





# DASSCi: Avatares Digitales Deportivos en Ciudades Inteligentes<sup>\*</sup>

Lorenzo Toro-Gálvez , Nathalie Moreno , Carlos Canal , and Javier Troya 

ITIS Software, Universidad de Málaga, España  
{lorenzotoro,nmv,carloscanal,jtroya}@uma.es

**Resumen** Las nuevas tecnologías han impulsado la evolución de las ciudades inteligentes, las cuales buscan mejorar la calidad de vida de sus habitantes y optimizar la gestión de recursos urbanos a través de soluciones innovadoras y sostenibles. En este trabajo, se aborda el diseño e implementación de una aplicación móvil para el fomento de la actividad deportiva en la ciudad de Málaga, basada en el concepto de Digital Avatars. Dicho término se basa en el modelo People as a Service, y hace referencia a entidades digitales que residen en los smartphones de los usuarios y permiten controlar la información personal compartida, proporcionando una gestión segura y colaborativa de los datos. La aplicación desarrollada en este trabajo promueve la actividad física y la interacción social entre los ciudadanos, permitiéndoles registrar sus entrenamientos, conocer todas las instalaciones deportivas disponibles en la ciudad, socializar a través de la realización de entrenamientos en grupo y competir entre ellos para conocer quién es más activo deportivamente.

**Keywords:** Ciudad Inteligente · Avatar Digital · Gemelo Digital

## 1. Introducción

La rápida evolución de las tecnologías ha sentado las bases para el surgimiento de las ciudades inteligentes [1], que buscan mejorar la calidad de vida de sus habitantes y optimizar la gestión de los recursos urbanos a través de la implementación de soluciones innovadoras y sostenibles. En este contexto, las ciudades inteligentes no solo deben basarse en la infraestructura física y digital, sino también en la interacción de sus ciudadanos y en cómo estos utilizan los diferentes servicios públicos. Así, el desarrollo de verdaderas ciudades inteligentes implica la integración de múltiples componentes tipo hardware, software, infraestructuras de comunicación, seres humanos y elementos físicos, que interactúan entre sí de manera compleja y utilizando diversas tecnologías.

La inclusión de los ciudadanos en este ecosistema [2] incrementa significativamente su complejidad. En este sentido, es esencial reconocer que las personas son

---

<sup>\*</sup> Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la UMA, y por el Gobierno de España (FEDER / Ministerio de Ciencia e Innovación –Agencia Estatal de Investigación) en el marco de los proyectos PID2021-125527NB-I00 y TED2021-130523B-I00.



tanto usuarios como generadores de información, y su participación activa en el proceso de toma de decisiones puede contribuir notablemente a la planificación y adaptación de la infraestructura urbana.

Por otra parte, el acceso y uso de los servicios públicos y distintas fuentes de datos garantizan una experiencia más ajustada a las necesidades de los ciudadanos. A través de la recolección y análisis de datos en tiempo real, como factores ambientales y meteorológicos (calidad del aire, temperatura, etc.), disponibilidad del transporte público, así como la ocupación de distintos lugares, entre otros, las ciudades inteligentes son capaces de realizar una gestión más eficiente de los recursos y servicios urbanos proporcionados.

Considerando este escenario cuyo núcleo son las personas, es importante introducir el concepto de Avatar Digital (del inglés, *Digital Avatar—DA*) [3], una entidad digital que reside en el *smartphone* de un usuario y es capaz de registrar información sobre el mismo y gestionar con quién compartirla. De este modo, se intenta evitar la preponderancia de las grandes empresas, que se benefician de los datos personales de los usuarios sin proporcionar nada a cambio.

Este trabajo aborda el desarrollo de un caso de estudio basado en el papel desempeñado por las personas en las ciudades inteligentes, enfocado a la realización de actividad deportiva en Málaga. El resultado es una aplicación móvil cuyo nombre es *DASSCi: Digital Avatars for Sport in Smart Cities*.

