

Diseño de Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento: un Framework Conceptual

Cecilia Challiol^{1,2}, Alejandra B. Lliteras^{1,3} and Silvia E. Gordillo^{1,3}

¹ UNLP, Facultad de Informática, LIFIA. Calle 50 y 120, La Plata, Argentina.

² CONICET, Argentina

³ CICPBA, Buenos Aires, Argentina

{ceciliac, lliteras, gordillo}@lifia.info.unlp.edu.ar

Resumen. Este trabajo presenta un framework conceptual para el diseño de Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento. Se usa el concepto de separación de concerns para identificar aquellas características relevantes de este tipo de aplicaciones. Esta separación, facilita la adaptación y evolución de las mismas. Los conceptos del framework propuesto pueden ser útiles cuando se deben diseñar no solo nuevas aplicaciones sino también herramientas de autor para este tipo de aplicaciones. Se desea que este trabajo sirva para crear un espacio de discusión de aquellas características que podrían cambiar en este tipo de aplicaciones, y de cómo poder anticiparse en una etapa temprana de diseño a estos cambios. Se discutirán algunas características relacionadas a este tipo de aplicaciones.

Palabras Claves: Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento; Framework Conceptual; Diseño; Separación de Concerns.

1 Introducción

Actualmente es indudable la masividad que tienen los dispositivos móviles, generando que se incrementen día a día las aplicaciones para los mismos. Al contar con mecanismos de sensado incorporados (por ejemplo, GPS) se puede crear gran variedad de aplicaciones, en particular aquellas que se basan en la posición del usuario; estas aplicaciones son conocidas como basadas en posicionamiento y cuentan con la particularidad de brindar, a partir de la posición actual del usuario, alguna información o servicio. A medida que el usuario se mueve por el espacio físico, estos servicios van variando. En este tipo de aplicaciones, la posición es un contexto relevante [1].

Las Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento pueden cubrir diferentes dominios, por ejemplo, en [2] se mencionan: tour guiados, aplicaciones o herramientas educativas, ficciones sensibles a la posición o juegos sensibles a la posición. Otro tipo de dominio podría ser el de las experiencias urbanas vivenciales [3]. Cada dominio requiere que se diseñen características propias del mismo, por ejemplo, información del tour o actividades educativas. Sin embargo, todas estas aplicaciones tienen características en común relacionadas al posicionamiento, como

pueden ser, por ejemplo, el sensado de la posición, mostrar la posición en un mapa (lo cual implica representar de alguna manera el espacio físico), brindar información (o servicios) al llegar a una posición. Es decir, el diseño de este tipo de aplicaciones implica no solo considerar las características propias de cada dominio, sino también todo lo relacionado con el posicionamiento. La complejidad del diseño aumenta si se consideran además otros contextos [4].

El diseño de cualquier aplicación debe pensarse para soportar adaptación y evolución, como se menciona en [5]. Para estos autores, la adaptación consiste en poder agregar nuevos requerimientos pero manteniendo el objetivo original para el que fue creada la aplicación (por ejemplo, mediante nuevos servicios). Mientras que la evolución consiste en realizar cambios modificando el objetivo original para el que fue creada la aplicación (por ejemplo, que una aplicación móvil de tour guiado agregue características de juego). En el caso de las Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento, por la gran demanda del mercado, estas están en constante cambio, no solo se agregan nuevos requerimientos (adaptación) sino que también, muchas veces, cambia el objetivo original (evolución). Con lo cual es fundamental considerar esto en una etapa temprana de diseño.

Existen metodologías para abordar diferentes características de las aplicaciones sensibles al contexto [6], incluyendo a las aplicaciones móviles basadas en posicionamiento. Sin embargo no hay una solución unificada o sistemática para diseñar este tipo de aplicaciones como se menciona en [4] y [6]. Es decir, esto aún es un área abierta de investigación.

Muchas veces, por desconocimiento, los desarrolladores pasan directamente a la implementación sin considerar la etapa de diseño. Por ejemplo, si un desarrollador quiere usar la API de posicionamiento de Android cuenta con documentación de consulta [7] como así también ejemplos de código [8]. Sin embargo, estos ejemplos solo se focalizan en mostrar cómo usar la funcionalidad de la API, y tienen acoplado generalmente todo el comportamiento de la aplicación en una sola clase. Si los desarrolladores siguen solo estos ejemplos sin tener en cuenta buenas prácticas de diseño, es muy posible que su aplicación no pueda adaptarse fácilmente a nuevos requerimientos y que sea muy compleja la evolución de la misma. Esta es una de las motivaciones de este trabajo, poder brindar un framework conceptual que sirva no solo en la etapa de diseño, sino también como guía para que los desarrolladores puedan identificar características relevantes y puntos de variabilidad en las Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento; y que a esto lo puedan considerar cuando implementan este tipo de aplicaciones. Es decir, que los puntos de variabilidad se implementen de manera desacoplada, facilitando así la evolución de las aplicaciones desarrolladas.

