

- **“INFERENCIA DE CONTEXTO EN APLICACIONES MOVILES INTELIGENTES ”<sup>1</sup>**

Reiner Solís Villanueva <sup>2</sup>  
rsolis@ulima.edu.pe

Instituto de Investigación Científica de la Universidad de Lima

**Resumen:** *El presente artículo propone el modelo de un sistema basado en técnicas de inteligencia artificial para inferir el contexto del usuario y optimizar el desarrollo de aplicaciones de entorno en los dispositivos móviles. En el presente documento se analiza la viabilidad de la aplicación de las redes neuronales artificiales en la optimización de aplicaciones conscientes del entorno, el objetivo es construir un marco general de inferencia alternativo a los ya existentes, con el fin de proporcionar una infraestructura básica para facilitar el desarrollo de aplicaciones context-aware, mediante la integración de la información procedente del entorno.*

*Palabra clave: Context-aware, dispositivos móviles, redes neuronales artificiales.*

**Abstract:** *This article proposes a model of a system based on artificial intelligence techniques to infer the user context and optimize application development environment on mobile devices. This paper analyzes the feasibility of the application of artificial neural networks in optimizing environment aware applications, the goal is to build an alternative inference framework to existing ones, in order to provide basic infrastructure to facilitate development of context-aware applications by integrating the information from the environment.*

**Palabras clave:** Context-aware mobile devices, artificial neural networks.

---

<sup>1</sup> Artículo derivado del proyecto de investigación “Sistemas basado en técnicas de inteligencia artificial para inferir el contexto del usuario y optimizar el desarrollo de aplicaciones en los dispositivos móviles inalámbricos”, del Instituto de Investigación Científica de la Universidad de Lima.

<sup>2</sup> Docente de la facultad de Sistemas e Investigador del Instituto de Investigación científica de la Universidad de Lima.

## 1. Introducción

Tanto en el Perú como en cualquier parte del mundo, en los próximos años, los dispositivos móviles se convertirán en herramientas de auto adaptación dinámica al contexto del usuario, por lo que el diseño de un sistema basado en técnicas de inteligencia artificial para aplicaciones conscientes del entorno no solo será un lujo sino una necesidad que permitirá facilitar y optimizar el desarrollo de aplicaciones en los dispositivos móviles.

El desarrollo de los dispositivos móviles actuales, que están cambiando el paradigma de la computación móvil y obligando a rediseñar las aplicaciones empresariales. El CEO de Google Eric Schmidt considera que el futuro de la informática se encuentra en los dispositivos móviles inteligentes y centros de datos (data center) y que en los próximos años, las tecnologías móviles continuará avanzando y los consumidores serán expuestos a aplicaciones inimaginables hasta ahora.

Las empresas necesitan desarrollar analítica operacional para efectuar predicciones del entorno. El entorno adquiere vital importancia en el desarrollo de las actuales aplicaciones en tecnología de información. Según Gartner, una aplicación *context-aware* es un sistema capaz de extraer, interpretar y usar información contextual y adaptar su comportamiento de acuerdo al entorno.

Es necesario involucrar estos aspectos y aplicar la analítica operacional predictiva para inferir el contexto mediante la aplicación de técnicas de inteligencia artificial de modelos comprobados, usando el contexto impuesto por el uso de dispositivos móviles.

## 2. Trabajos Previos

La investigación propuesta se realizará teniendo como base el marco de inferencia de contexto básico desarrollado en los trabajos publicados por Jesús Díaz et al. (2009). Inteligencia ambiental en dispositivos móviles. Facultad de Informática de la Universidad Complutense de Madrid. y Paolo Coppola et al. (2010). "The context-aware browser". IEEE Intelligent Systems, vol. 24, n°1, p.11. Estos enfoques son punto de partida para el desarrollo de un marco de inferencia alternativo de aplicaciones context-aware.

## 3. Descripción del problema

A continuación se plantean las siguientes interrogantes:

¿Es posible inferir el contexto de un usuario de un dispositivo móvil?

¿Es posible construir un modelo basado en técnicas de inteligencia artificial que permita inferir el contexto de un usuario de un dispositivo móvil?

¿En qué medida el diseño e implementación de un sistema, basado en técnicas de inteligencia artificial, como herramienta estratégica para inferir el contexto del usuario, puede influir positivamente en la optimización del desarrollo de aplicaciones de entorno en los dispositivos móviles?

## 4. Metodología de solución

Consideremos un contexto general de un entorno cuyos sujetos tengan algunas características comunes y repetitivas. En este caso definimos al usuario como un estudiante universitario propietario de un dispositivo móvil, y cuyo contexto de desarrollo como ubicación y actividad pueden describirse dentro de determinados rangos y lograr definir un contexto común de actuación, donde es posible aprovechar los sensores de los teléfonos inteligentes.

