

# SemHabitApp: Diseño de un Entorno de Observación Biológica para Pacientes Pediátricos Basado en Interacción Tangible y Repositorios Semánticos

Ana E. Seguí, Fernando Garcia-Sanjuan, Javier Jaen

Grupo ISSI, Departamento de Sistemas Informáticos y Computación,  
Universitat Politècnica de València,  
Camí de Vera S/N, 46022 Valencia, España  
ansegil@upv.es, fegarcia@dsic.upv.es, fjaen@upv.es

**Resumen.** Los pacientes pediátricos están sometidos a altas cargas de estrés emocional que repercuten en su bienestar psicológico y social. Estudios previos muestran la efectividad de mezclar terapias tecnológicas de observación de especies animales, aun no contando con la presencia física de éstas en el hospital. En este trabajo se presenta una herramienta de observación de ecosistemas biológicos y un mecanismo de consultas basado en elementos tangibles que permita a usuarios en edad infantil hospitalizados realizar tareas de exploración biológica de forma autónoma. El mecanismo de consulta desarrollado está basado en definiciones ontológicas utilizando el lenguaje de modelado OWL y en el uso de razonadores semánticos que permiten la inferencia de información no explícita. Por otro lado, el uso de elementos de interacción tangible y de lenguajes icónicos pretende reducir el esfuerzo cognitivo requerido a usuarios en edad infantil durante el proceso de definición de consultas sobre los repositorios semánticos.

**Palabras clave:** Hospitalización, Interfaces Tangibles de Usuario (TUI), Bases de datos ontológicas, OWL, RFID, marcadores fiduciales

## 1 Introducción

Los pacientes pediátricos de larga duración están sometidos a altas cargas de estrés que pueden originar una gran variedad de problemas sociales y emocionales [1–4]. Diversos estudios previos han intentado reducir el impacto negativo que la hospitalización produce en estos pacientes y mejorar su bienestar dentro del hospital mediante el uso de nuevas tecnologías que les evadan de este entorno. En este sentido, el uso de nuevas tecnologías suele estar enfocado a permitir la comunicación del paciente con el mundo exterior, normalmente a través de video-chat [5], dejando de lado la posibilidad de realizar actividades con mayor grado de interactividad y que aporten al paciente pediátrico una dimensión educativa o de ludoterapia.

Sin embargo, en nuestra opinión, las nuevas tecnologías a utilizar en el ámbito de la hospitalización pediátrica han de fomentar el aprendizaje autónomo y proponer al paciente actividades de juego que le sitúen cognitivamente y psicológicamente fuera del entorno hospitalario. En esta dirección se orienta HabitApp [6], una aplicación para dispositivos móviles que permite el acceso a una enorme cantidad de contenidos multimedia sobre ecosistemas biológicos, con el propósito de abrir una ventana al mundo exterior a usuarios que se encuentran en un entorno de hospitalización pediátrica.

En este trabajo, tomamos esta aplicación multimedia como punto de partida y se propone su extensión para habilitar la realización de consultas personalizadas que permitan al niño solicitar qué tipo de actividad de observación biológica quiere realizar. La extensión propuesta se basa en dos pilares fundamentales, por un lado, en el uso de un mecanismo de interacción intuitivo y natural como el de las interfaces tangibles [7] que permiten a los niños manipular objetos físicos con los que están familiarizados y, por otro, en la definición de un modelo ontológico que pueda dar soporte a consultas sobre información no representada de forma explícita y que pueda ser derivada mediante mecanismos de clasificación e inferencia semántica.

Este trabajo, por tanto, es una contribución en el área en tanto en cuanto muestra que es factible construir un lenguaje y un mecanismo de consulta sobre repositorios semánticos susceptibles de ser utilizados por usuarios en edad infantil abriendo la puerta a futuros desarrollos similares en otros ámbitos de aplicación.

## 2 Trabajos Relacionados

Tal y como se ha comentado anteriormente, múltiples trabajos previos han abordado la mejora del bienestar de los pacientes pediátricos a través de soluciones tecnológicas. Así, Billow [8] permite a los niños explorar, sin moverse de la cama, un mundo digital de actividades representadas en forma de nube a través de una pantalla. Este mundo, sin embargo, es completamente digital y no permite a los niños observar ni tener contacto con otros elementos reales.