El objetivo de este trabajo es presentar un framework conceptual para el diseño de Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento. Este framework surge a partir del trabajo que hemos venido haciendo en el área (por ejemplo: [9], [10], [11] y [12]). Usamos el concepto de separación de concerns para identificar aquellas características relevantes de este tipo de aplicaciones, esto facilita luego la adaptación y evolución de las mismas. Esperamos que los conceptos del framework conceptual propuesto puedan ser útiles no solo a la hora de diseñar nuevas aplicaciones sino también al diseñar herramientas de autor para este tipo de aplicaciones.

Se desea que este trabajo sirva para crear un espacio de discusión de aquellas características que podrían evolucionar en este tipo de aplicaciones, y cómo poder anticiparse a esto en una etapa temprana de diseño.

Este trabajo se estructura de la siguiente manera. En la Sección 2 se presentan algunos trabajos relacionados. En la Sección 3 se describe un ejemplo motivador para ayudar al lector a identificar las características de evolución que podrían tener las Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento. En la Sección 4 se presenta el framework conceptual propuesto para diseñar Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento. Además, se discuten algunas características relevantes a considerar cuando se está diseñando este tipo de aplicaciones. Las conclusiones y algunos trabajos futuros son descriptos en la Sección 5.

2 Trabajos Relacionados

Las Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento, son un subconjunto de las aplicaciones sensibles al contexto [6], donde la posición es un contexto relevante. Estas posiciones se vuelven lugares con significado [3]. Estos lugares se pueden estructurar de diferentes maneras dentro de las aplicaciones, por ejemplo, linealmente [2]. Cada forma de estructurar o tipo de estructura, determina como se va a comportar luego la aplicación móvil, por ejemplo, haciendo que el usuario recorra los lugares de uno en uno, siguiendo un orden preestablecido. En [2] se identifican diferentes estructuras pero no se contempla una separación entre el contenido de la aplicación y las posiciones. Este acoplamiento no permite que se reúsen ambos conceptos (contenidos y posiciones) en diferentes estructuras, en la Sección 4 se brindan más detalles de cómo desacoplar estos conceptos.

En [1] se presenta una taxonomía de guías móviles sensibles al contexto, donde se especifica que el contexto más usado por las aplicaciones relevadas, es la posición. Esto se debe generalmente a la disponibilidad de APIs para obtener la posición del usuario. En [6] se presenta un resumen de las características involucradas en las aplicaciones sensibles al contexto, se detallan distintas características relacionadas con la implementación de este tipo de aplicaciones, lo que podría considerarse como un complemento al framework conceptual presentado en este trabajo.

En [4] se propone un proceso de diseño de sistemas inteligentes (o sensibles al contexto) que tiene como objetivo apoyar a los diseñadores de sistemas en su tarea. Los autores consideran todos los pasos de la ingeniería de software, desde el análisis del estado del arte hasta la implementación. Dado que los pasos son descriptos de forma muy general, nuestro framework conceptual podría ser útil para poder abordar con más profundidad los pasos que, en [4], se denominan “*functional requirements*” y “*fine-turning*”.

3 Motivación

En esta sección se presenta un ejemplo para ayudar a los lectores a entender algunos de los diferentes potenciales que podrían surgir relacionados a la evolución de las

Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento, los cuales deberían ser considerados en una etapa temprana de diseño.

Supongamos que se desean diseñar Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento para ser usadas dentro de un museo (espacio físico). Puede ser que la necesidad de contar con algunas de estas aplicaciones surja a lo largo del tiempo y en diferentes momentos (por ejemplo, a partir de requerimientos de los usuarios), por eso se considera importante prever la posibilidad de brindar nuevas aplicaciones a ser usadas en el mismo espacio físico, anticipándolo en la etapa de diseño.

