Prevención de propagación de epidemias usando dispositivos inteligentes, mediante el análisis de lenguaje natural, para detectar comportamientos de riesgo en las redes sociales.

Víctor Ponce Díaz*[1], Antoni Pérez-Navarro*[2]

[1] Universitat Oberta de Catalunya, Rambla Poblenou 156, Barcelona, Spain
[2] Estudis d'Informática, Multimèdia i Telecomunicació, Universitat Oberta de Catalunya, Rambla Poblenou 156, Barcelona, Spain

Emails: {vimapo, aperezn}@uoc.edu

* Autor para correspondencia

Resumen

La tendencia actual de la sociedad hacia la tecnología pervasiva en conjunto con las redes sociales han permitido que los dispositivos personales y móviles se conviertan en una gran posibilidad de riesgo de propagación de enfermedades, ya que las personas utilizan aplicaciones que fomentan el contacto social sin ningún tipo de comprobaciones más allá del buen criterio de las personas. El presente trabajo proporciona un nivel de ayuda para los usuarios de estas aplicaciones, brindándoles un criterio adicional al momento de contactar a otra persona, apoyando al usuario con advertencias sobre algún comportamiento de riesgo de sus contactos y fomentando así la prevención de enfermedades.

Palabras clave: PLN, Redes Sociales, Computación Ubicua, Servicio Web, Comportamiento de Riesgo, Android.

Introducción

La informática y los Sistemas de Información nos permiten cada día mejorar la comprensión sobre los fenómenos sociales y el comportamiento de las personas, con el aumento de la capacidad de transferir, almacenar y analizar datos de una forma muy amplia y a gran escala, mediante la interacción de las personas con las tecnologías, colección de datos de los sistemas de vigilancia, el uso de dispositivos móviles, las redes sociales y el Internet y sus aplicaciones [1].

Los contactos y encuentros sociales producen un incremento potencial de la posibilidad de transmisión de las enfermedades. Esto es muy grave en términos de enfermedades que son de transmisión directa y que producen el sufrimiento humano y más aún la muerte. Y es extremadamente crítico en caso de existencia de un brote epidémico, en los cuales, las estrategias tradicionales tomadas para su control involucran la prohibición de contactos sociales y

restricción de la movilidad de las personas, como por ejemplo en el brote pandémico del H1N1 [4].

En la actualidad, la tendencia pervasiva de las redes sociales fomenta un incremento de los contactos y por lo tanto los encuentros sociales, y esto se convierte en un potencial de riesgo. Y por otro lado, el control actual existente sobre las redes sociales es mínimo o incluso nulo, no existen políticas de privacidad estrictamente reguladas, ni servicios de soporte que regulen el comportamiento humano ni se integren con los sistemas de salud. Ventajosamente, el futuro de los sistemas de salud avizora una evolución en beneficio de las personas, involucrando servicios federados y ubicuos, que, con el soporte tecnológico y legal, permitirán realizar un mayor y eficiente control de estos potenciales de riesgo. Los paradigmas relacionados a la salud electrónica definen un camino hacia la salud electrónica ubicua (ubiquitous eHealth) y la Salud Personal (pHealth)[6].

Por otra parte existen otros factores importantes que influyen, como son el libre albedrío de las personas y la entropía que existe en su movilidad [2] [17], que en conjunto con la topología de los caminos y flujo de tráfico, pueden llegar a agilizar la propagación de una epidemia o a un eventual contagio. Además, existen los factores psicológicos como personas que se quieren contagiar por su cuenta y la ausencia de la moral o conciencia de personas maliciosas que al saber que tienen una enfermedad, intentan propagarla sin escrúpulos.

Considerando los avances tecnológicos y los patrones de movilidad de los humanos [3] [4], podemos enfocar soluciones de prevención basado en el paradigma ubicuo, en los cuales la tecnología móvil es uno de los principales artefactos [6]. Un primer acercamiento, construido para dispositivos móviles con Android [9], es utilizado para prevenir a los usuarios de un posible brote epidémico o un comportamiento de riesgo utilizando la posición geográfica actual del dispositivo, manteniendo comunicación constante con un servicio remoto que advierte sobre la existencia del brote.

