir de la inclinación de todo el cuerpo. Cuatro de los participantes se mostraron o bien satisfechos con el diseño y manifestaron que no lo cambiarían, o sugirieron alguna variación de la inclinación del teléfono. Tres participantes sugirieron utilizar un *joystick* de diferentes maneras en lugar del teléfono. Nadie manifestó los movimientos amplios y rápidos expresados antes del desarrollo.

Esfuerzo y utilidad

La fenomenología del esfuerzo y su relación con la utilidad es un aspecto de la experiencia que se ha destacado recientemente (Székely & Michael, 2020). En este sentido, JoyTilt se probó como alternativa a la aplicación “Spot Cleaning”. Siete participantes coincidieron en que JoyTilt sería una buena alternativa a esa función, como una forma más rápida de limpiar un sitio puntual. Sin embargo, seis participantes afirmaron que navegar desde la estación hasta el punto a limpiar era poco práctico y que preferirían llevar el robot hasta el lugar y luego utilizar JoyTilt, o poder aumentar la velocidad para llegar al sitio. Hay que tener en cuenta que la estación estaba a pocos metros del lugar durante los experimentos, lo que significa que esto podría ser un problema aún mayor en un típico entorno doméstico. Por lo tanto, más que una alternativa, una mejor perspectiva para el caso de uso sería impulsar suavemente el robot o tomar temporalmente el control de este durante el movimiento autónomo.

Todos los participantes fueron capaces de utilizar JoyTilt y recoger todo el arroz sin ningún problema visible. Sin embargo, dos participantes tardaron más tiempo y parecieron tener que esforzarse para recoger todos los granos de arroz del suelo, y otros dos participantes describieron la interacción, de forma negativa, como “mentalmente agotadora”. Los cuatro participantes restantes describieron la interacción como fácil.

Cinco de los participantes tuvieron problemas cuando percibieron que el robot no obedecía sus gestos, por ejemplo, inclinando el teléfono más allá del umbral en el que este lo reconoce. Algunos participantes procedían a hablar con el robot cuando este no hacía lo que esperaban. Un participante comentó el movimiento en reversa al utilizar JoyTilt: «Está bien que el movimiento hacia atrás sea incómodo porque no creo que lo utilice mucho».

Mientras algunos expresaron su entusiasmo por estar tan inmersos que desarrollaron conexiones con el robot, otros informaron una sensación más negativa. Se veían inmersos durante el experimento, pero decían que la interacción era mentalmente agotadora. ¿Cuál podría ser la diferencia entre las experiencias sentidas? ¿Es la mentalidad? Como se expresa en la siguiente cita, también depende del momento de la experiencia al que nos refiramos: «Una vez que agarras el paso, es bastante fácil». Todo esto pone de manifiesto los retos que supone analizar la experiencia de usuario de otros.

Aunque todos los participantes calificaron la interacción como lúdica, es posible que la novedad contribuya a ello, un aspecto bien conocido de las nuevas tecnologías. Para seguir investigando este aspecto se necesitaría un estudio a largo plazo, así como un grupo más variado de testadores (por ejemplo, niños), lo que no se ha podido llevar a cabo en este momento. Estudios previos a largo plazo muestran que el uso de robots aspiradores se convierte en una rutina y que estos sirven más como herramienta cuando la novedad desaparece (Sung et al., 2010). Esto podría indicar que el involucramiento a largo plazo con JoyTilt se percibiría como una utilidad más, en lugar de una experiencia lúdica.

Al igual que se reporta en el estudio de Coronado *et al.* (2017), observamos una discrepancia entre el esfuerzo autoinformado y la manera en que lo vimos nosotras como observadoras, lo que pone de relieve la importancia de utilizar la triangulación cuando se evalúa la experiencia somática, utilizando datos que impliquen diferentes perspectivas para validar los resultados y exponer las contradicciones. El esfuerzo reflejado en el autoinforme se relaciona con los sentimientos de tensión mental o inmersión que se expresaron durante los experimentos.