La estructura de este artículo es la siguiente. La Sección 2 proporciona una visión sobre Avatares Digitales y presenta el caso de estudio sobre el que trabajamos. En la Sección 3 se describe la arquitectura y el desarrollo de la aplicación construida al efecto. La Sección 4 recopila algunos trabajos relacionados y, por último, se exponen las conclusiones y trabajo futuro en la Sección 5.

## 2. Avatares digitales en actividades deportivas

### 2.1. Digital Avatars (DAs)

Los *Digital Avatars (DAs)* son herramientas para representar el perfil virtual de un usuario en aplicaciones colaborativas de computación social. El concepto de DA, con el que hemos trabajado en publicaciones anteriores ([4,5,6]), surge del paradigma *People as a Service (PeaaS)* [7], que proporciona un modelo conceptual para el desarrollo de aplicaciones centradas en el *smartphone* como representante e interfaz de su propietario.

Un DA es una entidad virtual que reside en el teléfono o tablet de un individuo, donde registra información sobre la persona usuaria y sus hábitos, combinándola con datos externos de sensores o proveedores de datos abiertos, e interactúan con el entorno y los DAs de otros usuarios. Así, también tienen la capacidad de responder a solicitudes de otros avatares o aplicaciones de computación social en nombre del usuario y modifican su avatar como consecuencia.

A diferencia del modelo centrado en servidores empleado por grandes empresas como Google o Facebook, los DAs utilizan un modelo entre pares y colaborativo, lo que permite a los usuarios gestionar sus datos de manera más segura sin

entregarlos a las grandes compañías. En consecuencia, los DAs empoderan a los usuarios al permitirles tomar el control de la información que generan, gestionar cómo se accede a toda esa información y cómo es explotada por otros, y tener el control de los cambios. De esta manera, se puede asegurar la privacidad y la seguridad, dado que los usuarios tienen el control sobre sus propios datos y pueden decidir si desean compartirlos o no, y con quién [8].

Como ya sabemos, los usuarios típicamente comparten su información sin distinguir si es pública o privada. Por tanto, las ventajas que ofrecen los DAs en términos de empoderamiento del usuario y gestión segura de sus datos los hacen especialmente adecuados para actuar como *proxy* de sus propietarios en el contexto de aplicaciones de computación colaborativa en el ámbito de las ciudades inteligentes, teniendo en cuenta las incertidumbres durante sus operaciones en entornos reales y proporcionando un enfoque más centrado en el usuario para la computación social. De esta forma, podemos considerar al avatar como un gemelo o *sombra* digital de la persona a la que acompaña.

## 2.2. Deporte en la ciudad de Málaga

Actualmente, se observa un aumento en el número de personas que realizan actividades físicas al aire libre, como caminar, correr o andar en bicicleta. La planificación de estas actividades implica la consideración de múltiples factores y la combinación de información proveniente de diversas fuentes. Para desarrollar este escenario, nos hemos centrado en la ciudad de Málaga.

Entre las condiciones urbanas que pueden influir en la práctica deportiva al aire libre, se encuentran el tráfico y la contaminación. Por ejemplo, los ciudadanos pueden buscar rutas con menor tráfico vehicular y áreas menos contaminadas para disfrutar de una experiencia más agradable y saludable. El clima también juega un papel importante en la planificación de actividades físicas al aire libre. La calidad del aire y las condiciones meteorológicas, como la temperatura, la humedad, la precipitación y la velocidad del viento, pueden afectar el rendimiento y la comodidad de los deportistas. Por lo tanto, es fundamental tener en cuenta la predicción meteorológica al planificar actividades al aire libre.

Las preferencias personales de los ciudadanos también influyen en la elección de las actividades y los lugares para practicar deporte. Algunas personas pueden preferir correr cerca del mar para disfrutar del paisaje y la brisa marina, mientras que otras pueden optar por entrenar en centros deportivos o parques. Además, aquellos que se estén preparando para eventos específicos, como maratones, pueden requerir rutas y entrenamientos adaptados a sus necesidades.

Teniendo en cuenta todos estos factores, la planificación de actividades físicas al aire libre podría realizarse de forma más eficiente y personalizada, adaptada a cada usuario. Aplicaciones como DASSCi facilitan este proceso, al permitir a los usuarios compartir sus entrenamientos, preferencias e intereses deportivos con otros miembros de la comunidad. De esta manera, se fomenta un estilo de vida activo y saludable entre los habitantes de la ciudad inteligente.