Podríamos suponer, que la primera aplicación que una persona se imagina, relacionada a un museo, es aquella que brinda información relacionada con cada elemento del museo. En este caso, cada elemento del museo podría tener, por ejemplo, un código QR, y cuando el usuario lee el mismo con su dispositivo móvil, recibe la información de ese elemento (un ejemplo de este tipo de funcionalidad es presentado en [13]).

Luego, el museo podría querer proporcionar Aplicaciones Educativas Móviles basadas en Posicionamiento, dado que se reciben muchas visitas de escuelas. En este caso, se plantean actividades educativas asociadas a diferentes elementos del museo. Podrían surgir diferentes aplicaciones educativas móviles según los perfiles de los alumnos, planteando cada una de ellas diferentes actividades educativas. Estas aplicaciones podrían, por ejemplo, brindar preguntas cuando los alumnos leen con sus dispositivos móviles los códigos QR provistos por el museo. Cabe destacar que en el caso de diseñar aplicaciones educativas móviles basadas en posicionamiento la participación de los docentes es fundamental [14].

Pero también, el museo podría querer proveer Juegos Móviles basados en Posicionamiento, donde se involucren elementos del museo. Por ejemplo, que los chicos que visitan el lugar, al leer un código QR (de un elemento del museo) puedan identificar que nombre tenía ese animal en la película “La era de hielo”.

Además, el museo podría querer proporcionar una Aplicación Móvil para asistir en la movilidad a personas no videntes que visiten el lugar. Este tipo de aplicaciones requiere más nivel de precisión en la representación del espacio físico del lugar [15]. Esta última aplicación podría integrarse con cualquiera de las otras mencionadas anteriormente.

De esta manera se puede apreciar cómo pueden ir surgiendo diferentes aplicaciones móviles dentro del museo, cada una de ellas con contenidos distintos pero todas relacionadas a las posiciones de los elementos del museo. Es decir, que estas posiciones del museo (posiciones relevantes) se podrían reutilizar, esto es una característica a considerar en la etapa de diseño. Para esto, las posiciones relevantes deben ser especificadas sin acoplarse con características de los dominios [10]. Más aun, los mecanismos usados para determinar la posición actual del usuario, también se podrían compartir entre las distintas aplicaciones. En el caso de los ejemplos mencionados anteriormente se reutilizaban los códigos QR. En la etapa de diseño se deberían plantear los mecanismos de sensado de posiciones de forma genérica, con el fin de desacoplar la manera en la que se obtiene una posición, de las características propias de los dominios de las aplicaciones en las cuales serán usados.

Supongamos ahora, que en el museo ya se cuenta con las aplicaciones descritas anteriormente, y que con el auge de los *Beacons* [16], el museo decide incorporarlos como su nuevo mecanismo de sensado, evitando que los usuarios tengan que leer

códigos QR empleando un dispositivo móvil. Para que esto impacte lo menos posible en las aplicaciones existentes, las posiciones se deberían de haber especificado de manera independiente del mecanismo de sensado usado para obtener el valor de la posición. De ser así, cambiar el mecanismo de sensado o combinarlos, impactaría mínimamente en las aplicaciones existentes. Esta es otra de las características que se puede considerar al diseñar las posiciones, previendo que los mecanismos de sensado de posiciones pueden variar en el tiempo [9]. Para esto, las posiciones relevantes se deberían definir de manera independiente al mecanismo de sensado; y adicionalmente tener una forma de "interpretar" el valor obtenido con el mecanismo de sensado para identificar con cual posición relevante se corresponde.

La representación del espacio físico, que el usuario generalmente visualiza en su dispositivo móvil como un mapa, también se podría reusar entre las distintas aplicaciones. El museo podría tener su mapa indoor ad-hoc, sin embargo este también podría evolucionar en el tiempo y pasar a estar digitalizado como un mapa indoor de Google [17]. Si en la etapa de diseño se establece una interfaz común a cualquier representación del espacio físico [18], el impacto de usar una nueva representación sería mínimo.

En la Fig. 1 se muestra cómo desacoplar para poder reusar tanto la representación del espacio físico como las posiciones relevantes. Por simplicidad, se muestra en detalle como una misma posición relevante podría combinarse en varias aplicaciones móviles, en este caso son una aplicación educativa, un tour y un juego. Se podrían reusar todas las posiciones relevantes o un subconjunto de ellas. El contenido de cada aplicación está relacionado con lo que cada una debe definir, como puede ser, para este caso: actividades educativas, información de los elementos del museo o información del juego respectivamente.