Compromiso social y emocional

Dos de los participantes reflexionaron sobre su relación con el robot. Uno de ellos dijo que normalmente el robot hacía lo suyo y que se sentía frustrado con él si no hacía lo que esperaba o quería. Si fallaba en un punto, estos participantes incluso le gritaban. Durante el experimento, dijeron que tenían la sensación de estar colaborando con el robot y que se sentían responsables de sus acciones porque tenían el control, o porque percibían la limpieza como una tarea colaborativa entre ellos y el robot. Uno de ellos reflexionó sobre la relación con la aspiradora como si no fuera buena durante los momentos en los que están en casa durante el día.

- A veces le grito (al robot en casa): “¿Por qué no te vas al sofá?” (...) Me siento bastante bien porque normalmente está haciendo sus cosas y yo estoy haciendo las mías y solo le grito. Pero ahora siento que puedo entrar ahí, me siento responsable de él, supongo.
- ¿Te sientes responsable de él?
- ¡Sí, sí! Me siento responsable porque ahora lo dirijo yo, ¡correcto!

Esto sugiere que JoyTilt puede proporcionar una conexión más íntima, facilitando parte de la responsabilidad que hace que una persona se vincule con un objeto inanimado (Vertesi, 2008). Para un mayor desarrollo de JoyTilt, podrían introducirse controles más matizados, de modo que exista la posibilidad de obtener un mayor control, pero también de desarrollar una maestría en el control del robot (La Delfa et al., 2020). También existe la posibilidad de dejar que el robot sea más independiente, en línea con el sentimiento expresado en Eriksson *et al.* (2020), para que el

robot no se convierta en un “esclavo”. Sin embargo, esto debería investigarse más a fondo antes de decidir que la independencia sea una característica deseada, ya que un robot aspirador es, ante todo, una herramienta.

Los estudios futuros deberían explorar cómo el robot podría ser controlado en colaboración por varios usuarios, un tema que también plantearon tres de nuestros participantes. Un escenario multiusuario facilitaría otro tipo de interacciones y proporcionaría otras perspectivas sobre los aparatos como actores sociales, así como nuevas sensibilidades somáticas.

CONCLUSIÓN

Presentamos algunas de las consideraciones somaestéticas para el diseño de una aplicación de control remoto basada en la inclinación para un robot aspirador, permitiendo a los usuarios la libertad de elegir cuándo querían el control y cuándo querían que el robot funcionara por sí mismo. Exploramos la experiencia somática mediante una situación experimental combinada con análisis de vídeo y entrevistas, utilizando un modo de análisis inspirado en la fenomenología.

Todos los participantes mantuvieron su mirada fija en el robot y permanecieron relativamente estáticos mientras lo controlaban, con posturas que variaban de tensas a más relajadas. La mayoría de los participantes se mostraron satisfechos con los gestos, pero también expresaron nuevas ideas para controlar el robot de forma lúdica. También se expresaron los sentimientos de los usuarios hacia el robot, en los que los sutiles gestos de control proporcionados por JoyTilt parecían tener un efecto positivo. A través de este análisis, esperamos servir como inspiración y proporcionar información para otras investigaciones sobre las experiencias sentidas de los sistemas interactivos en general, en las que a veces se prefiere lo sutil y simple a lo rico y expresivo.

En un meta-nivel, nuestra contribución amplía la discusión en torno al trabajo de diseño somático en el contexto del Internet de las cosas al dirigir la atención a ciertos compromisos cotidianos, como las pequeñas maniobras con una aplicación de teléfono inteligente. Nuestra impresión es que, hasta ahora, este tipo de interacciones se han descartado como “menos” corporizadas, y quizá también menos relevantes para esta discusión. Sostenemos que, invitando al diseño de aplicaciones para teléfonos inteligentes a los debates en torno al diseño con orientación somática, sin dar prioridad a unas experiencias sobre otras, creamos una correspondencia filosófica más inclusiva y mejor conectada con las teorías en las que se basa este campo de estudios. □

Agradecimientos

Agradecemos a todos los participantes que se ofrecieron a probar JoyTilt, así como a los desarrolladores de sistemas de Electrolux, Roque Lora y Mark Tazewell, por su apoyo técnico en el desarrollo de la aplicación. También nos gustaría dar las gracias a nuestros revisores anónimos por su inestimable orientación sobre este artículo.