En este contexto, DASSCi, la aplicación desarrollada en esta contribución, se basa en el uso de DAs para ayudar a los deportistas a registrar y gestionar

sus actividades deportivas, organizar grupos de entrenamiento o actividades en equipo, sugerir otros usuarios con preferencias similares, decidir con quién compartir la información, ofrecer una selección de las instalaciones deportivas más cercanas y adecuadas, y obtener recompensas por su dedicación al ejercicio.

### 3. DASSCi: Visión de la aplicación

#### 3.1. Funcionalidad

DASSCi es una plataforma de DAs en ciudades inteligentes diseñada para fomentar la actividad física y la interacción social entre los distintos usuarios en la ciudad de Málaga.

La aplicación se basa en el modelo de Avatares Digitales, lo que significa que los usuarios tienen un perfil virtual almacenado en su dispositivo móvil. Para registrarse en la aplicación, los usuarios pueden utilizar su cuenta de Google, y una vez iniciada sesión, pueden ver y modificar su perfil de usuario. El perfil contiene información personal, como el nombre, fecha de nacimiento, género y una fotografía. Además, los usuarios pueden realizar una descripción sobre ellos mismos e indicar sus intereses deportivos, es decir, los tipos de actividades físicas que prefieren; por ejemplo, calistenia, atletismo, senderismo, etc.

Para proporcionar una lista completa y actualizada de las instalaciones deportivas de la ciudad, la aplicación utiliza Datos Abiertos del Ayuntamiento de Málaga [9]. En concreto, se obtiene la información de las siguientes instalaciones específicas: aparatos de *workout*, pistas de atletismo, centros deportivos, rutas de senderismo y zonas de musculación al aire libre. Adicionalmente, se incorporan datos de algunos centros deportivos y gimnasios privados de la ciudad de Málaga, no ofrecidos por el portal de Datos Abiertos.

Gracias a la información obtenida, los usuarios pueden buscar y filtrar las instalaciones deportivas por tipo de actividad física, y pueden ver la ubicación de cada instalación en un mapa interactivo, así como la distancia a la que se encuentran, a través de la localización del usuario. Esto puede observarse en las Figuras 1a y 1b. La aplicación utiliza la señal GPS del dispositivo móvil para determinar la ubicación de los usuarios en exteriores, y dispositivos de tipo baliza (*beacon*) Bluetooth para la ubicación en interiores, donde la señal GPS tiende a ser débil y puede fallar.

Para animar a los usuarios a añadir sus actividades deportivas, la aplicación les permite hacer un seguimiento de sus entrenamientos y registrar información, como la duración, sensaciones, o la distancia recorrida en casos específicos, como puede observarse en la Figura 1d. Los usuarios también pueden ver su historial de entrenamiento y eliminar o editar actividades previamente registradas.

Para fomentar la competencia entre los usuarios, la aplicación otorga puntos por el tiempo dedicado a la actividad física, y muestra una clasificación de los usuarios según los puntos obtenidos. El sistema también fomenta la interacción social entre los usuarios mediante la creación de una red social deportiva (Figura 1c). Los usuarios pueden enviar solicitudes de amistad a otros usuarios, y

