

SimpleNFC: Simplificación del acceso a servicios del mundo digital mediante NFC

Pablo Curiel, Koldo Zabaleta, Iván Pretel, Ana B. Lago
MORElab – Envisioning Future Internet
Deusto Institute of Technology – DeustoTech, University of Deusto
Avda. Universidades 24, 48007 - Bilbao, Spain
{pcuriel, koldo.zabaleta, ivan.pretel, anabelen.lago}@deusto.es

Abstract—Como consecuencia de los destacables avances en las tecnologías y soluciones en movilidad en los últimos años, el teléfono móvil se ha convertido en un dispositivo casi indispensable en el día a día y que posibilita el acceso a un gran abanico de servicios. El problema surge en la interacción con este tipo de dispositivos. Así, aunque la mayor parte de la población es capaz de trabajar con estos, algunos colectivos como las personas mayores, presentan grandes dificultades para ello. Para reducir la brecha digital existente para este colectivo proponemos una plataforma que hace uso de Near Field Communication (NFC) y tecnologías semánticas. El objetivo de la misma es prestar distintos servicios al usuario a partir de la lectura de una combinación de etiquetas con un teléfono móvil, haciendo la interacción con este tipo de dispositivos más fácil y amigable.

Keywords-NFC, accesibilidad, tecnologías móviles, semántica

I. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC) ha aumentado de forma considerable. Dentro de las herramientas TIC, el último gran boom experimentado es el de los teléfonos móviles inteligentes o *smartphones* cuya principal característica es la posibilidad de ofrecer servicios avanzados a los usuarios.

Así mismo, el envejecimiento de la población es un hecho demográfico mundial. La proporción de personas que tienen más de 65 años está creciendo con mayor rapidez que ningún otro grupo de edad. Por lo tanto cada vez más personas mayores serán las que podrán hacer uso de los *smartphones*.

El mayor problema existente es que las interfaces de acceso a los servicios que ofrecen los dispositivos móviles no han sido diseñadas pensando en las personas mayores, por lo que muchos se ven excluidos al carecer de los conocimientos y habilidades necesarias para utilizar estas herramientas. Esto ha generado una brecha digital que se debe reducir lo máximo posible para que la gente mayor no sea excluida y pueda aprovecharse de todos los servicios que existen.

Una de las tecnologías relativamente nuevas que pueden utilizarse con el objetivo de reducir la brecha digital es el Near Field Communication (NFC) [1]. NFC es una combinación de tecnologías de identificación sin contacto y tecnologías de interconexión que permiten la comunicación inalámbrica de corto alcance entre dispositivos móviles, electrónica de consumo, ordenadores personales y objetos inteligentes.

La solución que proponemos en este artículo se basa en utilizar las ventajas que ofrecen los dispositivos con NFC para la creación y activación de servicios. Para realizar estas acciones se hace uso de etiquetas NFC. Dependiendo de la combinación de etiquetas que se utilice, los servicios que se activarán serán diferentes. Por otro lado, gracias a la web semántica [2], que proporciona herramientas como las ontologías y las reglas, se ha podido definir un modelo en el que incluir todos los servicios y razonar que servicio es el que se debe ejecutar dependiendo de la combinación de etiquetas utilizada.

El funcionamiento básico de la plataforma es el siguiente. El usuario dispone de varias etiquetas NFC que representan diferentes objetos (un contacto, un lugar, el teléfono, etc.). Mediante el dispositivo móvil el usuario lee dichas etiquetas y dependiendo de los objetos a los que representen se ejecutarán diversas acciones como llamar por teléfono a un contacto, consultar el tiempo en determinado lugar, mostrar noticias sobre una temática concreta, etc.

El resto del artículo se estructura de la siguiente forma: en la Sección 2 se presenta el trabajo relacionado con este proyecto, en la Sección 3 se describe la solución propuesta junto con una descripción detallada de cada uno de sus componentes y en la Sección 4 se exponen las conclusiones y líneas de trabajo futuro.