En nuestro trabajo hemos enfocado la necesidad de analizar la información existente en las redes sociales, ya que en la actualidad la mayoría de los contactos sociales se inician o mantienen mediante redes sociales, y la pervasidad de estas redes sociales y aplicaciones sociales es cada vez mayor con la ayuda de los dispositivos móviles. Ésta solución contempla las bases fundamentales de las tecnologías ubicuas actuales que, en conjunto con un motor de procesamiento de lenguaje natural (PLN), analizan la existencia de un conjunto de palabras clave (términos) en el ámbito de las enfermedades de riesgo (o en cualquier ámbito) dentro de la inmensa cantidad de comentarios existentes en las redes sociales.

El resto del documento presenta la conceptualización que contempla los paradigmas y tecnologías relacionados que luego se materializan en una aplicación. Al final se muestran los resultados obtenidos y se presentan las conclusiones.

Antecedentes y Conceptualización

Relación con los Sistemas de Salud y Paradigmas Arquitectónicos para sistemas de salud [6]

Dentro de la arquitectura existe la importancia de poner en práctica tres paradigmas tecnológicos (en inglés):

1) Pervasive Computing;

2) Mobile Computing.

3) Autonomic Computing.

La primera permite la provisión de servicios de telemedicina, a través de diferentes dispositivos y tecnologías. El segundo es el que habilita la accesibilidad permanente. Y el tercero es el que conduce hacia un ambiente auto organizado (self-organized) de los sistemas de información de salud.

Y dentro de los enfoques necesarios, tenemos que considerar los siguientes:

- La representación del conocimiento y conceptos del dominio: Importante para una correcta integración e interoperabilidad de los sistemas usando ontologías [10] y estándares.
- Enfoques de arquitecturas: Utilizar un enfoque basado en componentes, tanto para el modelo como para la implementación de los sistemas.
- Seguridad y Privacidad: Utilizar esquemas y estándares de seguridad, principalmente al momento de integración y siempre considerando la privacidad de datos personales.

El último punto, la Seguridad y Privacidad, es quizás el más importante, por lo que es necesario recalcar la visión integral que hay que tener al momento de implementar cualquier sistema relacionado con datos personales de los individuos. Esto produce un modelo de seguridad basado en el consentimiento de las personas sobre los registros médicos, que contemplan aspectos legales y éticos que se deben tener en las tecnologías de salud [12].

En una evolución de los sistemas de salud actuales estos paradigmas están, cada vez en mayor media, incorporándose en los estándares relacionados a la Historia Clínica Electrónica y su transmisión, como por ejemplo el estándar CEN 13606 [11]:

Finalmente, los sistemas relacionados a la salud, y más aún los sistemas de prevención de enfermedades, deben contemplar accesos que se encuentran fuera del consentimiento de las personas para situaciones de emergencia donde se requiera acceder o registrar información personal para salvar una vida [13] o en situaciones de seguridad nacional, donde podría ser necesario encontrar patrones de comportamiento de los datos de salud, por ejemplo para prevenir o controlar una epidemia, o para transformar los registros de Historia Clínica Electrónica en conocimiento[12, 14]. En el caso de que no exista consentimiento, los accesos deberían mostrar resultados sin incluir datos privados de las personas a quienes pertenecen.

Tecnologías para computación ubicua

Las condiciones específicas de los sistemas de salud ubicuos influyen en el diseño del sistema. En un sistema ideal, las comunicaciones de datos fluyen a altas velocidades. El escenario real involucra ambientes restringidos, principalmente en comunicación de datos, en los cuales es importante utilizar mecanismos de optimización. Podemos aprovechar las ventajas de los estándares y protocolos de los sistemas embebidos o Machine to Machine (M2M) para aliviar la sobrecarga sobre los dispositivos móviles.

La representación de datos puede ser manejada por estándares como JSON (http://www.json.org/) o XML, la cual es la recomendación de la W3C para representar e intercambiar información estructurada sobre el Internet (Extensible Markup Language - http://www.w3.org/XML/).

Con esto, los sistemas móviles en entornos de comunicación restringida deben tener las siguientes consideraciones tecnológicas [7]:

a) Aprovechar protocolos que sirven para implementan esquemas simplificados de arquitectura y nuevos algoritmos de codificación que se están introduciendo en los entornos restringidos (M2M), como son CoRE (Constrained RESTful Environments).
b) Aliviar la carga a nivel de aplicación introducida por la cantidad de datos y metadatos. El protocolo EXI (Extensible XML Interchange - http://www.w3.org/XML/EXI/), que es una representación muy compacta para los archivos XML, es una de las actuales recomendaciones de la W3C que codifica de forma más efectiva que otros algoritmos, llegando a producir una codificación de hasta el 97% más pequeño que el XML original y simultáneamente optimiza el desempeño y la utilización de los recursos computacionales. Por ejemplo, entre las codificaciones EXI, BXML y Fast Infoset, EXI codifica el XML hasta el 97 % más que el XML original, contra el 49 % en BXML y 51 % en Fast Infoset (de 409 objetos de ZigBee Smart Energy)[7].