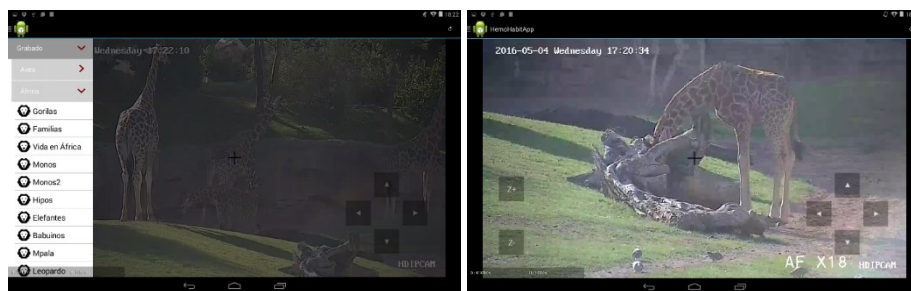
Otros autores han explorado el potencial de combinar la tecnología con terapias animales para aumentar el bienestar psicológico y reducir el estrés de este tipo de pacientes [9]. No obstante, introducir animales vivos en el hospital no siempre es posible por cuestiones de higiene y seguridad, y cuando sí lo es, el número de especies que está permitido introducir está restringido, por razones obvias, a mascotas. Estas limitaciones han llevado a otros investigadores a reemplazar animales reales por sustitutos robóticos o juguetes. Este uso de interfaces tangibles proporciona al usuario un mecanismo más natural e intuitivo de interactuar con elementos digitales. Care-Rabbit [10] es un robot con forma de conejo que reproduce música, mensajes e historias; Probo [11], un robot de peluche con forma de mamut, proporciona información y apoyo moral a los niños a través de expresiones faciales que muestran emociones y de sonidos afectivos. Zootopia [12], por otro lado, involucra animales reales que no tienen que estar necesariamente presentes en el hospital, a través de un tablero sobre el que se representan los ecosistemas donde viven distintos tipos de animales. El niño manipula un avatar con forma de juguete equipado con una etiqueta RFID, de forma

que al ser depositado delante de un animal se muestra un vídeo en directo del mismo en un zoo real. Sin embargo, no se proporciona control sobre la cámara, lo cual produce muchos momentos de espera en los que nada se muestra en pantalla. Además, el hecho de utilizar un tablero físico con dimensiones limitadas para explorar los distintos vídeos a los que se puede acceder puede llegar a restringir el número de recursos disponible.

Los mecanismos de interacción de este trabajo están influenciados, principalmente, por dos propuestas anteriores. Por un lado, la de Jadan-Guerrero y otros [13], con la que los niños manipulan juguetes físicos con una etiqueta RFID en su interior que, al ser aproximada a un lector, desencadena comportamientos digitales. Por otro lado, la propuesta de Garcia-Sanjuan y otros [14], con la que los niños interactúan con cartas físicas y dispositivos móviles. Ambas soluciones tienen en común una alta versatilidad a la hora de definir contenedores de información tangibles, en los que se puede tener diversas cartas físicas u objetos de juguete que representen ciertos contenidos biológicos que el niño puede utilizar para diseñar consultas sobre repositorios multimedia.

### 3 HabitApp

De forma similar a Zootopia [12], HabitApp [6] permite observar animales en directo de forma remota. En este caso, a través de una aplicación móvil, los usuarios pueden seleccionar el ecosistema que quieren observar mediante un menú deslizable que se encuentra en la parte izquierda de la pantalla (ver Fig. 1-izquierda). Al hacerlo, la aplicación retransmite en directo el hábitat del animal seleccionado. HabitApp puede trabajar con un número virtualmente ilimitado de orígenes de vídeo. Actualmente, permite seleccionar entre múltiples cámaras de la plataforma Explore<sup>1</sup> y una cámara situada en una recreación de la Sabana Africana en Bioparc Valencia<sup>2</sup>. Esta última es una cámara PTZ (del inglés, *Pan-Tilt-Zoom*) cuyo zoom y dirección pueden ser controlados por el usuario para ofrecer una experiencia más rica (ver Fig. 1-derecha).



**Fig. 1.** Menú con cámaras disponibles (izquierda) y visualización en directo de una de ellas, con los botones de control disponibles (derecha).