Sin embargo, un estudiante promedio maneja una diversidad de contextos, identificados principalmente por la ubicación geográfica en la que está. Los horarios de estudio, la intensidad lumínica y otros estímulos captados por los sensores del celular, pueden ser diferentes cuando el estudiante se encuentra en su casa o la universidad. En la investigación, proponemos modelar la relación de los diversos estados de los sensores del teléfono con las actividades que realizan los estudiantes de la universidad en el día a día. Además, considerando que uno de los grandes factores de influencia para la realización de actividades es la ubicación y que esas actividades se repiten en diversas ubicaciones (y otras no) se decidió dividir el modelo en dos grandes grupos, un contexto hogar, el cuál se encarga de inferir las actividades que realiza el alumno y las necesidades de información que tiene y un contexto universidad, que se encarga de las actividades que realiza dentro de la institución. Esta última la dividimos en dos sub contextos: El sub contexto para ambientes de estudio, que incluye biblioteca, cubículos y pabellones y el sub contexto para ambientes de descanso, que incluye el patio de la universidad y la cafetería.

## Variables descriptoras del contexto

Luego de analizar los diferentes sensores con los que vienen los teléfonos inteligentes, optamos por agrupar la funcionalidad de cada sensor en cuatro grupos: ubicación, intensidad lumínica, movimiento y dimensión temporal. Considerando estos cuatro grupos, proponemos un modelo que identifique la relación entre el estado de cada uno de estos grupos, entendidos como variables, y la probabilidad que el usuario este realizando alguna actividad genérica (comer, dormir, estudiar, etc).

### Ubicación

Proponemos la variable ubicación como un indicador de la ubicación específica donde se encuentra el individuo en uno de los contextos divididos. Por ejemplo, si está en su casa y específicamente en su dormitorio, esta variable puede tomar como valor 1 o si está en su cocina puede tomar como valor 2. En la concepción del modelo, esta variable requiere un filtro de los datos obtenidos por los sensores de ubicación (llámense GPS o Wi-fi) para conocer en que ubicación están, además de una precisión inicial señalada por el usuario.

### Intensidad lumínica

Con esta variable, pretendemos evaluar la relación que puede tener la exposición del móvil a cantidad de luz que hay en el entorno del usuario y la actividad que está realizando. Esta variable contribuye a identificar la actividad que realiza el alumno y se vale del sensor de luz delantero del teléfono. Respecto a los valores que toma esta variable, se identificaron los siguientes: Sin luz (0), intensidad media (1) e intensidad alta (2).

### Movimiento

Para captar la cantidad de movimiento que el usuario aplica al teléfono, se considera el acelerómetro como el sensor fuente. Para la consideración de los valores que toma este indicador, se considera bajo movimiento (0), movimiento medio (1) y alto movimiento (2).

También se evaluó emplear el giroscopio como una entrada a este grupo, sin embargo, se descartó debido a que no aporta mucha información sobre la actividad general que realiza el usuario.

### Tiempo

El tiempo es una de las variables principales del modelo. Los valores que toma van de 0 a 24 horas, y se tiene en cuenta los minutos como la parte decimal de la variable (1 minuto= 0.016666). Para obtener el tiempo se usa el reloj propio del teléfono (ya sea configurado

por el usuario o por la operadora por medio de la red móvil). No se toma en cuenta los segundos ya que la mayoría de las actividades se rigen por horas y fracciones de horas traducidas a minutos y no así en segundos.

### Contexto Casa

Para el contexto casa, se identificó cuatro actividades generales, que servirán para identificar la influencia que tiene las variables anteriormente explicadas sobre ellas.

Estas actividades son:

**Estudiar:** Implica que el alumno esta en alguna parte de su casa repasando algún curso, leyendo algún material adicional u alguna otra actividad que refuerce los conocimientos adquiridos y requiera de una alta concentración.

**Comer:** Implica que el alumno está en alguna de sus comidas diarias (desayuno, almuerzo, lonche o cena).

**Dormir:** Implica que el alumno está cumpliendo con sus horas de sueño diario en algún lugar de su casa, según su rutina de descanso.

**Ocio:** Agrupa a todas las otras actividades que no comprenden las 3 anterior mencionadas, ya sea ver televisión, hacer ejercicios, jugar en alguna consola u otra que realice el alumno.

La figura 1 ilustra la relación que pretendemos modelar para el contexto casa:

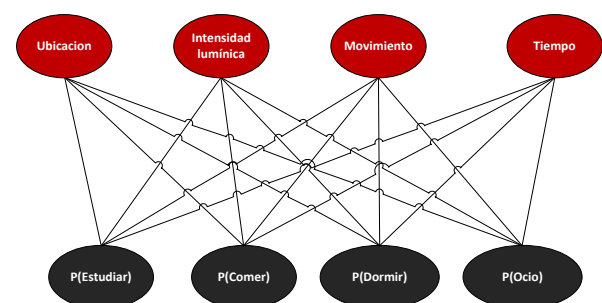


Figura 1. Contexto Casa.