Finalmente, todas las tecnologías habilitantes deben ser complementados con la aplicación de patrones de diseño y buenas prácticas de implementación de sistemas, y en un futuro, cuando exista la convergencia del pHealth y el ubiquitous eHealth, se debe garantizar los niveles de calidad de servicio (Service Level Agreement – SLA) que demanda la salud de los individuos, especialmente en situaciones de prevención de riesgo o momentos de crisis.

Análisis de la información

Es necesario tener una herramienta que nos permita analizar los mensajes escritos en las redes sociales, los cuales, al igual que el texto de este trabajo, están escritos en Lenguaje Natural, es decir, el lenguaje que usamos para comunicarnos.

Para cumplir con esta funcionalidad nos podemos valer del Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN), que es un

campo de las ciencias de la computación[1] y la lingüística y cuya finalidad consiste en analizar, entender y generar información y como ejemplo de su aplicación tenemos los análisis de discursos, traducción, generación de lenguaje natural, etiquetado, segmentación y tokenización del lenguaje natural, representación textual del lenguaje natural, reconocimiento de entidades nombradas (por ejemplo basadas en diccionario), entre otras.

Métodos

Para la investigación se ha seguido el enfoque Diseño y Creación, primero conceptualizando, en un Diseño, las tecnologías habilitantes y paradigmas arquitectónicos que nos acercan el ubiqutous eHealth y pHealth; para luego crear una aplicación que utiliza dichos conceptos.

Diseño de la solución

La figura 1 muestra el diseño general de la solución. Consiste en la provisión de un Servicio Ubicuo que se basa en la utilización de un motor de Procesamiento de Lenguaje Natural para realizar el análisis de lenguaje natural sobre comentarios de los contactos de un individuo en las redes sociales, con lo cual, mediante notificaciones, advierte de un posible comportamiento de riesgo.

[1] Específicamente, el PLN se basa en el aprendizaje automático (machine learning), que es una rama de la Inteligencia Artificial.

Comunicación y transferencia de información

En general, las aplicaciones tradicionales que utilizan Servicios Web [15] están basados en protocolos de transferencia como REST (Representational State Transfer) [16] o SOAP (Simple Object Access Protocol) (http://www.w3.org/standards/techs/soap#w3c_all). Este último produce sobrecarga de metadatos, por lo que para nuestro escenario móvil, REST (RESTful) es nuestro mejor candidato [9, 16].

Debido a que el Servicio Ubicuo es el que lleva la mayor carga de procesamiento de información y la información a transmitirse entre éste y el dispositivo móvil es únicamente de resultados del análisis, no es necesario utilizar una representación estructurada ni codificar (comprimir) la información. Es por esto que se ha seleccionado la representación de objetos mediante JSON.

Tesauros y Modelos Lingüísticos

El Procesamiento de Lenguaje Natural requiere la utilización de modelos lingüísticos contra el cual realiza las operaciones requeridas. Estos consisten en un conjunto de referencias del lenguaje y detalles específicos dependiendo de la operación a realizar sobre el texto.

Dentro del entorno de una epidemia o una enfermedad contagiosa, el lenguaje natural mantiene una terminología estructurada que puede ser representada mediante un Tesauro que muestra la relación jerárquica entre los términos, por ejemplo en el caso del SIDA [18].

Evolución hacia un Servicio Integrado

Como se muestra en la Figura 1, el Servicio Ubicuo, en caso de ser necesario, también debería valerse de información de salud de los individuos, como la Historia Clínica Electrónica, por ejemplo, en situaciones de riesgo regional o mundial (como una pandemia), en donde el motor de Procesamiento de Lenguaje Natural no sólo "Analizaría" el lenguaje natural, sino que utilizaría algoritmos de inteligencia artificial complementarios para entender y generar información complementaria que pueda advertir del peligro existente, todo esto con las consideraciones de regulaciones y consentimiento digital sobre los datos personales de los individuos. La conceptualización descrita en la sección anterior contempla los mecanismos evolutivos que podrían complementan el diseño.