<sup>1</sup> <http://explore.org>

<sup>2</sup> <http://bioparcvalencia.es>

## 4 SemHabitApp

### 4.1 Funcionalidad

SemHabitApp extiende la funcionalidad de HabitApp permitiendo a los usuarios explorar grandes repositorios multimedia de contenido biológico mediante consultas semánticas. Para ello incorpora dos mecanismos de interacción tangible: uno basado en marcadores de realidad aumentada VuMark<sup>3</sup> (ver Fig. 2) y otro en etiquetas RFID (ver Fig. 3). Con la incorporación de la búsqueda semántica y estos mecanismos de interacción, se pretende simplificar y agilizar la búsqueda de contenidos concretos en amplios catálogos de contenido multimedia, así como mejorar la experiencia del usuario a través de interacciones más intuitivas y atractivas en comparación con métodos de navegación convencionales [13, 15, 16], Mientras que el primer mecanismo precisa de una cámara para ser leído, y, por tanto, requiere estar visible, por ejemplo, en tarjetas que los niños puedan manipular, las tarjetas RFID son más compactas y pueden esconderse en el interior de juguetes representativos del elemento que identifican, de forma similar a como hacen Jadan-Guerrero y otros [13]. Mediante la concatenación de diversas etiquetas, ambas propuestas posibilitan la construcción de un lenguaje icónico entendible para el niño a través del cual los usuarios pueden formar consultas para seleccionar un subconjunto del contenido multimedia, que es cargado en el panel lateral de la aplicación (ver Fig. 1-izquierda).



**Fig. 2.** Ejemplos de consultas mediante tarjetas con marcadores de realidad aumentada VuMark.

<sup>3</sup> <https://library.vuforia.com/articles/Training/VuMark>

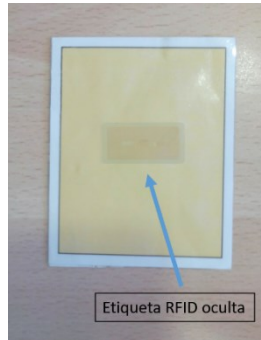


Fig. 3. Ejemplo de tarjeta con etiqueta RFID oculta en su interior.

## 4.2 Arquitectura

La solución se ha diseñado siguiendo una arquitectura en tres capas lógicas: presentación, lógica de negocio y persistencia; y dos niveles físicos: cliente y servidor, cuyos componentes se muestran en la Fig. 4.

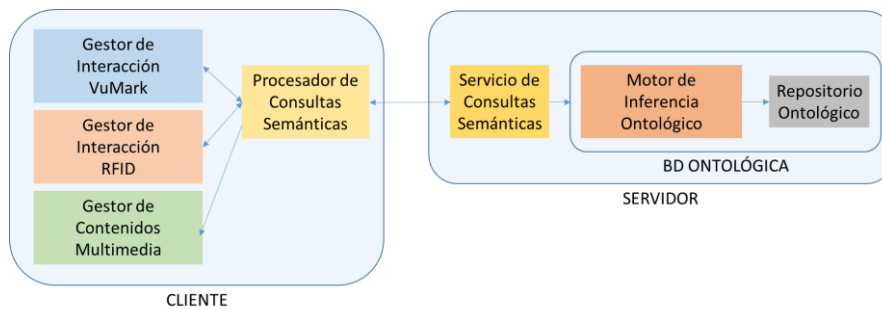


Fig. 4. Componentes de SemHabitApp.

La aplicación cliente se ha desarrollado para dispositivos Android y cuenta con un gestor para cada tipo de interacción soportada, un procesador de consultas semánticas y un gestor de contenidos multimedia.

Los gestores de interacción VuMark y RFID se encargan de proporcionar al usuario las distintas interfaces tangibles. Para ello, cada uno de estos implementa un componente propio que permite la lectura de los marcadores/etiquetas, según corresponda, y su traducción a un lenguaje común, que permite construir las consultas semánticas que posteriormente serán enviadas al procesador de consultas semánticas. El gestor de interacción VuMark ha sido implementado haciendo uso del *SDK* de realidad aumentada *Vuforia*<sup>4</sup>. Por otra parte, el gestor de interacción RFID se ha desarrollado haciendo uso de un driver que facilita la lectura de dispositivos FTDI, mediante la API Android USB host<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> <https://developer.vuforia.com/>

<sup>5</sup> <https://github.com/mik3y/usb-serial-for-android>

El procesador de consultas semánticas es el encargado de procesar las consultas que realiza el usuario y de la comunicación con el servidor. Así, una vez procesada una consulta, solicita al servidor que se efectúe. Para ello hace uso de *socket.io*<sup>6</sup>, una librería que permite el envío bidireccional de eventos cliente-servidor. La respuesta a la misma, que contiene información sobre el contenido multimedia en formato *JSON*, es enviada al gestor de contenidos multimedia para su visualización. Por su parte, el gestor de contenidos multimedia es el encargado de procesar el contenido multimedia disponible y de habilitar los mecanismos pertinentes en cada caso para que este pueda ser mostrado al usuario en el menú lateral deslizante.