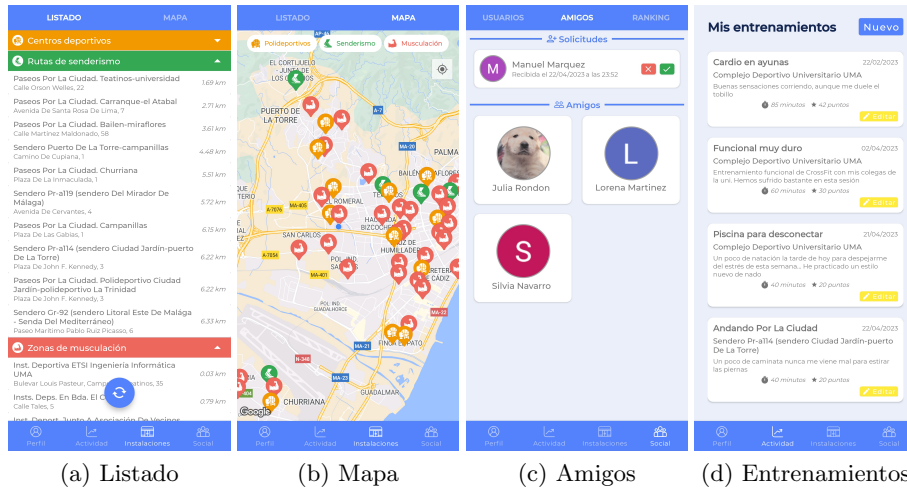


Figura 1. Funcionalidades del sistema DASSCi.

una vez aceptadas, pueden ver el perfil completo del otro usuario y compartir información sobre sus actividades deportivas. Se utilizan notificaciones *push* para informar a los usuarios sobre solicitudes de amistad recibidas y el registro de nuevos entrenamientos de otros usuarios.

### 3.2. Avatar Digital de un usuario en DASSCi

Como se ha comentado anteriormente, el DA de un usuario es la representación virtual de su perfil, que le permite gestionar su información de forma segura utilizando un enfoque descentralizado y entre pares.

En esta aplicación, el Avatar Digital del usuario contiene información estructurada en tres secciones principales: detalles personales, actividades de entrenamiento y relaciones sociales, como puede observarse en el Código 1.1. Al almacenar y gestionar estos datos de manera local en el dispositivo del usuario, éste tiene el control total sobre su información.

La primera sección que se contempla, *Personal*, almacena los datos personales del usuario, como su nombre, dirección de correo electrónico, fecha de nacimiento, fotografía, género, puntuación, localización, insignias, intereses y descripción.

La sección *Trainings* recopila información sobre las actividades de entrenamiento realizadas por el usuario. Cada entrenamiento contiene detalles como el nombre, descripción, instalación deportiva, fecha y duración de la actividad.

Por último, la sección *Social* se centra en las interacciones sociales del usuario dentro del sistema. Incluye las solicitudes de amistad recibidas, con información como el nombre del interesado y fecha en que se recibió la solicitud. También contiene una lista de amigos, con detalles como nombre, fecha de nacimiento, fotografía, intereses, descripción y entrenamientos realizados por cada amigo.



Respecto a la privacidad de los datos, los usuarios de la aplicación que no son amigos de un usuario solamente tienen acceso al nombre, fotografía, intereses y puntuación de dicho usuario. Cuando dos usuarios establecen una relación de amistad, adquieren acceso a más información: fecha de nacimiento, género y descripción, así como el listado de entrenamientos realizados.

```

1 - Personal:
2   - Me:
3     - Name: "Maria Zambrano"
4     - Email: "zambrano@uma.es"
5     - Birth: 20/01/1990
6     - Photo: "./maria.jpg"
7     - Gender: "Femenino"
8     - TotalScore: 92
9     - Location:
10      - Latitude: 36.71506
11      - Longitude: -4.47824
12     - Badges: ["Principiante"]
13     - Interests: ["Atletismo", "Caminar", "CrossFit"]
14     - Description: "Chica atletica y activa que ama el
15       deporte y la actividad fisica"
16   - Trainings:
17     - Training_1:
18       - Name: "Cardio en ayunas"
19       - Description: "Buenas sensaciones corriendo..."
20       - SportFacility: "Complejo Deportivo Universitario"
21       - Date: 22/02/2023
22       - Duration: 85
23     ...
24
25   - Social:
26     - FriendRequests:
27       - Request_1:
28         - Name: "Manuel Marquez"
29         - Datetime: 22/04/2023 23:52
30     - Friends:
31       - Friend_1:
32         - Name: "Julia Rondon"
33         - Birth: 12/03/1995
34         - Photo: "./julia.jpg"
35         - Gender: "Femenino"
36         - Interests: ["Caminar, Gimnasio"]
37         - Description: "Me encanta entrenar en grupo"
38         - Trainings: []
39       ...
40     ...

