

Artículo de Investigación

Inferencia de contexto en aplicaciones móviles inteligentes

Ing. Reiner Solis Villanueva · Instituto de Investigación Científica, Universidad de Lima
rsolis@ulima.edu.pe

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. Se analiza la viabilidad de la aplicación de las redes neuronales artificiales en la optimización de aplicaciones conscientes del entorno, con el objetivo de construir un marco general de inferencia alternativo a los ya existentes.

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

1 INTRODUCCIÓN

El futuro de las aplicaciones móviles

Los dispositivos móviles se convertirán en herramientas de auto adaptación dinámica al contexto del usuario. 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 facilitará y optimizará el desarrollo de aplicaciones en los dispositivos móviles.

El CEO de Google Eric Schmidt considera que el futuro de la informática se encuentra en los dispositivos móviles inteligentes y que en los próximos años las tecnologías móviles continuarán avanzando y los consumidores serán expuestos a aplicaciones inimaginables hasta ahora.

Una aplicación context-aware es un sistema capaz de extraer, interpretar y usar información contextual y adaptar su comportamiento de acuerdo al entorno.

— Gartner

2 TRABAJOS PREVIOS

Base de la investigación

La investigación se realizó 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, Universidad Complutense de Madrid — y Paolo Coppola et al. (2010) — 'The context-aware browser', IEEE Intelligent Systems, vol. 24, nº1. Estos enfoques son el punto de partida para el desarrollo de un marco de inferencia alternativo de aplicaciones context-aware.

3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Preguntas de investigación

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 IA puede influir positivamente en la optimización del desarrollo de aplicaciones de entorno en los dispositivos móviles?

4 METODOLOGÍA DE SOLUCIÓN

Modelo de variables y contextos

Se define al usuario como un estudiante universitario propietario de un dispositivo móvil, cuyo contexto — ubicación y actividad — puede describirse dentro de determinados rangos. El modelo se divide en dos grandes grupos: el contexto hogar y el contexto universidad. Este último se subdivide en dos subcontextos: ambientes de estudio (biblioteca, cubículos, pabellones) y ambientes de descanso (patio, cafetería).

Variables descriptoras del contexto

Se agrupó la funcionalidad de cada sensor del teléfono inteligente en cuatro variables:

Ubicación

Indicador de la ubicación específica donde se encuentra el individuo. Requiere filtrado de datos GPS o Wi-Fi, más una precisión inicial señalada por el usuario.

Intensidad lumínica

Evalúa la relación entre la exposición del móvil a la luz del entorno y la actividad que realiza el usuario. Valores: sin luz (0), intensidad media (1), intensidad alta (2).

Movimiento

Captura la cantidad de movimiento mediante el acelerómetro. Valores: bajo movimiento (0), movimiento medio (1), alto movimiento (2). Se descartó el giroscopio por baja aportación.

Tiempo

Variable de 0 a 24 horas con minutos como parte decimal (1 min = 0.016666). Obtenida del reloj del teléfono. No se consideran los segundos.

Contexto Casa — Actividades identificadas

- Estudiar: repasar cursos, leer material adicional u otras actividades que requieran alta concentración.
- Comer: cualquiera de las comidas diarias del alumno (desayuno, almuerzo, lonche o cena).
- Dormir: cumplimiento de las horas de sueño diario en cualquier lugar de la casa.
- Ocio: ver televisión, hacer ejercicio, jugar en consola u otras actividades no comprendidas anteriormente.

Subcontexto Ambientes de Estudio — Actividades identificadas

- Atender clases: el alumno está en un aula y se desarrolla clase bajo instrucción docente.

- Estudiar: repasar por cuenta propia o en grupo en instalaciones de biblioteca, laboratorios o cubículos.
- Descansar: el alumno está en los pasillos alrededor de aulas o cubículos sin estudiar.
- Conversar: actividad diferente a estudiar dentro de aulas o cubículos.

Subcontexto Ambientes de Descanso — Actividades identificadas

- Estudiar: repasar algún curso en el patio o comedor con alta concentración.
- Comer: comidas diarias en la cafetería de la institución.
- Descansar: reposar en el ambiente sin movimiento ni estudio.
- Caminar: desplazamiento en alguna ubicación del subcontexto.
- Ocio: conversación o actividad recreativa diferente a las anteriores.

5 HERRAMIENTA EMPLEADA

Redes neuronales artificiales

Una red neuronal es una herramienta matemática que busca emular la estructura y el comportamiento del cerebro humano, incluyendo un mecanismo de aprendizaje inducido por prueba y error. Busca acoplar en su estructura las relaciones que pueden surgir en los estímulos a los que se la expone y brindar una respuesta validada.

Se plantea emplear una red neuronal artificial de propagación hacia adelante (feed forward) que, bajo un plan de recopilación inicial de datos particular para cada usuario, pueda aprender la rutina y evalúe la probabilidad de que en ese momento se esté realizando alguna de las actividades generales del contexto.

