

## **Konócte: Red Sensorial de Signos Vitales, Módulo de Monitoreo y Comunicación**

**Cruz del Valle, Clara Lucía**

Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala de la Asunción, Guatemala, Guatemala, cru07205@uvg.edu.gt

**Mejía Orozco, Edwing Isaac**

Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala de la Asunción, Guatemala, Guatemala, mej07076@uvg.edu.gt

**Juárez Payes, Luis Alejandro**

Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala de la Asunción, Guatemala, Guatemala, jua07107@uvg.edu.gt

**Rivera Marroquín, Juana Marlene**

Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala de la Asunción, Guatemala, Guatemala, riv07856@uvg.edu.gt

**Ing. Reina García-Salas, Luis Fernando**

Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala de la Asunción, Guatemala, Guatemala, lfreina@uvg.edu.gt

**MSc. Esquit, Carlos Alberto**

Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala de la Asunción, Guatemala, Guatemala, caesquit@uvg.edu.gt

### **RESUMEN**

Konócte tiene como objetivo la implementación de un sistema remoto de monitoreo de signos vitales, que utiliza un mensaje de texto para mantener informada a la persona encargada del paciente de su estado general de salud. La red de monitoreo registra mediciones de presión arterial, pulso cardíaco, frecuencia respiratoria, concentración de glucosa en la sangre, temperatura y peso corporal. Este módulo llamado Monitoreo y Comunicación se encarga de la aplicación del teléfono celular que procesa los datos, almacena un registro y envía el mensaje de texto. La aplicación fue implementada originalmente para la plataforma J2ME. Buscando facilitar la distribución de la misma se implementó una nueva versión de la aplicación para plataforma Android. Esta aplicación se conecta vía Bluetooth con la Central de Información de la cual recibe mediciones de signos vitales del paciente y con base en ellos define el contenido del mensaje de texto a enviar para mantener informado al encargado del paciente y el contenido del archivo para mantener un registro en la memoria externa del teléfono.

**Palabras Clave:** Telemedicina, Monitoreo de Signos Vitales, Android Aplicación Médica.

### **ABSTRACT**

Konócte has as a primary objective to implement a vital signs monitoring remote system, that uses a text message to maintain the person in charge of the patient informed of his general health condition. The monitoring network registers arterial pressure, heart rate, respiratory rate, blood sugar levels, temperature and weight. This module named "Monitoring and Communication" includes the mobile application that processes the patient data, keeps its record and sends the text message. The application was originally implemented for the J2ME platform, in the search for making the application easier to distribute a new version for the Android platform was implemented. This application connects with the Information Central from which it obtains the patient vital signs data using Bluetooth technology. This data is used to define the content of the text message to be sent to the person in charge of the patient and saves a record in the cellphone external memory.

**Keywords:** Vital Signs Monitoring, Telehealth, Android Medical Application.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El megaproyecto Konócete pretende diseñar una red de sensores y una plataforma de comunicación que permitan evaluar el estado general de salud del paciente y transmitan información específica del paciente a familiares, cuidadores y/o médicos por medio de mensajes de texto. Con este se busca reducir el tiempo de obtención de información, mantener un mejor control del estado de salud del paciente y al mismo tiempo mejorar productividad y eficacia del hospital o doctor que utilice el sistema. Se quiere incursionar en el campo de la telemedicina en Guatemala, un país en el que las facilidades de acceso a lugares remotos están limitadas dando como resultado un servicio de salud de baja calidad, permitiendo a doctores realizar consultas de los signos vitales del paciente aunque este a larga distancia.

Este módulo, monitoreo y comunicación, abarca la implementación de la aplicación del teléfono celular la cual se comunica con la central de monitoreo para obtener los datos de las mediciones del paciente, define cuales están fuera de los rangos normales y envía un mensaje de texto al encargado del paciente. Permitiendo que el sistema Konócete sea útil en comunidades de difícil acceso y pacientes que deben ser monitoreados constantemente dandoles la libertad de no estar 24/7 junto al doctor pero con la tranquilidad de que este va a estar informado constantemente de su salud.