II. PROYECTOS RELACIONADOS

Hasta la fecha se han realizado diversos trabajos en los que teléfonos móviles equipados con lectores NFC se emplean para simplificar la interacción con los mismos y prestar diferentes servicios, siguiendo el paradigma *Touch me* [3].

El proyecto SmartTouch [4] explora la interacción del usuario basada en el contacto para prestar nuevos e innovadores servicios móviles. Busca que los usuarios encuentren un valor añadido en el hecho de interactuar de un modo simple e intuitivo tocando los objetos inteligentes que forman parte del entorno. Como parte de este proyecto, Häikiö et al. [5] investigan el empleo de teléfonos móviles equipados con NFC como medio de interacción con un servicio de reparto de comida a domicilio para personas de la tercera edad con problemas cognitivos y de movilidad. Este sistema permite a los mayores seleccionar el menú que desean entre distintas opciones empleando etiquetas NFC y un dispositivo móvil,

gestionándose la orden de forma automática. Los resultados de este trabajo muestran que una interfaz basada en contacto resulta adecuada para aplicaciones integradas en la vida diaria de personas de la tercera edad.

Siguiendo con aplicaciones para este sector de edad, Bravo et al. [6] buscan ofrecer soluciones de monitorización y tele asistencia mediante dispositivos móviles. Para ello emplean NFC como tecnología de orquestación que automatiza la comunicación del teléfono móvil con otros dispositivos. Así, el usuario simplemente debe tocar etiquetas NFC situadas en distintos objetos, como dispositivos de medición clínica, recetas médicas o la estación de trabajo de su médico de cabecera, para que automáticamente se establezca una comunicación mediante otras tecnologías como Bluetooth o GPRS que permiten intercambio de una mayor cantidad de datos.

Por su parte, el proyecto Touch Me [7] busca facilitar a usuarios con discapacidad visual identificar objetos físicos empleando una aplicación móvil Android y tecnología NFC. Para ello se equipa a los objetos, por ejemplo cajas de medicamentos, con etiquetas RFID que contienen una URI que permite descargar un fichero de audio en el que es posible ofrecer una descripción mucho más detallada de la que es viable proveer mediante lenguaje braille en un espacio equivalente a una etiqueta de este tipo.

En [8] Rieki et al. proponen un *framework* para solicitar servicios ubicuos tocando etiquetas RFID, buscando conectar el mundo físico y el digital. Para ello proponen dos tipos de etiquetas, las generales, que identifican a los distintos objetos en el entorno (por ejemplo una impresora), y las especiales, también ligadas a objetos del entorno y que representan información adicional o acciones y servicios que puede proporcionar el objeto (por ejemplo imprimir). Por otra parte, además de la información contenida en las etiquetas RFID, el *framework* emplea el contexto de usuario para seleccionar el servicio a activar en cada caso.

En la línea de trabajo del proyecto anterior, Broll et al. [9] presentan un *framework* que permite acceder a servicios de la web semántica a través de lo que ellos denominan “interacción física móvil”. De esta forma, plantean que objetos físicos aumentados con tecnologías como RFID o códigos QR funcionen como identificadores de servicios a activar y argumentos de entrada para los mismos, haciendo la interacción con dichos servicios más intuitiva.

Continuando en la dirección de estos trabajos, la solución que proponemos en este artículo trata de simplificar el acceso a las nuevas tecnologías mediante una interfaz táctil basada en NFC, prestando especial atención en la tercera edad. Por otra parte, en el trabajo existente se apuesta por aumentar los objetos del entorno con etiquetas NFC que identifican a servicios a ejecutar en una relación uno a uno entre etiqueta y servicio, es decir, para ejecutar un servicio se debe tocar su etiqueta correspondiente. Y como extensión de este método tenemos el trabajo de Rieki et al. [8] que emplea el contexto además de la etiqueta leída por el usuario para determinar el servicio a prestar en caso de existir más de una alternativa, o el de Broll et al. [9], en el que además de la etiqueta que identifica al servicio se proponen etiquetas que determinan los

parámetros de entrada a proporcionar a este servicio. Sin embargo, en nuestra propuesta una etiqueta representa a un objeto, entidad o acción del mundo real, no a un servicio, y es la combinación de las etiquetas tocadas por el usuario la que determina el servicio a prestar.