```

**Código 1.1.** Extracto de la información del Avatar Digital de un usuario.

### 3.3. Arquitectura de la aplicación

La arquitectura del sistema, que se muestra en la Figura 2, ha sido diseñada para ser distribuida y centrada en los usuarios. Los *smartphones* con Bluetooth, WiFi y GPS actúan como núcleo del sistema, y los datos del perfil de cada usuario se almacenan localmente en su dispositivo personal utilizando Couchbase Lite [10], construyendo así su Avatar Digital.

Por otro lado, MongoDB Atlas [11] se utiliza para almacenar en la nube información sobre las instalaciones deportivas de Málaga, que se obtienen del Portal de Datos Abiertos del Ayuntamiento. Para incorporar nuevas instalaciones, se ha desarrollado un script en Python que actualiza los datos cada mes, ya que son estáticos y suelen producirse pocos cambios. Para no tener que realizar peticiones repetidamente a la nube, la información de las instalaciones deportivas registradas se guarda también en los dispositivos móviles, siendo actualizada periódicamente desde la base de datos en la nube.



Figura 2. Arquitectura del sistema DASSCi.

Las balizas o *beacons* Bluetooth [12] desempeñan un papel importante en la detección de la ubicación del usuario en interiores, como centros deportivos. Estos dispositivos transmiten señales Bluetooth Low Energy (BLE) que son recibidas por el smartphone para proporcionar información precisa sobre la posición del usuario. De este modo, además de conocerse la afluencia de personas, podría obtenerse información acerca de la presencia de cada usuario en determinadas salas de los centros deportivos.

Finalmente Firebase [13], una plataforma integral para el desarrollo de aplicaciones móviles, ofrece varios servicios que se integran en el sistema:

- **Firebase Authentication:** Gestiona la identificación de los usuarios en la aplicación, permitiendo el registro y el inicio de sesión con Google, lo que facilita la entrada de nuevos usuarios al sistema.

- Firebase Realtime Database: Permite almacenar y sincronizar datos esenciales de los usuarios registrados en tiempo real, lo que permite a los usuarios interactuar entre sí y conocer quiénes están activos en todo momento.
- Firebase Cloud Messaging: Facilita la comunicación entre dispositivos mediante notificaciones *push*, lo que permite a los usuarios enviar y recibir mensajes, como solicitudes de amistad o información de los entrenamientos.

Esta arquitectura distribuida y centrada en el usuario empodera a los participantes al permitirles mantener el control de su información y gestionar cómo se comparte y se accede a ella. Al mismo tiempo, la arquitectura promueve la colaboración y la interacción en esta aplicación de computación social, lo que mejora la experiencia del usuario y fomenta la creación de comunidades en línea.

#### 4. Trabajos relacionados

En trabajos anteriores, los autores de esta contribución hemos colaborado en diferentes propuestas para mejorar la interacción entre dispositivos inteligentes y personas, aprovechando las capacidades de los dispositivos móviles y las técnicas de procesamiento de eventos complejos. En [7] se presentó el modelo de *People as a Service (PeaaS)*, que utiliza dispositivos móviles para almacenar y ofrecer perfiles de usuario como un servicio, enfocándose en la privacidad del usuario, utilizando configuraciones y verificadores de privacidad para dar control al usuario sobre el acceso a su información. Así, *PeaaS*, junto con el Internet de las Personas (del inglés, *Internet of People—IoP*) [14], conforman dos modelos que identifican a los teléfonos móviles como los elementos centrales en la integración de las personas en Internet.

Partiendo de dichos modelos, en [6] proponemos un *framework* que permite la actualización y adaptación dinámica tanto de los perfiles virtuales como del comportamiento de los dispositivos inteligentes, usando como caso de estudio un supermercado. Por otro lado, en los trabajos [5,15,?] se realiza una propuesta basada también en Avatares Digitales, para deducir hábitos y preferencias y, posteriormente, monitorizar el bienestar de los ancianos, especialmente aquellos que viven en áreas rurales y poco pobladas. Como la confianza es un aspecto crítico en este contexto, el trabajo [8] propone un sistema de gestión de confianza aplicando lógica subjetiva, utilizando un sistema de transporte compartido colaborativo como ejemplo.