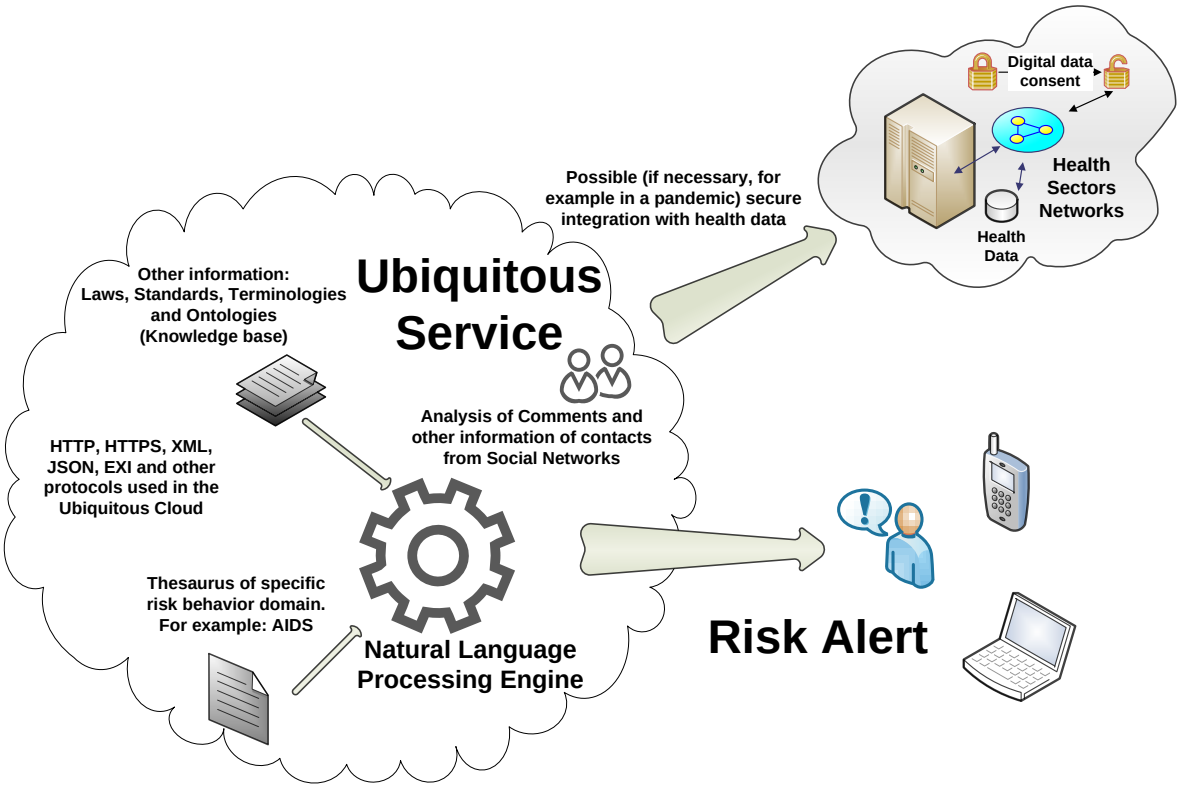

Figura 1: Diseño general de la aplicación. El usuario es prevenido, mediante notificaciones, de comportamientos de riesgo en sus contactos, mediante un análisis de comentarios y otra información que dichos contactos han realizado en las redes sociales, contrarrestándolos con modelos lingüísticos y terminología de dominios específicos.