III. SOLUCIÓN PROPUESTA

Con el presente trabajo tratamos de solventar el problema que supone para las personas mayores el uso de los servicios que ofrecen los teléfonos móviles. De este modo se busca, mediante tecnología NFC, maximizar la usabilidad de los dispositivos móviles para las personas mayores.

Para ello proponemos una plataforma que permite activar los servicios más utilizados en los dispositivos móviles, como la realización de una llamada, mediante la interacción con etiquetas NFC. Así, dependiendo de la combinación de etiquetas que se lean, el sistema reconocerá el servicio a activar y los parámetros necesarios para la ejecución del mismo.

La plataforma dispone de una arquitectura cliente-servidor y todo el razonamiento que se acaba de mencionar se basa en un modelo ontológico. En lo que resta de este apartado se explican en detalle el modelo utilizado y las funcionalidades tanto de la parte cliente como de la servidora.

A. Modelo

Como se ha comentado con anterioridad, para la realización del modelado de los elementos que forman parte en la solución desarrollada se han utilizado herramientas semánticas. Concretamente, para el modelado se ha diseñado una ontología utilizando el lenguaje Web Ontology Language (OWL)¹, el cual está recomendado y estandarizado por la W3C.

Se han identificado dos tipos de elementos genéricos a modelar para poder realizar el desarrollo de la plataforma. Por un lado se encuentran las etiquetas NFC, que representan objetos, y que sirven para activar o crear servicios. Dentro de las etiquetas se han identificado además dos subclases: las que hacen referencia a una entidad con dirección y las que representan fuentes de información. Las etiquetas pueden pertenecer a más de un grupo. Por ejemplo, una etiqueta que represente a un contacto puede utilizarse como una fuente de información y/o como un elemento con una dirección asociada. En la figura 1 se muestra la clasificación por tipos de las diferentes etiquetas que se contemplan en la solución desarrollada. Si en un futuro se decidiese añadir otro tipo de etiquetas el esfuerzo necesario para llevarlo a cabo sería mínimo, ya que en el diseño está contemplada la posibilidad de añadir nuevas clases de etiquetas.

El otro tipo de elemento que se ha modelado mediante la ontología son las acciones. Las acciones no dejan de ser una combinación de distinto número y tipo de etiquetas. En la tabla I se muestran las acciones que se han definido y los tipos de etiquetas por las que están compuestas.

¹ OWL Web Ontology Language: <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>