En el trabajo [16] se presenta *Jet*, una aplicación móvil para universitarios que mejora la comunicación y fomenta la interacción, almacenando y analizando los datos de posicionamiento y académicos en sus dispositivos móviles.

Destacamos también los trabajos [17,18], donde se presenta *Human Microservices*, un *framework* que permite considerar a las personas como proveedores de servicios en el ámbito de *SOC (Service Oriented Computing)* [19]. En concreto, en la contribución [17] se expone una aplicación desarrollada durante la pandemia para monitorizar a los ancianos que viven solos, utilizando microservicios humanos para rastrear la actividad y el estado de salud de los usuarios, compartiendo esa información con los servicios de salud y partes autorizadas.

Por último, la contribución [4] presenta una extensión de Avatares Digitales para *crowdsensing* distribuido, cuyo escenario se centra en la recopilación de datos demográficos y los hábitos de los clientes de un teatro.

La propuesta de DASSCi se alinea con los trabajos relacionados mencionados, ya que utiliza el concepto de Avatares Digitales para proponer un escenario enfocado al deporte. Así, se construyen perfiles virtuales personalizados, lo que permite a los usuarios registrar y gestionar sus actividades deportivas y conectarse con otros usuarios con intereses deportivos similares.

## 5. Conclusiones y trabajo futuro

La aplicación permite registrar los entrenamientos, consultar instalaciones deportivas en Málaga y establecer relaciones de amistad, fomentando la socialización y competición. Desde una perspectiva técnica, actualmente se hace uso de servicios de Firebase para facilitar la comunicación y la gestión de ciertos aspectos de los usuarios, pero la información privada sigue residiendo en los smartphones. Uno de los trabajos futuros es desprendernos totalmente de los servicios de Firebase para evitar la centralización al completo.

Para ampliar la funcionalidad de la aplicación, en términos de privacidad, se permitirá a los usuarios decidir, con mayor precisión, qué datos compartir públicamente, cuáles con personas específicas, y cuáles mantener en privado. Además, se implementarán funciones de mensajería en tiempo real, y se considerarán recompensas en colaboración con el Ayuntamiento de Málaga.

Sin embargo, el trabajo futuro al que le otorgamos mayor prioridad es el desarrollo de un *Digital Twin* enfocado en la ciudad inteligente de Málaga, que denominamos *Urban Digital Twin (UDT)* [20]. Como se ha introducido en la Sección 2.2, la práctica de actividades físicas al aire libre en la ciudad de Málaga requiere la consideración de múltiples factores, como la contaminación, el tráfico, el clima y las preferencias personales de los ciudadanos. La planificación eficiente y personalizada de estas actividades mejoraría la calidad de vida de los habitantes y visitantes de la ciudad, permitiendo disfrutar de una experiencia agradable y saludable. El uso de un UDT especializado en actividades deportivas y al aire libre podrá ayudar en la planificación y optimización de recursos, así como en la personalización de servicios y la predicción de la demanda futura.

Considerando dicha línea futura, la integración de los avatares digitales de los ciudadanos dentro del Urban Digital Twin de la ciudad de Málaga será ventajoso tanto para la ciudad como para sus habitantes. Al considerar el UDT las preferencias, rutinas y comportamientos de cada ciudadano, la ciudad podrá planificar de manera más eficiente el uso de recursos, prever demandas futuras, monitorizar el estado actual de estos aspectos urbanos y proponer cambios cuando sea necesario, adaptándose a situaciones excepcionales e informando a los ciudadanos sobre modificaciones.

Por otro lado, los ciudadanos podrán disfrutar de servicios personalizados, recibir información en tiempo real sobre el tráfico, la calidad del aire y la disponibilidad de espacios para entrenar, además de influir en la planificación y

evolución futura de la ciudad en relación con las actividades al aire libre al compartir sus opiniones y preferencias personales. El UDT también propondrá actividades grupales a ciudadanos con intereses y preferencias similares, mientras que los avatares digitales individuales podrán ayudar a sus propietarios a organizar grupos de entrenamiento o actividades en equipo.