### Contexto Universidad

Se identifica dos tipos de ambientes diferenciados tanto por las variables del contexto como por las actividades que se realizan en él. En estos dos grupos tenemos a un subcontexto de ambientes de estudio, que implica la ubicación del alumno en algunos de los ambientes designados a estudiar, ya sea por cuenta propia, en grupo o bajo la tutela de profesores, y otro subcontexto de descanso que implica las áreas verdes y las destinadas a la alimentación de los alumnos.

### Subcontexto Ambientes Estudio

Para este subcontexto, tenemos en cuenta las instalaciones de la biblioteca de la universidad, los salones de clase, los laboratorios, los cubículos de estudio y los pasadizos de estos ambientes, conforme se aprecia en la figura 2. Para estos ambientes, hemos identificado cuatro actividades comunes entre los alumnos:

**Atender Clases:** Esta actividad se refiere a que el alumno este dentro de un aula y se esté desarrollando alguna clase de los cursos que lleva bajo la instrucción de algún personal docente.

**Estudiar:** Implica que el alumno este repasando por su cuenta, ya sea con amigos o por su cuenta en alguna de las instalaciones señaladas en el subcontexto.

**Descansar:** Esta actividad se refiere a que el alumno se encuentra descansando en los pasillos alrededor de las aulas o cubículos realizando alguna actividad. Con descanso se refiere a no estar estudiando cerca a los ambientes de estudio.

**Conversar:** Esta actividad implica que el alumno está realizando alguna diferente a estudiar dentro de las aulas de clases, laboratorios o cubículos. Llamamos a esta actividad genérica conversar pues es la actividad más común que realizan los alumnos dentro de un salón fuera de su horario de clase.

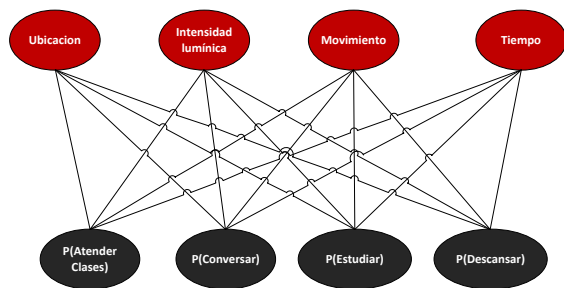


Figura 2. Sub contexto ambiente de estudio.  
Contexto Universidad.

### Subcontexto Ambientes Descanso

Definimos un ambiente de descanso a todo aquel destinado para el descanso o alimentación de los alumnos. Existen por lo tanto dos ubicaciones marcadas: los patios y jardines, y la cafetería y quioscos. Las actividades genéricas que identificamos en este subcontexto son las siguientes:

**Estudiar:** Implica que el alumno esta en alguna parte del patio o comedor y está repasando algún curso, leyendo algún material adicional u alguna otra actividad

que refuerce los conocimientos adquiridos y requiera de una alta concentración.

**Comer:** Implica que el alumno está en alguna de sus comidas diarias (desayuno, almuerzo, lonche o cena) en la instalación de la cafetería.

**Descansar:** Implica que el alumno está reposando en alguno de los ambientes del contexto o realizando alguna actividad diferente a estudiar que no implique movimiento.

**Caminar:** Implica que el alumno se está desplazando en el alguna ubicación del subcontexto.

**Ocio:** Se refiere a que el alumno está haciendo alguna acción diferente a las anteriores en las cuales está conversando o realizando alguna actividad recreativa en la universidad

La figura 3 busca representar las relaciones que se pretenden modelar en este subcontexto:

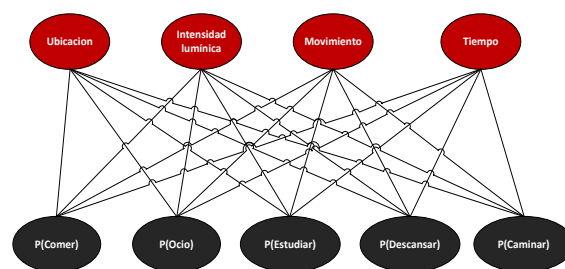


Figura 3. Subcontexto ambiente Universidad.  
Contexto Universidad.

## 5. Herramienta empleada en el modelo

En los últimos años, se ha prestado un especial énfasis a ciertas técnicas matemáticas de auto adaptación a las relaciones que se tratan de modelar en diferentes investigaciones. Una de las más importantes y mencionadas en la literatura son las redes neuronales artificiales.