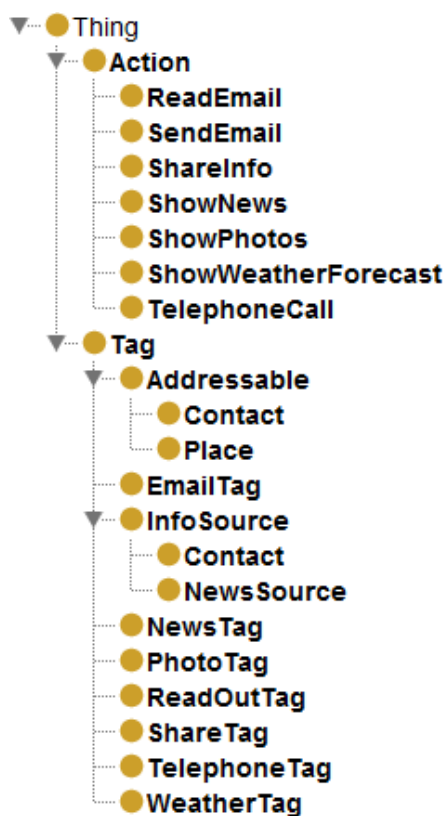


Figura 1. Jerarquía de clases del modelo ontológico

TABLA I. COMPOSICIÓN DE LAS ACCIONES

Acción	Objetos
Consulta del correo electrónico	1 ReadOutTag + 1 EmailTag
Envío de correo electrónico	1 EmailTag + 1-n Contact
Llamada telefónica	1 TelephoneTag + 1 Contact
Ver fotos	1 PhotoTag + 1 Contact
Ver parte metereológico	1 WeatherTag + 0-1 Addressable
Ver noticias	1 NewsTag + 1 InfoSource
Compartir información	1 ShareTag + 1-n Contact

Como se puede observar, a día de hoy hay siete acciones definidas. Si en un futuro fuera preciso añadir más acciones lo único que se debería realizar es crear otra clase con la combinación de etiquetas que la definan, así como especificar las restricciones en número de cada una de estas etiquetas.

B. El servidor

La funcionalidad principal del servidor es la de comprobar si la combinación de etiquetas que llega desde el cliente es válida, y en caso afirmativo devolver la acción a la que hacen referencia.

La ejecución de esta funcionalidad se realiza en las siguientes dos fases.

1) El motor de reglas

Las reglas son una herramienta muy útil y sencilla para generar información adicional a partir de la que se dispone. En esta fase el sistema ejecuta unas reglas sobre el modelo ontológico y los datos recibidos del cliente y modifica los datos del modelo añadiendo la acción que a priori se debería ejecutar.

Como diseño para la creación de las reglas se ha optado por crear una regla por cada uno de los siete servicios contemplados y enumerados en el apartado anterior. De esta forma si en el futuro se deseara añadir un nuevo servicio al modelo, solo sería necesario añadir una nueva regla al conjunto de ellas.

Las reglas comprueban si a priori la información de las etiquetas seleccionadas corresponde a la acción a evaluar. En caso de que así sea, la regla crea una instancia de la acción correspondiente y le asigna la información de algunas de las etiquetas mediante la propiedad "hasAttribute". En la figura 2 se puede observar un ejemplo de ejecución de las reglas. En este caso la regla que genera una nueva instancia de la clase acción es la correspondiente a la acción "Llamada de teléfono".

Para que las reglas puedan ser ejecutadas se necesita un motor de reglas que las interprete. Nuestra plataforma hace uso del *framework* Jena² y el motor de reglas que lleva integrado para realizar esta tarea.

2) Consistencia del modelo

Una vez modificado el modelo a tratar y creados los objetos de acción con sus respectivos atributos, se procede a comprobar si el nuevo modelo es consistente o no. Para que un modelo sea consistente todas las instancias creadas tienen que cumplir con las restricciones definidas a la hora de diseñar el modelo. En nuestro caso las restricciones que se han utilizadas forman parte del conjunto de restricciones que OWL permite modelar, como la cardinalidad de una propiedad.

Las restricciones definidas en el modelo son relativas a la composición de las acciones que aparecen reflejadas en la tabla I. Si el modelo es consistente significa que la acción creada es válida y por tanto, dicha acción es la que devolverá el servidor al cliente. En caso contrario, es decir, si el modelo devuelto por el motor de reglas no es consistente, significa que la combinación de las etiquetas es inválida y se retornará un mensaje de error al cliente.

En el ejemplo de la figura 2, el modelo tiene una instancia de la clase "TelephoneCall" que contiene un atributo de tipo contacto. En este caso y siguiendo las restricciones de la tabla I, el modelo ontológico es consistente ya que la acción tiene un único contacto, es decir, se le devolvería la acción "TelephoneCall" al cliente. En caso de que la acción bien no tuviese ningún contacto asignado o bien tuviese más de uno, el modelo sería inconsistente, ya que no se ajusta a las restricciones y por tanto el mensaje que se devolvería al cliente sería un mensaje de error.