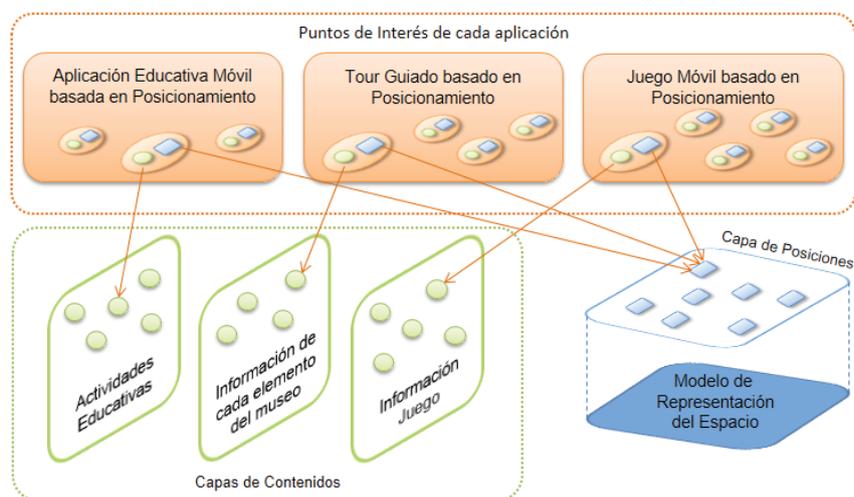


Fig. 1. Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento dentro de un museo.

En la Fig. 1 se puede apreciar que los puntos de interés (PoI) definidos para cada aplicación no se relacionan entre sí, esto es por simplicidad del ejemplo. Estos PoI podrían estar estructurados de diferente manera, algunos ejemplos de estructuras se mencionan en [2]. Cabe mencionar que en [2] no se identifica el concepto de PoI, ni la separación entre contenido y posiciones, solo se detallan los tipos de estructuras. Para el diseño, estas estructuras podrían estar planteadas en forma genérica y luego instanciarse con diferentes PoI. Especificar los PoI independientes de la estructura que los contenga permite que los mismos puedan ser reusados en más de una estructura. Más aun, considerando que cada uno de los tipos de estructuras se pueden definir para que se comporten siempre igual independientemente de los PoI que contengan. Por ejemplo, a una estructura lineal el usuario siempre la recorre de la misma manera independientemente del contenido que se muestra en cada lugar. Si estas estructuras se diseñan genéricas se pueden reusar en diferentes aplicaciones.

En la Fig. 1, se pueden apreciar contenidos para tres aplicaciones particulares, sin embargo estos contenidos podrían ser reusados en otras aplicaciones. Por ejemplo, si se considera a una actividad educativa como un contenido, ésta podría reusarse en varias aplicaciones educativas móviles.

De esta manera, se pudo apreciar como las aplicaciones pueden ir cambiando en el tiempo o bien pueden ir surgiendo nuevas aplicaciones. Contar con una interfaz común para las representaciones del espacio, definir los mecanismos de sensado de posiciones genéricos como así también las capas de posiciones (independiente de los dominios y de los mecanismos de sensado), agiliza el diseño de nuevas Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento. Y además permite prever puntos de variabilidad en una etapa temprana, como es el diseño, facilitando tanto la adaptación y evolución de las aplicaciones.

4 Framework conceptual para el diseño de Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento

La definición de nuestro framework conceptual surge a partir de diferentes trabajos que venimos realizando en el área. Por ejemplo, en [9] presentamos un modelo de solución para la variabilidad de las características de contexto en aplicaciones sensibles al contexto. Hemos combinado una aplicación móvil basada en posicionamiento con actuaciones en vivo de actores [10]. En [11] definimos una herramienta de creación in-situ de experiencias móviles basadas en posicionamiento, la cual extendimos para el dominio educativo [12]. Estos trabajos nos han permitido explorar y aprender distintas características relacionadas al diseño de este tipo de aplicaciones.

En la Fig. 2 se puede apreciar el framework conceptual propuesto, en el cual usamos el concepto de separación de concerns (capas) para desacoplar cada una de las características que potencialmente podría tener variabilidad. Se puede apreciar que se desacoplan tanto los mecanismos de sensado como la representación del espacio.