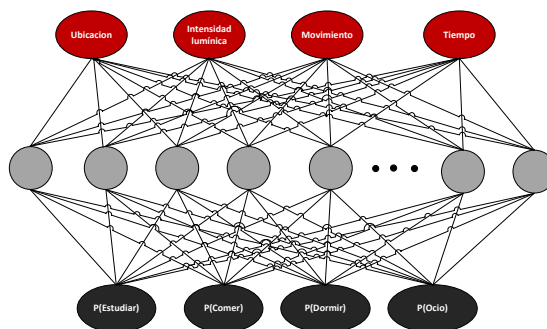
Una red neuronal es, a grosso modo, una herramienta matemática que busca emular la estructura y el comportamiento del cerebro humano, incluyendo un mecanismo de aprendizaje inducido por prueba y error. De esta forma una red neuronal busca acoplar en su estructura las relaciones que pueden surgir en los estímulos (o variables de entrada) a los que se la expone y brindar una respuesta. A su vez, valida si la respuesta brindada es aceptable y si no lo es, ejecuta un mecanismo de corrección y adaptación que, dependiendo de la arquitectura de la red, puede estar

basada en el error.

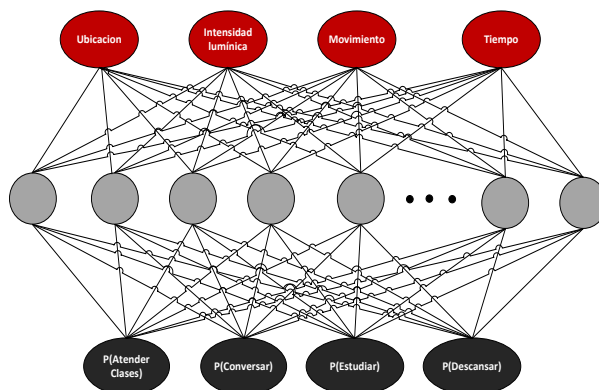
En este caso, planteamos emplear una red neuronal artificial de propagación hacia adelante que soporte el modelo en cada contexto y bajo un plan de recopilación inicial de datos particular para cada usuario, pueda aprender la rutina y evalúe la probabilidad que en ese momento se esté realizando alguna de las actividades generales que se plantean en cada contexto. Las redes neuronales artificiales codifican la información de manera distribuida. La información es almacenada en la red, y es compartida por todas las unidades del proceso. Este esquema está en evidente contradicción con los esquemas tradicionales donde los datos están almacenados en posiciones fijas de memoria. La información es almacenada en forma redundante y el resultado es un sistema tolerante a fallos. Esto está en concordancia con la tolerancia a fallos de nuestros propios sistemas neuronales (Rumelhart, Hinton y Williams, 1986) y los mapas auto organizados de Kohonen (1982).

Para su aplicación, consideraremos las variables descriptoras del modelo como la capa de entrada de la red y las actividades como la capa de salida. Entre estas capas existirá un conjunto de capas escondidas que representen las relaciones que existen entre las variables y las actividades y las conexiones entre capas representarán el peso de cada relación por variable. Para poder emplear una aproximación de probabilidad para la salida de la red, se empleará una función logística para la capa de salida, de manera que normalice los estímulos de respuesta a un rango de  $[0;1]$ .

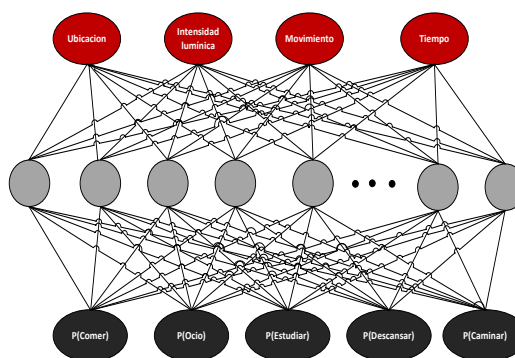
En las figuras 4, 5 y 6 muestran una representación gráfica del modelo empleando redes neuronales para cada contexto, donde la capa superior, representa la capa de entrada, la capa intermedia las diferentes neuronas de las capas escondidas y la capa inferior a la de salida.



**Figura 4. Estructura contexto casa.**



**Figura 5. Estructura de red para el subcontexto Ambiente Estudio**

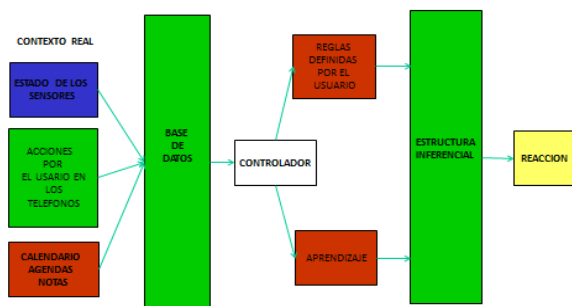


**Figura 6. Estructura de red para el subcontexto Ambiente Descanso.**

## 6. Construcción del modelo de inferencia.

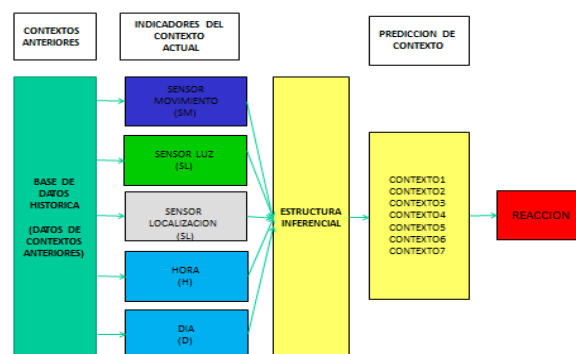
El modelo general de desarrollo de nuestra propuesta se muestra en la figura 7, donde el contexto real está determinado por los sensores, registro de actividades y