² Framework Jena: <http://jena.apache.org>

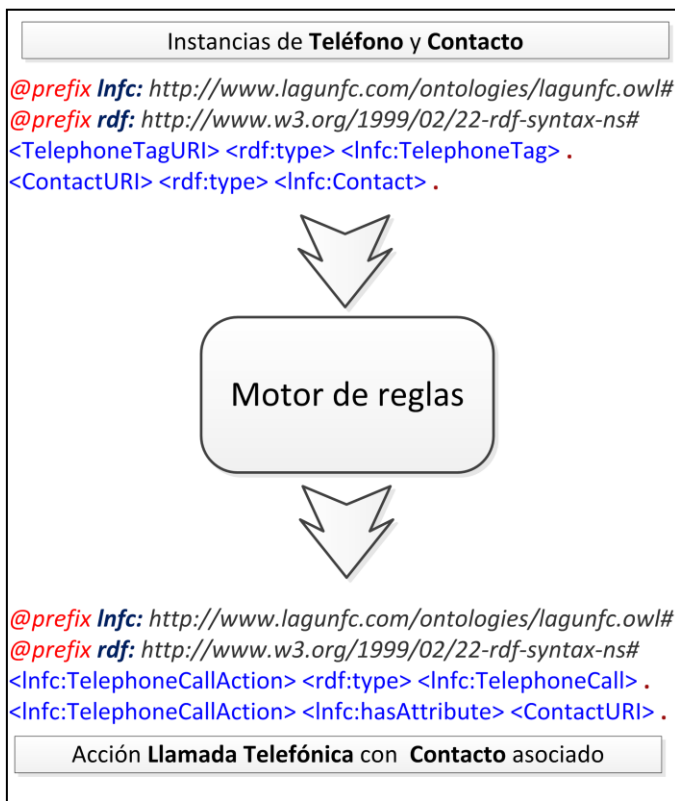


Figura 2. Ejemplo ejecución del motor de reglas

Como se puede observar, el número de funcionalidades que ofrece el servidor es muy limitado. Durante la fase de diseño se evaluó la posibilidad de introducir estas funcionalidades en el cliente pero se terminó por desestimar esta opción. El motivo fue que no se encontró ningún motor de reglas adaptado para dispositivos móviles que diese un rendimiento satisfactorio.

C. Aplicación móvil

La aplicación móvil tiene dos funciones o módulos claramente diferenciados, por una parte la de creación de los objetos que componen los servicios y su escritura en las etiquetas NFC y por otra la de lectura de estas etiquetas y ejecución de las acciones o servicios. A continuación se detallan estos dos módulos.

1) Creación de los objetos

Para que la plataforma sea capaz de prestar servicios a los usuarios cuando estos lean las etiquetas NFC es preciso que previamente se haya escrito en estas etiquetas cierta información que permita identificar a cada una de ellas como un objeto o entidad concreta y su tipo (por ejemplo la etiqueta representa a la entidad “Juan García” de tipo “Contacto”). Para ello los usuarios disponen de dos pantallas, “Nuevo objeto” y “Nueva acción”.

En la pantalla “Nuevo objeto” se muestra un listado de todos los tipos de objeto contemplados en el sistema para componer los servicios. De esta forma, el usuario puede seleccionar el tipo de objeto que desee y la aplicación le guiará por los pasos necesarios para determinar el objeto concreto a escribir en la etiqueta NFC. Por ejemplo, para representar un

contacto en una etiqueta, la aplicación muestra la agenda de contactos del teléfono a fin de que el usuario seleccione el que desee. Del mismo modo, si desea representar un lugar, se muestra un mapa en el que seleccionar el lugar concreto de manera interactiva. En la figura 3 se pueden ver la pantalla “Nuevo Objeto” con el listado de los mismos y la pantalla de selección de lugar en el mapa interactivo.