Realizar una registración genérica a mecanismos de sensado permite estar recibiendo notificaciones del cambio de posición, sin importar de cual mecanismos de sensado se obtuvo dicho valor. Para esto, además cada mecanismos de sensado debe

estar definido genérico (en [9] se puede profundizar en una solución de modelado para abordar esta característica). Cada vez que se sensa un nuevo valor (por alguno de los mecanismos de sensado), las aplicaciones registradas reciben dicho valor, y le dan una interpretación acorde a las posiciones relevantes que tienen definidas.

Desacoplar la representación del espacio, permite que ésta pueda ir variando en el tiempo, ésto se presentó en el ejemplo motivador donde se contaba con una representación del espacio ad-hoc, la cual como se mencionó podría ser reemplazada por un mapa indoor de Google. Al diseñar desacoplado, y plantear una interfaz de acceso común, reemplazar una representación del espacio por otra, sería transparente para la aplicación.

También se puede apreciar en la Fig. 2 que se plantean por separado, en diferentes capas, los aspectos de contenido, posiciones y PoI, esto permite el reuso de cada aspecto en distintas Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento. Cabe mencionar que cada capa de posiciones relevantes debe ser especificada de forma genérica sin estar acoplada a la representación del espacio, esto permite que cualquier cambio en la representación no impacte en los PoI ya definidos por la aplicación.

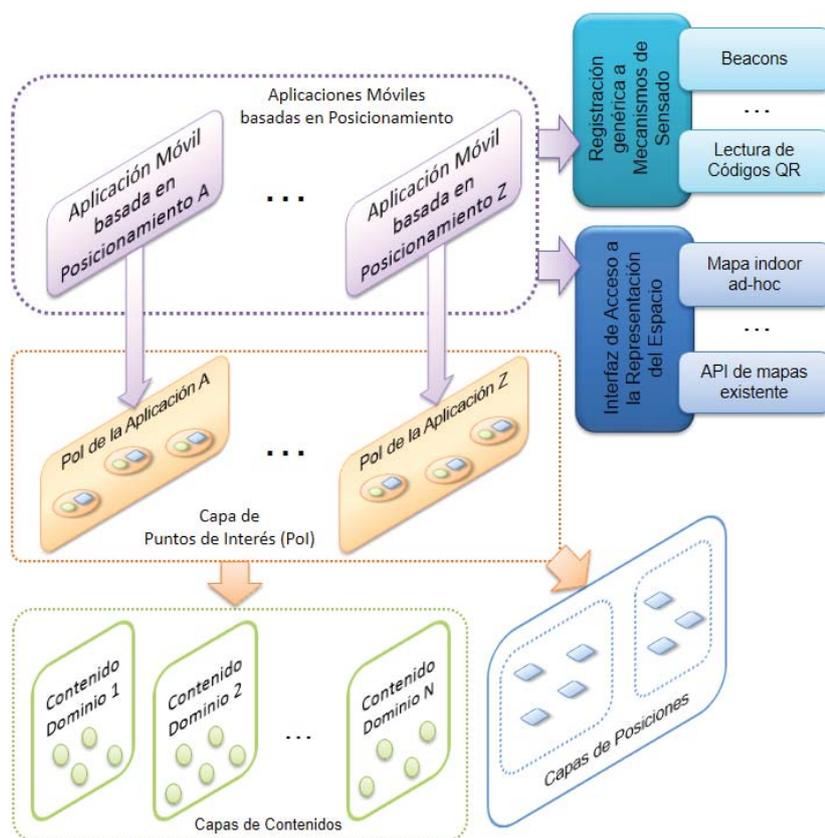


Fig. 2. Framework conceptual propuesto para diseñar Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento.

Podría considerarse otra capa desacoplada que agrupe los PoI según diferentes estructuras, más detalles de posibles estructuras se puede encontrar en [2]; tener en cuenta que, en el trabajo citado, estas estructuras no se plantean desacoplando contenidos de posiciones algo que se puede complementar con nuestro framework. Para que estas estructuras sean reutilizables deberían plantearse genéricas, y ser instanciadas con los PoI de la aplicación, como se mencionó en la Sección 3.

De esta manera se presentó el framework conceptual propuesto para diseñar Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento. Donde se pueden apreciar los puntos de variabilidad respecto de los mecanismos de sensado y la representación del espacio. Además, se presenta una separación en capas del contenido, posiciones y PoI fomentando el reuso de los mismos, y de esta manera, agilizar los futuros diseños.