Para poder cumplir este objetivo se desarrolló una aplicación para dispositivos móviles con plataforma Android, esta inicia como servidor un canal de comunicación vía Bluetooth que le permite intercambiar datos con el módulo de monitoreo el cual funciona como cliente. También se tiene un segundo canal de comunicación con el médico vía SMS para poder transferir la información del paciente. La central de monitoreo mencionada a continuación es un módulo diferente por lo que el contenido de este artículo no abarca su implementación.

## **2. DISEÑO EXPERIMENTAL**

El problema que se quería resolver con este módulo era agregar al sistema una aplicación que realice la comunicación con la central de monitoreo para obtener datos de las mediciones de signos vitales del paciente, analizar estos datos para definir anomalías y mantener informado al médico.

Se conoce que los datos a obtener de la central de monitoreo son los de presión arterial sistólica y diastólica, pulso cardíaco, frecuencia respiratoria, concentración de glucosa en la sangre y peso. Para poder verificar que las mediciones se encuentren dentro de los rangos normales se va a pedir al paciente que ingrese a la aplicación su estatura.

Se tomó en cuenta que la aplicación debería de estar en un dispositivo móvil para darle libertad de movimiento al paciente. Esta debería de realizar una comunicación inalámbrica con la central de monitoreo la cual se encuentra dentro del mismo espacio que la aplicación y una comunicación inalámbrica con el médico para poder transmitir los datos del paciente aunque este se encuentre a larga distancia.

Tomando en cuenta el objetivo, los datos, las condiciones y restricciones mencionadas anteriormente fue como se tomó la decisión de desarrollar una aplicación para un celular con plataforma Android en el cual se utiliza tecnología Bluetooth para intercambiar los datos del paciente con la central de monitoreo, servicio de

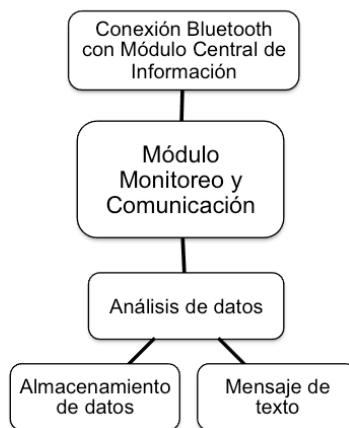
mensajes de texto para mantener informado al médico sobre la condición del paciente y almacenamiento en la tarjeta de memoria micro SD para mantener un record de las mediciones.

### 3. METODOLOGÍA

La Figura 1 muestra los cuatro principales pasos para el módulo de monitoreo y comunicación. El primer paso consiste en la conexión Bluetooth con la central de información, ya que se tiene esta conexión se obtienen los datos de las mediciones de signos vitales y se analizan. Estos datos analizados sirven para definir el contenido del mensaje a enviar y el registro a almacenar. Estos cuatro pasos serán explicados en las siguientes secciones.

#### 3.1 CONEXIÓN BLUETOOTH

El objetivo principal de Bluetooth es la creación de Personal Area Network (PAN) para transferencia de datos entre dispositivos móviles que se encuentran físicamente cerca. Para la aplicación fue necesario seguir el protocolo Bluetooth RFCOMM para lograr una conexión exitosa entre un Bluetooth cliente y un Bluetooth servidor en este caso la aplicación del teléfono celular y la central de monitoreo respectivamente.



**Figura 1: Pasos para el módulo de monitoreo y comunicación**

Se utilizó la librería Bluetooth de Android en la cual el cliente busca y obtiene una lista de dispositivos Bluetooth cercanos disponibles, luego dentro de esa lista seleccionar el dispositivo con el nombre “EasyBT” y la dirección universal única de identificación (UUID por sus siglas en inglés) 00:17:A0:01:63:18 la cual representa al módulo central de información con el que se debe de intercambiar datos. Luego se establece un canal de comunicación RFCOMM con el dispositivo, se conecta y se definen los canales input y output stream por medio de los cuales se transfieren los datos del paciente (Developers, 2012), (Harte, 2008), (Bray, 2001).