Fuentes de financiamiento

Este trabajo fue financiado a través de una pasantía en Electrolux, junto con una generosa beca de investigación de la Fundación Sueca para la Investigación Estratégica, Smart Implicit Interaction, Ref # RIT15-0046. Aunque el estudio se realizó en un contexto comercial, los resultados deberían ser aplicables a cualquier producto de la misma categoría, independientemente de la empresa o marca.

REFERENCIAS

- ALOI, G., CALICIURI, G., FORTINO, G., GRAVINA, R., PACE, P., RUSSO, W., & SAVAGLIO, C. (2017). Enabling IoT Interoperability through Opportunistic Smartphone-based Mobile Gateways. *Journal of Network and Computer Applications*, 81(C), 74–84. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2016.10.013>
- ANDO, T., ISOMOTO, T., SHIZUKI, B., & TAKAHASHI, S. (2018). Press & Tilt: One-handed Text Selection and Command Execution on Smartphone. *Proceedings of the 30th Australian Conference on Computer-Human Interaction*, 401–405. <https://doi.org/10.1145/3292147.3292178>
- BENFORD, S., MAGERKURTH, C., & LJUNGSTRAND, P. (2005). Bridging the Physical and Digital in Pervasive Gaming. *Communications of the ACM*, 48(3), 54–57. <https://doi.org/10.1145/1047671.1047704>
- BENTLEY, F., & BARRETT, E. (2012). *Building Mobile Experiences*. MIT Press.
- BUUR, J., JENSEN, M. V., & DJAJADININGRAT, T. (2004). Hands-only Scenarios and Video Action Walls: Novel Methods for Tangible User Interaction Design. *Proceedings of the 5th Conference on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, and Techniques*, 185–192. <https://doi.org/10.1145/1013115.1013141>
- CANDAU, Y., FRANÇOISE, J., ALAOUI, S. F., & SCHIPHORST, T. (2017). Cultivating Kinaesthetic Awareness through Interaction: Perspectives from Somatic Practices and Embodied Cognition. *Proceedings of the 4th International Conference on Movement Computing*, 1–8. <https://doi.org/10.1145/3077981.3078042>
- CORONADO, E., VILLALOBOS, J., BRUNO, B., & MASTROGIOVANNI, F. (2017). Gesture-based Robot Control: Design Challenges and Evaluation with Humans. *2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 2761–2767. <https://doi.org/10.1109/ICRA.2017.7989321>
- DOURISH, P. (2001). *Where the Action Is: The Foundations of Embodied Interaction*. MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/7221.001.0001>
- ERIKSSON, S., HÖÖK, K., SHUSTERMAN, R., SVANES, D., UNANDER-SCHARIN, C., & UNANDER-SCHARIN, Å. (2020). Ethics in Movement: Shaping and Being Shaped in Human-Drone Interaction. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–14. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376678>

