

Sistema de Información Geográfica en Tiempo Real basado en Mensajes USSD para Identificación de Zonas de Riesgo Epidemiológico

Silvia Nathalia Ochoa
Ingeniería en Informática
Facultad Politécnica
Universidad Nacional de Asunción
nochoa@pol.una.py

Julia Ysabel Talavera
Ingeniería en Informática
Facultad Politécnica
Universidad Nacional de Asunción
julia.talavera@pol.una.py

Resumen—El desarrollo de este proyecto pretende una interacción directa con la ciudadanía haciéndola partícipe de la recolección de datos geográficos y notificaciones de casos sospechosos de enfermedades por medio del intercambio de mensajes con la red GSM. Para ello, se plantea la utilización del protocolo de comunicación USSD, el cual internamente tiene un comportamiento similar a los SMS, y no implica contar con un dispositivo móvil de características avanzadas. Se construirá un módulo USSD que se encargue de recolectar, procesar y proporcionar una fuente de datos para un segundo módulo que consistirá en un Sistema de Información Geográfica o GIS que apoye a los profesionales de la salud pública en la identificación y monitoreo de zonas de riesgo en tiempo real. Se realizará una investigación sobre los fundamentos teóricos y avances obtenidos en el sector de la salud pública con respecto al acceso a la información, además de evaluar los mecanismos existentes para determinar la localización geográfica del ciudadano que envía la notificación.

I. INTRODUCCIÓN

La salud es uno de los sectores más sensibles en el uso de la información, por tratarse de un sector con un alto grado de regulación y de gestión fundamentalmente pública, en donde la identificación de zonas de riesgo epidemiológico constituye uno de los principales problemas.

Para este caso en particular, los Sistemas de Información Geográfica o GIS, se han utilizado principalmente para procesar la estadística médica y en investigaciones epidemiológicas que estudian la magnitud y distribución de distintos problemas sanitarios en las poblaciones, así como en la vigilancia, análisis, monitoreo, gestión y toma de decisiones vinculadas con este campo.

La rápida proliferación de las tecnologías de transmisión de datos en las redes de telefonía móvil, y el alto grado de penetración en los hogares, promueven servicios de valor agregado que apoyan un sin número de aplicaciones, entre las que se encuentran pagos, transacciones, consulta de base de datos, servicios basados en localización, entre otros.

Un ejemplo significativo de servicio suplementario es el *Unstructured Supplementary Service Data* (USSD), que permite la transmisión de información e instrucciones a través de una red GSM utilizando el protocolo *Signaling System Number 7* (SS7) en los canales de señalización. Internamente, los mensajes USSD tienen un comportamiento similar a los

Short Message Service (SMS), y no implican contar con un dispositivo móvil de características avanzadas como el caso de los teléfonos inteligentes o *smartphones*; sino que basta con un dispositivo con soporte para tecnología GSM, actualmente considerada de segunda generación-2G.

En este trabajo se plantea la utilización del protocolo de comunicación USSD como una estrategia para localizar zonas de riesgo epidemiológico por medio del intercambio de mensajes entre el usuario y la red GSM. La información transmitida alimentará a un Sistema de Información Geográfica, a modo de visualizar en tiempo real las áreas notificadas por los usuarios. La información de localización podrá ser proveída por el usuario, el cual proporcionará su ubicación geográfica seleccionando opciones de un menú, o bien, con la utilización de la técnica de localización denominada *Cell-ID*, que se basa en información proporcionada por la operadora.

En las siguientes secciones se tratarán principalmente:

- La justificación del proyecto.
- La arquitectura básica de una red GSM.
- Los servicios proveídos por el protocolo USSD y el uso que el mismo hace del canal de señalización SS7.
- Una introducción a los sistemas de información geográfica.
- La arquitectura propuesta y los escenarios contemplados.
- Por último, una descripción de las tareas pendientes para la conclusión del proyecto.

II. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de este proyecto pretende tener al ciudadano como un punto crítico para la recolección de datos, permitiendo el diseño de un modelo de acceso y disponibilidad de información geográfica oportuna, uniforme y actualizada.