## Referencias

1. Cocchia, A.: Smart and Digital City: A Systematic Literature Review (2014)
2. Nikki Han, M.J., Kim, M.J.: A critical review of the smart city in relation to citizen adoption towards sustainable smart living. *Habitat Int.* 108, 102312 (2021)
3. Pérez-Vereda, A., Canal, C., Pimentel, E.: Modelling digital avatars: A tuple space approach. *Science of Computer Programming* 203, 102583 (2021)
4. Bandera, D., Pozas, N., Bertoa, M.F., Álvarez, J.M., Canal, C., Pimentel, E.: Extensión de Digital Avatars para crowdsensing distribuido. In: *Sistedes JCIS* (2021)
5. Bertoa, M.F., Moreno, N., Perez-Vereda, A., Bandera, D., Álvarez Palomo, J.M., Canal, C.: Digital Avatars for Older People's Care. In: *Proc. of IWoG@Gerontechnology'20, CCIS*, vol. 1185, pp. 59–70 (2020)
6. Pérez-Vereda, A., Murillo, J.M., Canal, C.: Dynamically Programmable Virtual Profiles as a Service. In: *2019 IEEE SmartWorld/SCALCOM/UIC/ATC/CBDCCom/IOP/SCI*. pp. 1789–1794 (2019)
7. Guillén, J., Miranda, J., Berrocal, J., García-Alonso, J., Murillo, J.M., Canal, C.: People as a Service: A Mobile-centric Model for Providing Collective Sociological Profiles. *IEEE Softw.* 31(2), 48–53 (2014)
8. Muñoz, P., Pérez-Vereda, A., Moreno, N., Troya, J., Vallecillo, A.: Incorporating Trust into Collaborative Social Computing Applications. In: *Proc. of EDOC* (2021)
9. Datos Abiertos Málaga. <https://datosabiertos.malaga.eu/group/deporte>
10. Couchbase Lite. <https://couchbase.com/products/lite>
11. MongoDB Atlas. <https://mongodb.com/atlas/database>
12. iBKS 105: Accent Systems. <https://accent-systems.com/product/ibks-105>
13. Firebase Documentation. <https://firebase.google.com/docs>
14. Miranda, J., Mäkitalo, N., García-Alonso, J., Berrocal, J., Mikkonen, T., Canal, C., Murillo, J.M.: From the Internet of Things to the Internet of People. *IEEE Internet Comput.* 19(2), 40–47 (2015)
15. Bertoa, M.F., Moreno, N., Pérez-Vereda, A., Bandera, D., Álvarez-Palomo, J.M., Canal, C.: Digital Avatars: Promoting Independent Living for Older Adults. *Wirel. Commun. Mob. Comput.* 2020, 1–11 (2020)
16. Berrocal, J., Canal, C., García-Alonso, J., Mäkitalo, N., Mikkonen, T., Miranda, J., Murillo, J.M.: Smartphones as Personal Profile Providers: Enhancing Mobile App Architectures. In: *2nd ACM ICMSES, MOBILESoft*. pp. 134–135 (2015)
17. Laso, S., Berrocal, J., García-Alonso, J., Canal, C., Murillo, J.M.: Human micro-services: A framework for turning humans into service providers. *Softw. Pract. Exp.* 51(9), 1910–1935 (2021)
18. Laso, S., Berrocal, J., García-Alonso, J., Canal, C., Murillo, J.M.: Service Oriented Computing for Humans as Service Providers. In: *Next-Gen Digital Services. A Retrospective and Roadmap for SCF*. vol. 12521, pp. 111–122 (2021)
19. Papazoglou, M.P., Georgakopoulos, D.: Introduction: Service-oriented computing. *Communications of the ACM* 46(10), 24–28 (2003)
20. Deng, T., Zhang, K., Shen, Z.J.M.: A systematic review of a digital twin city: A new pattern of urban governance toward smart cities. *MSC* 6(2), 125–134 (2021)