- FERNAEUS, Y., & JACOBSSON, M. (2009). Comics, Robots, Fashion and Programming: Outlining the Concept of ActDresses. *Proceedings of the 3rd International Conference on Tangible and Embedded Interaction*, 3–8. <https://doi.org/10.1145/1517664.1517669>
- FERNAEUS, Y., & SUNDSTRÖM, P. (2012). The Material Move How Materials Matter in Interaction Design Research. *Proceedings of the Designing Interactive Systems Conference*, 486–495. <https://doi.org/10.1145/2317956.2318029>
- FERNAEUS, Y., THOLANDER, J., & JONSSON, M. (2008). Beyond Representations: Towards an Action-centric Perspective on Tangible Interaction. *International Journal of Arts and Technology*, 1(3/4), 249–267.
- FORLIZZI, J. (2007). How Robotic Products Become Social Products: An Ethnographic Study of Cleaning in the Home. *Proceedings of the ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, 129–136. <https://doi.org/10.1145/1228716.1228734>
- FRISCHEN, A., BAYLISS, A. P., & TIPPER, S. P. (2007). Gaze Cueing of Attention: Visual Attention, Social Cognition, and Individual Differences. *Psychological Bulletin*, 133(4), 694–724. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.4.694>
- HALLNÄS, L., & REDSTRÖM, J. (2001). Slow Technology – Designing for Reflection. *Personal and Ubiquitous Computing*, 5(3), 201–212. <https://doi.org/10.1007/PL00000019>
- HARDY, R., & RUKZIO, E. (2008). Touch & Interact: Touch-based Interaction of Mobile Phones with Displays. *Proceedings of the 10th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, 245–254. <https://doi.org/10.1145/1409240.1409267>
- HENDRIKS, S., MARE, S., GAMBOA, M., & BAYTAĐ, M. A. (2021). Azalea: Co-experience in Remote Dialog through Diminished Reality and Somaesthetic Interaction Design. In *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (Article 261). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3411764.3445052>
- HÖÖK, K. (2018). *Designing with the Body: Somaesthetic Interaction Design*. MIT Press.
- HUNG, C.-H., BAI, Y.-W., & WU, H.-Y. (2016). Home Outlet and LED Array Lamp Controlled by a Smartphone with a Hand Gesture Recognition. *2016 IEEE International Conference on Consumer Electronics*, 5–6. <https://doi.org/10.1109/ICCE.2016.7430502>
- LA DELFA, J., BAYTAS, M. A., PATIBANDA, R., NGARI, H., KHOT, R. A., & MUELLER, F. F. (2020). Drone Chi: Somaesthetic Human-Drone Interaction. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–13. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376786>
- LOKE, L., & NÚÑEZ-PACHECO, C. (2018). Developing Somatic Sensibilities for Practices of Discernment in Interaction Design. *The Senses and Society*, 13(2), 219–231. <https://doi.org/10.1080/17458927.2018.1468690>
- MINIOTAITĖ, J. (2021). *JoyTilt: Beyond GUI App Design for Embodied Experience of Controlling a Robot Vacuum Cleaner* [Tesis de Magister]. KTH, School of Electrical Engineering and Computer Science. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth.diva-294338>
- NINTENDO. (s.f.). *Nintendo History*. Nintendo of Europe GmbH. Recuperado el 24 de marzo de 2020, de <https://www.nintendo.co.uk/Hardware/Nintendo-History/Nintendo-History-625945.html>

- NORMAN, D. A. (1993). Cognition in the Head and in the World: An Introduction to the Special Issue on Situated Action. *Cognitive Science*, 17(1), 1–6. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1701_1
- SOMA, R., DØNNEM SØYSETH, V., SØYLAND, M., & SCHULZ, T. (2018). Facilitating Robots at Home: A Framework for Understanding Robot Facilitation. *The Eleventh International Conference on Advances in Computer-Human Interactions*, 1–6.
- SUNG, J., GRINTER, R. E., & CHRISTENSEN, H. I. (2010). Domestic Robot Ecology. *International Journal of Social Robotics*, 2(4), 417–429. <https://doi.org/10.1007/s12369-010-0065-8>
- SZÉKELY, M., & MICHAEL, J. (2020). The Sense of Effort: A Cost-Benefit Theory of the Phenomenology of Mental Effort. *Review of Philosophy and Psychology. Advance Online Publication*, 1–16. <https://doi.org/10.1007/s13164-020-00512-7>
- VERTESI, J. (2008). "Seeing Like a Rover": Embodied Experience on the Mars Exploration Rover Mission. *CHI '08 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 2523–2532. <https://doi.org/10.1145/1358628.1358709>
- WU, L., ALQASEMI, R., & DUBEY, R. (2020). Development of Smartphone-Based Human-Robot Interfaces for Individuals with Disabilities. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 5(4), 5835–5841. <https://doi.org/10.1109/LRA.2020.3010453>