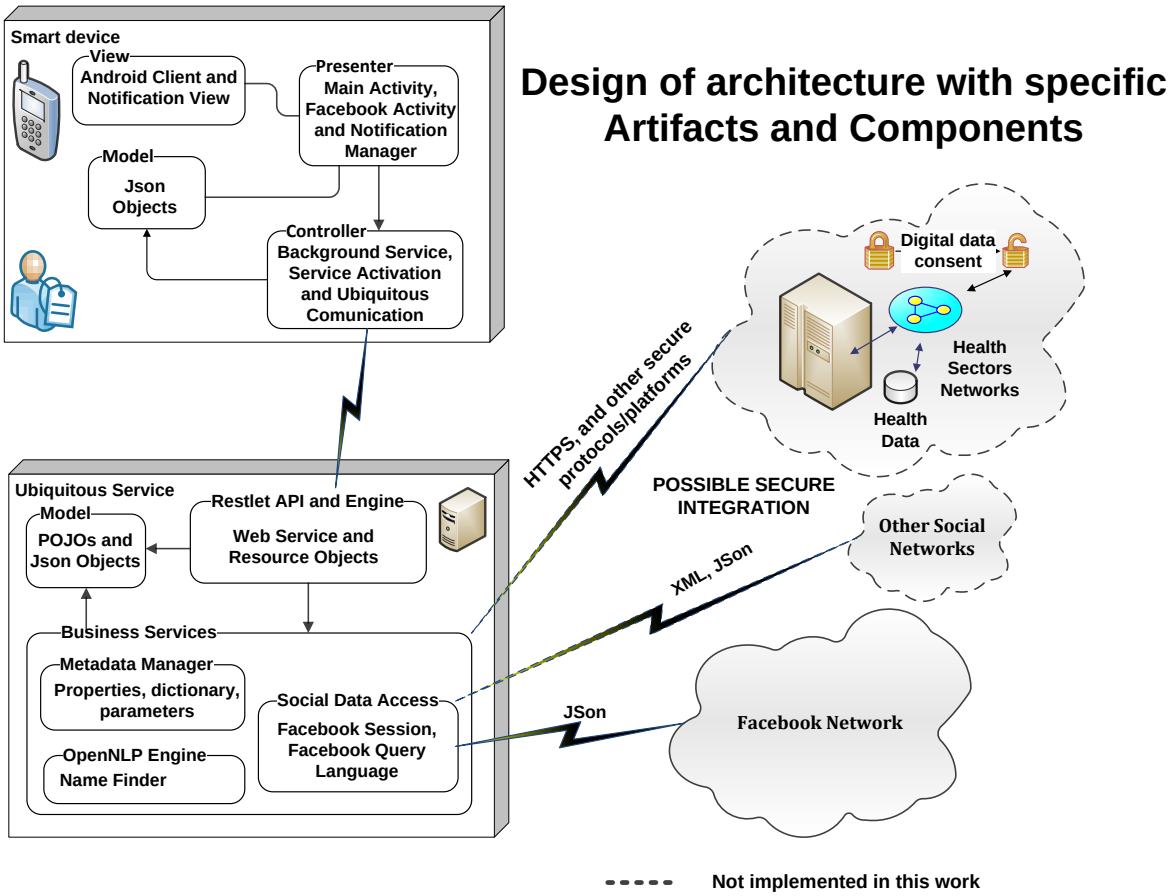

Figura 2: Arquitectura con artefactos y componentes específicos. Muestra los componentes implementados para la provisión del servicio de prevención de comportamientos de riesgo basado en servicios web con RESTful. Cada componente implementa patrones de diseño específicos. La nube de la Red de Sistemas de Salud y Otras Redes Sociales no están implementadas en este trabajo, pero representan la evolución e integración del sistema hacia un análisis más inteligente.

Creación de la aplicación

La plataforma de desarrollo se fundamenta en el uso de Software Libre, alrededor del lenguaje de programación Java, con una selección de librerías específicas que nos facilitan la creación en los diferentes componentes y capas de la aplicación.

A lo largo de esta sección se describen estas librerías utilizadas y las estrategias de implementación realizadas. La figura 2 muestra la arquitectura general, cuyos componentes están divididos en dos partes:

1) Dispositivo móvil inteligente.
2) Servicio ubicuo.

1. El dispositivo móvil inteligente está construido para el Sistema Operativo Android y su plataforma de desarrollo. Realiza la integración con Facebook a través del SDK de Facebook para Android.

La aplicación per se está basada en un patrón de diseño Modelo-Vista-

Presentación (MVP)[2], con una extensión adicional: El controlador, que es el que mantiene la ejecución principal de la aplicación:

El Modelo principalmente utiliza Objetos JSON y otros objetos propios de la arquitectura de Android.

La Vista consiste en la interfaz de usuario de Android, creada en una aplicación cliente para la activación del servicio y la presentación de información de los resultados del análisis, y utiliza la vista de notificación de Android (barra de estado superior del dispositivo), para avisar al usuario los mensajes, sin obstruir en su manejo normal del dispositivo.

La presentación implementa tres principales componentes:

- Actividades[3] de la aplicación: Utilizadas para gestionar la presentación de información resultante del análisis y la activación del servicio.
- Actividades de Facebook: Utilizada para la integración con Facebook, la que permite realizar el "Facebook Login", introduciendo las credenciales del usuario y autorizando el uso de su perfil de Facebook para el análisis de comentarios de sus contactos.
- Gestor de Notificaciones: Encargado de mostrar los mensajes al usuario, de manera poco intrusiva, en la barra de notificaciones del dispositivo Android.