Hasta el 2013, con una población estimada de 6.700.000 habitantes, el 95,5 % contaba con un dispositivo móvil. En las zonas urbanas, esto corresponde a un 97,1 % y a un 93,4 % en zonas rurales. Además se obtiene un 19,4 % de penetración de la telefonía fija. [10]

La Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos (DGEEC) dio a conocer que, del total de hogares paraguayos, el 26,6 % tiene computadoras conectadas a Internet. Sin embargo, cabe destacar que los paraguayos aumentaron su acceso a la web gracias a los dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes y tabletas. Por ende, se estima que la penetración real de Internet es aproximadamente del 30 %. [9]

De las estadísticas mencionadas podemos considerar que la telefonía móvil, y en particular las redes GSM, representan un canal con mayor penetración en los hogares que la telefonía fija o el Internet.

III. LAS REDES GSM

Global System for Mobile communications (GSM) o Sistema Global para las Comunicaciones Móviles, es un estándar considerado de segunda generación o 2G, para la telefonía móvil digital.

En Latinoamérica, la tecnología GSM opera en bandas de 850Mhz. A nivel de datos soporta velocidades de transferencia hasta 9.6Kbits/s; permitiendo servicios tales como: SMS, MMS¹, USSD, y correo electrónico. [6]

La arquitectura de una red GSM consiste en varias Estaciones Base (BTS), las cuales son agrupadas y conectadas a un Controlador de Estación Base (BSC). Varios BSCs son conectados a una Central de Conmutación Móvil (MSC). La MSC accede a varias base de datos, incluyendo el Registro de Localización de Visitantes (VLR), el Registro de Localización Base (HLR) y el Registro de Identificación de Equipo (EIR). La MSC es responsable de establecer, administrar y liberar conexiones, así como enrutar llamadas a la celda de radio apropiada. Un *gateway* MSC provee una interfaz para la Red Digital de Servicios Integrados (ISDN). [1]

En la Figura 1 se puede observar la arquitectura básica de una red GSM.

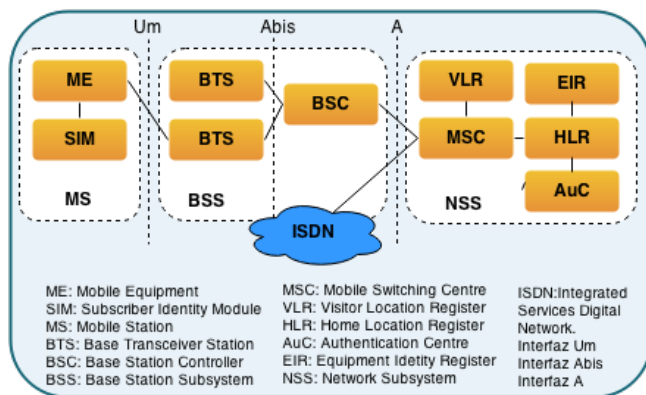


Figura 1: Arquitectura Básica de una Red GSM

III-A. Áreas de la Red GSM

Una celda es el área básica de servicio, cubierta por una BTS. Cada celda tiene un *Cell Global Identity* (CGI), que la identifica unívocamente en la red. Un grupo de celdas forman

un área de localización, identificada por un *Local Area Identity* (LAI). El área de cobertura de una MSC, es el área de servicio de la MSC/VLR y el área de cobertura de un operador de red es conocida como *Public land mobile network* (PLMN), que consiste en una o más MSCs. [8]

En la Figura 2 se puede observar la representación de las áreas de cobertura de una red GSM.



Figura 2: Áreas de una Red GSM

IV. LOS SERVICIOS USSD

El Protocolo USSD permite la transmisión de información e instrucciones a través de una red GSM. Dicho servicio está definido dentro del estándar GSM en los documentos GSM 02.90 [11] y GSM 03.90 [12] y transmite la información por los canales de señalización SS7.

A diferencia del SMS que basa su comunicación en el sistema de almacenamiento y reenvío, USSD es conversacional, es decir, el dispositivo móvil puede iniciar una sesión, recibir una respuesta generalmente en forma de posibles opciones, responder con una de dichas opciones, esperar la siguiente respuesta y así sucesivamente de forma que se establezca un diálogo interactivo.