acciones del usuario que conforman la base de datos de los contextos que conforman el comportamiento cotidiano del usuario. Esta base de datos constituye los datos de entrada del sistema de inferencia de contexto. Previo a ello sin embargo hay que definir mediante una etapa controladora, si la inferencia de contexto se realiza por las reglas definidas por el usuario o por predicción. Si todos los sensores del contexto actual están funcionando correctamente y establecida la reglas del usuario, la inferencia de contexto se realiza mediante un sistema de principios basado en reglas, sin embargo si no están definidas la reglas del usuario, o los sensores del contexto actual del dispositivo móvil no están hábiles, la inferencia de contexto se realiza mediante predicción ( basado en el aprendizaje del comportamiento cotidiano del usuario) empleando técnicas de inteligencia artificial.



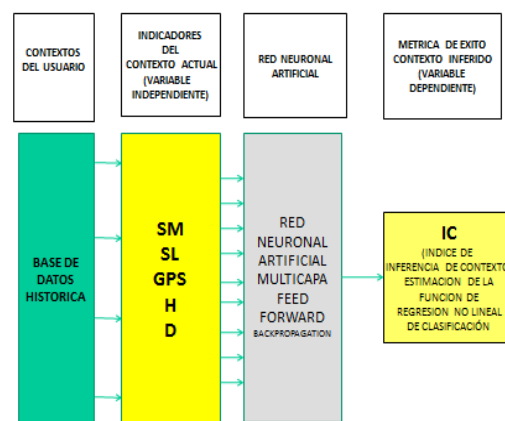
**Figura 7. Modelo general propuesto para la inferencia de contexto**

La Figura 8 presenta nuestra propuesta de inferencia de contexto basado en una base de datos históricos del comportamiento cotidiano del usuario, sin embargo este comportamiento cotidiano está limitado a un número de contextos predefinidos en el modelo a fin de que el sistema de inferencia de contexto pueda realizar la predicción con el menor error posible.



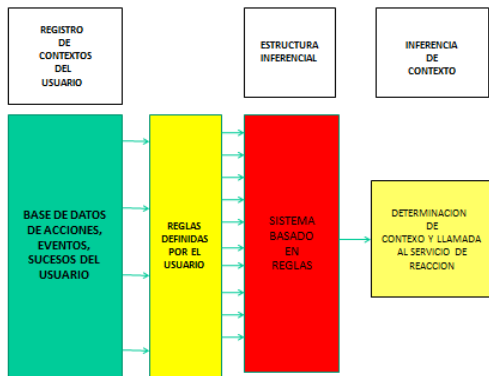
**Figura 8. Modelo de inferencia de contexto**

El modelo de inferencia de contexto por predicción se muestra en la figura 9, usando como herramienta de trabajo las redes neuronales artificiales, que es una técnica de inteligencia artificial de predicción incluso cuando los datos de entrada están incompletos. El modelo de red neuronal escogido es la red multicapa feed forward.



**Figura 9. Modelo de inferencia de contexto por predicción**

El modelo de inferencia de contexto basado en la técnica de inteligencia artificial “sistema basado en reglas” se aprecia en la figura 10, donde la inferencia de contexto se realiza por las reglas sugeridas al usuario. La regla es un conjunto de condiciones del entorno que se establecen como importantes para el usuario que establecen un número determinado de contextos relacionados a cada regla, que serán inferidos.



**Figura 10. Inferencia de contexto. Sistema basado en reglas.**

## 7. Caso de estudio

El caso realiza la inferencia de contexto para las actividades de un estudiante de la Universidad de Lima de la Facultad de Ingeniería que dispone de un *Smartphone* - dispositivo móvil inteligente - y aprovecha la información de los sensores para crear una base de datos y determinar el comportamiento cotidiano del usuario.

### 7.1 Variables de salida

**Contexto hogar:** El cuál se encarga de inferir las actividades que realiza el alumno y las necesidades de información que tiene.

**Contexto universidad:** Se encarga de las actividades que realiza dentro de la institución. Esta última la dividimos en dos subcontextos: Ambientes de estudio (biblioteca, cubículos y pabellones) y Ambientes de descanso (patio de la universidad y la cafetería).

### 7.2 Variables de entrada: Información de sensores.

Se optó por agrupar la funcionalidad de cada sensor en cuatro indicadores: Ubicación, intensidad lumínica, movimiento y tiempo. Los mismos que forman la base de datos para inferir el contexto.