El controlador es el que representa el "Core Business Service" del dispositivo móvil inteligente, se encarga de la activación del servicio y la comunicación con el Servicio Ubicuo. Se compone de:

- *"Background Service"*: que está monitoreando con frecuencia las aplicaciones que están siendo utilizadas en el dispositivo y al detectar alguna que involucre algún contacto social, activa el resto de servicios para inicializar el análisis de comportamiento de riesgo. El background service hace la revisión de las aplicaciones basado en un listado que lo obtiene del Servicio Ubicuo, con lo cual independizamos la aplicación de futuras aplicaciones sociales que se creen.
- *Activación del servicio*, que consiste en un recibidor de eventos de Android implementado en la clase BroadcastReceiver, controlado por el cambio del tiempo actual (minuto) definido por el atributo constante ACTION_TIME_TICK de la clase Intent, que es la que abstrae el comportamiento requerido por la aplicación para la vinculación en tiempo de ejecución (activación del servicio). La clase Intent de Android contiene otros atributos constantes y las librerías de Android a su vez implementan éstos atributos en diferentes funcionalidades, como por ejemplo

[2] MVP es un patrón de diseño derivado del patrón Modelo Vista Controlador (MVC) y que es generalmente usado para construir interfaces de usuario.

[3] Actividad de Android es una Clase que representa una sola cosa y enfocada que el usuario puede hacer, generalmente para interactuar con el usuario final de la aplicación (http://developer.android.com/reference/android/app/Activity.html)

la vinculación a la inicialización o booteo del dispositivo mediante la constante ACTION_BOOT_COMPLETED. Finalmente, la Clase Intent también nos permite crear una nueva y personalizada vinculación, por ejemplo para activar el servicio al acceder a los contactos del dispositivo.

- *Comunicación con el Servicio Ubicuo:* Consiste en clases de soporte para la implementación de las llamadas GET HTTP al Servicio Web remoto basado en RESTfull, implementado en el Componente Servicio Ubicuo.

Figura 3. Interface de la aplicación.

La figura 3 muestra la presentación inicial de la aplicación cuando el usuario ha iniciado el servicio de monitoreo de aplicaciones. Luego de haberlo iniciado, el usuario puede seguir trabajando en el dispositivo y de manera poco intrusiva, el Gestor de Notificaciones de Android mostrará los mensajes en caso de posible situación de riesgo.

2. El Servicio Ubicuo esta implementado con una arquitectura multi capas

Para los servicios web basados en REST se ha utilizado el Restlet Framework que provee una API y un motor para la implementación de Servicios Web RESTful (http://www.restlet.org/).

Las clases del *modelo* consisten en objetos JSON retornados por Facebook, y además una abstracción del perfil de los perfiles de usuario, que contendrá el identificador del contacto, nombre, comentarios y los resultados del análisis de lenguaje natural sobre sus comentarios.

El Core Business Service se compone de:

- Acceso a los datos de redes sociales, implementado mediante el Facebook Login, manteniendo la sesión recibida del dispositivo móvil inteligente. Realiza una búsqueda de los comentarios realizados por los contactos del usuario sobre sus fotos y stream del muro.
- Motor PLN, donde se realiza el análisis de lenguaje natural de los comentarios en busca de un patrón en base al diccionario de palabras configurado y al modelo de la estructura del lenguaje. El análisis se realiza utilizando las librerías del proyecto de software libre Apache OpenNLP [19].
- Gestor de configuración del servicio y diccionario, implementado en archivos de texto y propiedades, en el cual se definen las diferentes características del servicio como

identidad de la aplicación de Facebook, tiempo de búsqueda (hacia atrás) de los comentarios, nombre del diccionario, nombre del modelo de estructura del lenguaje y las aplicaciones de riesgo que el dispositivo móvil inteligente debe monitorear.

Resultados

El motor de procesamiento de lenguaje natural una vez que ha analizado los comentarios en Facebook, retorna los contactos del usuario y sus comentarios en los cuales ha encontrado coincidencias en base al diccionario de riesgo.

Para la evaluación, y por motivos de privacidad de los autores de las pruebas, se ha cambiado el dominio de análisis a una enfermedad cardiaca. Ha aceptado a colaborar un contacto que sufrió una enfermedad cardiaca recientemente, por lo cual tiene conocimiento del dominio como paciente y sus comentarios giran alrededor de su último acontecimiento que casi le costó la vida, reflejando (aunque no igualando) el posible comportamiento de un contacto con una enfermedad infecto contagiosa.