El servidor está constituido por un servicio de consultas semánticas y una base de datos ontológica, que a su vez está compuesta por un motor de inferencia y un repositorio ontológicos. El repositorio ontológico contiene una ontología generada con el editor *Protégé* [17] y almacenada en formato *OWL (Web Ontology Language)*<sup>7</sup>, un lenguaje de ontología estándar desarrollado por el *World Wide Web Consortium (W3C)*. No se ha utilizado ninguna ontología existente como base, debido a que no se ha encontrado ninguna que proporcione ni el modelo conceptual ni la información necesarios para este trabajo. Las ontologías permiten capturar, recoger, conocimiento sobre algún dominio de interés a través de la descripción de los conceptos del dominio y de las relaciones que enlazan esos conceptos. Además, su modelo lógico admite el uso de razonadores que permiten comprobar si el modelo conceptual es consistente, así como deducir información que no se ha definido de forma explícita en el modelo, es decir, extraer conocimiento. Así, el uso de ontologías nos permite no sólo obtener un modelo de datos fácilmente extensible, sino que, además, nos posibilita el uso de herramientas de consulta muy potentes.

El modelo conceptual de la base de datos ontológica se basa fundamentalmente en la definición de tres conceptos: cámara, ser vivo y bioma, y en las relaciones que se han establecido entre estos (ver Fig. 5). El uso de ontologías ha permitido especificar los distintos tipos de seres vivos y biomas considerados de forma jerárquica siguiendo su propia clasificación taxonómica. Por limitaciones de espacio, las figuras Fig. 6 y Fig. 7 muestran un subconjunto de los términos de la taxonomía.



**Fig. 5.** Modelo conceptual de la ontología: conceptos y relaciones básicas.

<sup>6</sup> <https://socket.io/>

<sup>7</sup> <https://www.w3.org/TR/owl2-overview/>

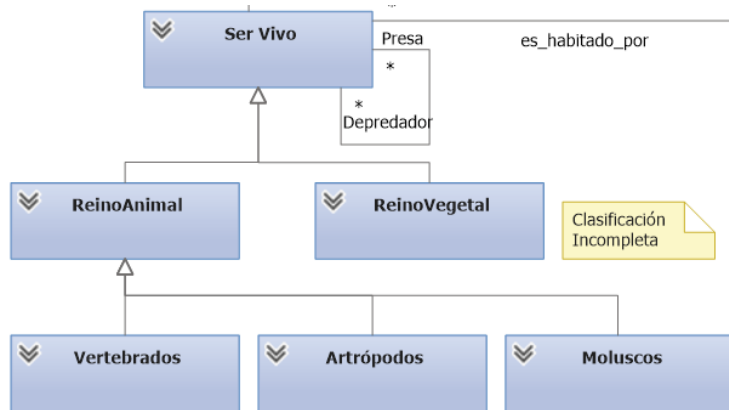


Fig. 6. Extracto parcial de la taxonomía de seres vivos.

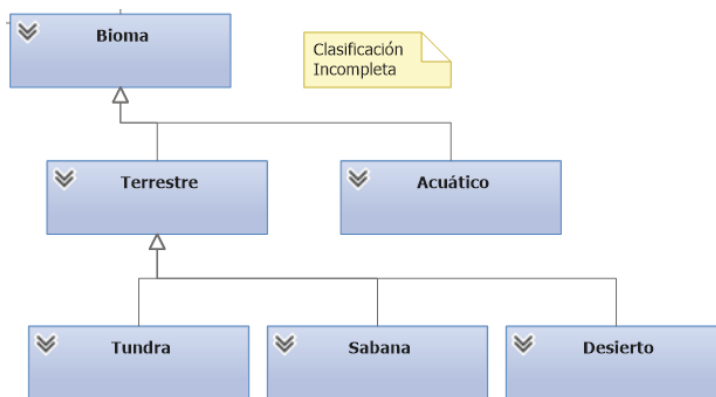


Fig. 7. Extracto parcial de la taxonomía de biomas.