**Ubicación:** Específica donde se encuentra el individuo en uno de los contextos señalados por el usuario. En la concepción del modelo, esta variable requiere un filtro de los datos obtenidos por los sensores de ubicación (llámense GPS o Wi-fi) en correspondencia con las coordenadas de su ubicación fijadas en el dispositivo. El

rango e identificación de cada lugar se muestra en la tabla 2.

**Intensidad lumínica:** Evalúa la relación que puede tener la exposición del móvil a cantidad de luz que hay en el entorno del usuario y la actividad que está realizando. Contribuye a identificar la actividad que puede estar realizando el alumno y los valores que puede tomar esta variable son: Deshabilitado (1), Sin luz (2), intensidad media (2) e intensidad alta (4).

**Movimiento:** Para poder captar la cantidad de movimiento que el usuario aplica al teléfono, se considerara el acelerómetro como el sensor fuente. Para la consideración de los valores que tomará este indicador, se considera: Deshabilitado (0), Sin movimiento (1) y movimiento (2).

**Tiempo:** Los valores que puede tomar van de 0 a 24 horas, y se tendrán en cuenta los minutos como la parte decimal de la variable (1 minuto= 0.016666). Para obtener el tiempo se usara el reloj propio del teléfono (ya sea configurado por el usuario o por la operadora por medio de la red móvil). No se toma en cuenta los segundos.

### 7.3 Base de datos

En este caso se considera un conjunto real de observaciones conformado por la información de los sensores del dispositivo móvil. Se logró tener la información de 3859 contextos, en cada contexto se identificaron cinco indicadores: Hora, Día, Movimiento, Luz y Lugar, formando una base de 19305 datos como se aprecia en la tabla 1.

**Tabla 1 Base de datos**

Actividad des	Número de contextos	Numero de indicadores por contexto.	Número de datos por contexto
1	1942	5	9710
2	1722	5	8610
3	1505	5	7525
4	900	5	4500
5	1838	5	9190
6	1828	5	9140
7	1131	5	5655
8	1319	5	6595
9	1411	5	7055
<b>Totales</b>	<b>3861</b>	<b>5</b>	<b>19305</b>

La descripción de los datos respecto a los rangos de los indicadores y contexto se aprecia en la Tabla 2.

**Tabla 2 Descripción de datos**

DESCRIPCION DE DATOS									
DIA DE LA SEMANA		MOVIMIENTO		LUZ		LUGAR		CONTEXTO	
Rango	Descripción	Rango	Descripción	Rango	Descripción	Rango	Descripción	Rango	Descripción
1	Domingo	1	Desactivado	1	Desactivado	1	Desactivado	1	Desactivado
2	Lunes	2	No movimiento	2	Bajo	2	Casa	2	Estoy en Casa
3	Martes	3	Movimiento	3	Medio	3	Afuera	3	Afuera
4	Miércoles			4	Alto	4	Universidad	4	Universidad
5	Jueves					5	Pabellón C	5	Universidad Biblioteca
6	Viernes					6	CH/Cafetería	6	Almorzando en Cafetería
7	Sábado					7	Pabellón D		
						8	Pabellón E		
						9	Pabellón F		
						10	Pabellón G		
						11	Pabellón H		
						12	Pabellón I		
						13	Pabellón LL/Biblioteca		
						14	Pabellón N		
						15	Pabellón O		
						16	Pabellón Q		
						17	Pabellón R		
						18	Pabellón S		
						19	Pabellón W		
						20	Afuera		

**GUI:** Maneja todas las configuraciones que realiza el usuario para definir su regla/perfil. Una regla puede estar asociada a muchos contextos pero un contexto solo a una regla. Todo contexto debe estar asociado a un código de parámetros de contextos como el movimiento (clasificado con 1: Desactivado, 2: No Movimiento y 3: En Movimiento), luz (1: Desactivado, 2: Luz Baja, 3: Luz Media, 4: Luz Alta), lugar (definido por el usuario) y el tiempo.

El usuario puede activar, desactivar, configurar y eliminar una regla que contiene la lista. Para crear una regla, seleccionamos el botón Nueva Regla. Luego de seleccionar Nueva Regla, definimos la regla que vamos a ingresar. Posteriormente, configuramos el contexto, definimos un nuevo contexto y los parámetros del sensor. Seleccionamos el lugar que deseamos definir y nos retorna la latitud y longitud automáticamente. Por último, definimos el tiempo de inicio y el tiempo fin y seleccionamos los días que estarán activos.

### 7.4 Programación de la plataforma

#### Objetivos

En esta investigación se desarrolló un prototipo de motor de captura de contextos para la plataforma Android.