El primer paso fue publicar un comentario de un artículo sobre los mecanismos del corazón y ciertas recomendaciones (figura 4).

Figura 4. Publicación en el Stream de Facebook y comentario de un contacto.

Luego, se ha añadido al diccionario del Servicio Ubicuo las palabras “infarto” y “angioplastia”.

Se activa el servicio en el dispositivo móvil y el resultado se muestra en la figura 5.

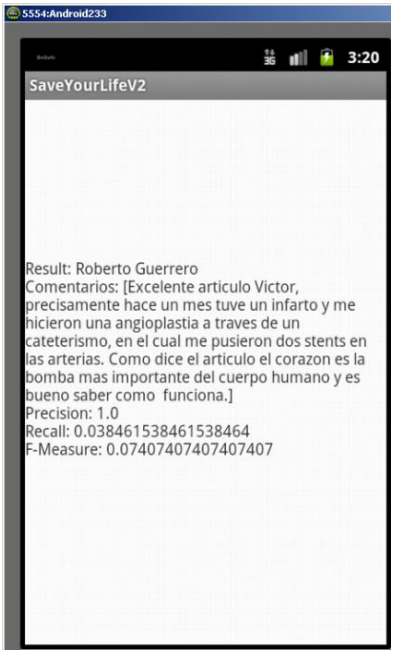

Figura 5: Resultado del análisis.

Lo siguiente es añadir más términos relacionados al dominio de la enfermedad, obteniendo los resultados de la Tabla 1, en la cual se muestran la Precisión[4], el Recobrado[5] y la Medida F.

Diccionario	Preci-sion	Reco-brado	F-Measure
1 Infarto	1	0.01923	0.0377
1 infarto 2 angioplastia	1	0.03846	0.0740
1 infarto 2 angioplastia 3 cateterismo	1	0.0577	0.1091
1 infarto 2 angioplastia 3 cateterismo 4 stents	1	0.0769	0.1429
1 infarto 2 angioplastia 3 cateterismo 4 stents 5 arterias	1	0.0962	0.1754
1 infarto 2 angioplastia 3 cateterismo 4 stents 5 arterias 6 articulo	1.2857	0.1731	0.3051
1 infarto 2 angioplastia 3 cateterismo 4 stents 5 arterias 6 articulo 7 un	1.8	0.3462	0.5806

Tabla 1: Resultado de Pruebas: Análisis de lenguaje natural de un comentario de Facebook, utilizando diferentes palabras de diccionario en el dominio de una enfermedad cardiaca.

La Medida F, que determina la Media Armónica entre la precisión y el Recobrado, mide la efectividad de los aciertos sobre el diccionario, es decir, la efectividad del análisis de lenguaje natural. Como muestra la tabla 1, mientras más acierto existen sobre el diccionario, mayor es la Medida F, lo cual nos acerca a que los comentarios emitidos acercan al individuo analizado en el dominio del diccionario, es decir, a una enfermedad cardiaca. Si el domino es una enfermedad infecto contagiosa, el individuo estará envuelto en ese domino y por lo tanto se convertirá en un contacto con comportamiento de riesgo.

Discusión y Conclusiones

Podemos tomar ventaja de la gran cantidad de información existente en las redes sociales para verificar su contenido en beneficio de nuestra salud. Nosotros tenemos acceso a toda esta información pero nuestro cerebro no es capaz de procesar la inmensa cantidad de información, aplicando los algoritmos de aprendizaje automático de la inteligencia artificial, mediante el procesamiento de lenguaje natural analizando los comentarios que son introducidos por nuestros contactos, podemos llegar a inferir el nivel en el que un contacto está envuelto en un dominio determinado y categorizarlo como un individuo con comportamiento de riesgo.

La computación ubicua en la actualidad es imprescindible, por la proliferación de los dispositivos móviles y la movilidad que existe en el ser humano, siendo la aplicación de gran ayuda ya que llega al usuario a través de los dispositivos móviles inteligentes, dispositivos que son constantemente usados y pueden ayudar a prevenir la proliferación de epidemias.

El resultado muestra que se puede tener una gran certeza de que el individuo utiliza

[4] La precisión está dada por la cantidad de aciertos sobre el diccionario.

[5] El recobrado está dado por la cantidad de palabras relevantes de los comentarios, es decir, eliminando, en nuestro caso, los signos de puntuación y otros términos pre configurados en la aplicación.

el lenguaje natural de un dominio de riesgo.

