

Trackeo de ojos en un ambiente de programación visual de robots

Gonzalo Zabala, Sebastián Blanco, Ricardo Morán, Matías Teragni

Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática - Universidad Abierta Interamericana
gonzalo.zabala@uai.edu.ar, sebastian.blanco@uai.edu.ar, ricardo.moran@uai.edu.ar
matias.teragni@uai.edu.ar

Resumen

El presente trabajo muestra la adaptación de un dispositivo económico de trackeo de ojos llamado Tobii EyeX Tracker a Physical Etoys, un ambiente de programación visual de robots de código abierto. El objetivo principal del desarrollo es posibilitar en la escuela la creación de proyectos digitales que motiven el aprendizaje de programación de los estudiantes haciendo uso del dispositivo para un fin benéfico: ayudar a personas con discapacidad severa cuya forma de comunicación está exclusivamente ligada al movimiento ocular.

Palabras clave: programación visual, trackeo de ojos, Physical Etoys

Introducción

En los últimos años, ha crecido en forma sostenida la demanda de profesionales con conocimientos en programación. En nuestro país, esto no va de la mano con la cantidad de egresados de carreras afines, lo que imposibilita cubrir esa demanda, quedando vacantes alrededor de cinco mil puestos de trabajo en el área (F. Sadosky, 2013a). Por otra parte, en los próximos años los dispositivos tecnológicos dependerán aún más de software de control, con lo cual esta demanda irá en crecimiento.

Dado que la problemática no es sólo de Argentina, sino a nivel mundial, han surgido diversos proyectos para despertar vocaciones en las ciencias de la computación. Una de ellas es “The hour of code”⁶⁰, que presenta diversas propuestas educativas para insertar la enseñanza de las ciencias de la computación

en general y de la programación en particular en aulas primarias y secundarias. En Argentina, Program.ar⁶¹ es la implementación de ese proyecto en nuestro país, con múltiples recursos y actividades desarrolladas para los docentes que quieran sumarse a la propuesta.

Con este mismo espíritu se desarrolló desde el año 2007 en el Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática de la Universidad Abierta Interamericana el software Physical Etoys, extensión para robótica de Etoys. Etoys es una herramienta desarrollada por los mismos creadores de Smalltalk, Alan Kay y Dan Ingalls, con el asesoramiento pedagógico de importantes pedagogos como Seymour Papert y Jerome Bruner. Es útil para que los alumnos aprendan y expresen ideas mediante el uso de simulaciones digitales construidas por ellos mismos. Es importante destacar que Etoys sitúa al alumno como autor de su propio proceso de aprendizaje tanto artístico como científico. El docente que enseña con Etoys busca guiar a los estudiantes a que hagan sus propias experiencias asociadas a sus propios modelos mentales en vez de imponer su manera particular de encontrar soluciones dado que se hace más énfasis en el proceso que en el resultado mismo (Zabala et al, 2012). Physical Etoys, como extensión de la plataforma Etoys, sostiene su misma metáfora de representación de los objetos. Los objetos físicos se representan en forma virtual, y los estudiantes envían mensajes a dichos objetos, obteniendo respuesta en el mundo físico. Se han incorporado a esta plataforma distintos tipos de hardware como Arduino, Lego Nxt, Wiimote, Sphero, Bioloid, robots con control infrarrojo, Kinect y otros. Su uso está extendido en el mundo educativo, no sólo para

⁶⁰ <https://code.org/>

⁶¹ <http://program.ar/>

programar robots, sino también como herramienta de adquisición y análisis de datos. Esta popularidad ha permitido que el grupo de investigación reciba donaciones de hardware para incorporar su uso en la plataforma. Este fue el caso de Tobii.

Tobii EyeX: Una interfaz accesible

La compañía sueca Tobii es líder a nivel mundial de trackeo de ojos. Posee varios dispositivos electrónicos que facilitan la interacción hombre-máquina mediante el reconocimiento de la mirada del usuario. Dentro de su línea de productos, Tobii posee un dispositivo llamado EyeX Tracker que fue el elegido para realizar el presente trabajo. El mismo es un dispositivo que se conecta por USB 3.0 y en algunas notebooks comienza a venir integrado de fábrica.



Figura 18 Dispositivo Tobii EyeX Tracker

Consta de una cámara y microproyectores que emiten ondas cuya longitud se encuentra dentro de la región espectral del infrarrojo cercano (NIR). Dichas ondas generan patrones de reflexión en los ojos del usuario que son captadas por la cámara. Al flujo de datos proveniente del sensado de las reflexiones se le aplica un algoritmo propietario del fabricante que determina no sólo las coordenadas de los ojos en el espacio sino también a qué punto aproximado está mirando en la pantalla el usuario. De esta manera, se abren las puertas para detectar la presencia, atención, focalización, somnolencia y demás estados del usuario durante su uso normal de aplicaciones de diversa índole que varían desde juegos hasta investigaciones en

neurociencias. Cabe destacar que el EyeX es un producto accesible debido a su precio menor a 150 dólares con la posibilidad de acceder a un kit de desarrollo gratuito y bien documentado.