USSD permite una gestión sencilla de los servicios categorizados como suplementarios en las redes GSM y la conexión de radio permanece abierta hasta que el usuario, la aplicación o el paso del tiempo la libera.

IV-A. Gateway USSD

Un *gateway* USSD es el encargado de interactuar con aplicaciones basadas en comandos USSD, lo que permite acceder a servicios de valor agregado. Este *gateway* tiene una interfaz con la MSC a través de la red de señalización SS7. Utiliza de mensajes de tipo *Mobile Application Part* (MAP) para recibir y enviar datos desde el HLR.

IV-B. Canales de Señalización SS7

En las redes de telefonía móvil, los mensajes SS7 se utilizan para transportar mensajes de texto SMS, mensajes USSD, así como también información de localización del usuario en la red.

SS7 es el estándar de la tecnología conocida como señalización de canal común, creado por la *International Telecommunication Union* (ITU), el cual consiste en la utilización de

¹Multimedia Message Service

un canal diferente al de la voz, destinado únicamente a la señalización [7]. Se trata de un conjunto de protocolos de señalización telefónica empleado en la mayoría de las redes telefónicas, como un medio que utilizan los elementos de la red de conmutación para intercambiar información.

La estructuración en capas de la red SS7 ha estado influenciado por el modelo OSI, dividido en cuatro niveles: físico, enlace de datos, red y parte(s) de usuario respectivamente. Los niveles 1 a 3 son denominados *Message Transfer Part* (MTP). El nivel 4 trata de los servicios de señalización. Ejemplos de partes de usuario es el *Transaction Capability Application* (TCAP), que permite descomponer una transacción en una sucesión de operaciones (componentes) para dirigir los diálogos y entre las aplicaciones que utilizan este servicio se encuentra MAP.

SIGTRAN es la evolución de SS7, que define los adaptadores y una capacidad de transporte de los protocolos de señalización sobre una red IP. Su familia de protocolos incluye; *Stream Control Transmission Protocol* (SCTP); es el protocolo de nivel de transporte, que proporciona servicio de transporte entre capas en IP y *MTP Level 3 User Adapt* (M3UA) que permite que partes de usuario del protocolo SS7 se transmitan sobre IP.

IV-C. Soluciones por medio de USSD

Un ejemplo de aplicación USSD se encuentra en la salud electrónica (e-health); el *Wireless Medical Information Query System Base on USSD*; se trata de un sistema de consulta de información médica a través de mensajes USSD, en el cual el usuario puede acceder a un menú y realizar la búsqueda adecuada a su situación médica. Otro caso conocido es el de los pagos móviles o billetera móvil (e-wallet), los usuarios de las operadoras que implementan este servicio utilizan su saldo o cuenta controlada para realizar pagos. [2]

V. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Un Sistema de Información Geográfica o GIS, es una categoría dentro de los sistemas de información que se especializa en el manejo de datos e información referenciada espacialmente.

Cabe destacar, que un GIS no es meramente un programa de cartografía por ordenador, ni un software del tipo Computer-aided design (CAD); es más bien, un sistema compuesto de hardware, software y procedimientos para la captura, gestión, manipulación, análisis, modelado y representación de datos georeferenciados [4], que lo hacen idóneo para abordar problemas complejos de planificación y gestión, para la toma de decisiones.

Un GIS encierra un modelo de la realidad sobre el territorio, de acuerdo con unas reglas o criterios definidos. Como en todo modelo, la información recogida es exactamente selectiva, buscando retener los aspectos que resultan de interés y desechando otros. Ello implica que, un sistema GIS tiene la capacidad de soportar modelos o representaciones de la realidad atentos a puntos de vista, percepciones o intereses heterogéneos.

La visualización de los datos espaciales así como el resultado de los análisis elaborados con ellos, se puede realizar tanto

de forma estática como dinámica. La presentación estática se realizaría en forma de mapas, tablas o gráficas, dentro de informes o documentos cartográficos, mientras que la visualización dinámica se realiza sobre soporte digital y permite al usuario personalizar la forma de representar la información contenida en un GIS.