En la pantalla “Nueva acción” se muestra un listado con las acciones o servicios disponibles. De este modo se cumple una doble función. Por una parte se permite al usuario consultar los servicios a su disposición y los tipos de objeto de los que se compone cada uno de ellos, y por otra parte se le permite crear de forma cómoda e intuitiva los objetos necesarios para ejecutar estos servicios. Así, cuando el usuario selecciona uno de estos servicios la aplicación muestra una descripción detallada del mismo y los tipos de objeto de los que está compuesto, permitiéndole crear etiquetas representando a objetos concretos de cada uno de ellos del mismo modo que en la pantalla “Nuevo objeto”. En la figura 4 se muestra la pantalla “Nueva acción” correspondiente al servicio “Mostrar previsión meteorológica”.

Por otra parte, para la representación de los objetos en las etiquetas se ha seguido el modelo ontológico explicado en el apartado correspondiente. Para ello, cuando el usuario crea un objeto se crea una instancia de la clase ontológica que corresponda y se le asignan los datos que identifican al objeto en concreto (el ID en caso de ser un contacto, las coordenadas en caso de ser un lugar, etc.) por medio de las pertinentes propiedades. Seguidamente, se escribe en la etiqueta NFC la URI de esta instancia creada, de modo que posteriormente se puede recuperar la instancia completa cuando el usuario lea dicha etiqueta. Finalmente, la instancia se persiste en un almacén de tripletes en el almacenamiento interno del teléfono móvil. Para ello la aplicación hace uso de la librería RdfOnTheGo [10], desarrollada específicamente para este tipo de dispositivos.

Cabe destacar que la tarea de creación de los objetos y escritura en las etiquetas NFC que se acaba de describir no presenta una interacción tan sencilla e intuitiva como la de ejecución de los servicios. Pese a que la interfaz se ha diseñado buscando la máxima simplicidad posible, es preciso navegar e interactuar con diversos menús y pantallas, como los mencionados de selección de contacto o el mapa interactivo, para especificar la información a escribir en las etiquetas. Por ello, esta tarea de creación o configuración, en la mayoría de casos requerirá de participación de alguien familiarizado con las nuevas tecnologías.

2) Ejecución de los servicios

Como ya se ha comentado, para ejecutar servicios los usuarios únicamente deben leer una combinación de etiquetas NFC (incluso una solo para acceder a ciertos servicios, como consultar la previsión climatológica en el lugar dónde se encuentran). El propio sistema Android se encarga de abrir una aplicación que gestione la lectura/escritura NFC cuando el usuario acerca el dispositivo a una etiqueta. Luego para lanzar un servicio los usuarios no deben preocuparse siquiera de arrancar la aplicación, logrando minimizar la interacción necesaria, y por tanto aumentando la usabilidad.

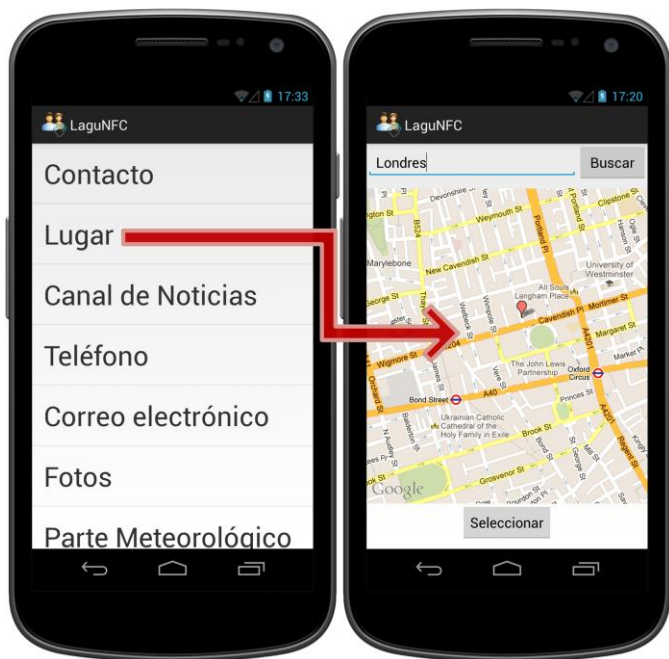


Figura 3. Pantallas “Nuevo Objeto” y “Mapa interactivo”