4.1 Discusión

En esta subsección se presentan algunas discusiones relacionadas al framework conceptual propuesto para aportar así otras consideraciones que se deben tener en cuenta cuando se diseñan Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento.

Cabe mencionar que el framework conceptual propuesto es un punto de partida para poder seguir explorando que consideraciones hay que tener en cuenta para lograr que las Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento sean adaptables y puedan evolucionar de una forma sencilla.

Notar que los conceptos presentados en el framework conceptual podrían ser utilizados para llevarlos a la práctica en cualquier entorno de desarrollo, ya sea nativo, web móvil o híbrido.

En [19] se menciona que el diseño de las Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento podría ser in-situ. Esto requiere que se visite el lugar físico, y definir acorde a esa visita que contenidos brindar y cuáles podrían ser posiciones relevantes dentro de ese espacio físico. Por ejemplo, cuanto se tarda estimativamente en ir caminando de un lugar a otro, esto puede afectar que decisiones de diseño se toman. Crear in-situ Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento es un nuevo campo y requiere más investigación como se menciona en [20]. Usar como guía un framework conceptual, como el propuesto en este trabajo, permitiría que todo lo que se especifica in-situ sea luego reusable y pueda evolucionar.

Muchas veces el diseño de este tipo de aplicaciones requiere de la participación de un equipo multidisciplinario, el cual podría incluir a los usuarios finales en este proceso de diseño [21]. En [22] se explora la creación de narrativas basadas en posicionamiento, usando técnicas de co-diseño. Hay que considerar que las personas involucradas en el diseño pueden requerir de un entrenamiento para comprender las características de este tipo de aplicaciones [23].

En [24] se analizan ciertas características que debería tener una herramienta de autor para crear narrativas basadas en posicionamiento. Los autores, hacen un análisis a nivel conceptual con el objetivo de sentar las bases para la construcción de una herramienta de autor que están desarrollando.

En [11] y [12] se realiza una exploración inicial de las características que deberían tener las herramientas de autor para creación in-situ de Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento. Lo presentado en [11] y [12] sigue los lineamientos de

separación de concerns presentados en el framework conceptual propuesto. Acorde a lo aprendido a partir de estas herramientas definidas, podemos decir que al definir herramientas de este estilo, se deberían tener en cuenta las características que tienen los productos finales generados por las herramientas. Sería deseable que cambiar de mecanismo de sentido o de representación del espacio fuera fácil para el usuario final que usa dichas herramientas. También sería deseable que estas herramientas permitieran reusar contenidos, posiciones o PoI, previamente definidos.

5 Conclusiones y Trabajos Futuros

En este trabajo se presentó un framework conceptual para el diseño de Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento. Se usa el concepto de separación de concerns para identificar aquellas características relevantes de este tipo de aplicaciones, pudiendo detectar así los puntos de variabilidad en una etapa temprana de diseño. Se describieron distintas consideraciones que podrían ser útiles no solo para diseñadores sino también para desarrolladores de este tipo de aplicaciones.

Deseamos que este trabajo ayude a crear un espacio de discusión sobre cómo diseñar Aplicaciones Móviles basadas en Posicionamiento. Los conceptos que se describen en este trabajo podrían utilizarse no solo para crear aplicaciones sino también herramientas de autor para este tipo de aplicaciones. Más aun, estas herramientas de autor podrían generar aplicaciones basadas en el framework conceptual propuesto. En [10] se pueden ver más detalles de una aplicación concreta que usa separación de concerns entre posiciones y contenido. En [11] o [12] se pueden ver más detalles de herramientas de autor concretas construidas también sobre la base de la separación de concerns.

Seguimos trabajando en extender la herramienta de autor presentada en [12], para luego poder realizar a futuro pruebas con docentes. También se realizarán a futuro co-diseño, por ejemplo, con docentes. A partir de este aprendizaje se espera poder seguir aprendiendo y ajustando las características que deben considerarse en un framework conceptual considerando además co-diseñar con un equipo multidisciplinario.