La estructura jerárquica propuesta permite que el modelo sea fácilmente extensible, mientras que la posibilidad de establecer relaciones a través de propiedades posibilita la realización de consultas semánticas sobre el modelo.

El motor de inferencia ontológico proporciona la capa de acceso a los datos que utiliza el servicio de consultas semánticas. Para su desarrollo se ha utilizado *The OWL API* [18] junto con el razonador *Pellet*<sup>8</sup> sobre la plataforma *Java*. En la capa de acceso a los datos se encuentran definidas las consultas que se permiten realizar a los clientes. Bajo esta capa subyace todo el mecanismo necesario para acceder a la ontología y razonar sobre ésta.

El servicio de consultas semánticas, que ha sido implementado utilizando *NodeJS*<sup>9</sup> y *socket.io*<sup>10</sup>, se encarga de enlazar el cliente con el motor de inferencia ontológico.

<sup>8</sup> <https://www.w3.org/2001/sw/wiki/Pellet>

<sup>9</sup> <https://nodejs.org/es/>

Así, las consultas solicitadas por el cliente son transferidas al motor de inferencia ontológico, y cuando este proporciona una respuesta, esta es enviada al cliente en formato *JSON*. Mediante este modelo ontológico es posible que el niño pueda realizar consultas de diverso tipo cuya información se infiere simplemente explotando los mecanismos de clasificación de los motores de inferencia ontológico.

El modelo anterior permite expresar una gran variedad de consultas que el niño podrá definir de forma intuitiva mediante el uso de tarjetas de realidad aumentada VuMark o RFID que representan de forma icónica el lenguaje disponible. Algunos ejemplos de consultas que podrían ser realizadas mediante el modelo y lenguaje icónico propuestos son: “Quiero ver cámaras donde se muestren mamíferos”, “Quiero ver cámaras donde se muestren mamíferos que habitan en el medio acuático”, “Quiero ver cámaras donde aparezcan animales que comen los leones”, “Quiero ver cámaras donde se muestren animales que se comen a la gacela”, “Quiero ver cámaras donde aparezcan animales vertebrados”, etc. De esta forma se dota al sistema de una amplia capacidad de interactividad y consulta que permita a los pacientes pediátricos dirigir su actividad de observación biológica en la dirección que deseen. Es importante resaltar que todas las consultas anteriores se pueden satisfacer sin más que almacenar en el repositorio semántico las especies animales que existen en la posición taxonómica que les corresponde y las relaciones semánticas representadas en el modelo descrito con anterioridad. A partir de esta definición básica todas las consultas anteriores son resueltas mediante mecanismos de inferencia semántica.

## 5 Conclusiones

En este artículo se ha presentado la problemática relativa a la hospitalización pediátrica y a las necesidades que este tipo de usuarios tienen en términos de contacto con ambientes externos, y se han remarcado los beneficios del uso de soluciones tecnológicas en conjunción con animales, aunque estos no sean reales o no estén físicamente presentes con los pacientes. En este sentido se ha propuesto una herramienta multimedia de observación de ecosistemas biológicos y un mecanismo de consultas basado en elementos tangibles que permita que usuarios en edad infantil puedan realizar tareas de inspección biológica de forma autónoma. El sistema propuesto hace uso de mecanismos de clasificación e inferencia semántica basados en la representación ontológica de los datos en lenguaje OWL, lo que permite deducir información a partir del modelo semántico que no está representada de forma explícita en la ontología. El uso de un modelo semántico basado en clases, entidades y relaciones permite la extensibilidad del modelo de datos sin afectar a los procesos de consulta establecidos, dado que estos son de general aplicación para cualquier tipo de dominio específico.

Como trabajo futuro se planteará un estudio participativo con una muestra de los futuros usuarios para definir los lenguajes icónicos a utilizar para garantizar la comprensión de los mismos por parte de usuarios en edad infantil. Por otro lado, se realizará una evaluación comparativa de los dos mecanismos de interacción (etiquetas

---

<sup>10</sup> <https://www.npmjs.com/package/socket.io>



RFID y marcadores de realidad aumentada) para determinar su efectividad y la preferencia de uso en el contexto de ludoterapia hospitalaria. Finalmente se abordará la evaluación del impacto de este tipo de herramientas durante el proceso de hospitalización en el bienestar psicológico del paciente.