De este modo, la aplicación va guardando registro de las etiquetas que el usuario lea hasta que este determine que desea ejecutar el servicio. Esto puede hacerse bien leyendo una etiqueta especial de fin de secuencia o bien pulsando en la pantalla que se puede ver en la figura 5. Posteriormente la aplicación emplea el contenido leído de las etiquetas, esto es, las URI de las instancias representadas en dichas etiquetas, para recuperar toda la instancia del almacén de tripletas. Con las instancias recuperadas se hace una llamada al servidor para que ejecute el motor de reglas y devuelva la acción a ejecutar. Finalmente, con la acción devuelta por el servidor la aplicación presta el servicio que corresponda al usuario. A continuación se detallan brevemente estos servicios así como la información de la que hacen uso.

- *Consulta del correo electrónico*

La aplicación consulta el correo electrónico del usuario, y si hay mensajes sin leer, inicia el servicio sintetizador de voz integrado en el sistema para leerle estos mensajes.

- *Envío de correo electrónico*

La aplicación obtiene las cuentas de correo de los contactos que el usuario ha seleccionado como destinatarios y los asigna de forma automática como tales. Por tanto el usuario solo tendrá que redactar el mensaje, tarea que puede realizar a través del servicio de reconocimiento de voz integrado en el sistema, y pulsar enviar.

- *Llamada telefónica*

La aplicación obtiene el número de teléfono del contacto que el usuario ha seleccionado como receptor e inicia automáticamente la llamada.

- *Ver fotos*

La aplicación obtiene la cuenta de Facebook del contacto del que el usuario desea ver fotografías, consulta dicha red social para obtener aquellas fotos en las que el contacto aparece y las muestra a pantalla completa.

- *Ver parte meteorológico*

La aplicación consulta la parte meteorológico a través del servicio Yahoo Weather y lo muestra por pantalla, como se puede ver en la figura 5. Este parte meteorológico se consulta bien para el lugar en el que el usuario se encuentra, bien para el lugar seleccionado o bien para el lugar en el que el contacto seleccionado se encuentra (obtenido a través de su último *check-in* en Facebook), dependiendo de las etiquetas que el usuario haya leído.

- *Ver noticias*

La aplicación consulta bien las últimas noticias del canal RSS seleccionado bien las últimas noticias publicadas en Facebook por el contacto seleccionado, dependiendo de las etiquetas que el usuario haya leído.

- *Compartir información*

Si el usuario estaba consultando un contenido susceptible de ser compartido (viendo fotos o comentarios de un contacto, consultando el parte meteorológico o leyendo una noticia), este se comparte por correo electrónico con los contactos seleccionados.



Figura 4. Pantalla “Nueva Acción” y creación de la acción “Previsión Meteorológica”



Figura 5. Pantallas “Ejecución de servicio” y “Previsión Meteorológica”

IV. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En el presente artículo hemos propuesto una infraestructura que permite reducir la brecha digital existente a día de hoy entre los dispositivos móviles y las personas mayores. Para el desarrollo de esta arquitectura hemos hecho uso de la tecnología NFC, la cual es más usable para las personas mayores. De esta forma se ha conseguido que todo el abanico de usuarios de los nuevos dispositivos móviles pueda hacer uso de los servicios que estos ofrecen.

Sin embargo, si bien este trabajo se ha enfocado en simplificar el acceso a los servicios de los dispositivos móviles para la tercera edad, la solución propuesta es válida para otros escenarios en los que se desee una interacción sencilla con este tipo de dispositivos. Así, para adaptar la plataforma a otro escenario diferente únicamente es necesario modificar el modelo para añadir los nuevos objetos y acciones a exponer, crear las nuevas reglas que definan estas acciones y finalmente implementar estos servicios o acciones en el dispositivo móvil.