#### 3.2 ANÁLISIS DE DATOS

Ya que se obtuvieron los datos de la central de información, la aplicación del teléfono celular debe de analizarlos y determinar si las mediciones se encuentran dentro de los parámetros normales para poder indicar al médico si hay algo a lo que se le debe prestar atención. Para esto se realizó una investigación profunda sobre los rangos normales de las mediciones de signos vitales de presión sistólica y diastólica, pulso cardíaco, frecuencia

respiratoria, peso y glucosa en la sangre. La Tabla 1. muestra los rangos utilizados para determinar anormalidades en las mediciones. La aplicación para determinar si el peso presenta alguna anormalidad se utiliza el índice de masa corporal y compara si el valor se encuentra dentro de los rangos investigados, para el resto de las mediciones se verifica que se encuentre dentro de los rangos investigados.

**Tabla 1: Límite Inferior y Superior para detectar anormalidades en mediciones de signos vitales**

<b>Medición</b>	<b>Límite Inferior</b>	<b>Límite Superior</b>
<b>Presión arterial sistólica</b>	90mmHg	120mmHg
<b>Presión arterial diastólica</b>	60mmHg	80mmHg
<b>Temperatura corporal</b>	36.44°C	37.55°C
<b>Frecuencia respiratoria</b>	14	18
<b>Nivel de glucosa en la sangre</b>	135mg/dl	140mg/dl
<b>Índice de masa corporal</b>	18.5	24.9
<b>Pulso cardiaco</b>	60 latidos por minuto	100 latidos por minuto

### 3.3 ENVÍO MENSAJE DE TEXTO

La librería de android SmsManager maneja operaciones de SMS como envío de datos, texto y mensajes SMS (Developers, 2012). Se utiliza esta funcionalidad para enviar el mensaje de texto al teléfono celular del médico que se ingresa en la aplicación. El contenido del mensaje indica si la medición es reciente o antigua (en caso de que al momento de enviar el mensaje no se tenga una medición nueva de algún signo vital), también se indica si se encuentra fuera de los rangos normales y hay alguna anormalidad y cual es el valor de la medición.

### 3.4 ALMACENAMIENTO DE DATOS

Para almacenar un registro de las mediciones de signos vitales del paciente se utilizo la funcionalidad de almacenamiento externo que proporciona la librería de Android. De esta forma la aplicación almacena los datos de todas las mediciones en la tarjeta de memoria micro SD para que estos puedan ser consultados por un médico (Developers, 2012).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

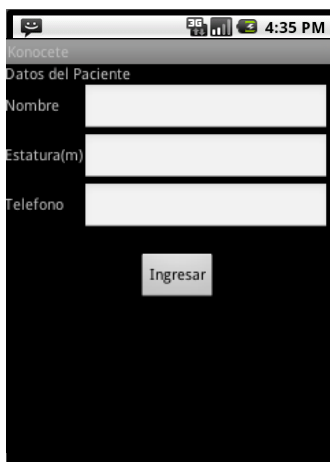
Se desarrolló una primera versión de la aplicación la cual estaba orientada a la plataforma J2ME. Se utilizó la herramienta de desarrollo “NetBeans 6.9.1”, el kit de desarrollo “J2ME Wireless Toolkit 2.2” y el emulador “Java J2MDK Emulator” para realizar las pruebas. Esta versión de la aplicación utilizaba la tecnología Bluetooth para intercambiar datos con la central de monitoreo pero a diferencia de la aplicación final esta funciona como servidor Bluetooth, se pone disponible y espera a que la central de monitoreo inicie el proceso de comunicación. Buscando compatibilidad se opto por aprovechar la tecnología de “Smartphones” y desarrollar una nueva versión de la aplicación para plataforma Android. De esta forma la aplicación tiene mayor oportunidad de ampliarse y ser utilizado por mayor cantidad de personas por el crecimiento que esta plataforma tiene actualmente.

La aplicación se desarrolló específicamente para la plataforma Android 2.1 utilizando “Android SDK”, el emulador de aplicaciones “Android AVD” y la herramienta de desarrollo “Eclipse Helios 3.6.1”. Como resultado se tiene una aplicación para dispositivos móviles con plataforma Android 2.1 como se puede ver en la Figura 2. Como se puede ver en la Figura 3. esta establece una comunicación vía Bluetooth funcionando como cliente con el módulo central de información del cual obtienen las mediciones de los signos vitales del paciente, los analiza, define anomalías y envía un mensaje de texto al médico con información sobre estas. Además almacena un registro de las mediciones en la tarjeta micro SD del dispositivo.