En efecto, mediante aplicaciones informáticas específicas se pueden realizar diferentes composiciones de la información cartográfica, además de realizar consultas y resúmenes de la información alfanumérica asociada a la misma. [5]

Sin embargo, una nueva forma de visualización dinámica a través de Internet está suponiendo una auténtica revolución a la hora de poner a disposición de los usuarios la información contenida en un GIS. Esta nueva tecnología, denominada *Web Mapping*, permite almacenar, mantener, visualizar, incluso realizar análisis de geodatos, directamente en la web. Esto supone la capacidad de distribuir la información de un GIS de manera simultánea e interactiva tanto dentro de una organización como a todos los usuarios de Internet.

VI. ARQUITECTURA PROPUESTA

El desarrollo de este proyecto pretende una interacción directa con la ciudadanía haciéndola partícipe de la recolección de datos geográficos y notificaciones de casos sospechosos de enfermedades para identificar zonas de riesgo epidemiológico.

El diseño e implementación del GIS y la actualización constante de la información permitirá el ahorro de esfuerzos tanto económicos como humanos, ya que al contar con esta herramienta los ciudadanos y los profesionales de salud pública invertirán menos tiempo en la identificación temprana de zonas de riesgo epidemiológico para apoyar el establecimiento de políticas, consolidar los procesos de planificación y orientar las acciones para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

A continuación se examinará la arquitectura propuesta.

VI-A. Modelo

Se plantea la utilización del protocolo de comunicación USSD, que se caracteriza por su capacidad para transmitir información o instrucciones bidireccionales (entre el dispositivo móvil y una aplicación). De esta manera los usuarios podrán proporcionar información en tiempo real, que alimente a un Sistema de Información Geográfica en el cual se podrá identificar zonas de riesgo epidemiológico dentro del territorio paraguayo.

En la Figura 3 se presenta la arquitectura propuesta, en la cual se pueden observar los módulos a implementar.

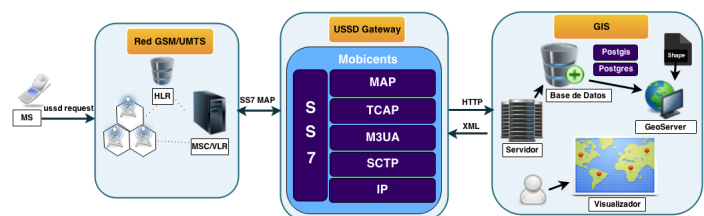


Figura 3: Arquitectura Propuesta

- **Módulo USSD:** Será el encargado de la recolección de datos a través de una aplicación USSD que utilizará servicios REST para obtener el menú interactivo y registrar las notificaciones de los usuarios. Para la simulación del diálogo USSD, se utilizará la plataforma Mobicents [3], la cual consiste en una implementación *open source* para el desarrollo de aplicaciones USSD. En la Figura 4 se puede apreciar el flujo de mensajes MAP entre un nodo de red, la plataforma Mobicents y la aplicación USSD.

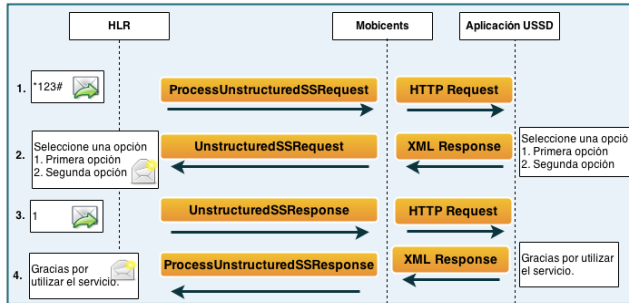


Figura 4: Intercambio de mensajes MAP

- **Módulo GIS:** En base a la información recolectada en el módulo anterior, representará las notificaciones en un visualizador de mapas y las mismas serán categorizadas de acuerdo a métricas que definirán cuando una zona es considerada de riesgo epidemiológico. A través de este módulo se desea proporcionar tanto a las organizaciones gubernamentales, como no gubernamentales y organismos que colaboran en los aspectos de salud, una herramienta a través de la cual podrán obtener información georeferenciada en el mapa de la república, de áreas o regiones afectadas por algún tipo de enfermedad notificada por el mismo ciudadano. Lo que dará lugar a encaminar programas preventivos o de contingencia a las comunidades que así lo necesiten.