Como futuro trabajo podemos ampliar el análisis de un individuo “sospechoso”, buscando además sus post y comentarios, e incluso los de sus contactos. La utilización de patrones de diseño nos facilita la tarea. También podemos integrar otras redes sociales y definir e integrar tesauros de dominios de enfermedades de riesgo.

Agradecimientos

El autor Víctor Ponce Díaz primeramente desea agradecer a la Universitat Oberta de Catalunya por la excelente asistencia académica en la investigación, a la Agencia de Salud Pública de Barcelona por la idea y contribución a la investigación, al Dr. Tomás Robles de la Universidad Politécnica de Madrid por su ayuda en la validación conceptual y al Ingeniero Roberto Guerrero por su contribución en las pruebas.

Referencias

1. A. Pentland, L. Adamic, S. Aral, A.-L. Barabási, D. Brewer, N. Christakis, N. Contractor, J. Fowler, M. Gutmann, T. Jebara, G. King, M. Macy, D. Roy, and M. Van Alstyne "Computational Social Science," Science 323 5915, 721-723 (6 February 2009).

2. Marta C. González1, César A. Hidalgo1,2& Albert-László Barabási. “Understanding individual human mobility patterns” Nature 453, 779-782 (5 June 2008).

3. Vanessa Frias-Martinez, Alberto Rubio, Enrique Frias-Martinez. “Measuring the impact of epidemic alerts on human mobility”, Pervasive Urban Applications – PURBA 2012.

4. Jiang B., Zhao S., and Yin J. (2008), Self-organized natural roads for predicting traffic flow: a sensitivity study, Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment.

5. B. Blobel, "Architectural Approach to eHealth for Enabling Paradigm Changes in Health," Methods of Information in Medicine, vol. 49, pp. 123-134, 2010 2010.

6. Jiang B., Yin J. and Zhao S. (Aug 2009), Characterizing the Human Mobility Pattern in a Large Street Network, Physical review. E, Statistical, nonlinear, and soft matter physics, volume: 80 Issue: 2.

7. Z. Shelby, "EMBEDDED WEB SERVICES," Ieee Wireless Communications, vol. 17, pp. 52-57, Dec 2010.

8. Sistema Operativo para dispositivos móviles, bajo licencia Apache 2.0 y GNU GPL v2 (kernel). [http://www.android.com/]

9. Felipe Besoaín-Pino, Antoni Pérez-Navarro. Preventive medicine for epidemic outbreaks and risky behavior through mobile devices and ubiquitous computing, Proyecto Fin de Máster, Universitat Oberta de Catalunya, Marzo 2012.

10. R. Studer, V. R. Benjamins, and D. Fensel, "Knowledge Engineering: Principles and methods," Data & Knowledge Engineering, vol. 25, pp. 161-197, Mar 1998.

11. N. E. E. 13606-4:2007, "Norma Europea EN 13606-4:2007,"

12. M. M. Goldstein, "Health Information Technology and the Idea of Informed Consent," Journal of Law Medicine & Ethics, vol. 38, pp. 27-35, Spr 2010.

13. R. Casas, A. Marco, I. Plaza, Y. Garrido, and J. Falco, "ZigBee-based alarm system for pervasive healthcare in rural areas," Iet Communications, vol. 2, pp. 208-214, Feb 2008.

14. B. C. Delaney, K. A. Peterson, S. Speedie, A. Taweel, T. N. Arvanitis, and F. D. R. Hobbs, "Envisioning a Learning Health Care System: The Electronic Primary Care Research Network, A Case Study," Annals of Family Medicine, vol. 10, pp. 54-59, Jan-Feb 2012.

15. W3C, "Web Services Architecture," ed, 2004.

16. R. T. Fielding, "Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures" in Ph.D. Thesis, ed. University of California, Irvine, 2000.

17. Song, Chaoming; Qu, Zehui; Blumm, Nicholas; Barabasi, AL, "Limits of Predictability in Human Mobility" SCIENCE Volume: 327 Issue: 5968 Pages: 1018-1021 DOI: 10.1126/science.1177170 Published: FEB 19 2010.

18. Revised by Erica Lee and Bill Jeffery, "HIV/AIDS THESAURUS" AIDS Committee of Toronto. Second edition. November 2006.

18. Apache OpenNLP, herramienta y librería para Procesamiento de Lenguaje Natural. [http://opennlp.apache.org/].