Por otra parte, a día de hoy se han realizado pruebas del sistema con un número reducido de usuarios obteniendo resultados positivos, tanto en el rendimiento como en la valoración de los usuarios participantes. Dentro del trabajo futuro se tiene planificado un experimento con mayor número usuarios para obtener la valoración objetiva y nivel de aceptación de la plataforma por parte de los usuarios que participen.

Así mismo, se ha detectado que una de las líneas a seguir para la mejora de la eficiencia de la plataforma es la de poder mover la funcionalidad ofrecida por el servidor al *smartphone*. Como se ha comentado durante la descripción de la parte servidora, la computación que necesita esta tarea es elevada y a día de hoy no hay algoritmo que pueda ejecutarse en el móvil con un resultado aceptable. Sin embargo la capacidad de cómputo de estos dispositivos aumenta a un ritmo considerable, por lo que es probable que la funcionalidad del servidor se pueda migrar al teléfono móvil en un futuro próximo. Esto aumentaría la usabilidad de la solución propuesta, ya que se eliminaría un posible foco de errores y fallos, como los problemas de conectividad, que puede resultar confuso para el usuario objetivo de la misma (personas mayores la mayoría). Así mismo, se lograría aumentar la escalabilidad, al eliminar el elemento centralizado de la arquitectura y realizarse todo el trabajo de cómputo en el terminal de cada usuario.

REFERENCIAS

- [1] NFC Forum, “About page”, <http://www.nfc-forum.org/aboutnfc/>, 2013, [Último acceso: 19 de febrero de 2013].
- [2] T. Berners-Lee, J. Hendler and O. Lassila, “The Semantic Web,” *Scientific American*, May 2001, pp. 28-37.
- [3] Ailisto, H., Matinmikko, T., Ylisaukko-Oja, A., Strommer, E., Hillukkala, M., Wallin, A., ... & Huomo, T. (2007). Physical browsing with NFC technology. VTT TIEDOTTEITA, 2400.
- [4] SmartTouch, “SmartTouch - Browsing Through Smart Objects Around You”, <http://ttuki.vtt.fi/smarttouch/www/?info=whatissmarttouch>, 2006, [Último acceso: 19 de febrero de 2013].
- [5] Häikiö, J., Wallin, A., Isomursu, M., Ailisto, H., Matinmikko, T., & Huomo, T. (2007, September). Touch-based user interface for elderly users. In *Proceedings of the 9th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services* (pp. 289-296). ACM.
- [6] Bravo, J., Casero, G., Vergara, M., Fuentes, C., Peña, R., Hervás, R., & Villarreal, V. (2009). Supporting clinical information management by NFC technology. In *4th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering* (pp. 1734-1737). Springer Berlin Heidelberg.
- [7] Sánchez, M., Mateos, M., Fraile, J., & Pizarro, D. (2012). Touch Me: A New and Easier Way for Accessibility Using Smartphones and NFC. *Highlights on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems*, 307-314.
- [8] Riekkilä, J., Salminen, T., & Alakarppa, I. (2006). Requesting pervasive services by touching RFID tags. *Pervasive Computing, IEEE*, 5(1), 40-46.
- [9] Broll, G., Siorpaes, S., Rukzio, E., Paolucci, M., Hamard, J., Wagner, M., & Schmidt, A. (2007, March). Supporting mobile service usage through physical mobile interaction. In *Pervasive Computing and Communications, 2007. PerCom'07. Fifth Annual IEEE International Conference on* (pp. 262-271). IEEE.
- [10] Le-Phuoc, D., Parreira, J. X., Reynolds, V., & Hauswirth, M. (2010). Rdf on the go: An rdf storage and query processor for mobile devices. *Demo, ISWC*.