VII. ESCENARIOS CONSIDERADOS

El modelo propuesto podrá obtener la localización desde donde el usuario realiza la notificación. Esta información podrá ser proporcionada por la operadora de la red GSM o por el mismo usuario. A continuación se describe cada uno de los escenarios:

VII-A. Localización automática basado en Cell-ID

En este escenario se requiere que la operadora proporcione información geográfica de sus antenas (BTS) de manera a que el visualizador del módulo GIS pueda identificar cada una de ellas y referenciarlas gráficamente en el mapa.

Posteriormente, cada vez que un usuario o subscriber inicia un diálogo con la red GSM a partir del código de servicio correspondiente a la aplicación USSD, la operadora es la encargada de proporcionar información de localización, esto consiste en proveer el identificador de la antena (*Cell-ID*) a la que está conectado el dispositivo al momento de registrar la notificación, y de esta manera aproximar geográficamente la

ubicación del usuario, utilizando como referencia la información geográfica de las antenas proporcionada con anterioridad.

La información respecto a qué antena está conectado un teléfono móvil es manejada por la empresa de telefonía. Es por esta razón que, para efectos del proyecto, el *USSD Gateway*, una vez recibida la petición del usuario, simulará la consulta al HLR para conocer la antena a la que está conectado el móvil, y retornará un mensaje de tipo MAP con el *Cell-ID* de dicha antena.

VII-B. Localización manual

Para este caso, se incluirán dos niveles de menú adicionales en la aplicación USSD donde el usuario podrá seleccionar el departamento y ciudad donde se encuentra, y los mismos serán mapeados a su correspondiente latitud y longitud en el GIS en cuestión en base a los datos geográficos propios de la aplicación.

VIII. PENDIENTES PARA LA CONCLUSIÓN DEL PROYECTO

Se realizarán pruebas y evaluaciones en base a investigaciones sobre la manera en la que se llevan a cabo actualmente los mecanismos para determinar la localización geográfica de zonas de riesgo epidemiológico. Entre otras tareas, se encuentra la creación de un plan de implantación de la estrategia, describiendo los requerimientos funcionales y no funcionales necesarios para utilizar el modelo propuesto. Se evaluarán además las ventajas y desventajas obtenidas frente al modelo convencional.

REFERENCIAS

- [1] Saha Misra, Iti . (2009) *Wireless Communications and Networks. 3G and Beyond*.
- [2] Sierra González, Danny . (2008) *Sistema de Gestión Basado en Mensajes USSD para Seguridad Vehicular por Medio de Redes GSM/UMTS en Ecuador*.
- [3] Mobicents (2008). *USSD Gateway*. Recuperado de: <http://www.mobicents.org/>
- [4] National Center for Geographic Information an Analysis. (1999). *Inter-operating GIS Report of a Specialist Meeting Held Under The Auspices of the Varenius Project Panel On Computational Implementations of Geographic Concepts*.
- [5] Ager Ingenieros. *Los Sistemas de Información Geográfica. Características y Aplicaciones Generales*. Recuperado de: <http://www.ager.es/productos/gis/sig.pdf>
- [6] GSM WORLD. *What is GSM?*, Recuperado de: www.gsmworld.com/technology/what.html.
- [7] García López, Carlos Alberto y Gutierrez, Teodulo. (2007). *Tefonía Celular y Protección de sus Enlaces en Comunicaciones. Señalización SS7*.
- [8] Prasad, Dr. K.V.K.K . (2008). *Principles of Digital Communication System and Computer Network*.
- [9] Publicación del 17 de mayo de 2014. *El Acceso a Internet de los Hogares*. Diario Última Hora.
- [10] Dirección General de Estadística, Encuesta y Censo. *Entre los años 2010 y 2013 se sumaron aproximadamente 780.000 usuarios de la Telefonía Móvil en Paraguay*. Recuperado de: <http://www.dgeec.gov.py/>
- [11] European Telecommunications Standards Institute ETSI. (1997). *GSM 02.90: "Digital cellular telecommunications system; Unstructured Supplementary Service Data (USSD) - Stage 1"*.
- [12] European Telecommunications Standards Institute ETSI. (1996). *GSM 03.90: "Digital cellular telecommunications system; Unstructured Supplementary Service Data (USSD) - Stage 2"*.