Se desarrolló para plataforma android principalmente pensando en compatibilidad Sin embargo al finalizar la aplicación se realizaron pruebas en distintos dispositivos de diferentes marcas, todos con la plataforma Android 2.1 y como se puede ver en la Tabla 2. no se logró cumplir el objetivo de compatibilidad. Con estos resultados se llegó a la conclusión que la aplicación solo se puede ejecutar en dispositivos Sony debido a la funcionalidad Bluetooth para la cual cambian las especificaciones para cada marca. Para corregir este problema y permitir que la aplicación sea compatible con la mayor cantidad de dispositivos es necesario investigar sobre la funcionalidad Bluetooth en cada marca, ver las especificaciones y como desarrollar aplicaciones Bluetooth que cumplan con ellas. Luego con esto desarrollar una aplicación mas robusta que tome en cuenta el hardware del dispositivo.

**Tabla 2: Pruebas Aplicación Android en diferentes dispositivos móviles**

Teléfono Celular	Modelo	Conexión Bluetooth	SMS
0	Sony Ericsson Xperia U20a	Si	Si
1	Sony Ericsson GT-15500L	Si	Si
2	Sony Ericsson Xperia A853	Si	Si
3	Samsung GT-1500L	No	No
4	Samsung GT-1500L	No	No
5	Motorola A853	No	No



**Figura 2: Interfaz aplicación móvil sistema Konócete: Red sensorial de signos vitales.**



**Figura 3: Aplicación móvil sistema Konócate: Red sensorial de signos vitales.**

## 5. CONCLUSIONES

La aplicación propuesta implementa tecnología Bluetooth, funcionalidad SMS y almacenamiento externo en la tarjeta SD para lograr un sistema exitoso que recolecta las mediciones de los signos vitales del paciente, las almacena y mantiene informado al responsable del paciente dándole la libertad de no estar próximo a este.

El haber implementado para plataforma Android le da a la aplicación la libertad de compatibilidad por ser una de las plataformas mas utilizadas en el mundo. Además esta plataforma sigue evolucionando lo que da la facilidad en un futuro de realizar mejoras y agregar funcionalidades a la aplicación.

Esta aplicación permitirá mejorar la productividad y eficacia del hospital o doctor que lo utilice, por la funcionalidad del mensaje de texto que permite al medico mantenerse informado de la salud general del paciente aunque no se encuentre en un lugar cercano.

## 6. TRABAJO FUTURO

En un futuro esta aplicación podría implementarse para diferentes plataformas por ejemplo IOS para que de esta forma la aplicación pueda ejecutarse en dispositivos con diferentes plataformas. Se podría implementar la funcionalidad mediante la cual el médico envíe un mensaje de texto al teléfono del paciente para que índice el proceso de toma de mediciones de sus signos vitales, de esta forma el doctor tiene un mayor control sobre las mediciones y puede obtenerlas cuando sea necesario.

Otra mejora que se puede hacer a esta aplicación es para mejorar la calidad de consulta agregar la funcionalidad de videoconferencia con el médico para que este pueda establecer una consulta de manera virtual con el paciente, poder realizarle varias preguntas o ver el estado general del paciente sin que este tenga que llegar al hospital. Se puede aprovechar la aplicación que se tiene actualmente y modificar la cantidad de parámetros que recibe en caso de que se agregue a la red sensores que midan otros signos vitales.

## REFERENCES

Bray, J., & Sturman, C. F. (2001). *Bluetooth: connect without cables*. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall PTR.

Developers. (2012, February 14). "Bluetooth | Android Developers". *Android Developers*. Retrieved February 26, 2012, from <http://developer.android.com/guide/topics/wireless/bluetooth.html>.

Developers. (2012, February 14). "Data Storage | Android Developers". *Android Developers*. Retrieved February 26, 2012, from <http://developer.android.com/guide/topics/data/data-storage.html>

Developers. (2012, February 14). "SmsManager | Android Developers". *Android Developers*. Retrieved February 26, 2012, from <http://developer.android.com/reference/android/telephony/SmsManager.html>

Harte, L. H. (2008). Protocol Layers. "*Introduction to Bluetooth*" (p. 92). North Carolina: Althos.

### ***Authorization and Disclaimer***

*Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.*