Las redes neuronales artificiales codifican la información de manera distribuida. La información es almacenada en la red y compartida por todas las unidades del proceso.

— Rumelhart, Hinton y Williams, 1986

Para su aplicación, las variables descriptoras del modelo forman la capa de entrada de la red y las actividades la capa de salida. Entre estas capas existirán capas escondidas que representen las relaciones entre variables y actividades. Se empleará una función logística en la capa de salida para normalizar los estímulos de respuesta a un rango de [0;1].

6 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

Modelo general de inferencia de contexto

El contexto real está determinado por los sensores, registro de actividades y acciones del usuario, conformando la base de datos de los contextos del comportamiento cotidiano. Esta base de datos constituye los datos de entrada del sistema de inferencia.

La inferencia puede realizarse de dos maneras: mediante un sistema basado en reglas (cuando todos los sensores funcionan correctamente y el usuario ha definido sus reglas), o mediante predicción por inteligencia artificial (cuando los sensores no están habilitados o las reglas no están definidas).

- Sistema basado en reglas: condiciones del entorno establecidas por el usuario que determinan un número de contextos relacionados a cada regla.
- Sistema por predicción (RNA): usa la red neuronal multicapa feed forward con datos históricos del comportamiento cotidiano del usuario para inferir el contexto incluso cuando los datos de entrada están incompletos.

7 CASO DE ESTUDIO

Estudiante de la Universidad de Lima

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

7.3 Base de datos

Se logró recopilar información de 3,859 contextos. En cada contexto se identificaron cinco indicadores: Hora, Día, Movimiento, Luz y Lugar, conformando una base de 19,305 datos.

Actividad	N.º Contextos	Indicadores por contexto	Total datos
1	1,942	5	9,710
2	1,722	5	8,610
3	1,505	5	7,525
4	900	5	4,500
5	1,838	5	9,190
6	1,828	5	9,140
7	1,131	5	5,655
8	1,319	5	6,595
9	1,411	5	7,055
Total	3,861	5	19,305

7.4 Programación de la plataforma

Se desarrolló un prototipo de motor de captura de contextos para la plataforma Android 2.2, utilizando el IDE Eclipse Indigo con plugins ADT y el SDK de Android. La programación se realizó en código Java con Dalvik Virtual Machine.

La estructura de la aplicación sigue los parámetros de la investigación de la Universidad Complutense de Madrid y se compone de los siguientes módulos:

GUI: Maneja todas las configuraciones del usuario para definir reglas y perfiles. Una regla puede estar asociada a muchos contextos, pero un contexto solo a una regla.

SQLiteManager: Módulo que maneja la base de datos que registra los usuarios, reglas y grupos de contextos asociados.

Services — ServiceTaskSensor: Clase que registra los datos de los diferentes sensores periódicamente usando startForeground para garantizar su permanencia en memoria.

Services — ServiceEventTrigger: Clase principal de la aplicación. Inicializa tablas temporales, recibe parámetros de sensores y registra todos los contextos principales.

DataCollectorManager: Maneja todas las recolecciones de datos de los diferentes sensores, encapsulados en una sola clase para facilitar su manejo.

SimpleContextManager: Motor del análisis de datos de contextos. Mantiene tablas temporales y registros de datos para validar eventos según los contextos actuales.

ReactionManager: Encargado de lanzar las reacciones correspondientes asociadas a una regla.

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

8 CONCLUSIONES

Síntesis y aportación

Este documento propone un modelo basado en técnicas de inteligencia artificial — sistema basado en reglas y redes neuronales artificiales — para inferir el contexto del usuario de un dispositivo móvil, logrando que las aplicaciones de entorno se optimicen al prestar una reacción más específica y adecuada a las necesidades del usuario.

El objetivo es construir un marco general de inferencia alternativo a los ya existentes, proporcionando una infraestructura básica para facilitar el desarrollo de aplicaciones context-aware mediante la integración de información procedente del entorno.

Los contextos son obtenidos en base a las actuaciones reales del usuario, proporcionando una manera de comparar los datos históricos usando como herramienta las redes neuronales artificiales y el principio basado en reglas, con resultados tolerantes a fallos incluso con datos de entrada incompletos.

Ing. Reiner Solis Villanueva

Docente — Facultad de Sistemas · Investigador IDIC

Instituto de Investigación Científica · Universidad de Lima

REFERENCIAS

1. Frank Albeson, Charlie Collins, Robie Sen (2010). *Android, Guía para desarrolladores. Android frente a Android*, p. 39.
2. Meier, Reto (2010). *Professional Android 2 Application Development*.
3. A. Bulfoni et al. (2008). *AI on the Move: Exploiting AI Techniques for Context Inference on Mobile Devices*. ECAI 08, IOS Press, p. 668–672.
4. J. Díaz et al. (2009). *Inteligencia ambiental en dispositivos móviles*. Facultad de Informática, 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. Siau K, Sheng H, Nah F (2004). *The value of mobile commerce to customers*. *Third Annual Workshop on HCI Research in MIS*, Washington DC, p. 65–69.