## Agradecimientos

Este trabajo está financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) con el proyecto TIN2014-60077-R; y por la Conselleria d'Educació, Cultura i Esport (Generalitat Valenciana) con la ayuda pre-doctoral ACIF/2014/214.

Nuestro agradecimiento a Bioparc Valencia por su colaboración en este proyecto a través del acceso a sus instalaciones.

## Referencias

1. Coyne, I.: Children's experiences of hospitalization. *J. Child Heal. Care.* 10, 326–336 (2006).
2. Nagera, H.: Children's reactions to hospitalization and illness. *Child Psychiatry Hum. Dev.* 9, 3–19 (1978).
3. Bonn, M.: The effects of hospitalisation on children: a review. *Curationis.* 17, 20–24 (1994).
4. Skipper, J.K., Leonard, R.C.: Children, stress, and hospitalization: a field experiment. *J. Health Soc. Behav.* 9, 275–87 (1968).
5. Antón, P., Maña, A., Muñoz, A., Koshutanski, H.: Live Interactive Frame Technology Alleviating Children Stress and Isolation during Hospitalization. In: Bravo, J., Hervás, R., and Villarreal, V. (eds.) *Ambient Assisted Living.* pp. 92–100. Springer (2011).
6. Garcia-Sanjuan, F., Jaen, J., Jurdi, S.: Towards Encouraging Communication in Hospitalized Children through Multi-Tablet Activities. In: *Proceedings of the XVII International Conference on Human Computer Interaction.* p. 29.1-29.4. ACM, New York, New York, USA (2016).
7. Nacher, V., Garcia-Sanjuan, F., Jaen, J.: Interactive technologies for preschool game-based instruction: Experiences and future challenges. *Entertain. Comput.* 17, 19–29 (2016).
8. Rueb, T., Wardzala, J., Millstone, J.: Billow: networked hospital playspace for children. In: *CHI '97 extended abstracts on Human factors in computing systems looking to the future.* pp. 357–358. ACM, New York, New York, USA (1997).
9. Kaminski, M., Pellino, T., Wish, J.: Play and Pets: The Physical and Emotional Impact of Child-Life and Pet Therapy on Hospitalized Children. *Child. Heal. Care.* 31, 321–335 (2002).
10. Blom, S., Stegwee, R., Boere-Boonekamp, M.: The CareRabbit. In: *Proceedings of the 28th Annual European Conference on Cognitive Ergonomics.* pp. 355–356. ACM, New York, New York, USA (2010).
11. Goris, K., Saldien, J., Lefeber, D.: Probo: a testbed for human robot interaction. In:

- Proceedings of the 4th ACM/IEEE international conference on Human robot interaction. pp. 253–254. ACM, New York, New York, USA (2009).
12. Akabane, S., Inakage, M., Leu, J., Araki, R., Choi, J. won, Chang, E., Nakayama, S., Shibahara, H., Terasaki, M., Furukawa, S.: ZOOTOPIA: A Tangible and Accessible Zoo for Hospitalized Children. In: ACM SIGGRAPH ASIA 2010 Posters. ACM, New York, New York, USA (2010).
  13. Jadan-Guerrero, J., Jaen, J., Carpio, M.A., Guerrero, L.A.: Kiteracy: a kit of tangible objects to strengthen literacy skills in children with down syndrome. In: Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children. pp. 315–318. ACM, New York, New York, USA (2015).
  14. Garcia-Sanjuan, F., Nacher, V., Jaen, J.: MarkAirs: Are Children Ready for Marker-Based Mid-Air Manipulations? In: Proceedings of the 9th Nordic Conference on Human-Computer Interaction. p. 2.1-2.8. ACM, New York, New York, USA (2016).
  15. Schneider, B., Jermann, P., Zufferey, G., Dillenbourg, P.: Benefits of a Tangible Interface for Collaborative Learning and Interaction. *IEEE Trans. Learn. Technol.* 4, 222–232 (2011).
  16. Catala, A., Garcia-Sanjuan, F., Jaen, J., Mocholi, J.A.: TangiWheel: A Widget for Manipulating Collections on Tabletop Displays Supporting Hybrid Input Modality. *J. Comput. Sci. Technol.* 27, 811–829 (2012).
  17. Musen, M.A.: The Protégé Project: A Look Back and a Look Forward. *AI Matters.* 1, 4–12 (2015).
  18. Horridge, M., Bechhofer, S.: The OWL API: A Java API for OWL ontologies. *Semant. Web.* 2, 11–21 (2011).