Descripción de la solución

La solución se compone de los siguientes elementos:

Tobii EyeX Tracker.

Librería en C++: se realizó una librería específica con el fin de adaptar el protocolo de comunicación a Physical Etoys para acceder a la funcionalidad del dispositivo.

Protocolo de comunicación en Smalltalk: Se desarrolló en Physical Etoys un conjunto de clases que permiten la comunicación con la librería en C++ mencionada anteriormente. Physical Etoys contiene una clase llamada EyeTrackerApi que se encarga de invocar en la librería en C++ mediante su interfaz de funciones externas (FFI) las operaciones para conectarse, desconectarse y obtener los datos del EyeTracker. Los datos obtenidos se guardan en un objeto EyeXData de tipo ExternalStructure que tiene los métodos de acceso a los mismos. Además, se hizo un objeto EyeTracker que se encarga de invocar los métodos de la clase EyeTrackerApi. En Physical Etoys por convención se separan los objetos que representan a los dispositivos de las clases que interactúan por fuera de Smalltalk con el fin de sufrir el menor impacto en la programación en los objetos gráficos si el protocolo de comunicación cambia.

EyeTracker Etoy: Dentro de Physical Etoys, un etoy es un objeto gráfico programable. La programación se realiza mediante mosaicos que representan internamente sentencias de programación en Smalltalk. Para que resulte más fácil la programación del EyeTracker, se creó un Etoy específico con forma rectangular para visualizar los ojos dentro del área y su estado de conexión. Los ojos, objetos

pertenecientes a la clase EyeMorph, están representados mediante círculos celestes cuando están detectados por el dispositivo. Si bien los mismos cambian su tamaño y posición dependiendo de dónde se encuentran en el espacio, es posible obtener los datos en forma numérica para los ejes XYZ y de esta manera tener una mayor precisión a la hora de programar. Cuando los ojos no están siendo detectados los círculos se vuelven colorados y sus valores son -1 para todos los ejes. Esto permite rápidamente saber si el usuario está presente. Además, facilita la detección de un guiño ya que puede representarse por la no detección de un ojo durante un tiempo breve. El círculo naranja, objeto de la clase GazeMorph, indica a dónde está mirando el usuario en la pantalla en X e Y en donde el dominio de valores para ambos ejes lo determina la resolución de la misma. Todos los valores, en su visión abstracta, están representados por mosaicos. El Etoy no requiere ninguna calibración adicional ya que la toma de la configuración del software oficial.

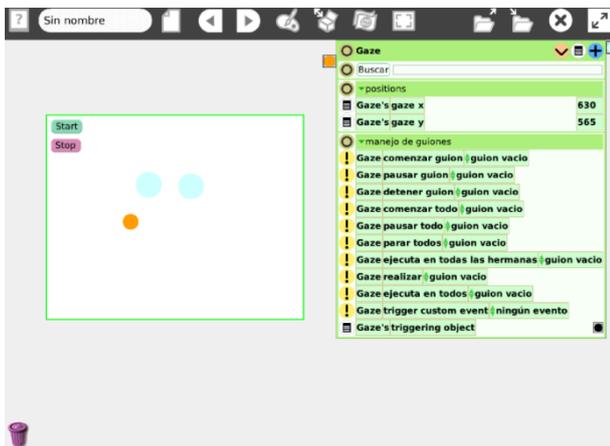


Figura 19 Etoy del EyeX Tracker

La solución completa puede descargarse en forma íntegra desde el sitio web⁶² del Grupo de Investigación en Robótica Autónoma de la Universidad Abierta Interamericana.

⁶² tecnodacta.com.ar/gira/projects/physical-etoys/

Ejemplos prácticos

Se crearon 4 ejemplos sencillos que tienen como finalidad orientar el desarrollo de más ejemplos en el aula. Estos ejemplos permiten que los pacientes puedan comunicarse, aprender, jugar y explorar el mundo con sólo mover los ojos. Es importante destacar que los ejemplos que se ilustran a continuación están diseñados para que el alumno pueda modificarlos y extenderlos en poco tiempo si desea cambiar el comportamiento de los mismos o generar contenido.

Teclado virtual y comunicación de emociones

El presente ejemplo muestra un grupo de letras que al ser vistas por unos segundos se escriben en pantalla.