Referencias

1. Emmanouilidis, C., Koutsiamanis, R.A., Tasidou, A.: Mobile guides: Taxonomy of architectures, context awareness, technologies and applications. *Journal of Network and Computer Applications* 36 (1), 103-125 (2013)
2. Hargood, C., Hunt, V., Weal, M.J., Millard, D.E.: Patterns of sculptural hypertext in location based narratives. In: 27th ACM Conference on Hypertext and Social Media, pp. 61-70. ACM, New York (2016)
3. Stals, S., Smyth, M., IJsselsteijn, W.: Walking & talking: probing the urban lived experience. In: 8th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Fun, Fast, Foundational, pp. 737-746. ACM, New York (2014)
4. Bauer, C., Dey, A.K.: Considering context in the design of intelligent systems: Current practices and suggestions for improvement. *Journal of Systems and Software* 112, 26-47 (2016)

5. Weyns, D., Caporuscio, M., Vogel, B., Kurti, A.: Design for Sustainability = Runtime Adaptation \cup Evolution. In: the 2015 European Conference on Software Architecture Workshops, pp. 62-69. ACM, New York (2015)
6. Alegre, U., Augusto, J.C., Clark, T.: Engineering context-aware systems and applications: A survey. *Journal of Systems and Software* 117, 55-83 (2016)
7. Location-Aware en Android, <https://developer.android.com/training/location/index.html>
8. Ejemplos de Google Play Location, <https://github.com/googlesamples/android-play-location>
9. Fortier, A., Rossi, G., Gordillo, S.E., Challiol, C.: Dealing with variability in context-aware mobile software. *Journal of Systems and Software* 83 (6), 915-936 (2010)
10. Alconada Verzini, F.M., Tonelli, J.I., Cecilia, C., Llitas, A.B., Gordillo, S.E.: Combing Location-Aware Applications with in-situ Actors Performances. In: the 2015 Workshop on Narrative & Hypertext, pp. 27-31. ACM, New York (2015)
11. Alconada Verzini, F.M., Tonelli, J.I., Cecilia, C., Llitas, A.B., Gordillo, S.E.: Authoring Tool for Location-Aware Experiences. In: the 2015 Workshop on Narrative & Hypertext, pp. 21-25. ACM, New York (2015)
12. Zimbello, A.M., Alconada Verzini, F.M., Challiol, C., Llitas, A.B., Gordillo, S.E.: Authoring for location-based learning experiences. In: 4th International Conference on Mobile Software Engineering and Systems, pp. 211-212. IEEE Press (2017)
13. Pérez-Sanagustín, M., Parra, D., Verdugo, R., García-Galleguillos, G., Nussbaum, M.: Using QR codes to increase user engagement in museum-like spaces. *Computers in Human Behavior* 60, 73-85 (2016)
14. Gilman, E., Milara, I.S., Cortés, M., Rieki, J.: Towards user support in ubiquitous learning systems. *IEEE Transactions on Learning Technologies* 8(1), 55-68 (2015)
15. Li, B., Munoz, J.P., Rong, X., Xiao, J., Tian, Y., Arditi, A.: ISANA: wearable context-aware indoor assistive navigation with obstacle avoidance for the blind. In: European Conference on Computer Vision, pp. 448-462. Springer International Publishing (2016)
16. Beacons Estimote, <https://estimote.com>
17. Maps indoor de Google, <https://www.google.com/maps/about/partners/indoormaps>
18. Llitas, A.B., Challiol, C., Mostaccio, C.A., Gordillo, S.E.: Representaciones enriquecidas para la navegación indoor-outdoor en aplicaciones móviles. In: XVII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, pp. 867-876 (2011)
19. Santos, P., Hernández-Leo, D., Blat, J.: To be or not to be in situ outdoors, and other implications for design and implementation, in geolocated mobile learning. *Pervasive and Mobile Computing* 14, 17-30 (2014)
20. Brundell, P., Koleva, B., Wetzell, R.: Supporting the design of location-based experiences by creative individuals. In: 11th International Workshop on Semantic and Social Media Adaptation and Personalization, pp. 112-116. IEEE Press (2016)
21. Sanders, E.B.N., Stappers, P.J.: Co-creation and the new landscapes of design. *Co-design* 4 (1), 5-18 (2008)
22. Millard, D.E., Hargood, C.: A Research Framework for Engineering Location-Based Poetics. In: the 2015 Workshop on Narrative & Hypertext, pp. 13-16. ACM, New York (2015)
23. Fidas, C., Sintoris, C., Yiannoutsou, N., Avouris, N.: A survey on tools for end user authoring of mobile applications for cultural heritage. In: 6th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications, pp. 1-5. IEEE Press (2015)
24. Millard, D.E., Hargood, C.: Location Location Location: Experiences of Authoring an Interactive Location-Based Narrative. In: 9th International Conference on Interactive Digital Storytelling, pp. 419-422. Springer International Publishing (2016)