#### Herramientas y alcance

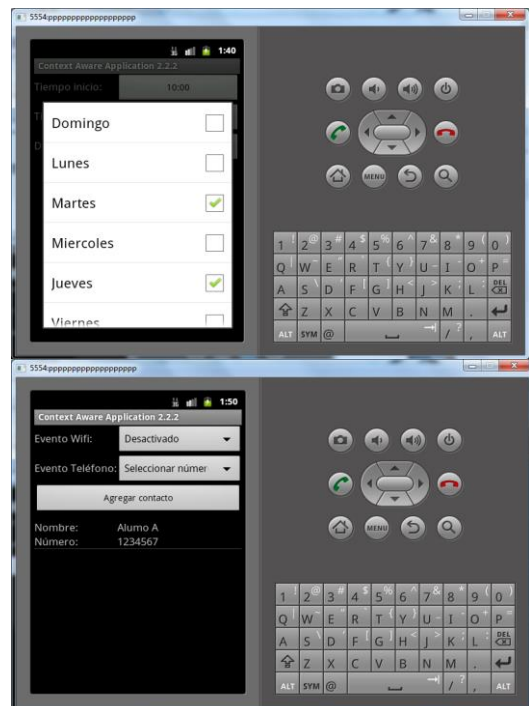
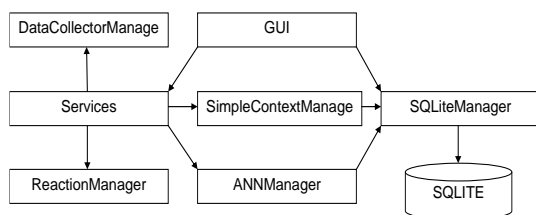
Para su construcción, se utilizó el IDE Eclipse en la versión Indigo con los plugin necesarios para programar en Android (ADT) y el SDK de Android y se implementó la captura de contextos definidos (luz, movimiento, tiempo y lugar).

#### Desarrollo

Para la programación del modelo se consideró dispositivos móviles trabajando con el sistema operativo Android 2.2 La programación para esta plataforma se realizó en código Java con Dalvik Virtual Machine.

#### Estructura de la aplicación

El desarrollo de la estructura de la aplicación siguió los parámetros bases de la investigación planteada por la Universidad Complutense de Madrid. El esquema final desarrollado es el siguiente:



Al terminar de seleccionar, regresamos a la configuración de la regla.

**SQLiteManager:** Es el módulo que manejará la base de datos que registra los usuarios.

Cada regla agrupará un grupo de contextos que el usuario desea registrar y se asigna eventos respectivos a la regla para todo el grupo de contextos asociados. El grupo de reacciones estará asociado a una sola regla. Por la limitación de tipos de datos, en los casos de booleanos, hemos ingresado los números 1(true) y



0(false). Asignaremos al código 1 para todos los eventos y los parámetros de contexto como deshabilitado, o nulo.

**Services:** Se accede a estos servicios desde el GUI para activarlo o desactivarlo. En el módulo tenemos dos servicios:

**ServiceTaskSensor:** Es la clase que registra los datos de los diferentes sensores periódicamente.

**ServiceEventTrigger:** Es la clase principal de la aplicación. En este servicio, se inicializa todas las tablas temporales, recibe todos los parámetros de sensores obtenidos para ser validados y registrar todos los contextos principales.

Uno de los problemas que se enfrenta es el tiempo de vida del servicio. Al transcurso del tiempo, el sistema operativo destruye automáticamente los servicios que tiene ejecutándose por una cierta cantidad de tiempo. Para evitar que suceda esto, se empleó el método startForeground para que tenga una prioridad superior y sea el último en ser candidato para que se elimine de la memoria. En ella, se inicializará unas tablas temporales, ya que el SQLite, no permite acceder a la base de datos en concurrencia.

**DataCollectorManager:** En esta clase se maneja todas las recolecciones de datos de los diferentes sensores. Se utilizó la clase ServiceTaskSensor para obtener los datos para ser enviados mediante un interface. Se encapsuló todos los sensores en una sola clase para facilitar el manejo del mismo.

**SimpleContextManager:** Es el motor del análisis de datos de contextos. Mantiene todas las tablas temporales, registros de datos en un archivo plano para poder ejecutarlo posteriormente en una desktop como primera prueba y por último, validar el evento que recibe según los contextos actuales mantenidos en las tablas temporales.

**ReactionManager:** Es el encargado de lanzar las reacciones correspondientes asociadas a una regla.

**ANNManager:** Es el encargado de crear la red neuronal y formar el modelo para su posterior uso.

## 8. Conclusiones

Este documento propone un modelo basado en técnicas de inteligencia artificial tales como sistema basado en

regla y redes neuronales artificiales, para inferir el contexto del usuario de un dispositivo móvil, y con esto lograr prestar una aplicación o reacción más específica o adecuada para satisfacer la necesidad del usuario, y logra con ellos que las aplicaciones de entorno en los dispositivos móviles se optimicen. El objetivo es construir un marco general de inferencia alternativo a los ya existentes, con el fin de proporcionar una infraestructura básica para facilitar el desarrollo de aplicaciones context-aware, mediante la integración de la información procedente del entorno. En el presente documento revisa la viabilidad de las redes neuronales artificiales y principio basado en reglas en la optimización de aplicaciones conscientes del entorno, estableciendo un proceso que utilice los datos históricos de contextos similares ejecutados por usuarios. Los contextos son obtenidos en base a las actuaciones reales del usuario, proporcionando una manera de comparar los datos históricos del usuario usando como herramienta las redes neuronales artificiales y el principio basado en reglas.