Figura 20 Teclado para la accesibilidad

Además, se agrega una cuadrícula con íconos que representan emociones y atención de necesidades básicas. De esta manera, si el paciente se siente con hambre o necesita ir al baño puede mirar la cuadrícula correspondiente.



Figura 21 Comunicador visual

Cuestionario para el aprendizaje

Una vez probado el teclado virtual descrito anteriormente, se decidió elaborar un cuestionario a modo de ejemplo para que el paciente pueda realizarlo con sólo mirar las respuestas correctas. Una vez terminado, muestra en pantalla la cantidad de puntos obtenidos.



Figura 22 Cuestionario

Juego de recolección de manzanas

Como los juegos resultan ser más motivadores que los ejemplos clásicos de enseñanza de la programación y no existe una oferta lúdica significativa para pacientes con esta condición, se decidió hacer un juego en el que hay que guiar un automóvil para que recolecte manzanas en un tiempo determinado.

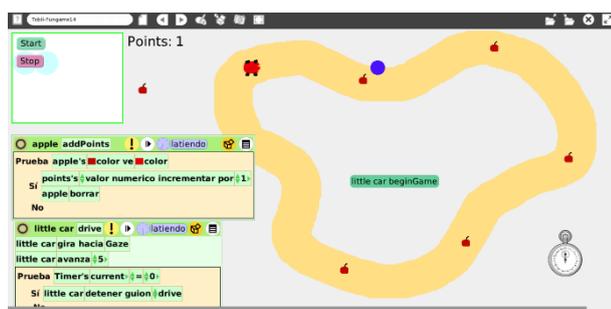


Figura 23 Juego de recolección de manzanas

Telepresencia

El siguiente ejemplo muestra el verdadero potencial de Physical Etoys ya que permite la interoperabilidad con otros dispositivos electrónicos bajo la misma metáfora de programación. La idea principal es darle al paciente la posibilidad de explorar el mundo mediante la ejecución de comandos de un robot que tiene una cámara inalámbrica. A modo ilustrativo, se la montó sobre un robot

Lego NXT pero es posible hacerlo con otros robots soportados en el ambiente. La imagen de la cámara se proyecta en pantalla completa para dar una sensación de primera persona mientras Physical Etoys interpreta los movimientos oculares para desplazar el robot. Además, se le agregó una imagen de una bocina para hacer sonar al robot en forma remota cuando se la mira.

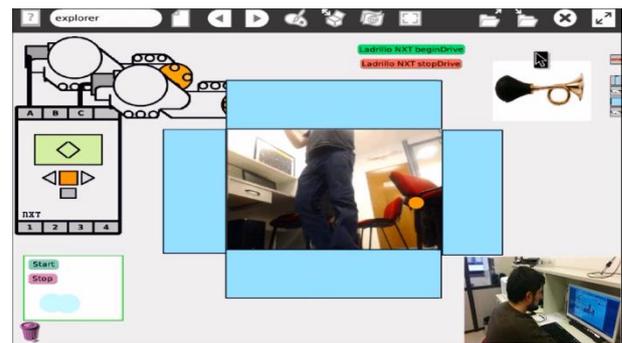


Figura 24 Exploración con LEGO NXT

Conclusión

El aprender a programar con ejemplos para personas que sólo poseen movimiento ocular ya es una realidad. Los ejemplos enunciados pueden realizarse desde cero en un par de horas sin necesidad de tener experiencia previa en programación. Crear nuevos ejemplos no representa un problema mayor en especial cuando alguien guía el aprendizaje. Además, al no haber una oferta significativa de software open-source para personas con la discapacidad enunciada anteriormente, se convierte en una opción interesante para mejorar su calidad de vida a la vez que se aprende programación.

Si bien los ejemplos expuestos en este documento aluden a mejorar la calidad de vida de un grupo muy particular de pacientes, el presente trabajo abre también puertas para crear proyectos para otras disciplinas como psicología y/o marketing.

Trabajo futuro

Aunque la adaptación realizada del dispositivo de trackeo ocular se encuentra finalizada, quedaría por realizar tareas de difusión tanto en instituciones académicas como de salud. De

esta manera, las creaciones de los alumnos pueden ser utilizadas en forma temprana por pacientes retroalimentando aún más su interés en la programación.

Bibliografía

Sadosky, F. (2013a). CC-2016. Una propuesta para refundar la enseñanza de la computación de las escuelas Argentinas. Buenos Aires.

Sadosky, F. (2013b). ¿Y las mujeres dónde están. Primer estudio de la Fundación Dr. Manuel Sadosky sobre la baja presencia femenina en informática.

Zabala, G., Morán, R., Blanco, S., & Teragni, M. (2012). Physical Etoys: la libertad más allá del mundo digital. In Anales del SSI 2012 Simposio sobre la Sociedad de la Información (pp. 81-92).