## • 9. Referencias

### Libros y artículos:

1. Frank Albesson, Charlie Collins, Robie Sen (2010). Android, Guía para desarrolladores. “Android frente a Android” Página 39. [Consulta: 10 de mayo de 2011.]
2. Meier, Reto (2010). Professional Android 2 application development. [Consulta: 10 de mayo de 2011]
3. A. Bulfoni et al. (2008). AI on the Move: Exploiting AI Techniques for Context Inference on Mobile Devices. Proc. 18<sup>th</sup> European Conf. Artificial Intelligence (ECAI 08), IOS Press, p. 668-672.
4. J. Diaz et al. (2009). Inteligencia ambiental en dispositivos móviles. Madrid. Facultad de Informática de la Universidad Complutense de Madrid.
5. P. Coppola et al. (2010). “The context-Aware browser”. IEEE Intelligent Systems, vol. 24, n°1, p.11.
6. S. Cherry (2009). “Cloud Computing Drives Mobile Data Growth,” IEEE Spectrum, vol. 46, n°10, p. 52.
7. F.S. Tsai et al (2009). “Design and Development of a Mobile Peer-to-Peer Social Networking

- Application,” Expert Systems with Applications, vol. 36, n°8, p. 11077–11087.
8. X. Xie et al (2008). “Mobile Search with Multimodal Queries,” Proc. IEEE, vol. 96, n°4, p. 589–601.
  9. A.T. Kwee and F.S. Tsai (2010). “Mobile Novelty Mining,” Int’l J. Advanced Pervasive and Ubiquitous Computing, to be published.
  10. Siau K, Sheng H, Nah F (2004). The value of mobile commerce to customers. The Third Annual Workshop on HCI Research in MIS, Washington, DC, USA, p. 65–69.

#### Internet:

1. Ajay R. Mishra(2010). “Cellular Technologies for Emerging Markets: 2G, 3G and Beyond”. Volumen I. 1.a edición virtual. Google libros. <<http://books.google.com/bkshp?hl=es&tab=wp>> . <[http://books.google.com/books?id=XFxcrcnbTJgC&pg=PT147&dq=HSDPA+14mbps&hl=es&ei=mfDCTZjmN4ncgQesvsSNAg&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=3&ved=0CDgQ6AEwAg#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com/books?id=XFxcrcnbTJgC&pg=PT147&dq=HSDPA+14mbps&hl=es&ei=mfDCTZjmN4ncgQesvsSNAg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=3&ved=0CDgQ6AEwAg#v=onepage&q&f=false)> . [Consulta: 2 de mayo de 2011.]
2. Apple Inc. “Develop for iOS, The world’s most advanced mobile platform”. Apple Inc. <<http://developer.apple.com/technologies/ios/>> [Consulta: 6 de mayo de 2011.]
3. Apple Inc. “Especificaciones técnicas del iPhone 4”. Apple Inc. <<http://www.apple.com/es/iphone/specs.html>> [Consulta: 3 de mayo de 2011.]
4. APPLEWEBLOG.COM(2010). “Android Vs iOS Vs BlackBerry”. La Flecha, Tu diario de ciencia y tecnología. <<http://www.laflecha.net/canales/x-apple/noticias/android-vs-ios-vs-blackberry>>. [Consulta: 10 de mayo de 2011.]
5. Big big(2011). “Honeycomb Android Emulator is Slow Problem”. Android Talk [blog]. <<http://www.androidtalk.info/2011/05/honeycomb-android-emulator-is-slow.html>>. [Consulta: 5 de junio del 2011.]
6. Brandon Miniman(2010). “Thoughts on Windows Phone 7 Series (BTW: Photon is Dead)”. Pocketnow.com, Smartphone Reviews, News, and Video. <<http://pocketnow.com/thought/thoughts-on-windows-phone-7-series-btw-photon-is-dead>>. [Consulta: 10 de mayo de 2011.]
7. Cyberstore(9 de mayo del 2009). “Los 10 Mejores Teléfonos Inteligentes” . <<http://celularesdoblechip.com/los-10-mejores-telefonos-inteligentes-smartphones.html>>. [2 de mayo de 2011.]
8. Daniel. “Windows Mobile 6.5 vs Windows Phone 7”. TopInTheWorld.com <<http://www.topintheworld.com/2011/windows-mobile-6-5-vs-windows-phone-7.html>>. [Consulta: 10 de mayo de 2011.]
9. Duncan Golicher. “Accuracy of an Android cell phone GPS in the UK”. Duncan Golicher’s weblog[blog]. <<http://duncanjg.wordpress.com/2011/05/08/accuracy-of-an-android-cell-phone-gps-in-the-uk/>>. [Consulta: 7 de Junio de 2011.]

