

Video Sensor para el reconocimiento de palabras claves en audio Video Sensor for recognizing key words in audio

Yunet Gasca Suárez

ygasca@uci.cu. Universidad de las Ciencias Informáticas.

Ismaray Socarrás Ramírez

isocarras@uci.cu. Universidad de las Ciencias Informáticas.

Raúl Cabrera Miranda

rcmiranda@uci.cu. Universidad de las Ciencias Informáticas.

Autor para contacto: ygasca@uci.cu

Resumen:

Con el avance de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) y el incremento de las exigencias por parte de los clientes con respecto a la seguridad de sus instalaciones, se ha logrado que los sistemas de video vigilancia alcancen un mayor auge. Debido a esto, el sistema de video vigilancia Xilema Suria tiene como prioridad potenciar su nivel de control y manipulación, garantizando índices menores de hechos delictivos. La presente investigación tuvo como propósito desarrollar un video sensor para el reconocimiento de palabras claves en audio que permitiera el aprovechamiento del audio captado por el micrófono de las cámaras de video vigilancia. Este video sensor aumenta la confiabilidad del sistema Suria y reduce la necesidad de monitorear constantemente las cámaras por parte del personal involucrado.

Palabras clave: video sensor, video vigilancia.

Abstract:

With the advancement in the Information Technology and Communications and increasing demands from customers about the security of its facilities, the video surveillance systems had reach a greater importance. Because of this, the video surveillance system Xilema Suria has as a priority, to enhance the level of control and manipulation, ensuring lower rates of crimes. The main objective of the present research was to develop a video sensor for recognizing audio keywords to allow the use of captured audio by the microphone of the video surveillance cameras. This video sensor increases Suria system reliability and reduces the need to the staff involved of constantly monitor the cameras.

Key Words: video sensor, video surveillance.

Introducción:

En diversos ámbitos empresariales son incorporados cada vez con más frecuencia, sistemas de video vigilancia, con el objetivo de satisfacer sus necesidades de seguridad o de control de la actividad laboral. El empleo de estos sistemas ha sido concebido como mecanismo de respuesta temprana ante situaciones que pongan en peligro recursos humanos y materiales. Es por ello que en los últimos años el desarrollo tecnológico, la demanda de mayores niveles de seguridad y el estudio de técnicas de análisis de video traen consigo un gran paso de avance en este campo. Como resultado de los estudios que consecuentemente provoca dicho avance, se ha visualizado la presencia de los sistemas de video vigilancia empleando cámaras de red o cámaras IP(1).

Dichas cámaras presentan funcionalidades que le brindan a los mismos mayor seguridad y protección de las instalaciones para los que son creados, ya que, es de vital interés que su confiabilidad aumente en la medida de lo posible, evitando así la mayor cantidad de delitos (García, 2010). Entre dichas funcionalidades se encuentra el procesamiento sobre el flujo de video, el cual brinda la ventaja de emitir respuestas programadas. Con ello facilita su uso e incluye funciones integradas como la detección de movimiento, alarma anti manipulación y alarma ante la detección de audio. Este último elemento, al ser analizado, puede garantizar que la apertura indebida de una puerta o determinadas palabras pronunciadas notifiquen una señal de alerta al sistema y con ello contribuyan a su seguridad. (Rodríguez, 2013) Al hacer uso del flujo de audio captado e identificar palabras claves es indispensable el procesamiento de la voz, el cual puede ser empleado para identificar a una persona o transcribir dicho audio a texto. La transcripción a texto tiene una importancia significativa debido a que esta tarea, por lo general, al ser realizada de forma manual, es asignada a personas que, aunque pueden poseer los conocimientos suficientes, experiencias, o herramientas necesarias para obtener un resultado con calidad, les es difícil lograrlo en un corto espacio de tiempo. Es por ello que analizando lo antes planteado se puede establecer un vínculo entre este proceso (transcripción de audio a texto) y un sistema de video vigilancia con el objetivo de añadir funcionalidades al mismo que favorezcan la reducción de incidentes de inseguridad.

En el sistema de Video Vigilancia Xilema Suria existen un conjunto de módulos que operan juntos y cada cual cumple con una tarea diferente. El módulo de Análisis se encarga de acoplar un conjunto de video sensores facilitando la labor de vigilancia

y aportando inteligencia extra al sistema. Este módulo mantiene comunicación con el gestor, es decir, las operaciones que en él se realizan sobre el flujo de video permiten la detección de algún evento significativo y brindan la posibilidad de enviar un mensaje de alerta ante la ocurrencia de alguna anomalía. En este proceso de análisis sobre el video es donde se centra la presente investigación, ya que en dicho sistema se pueden observar todas las cámaras al mismo tiempo pero solo se puede escuchar una en específico.

IP: Internet Protocol.

Escuchar todas simultáneamente provocaría un solapamiento de voces. Esta situación crea una limitante para la persona encargada de la manipulación y el funcionamiento del sistema, debido a que puede estar siendo indiferente a la ocurrencia de algún delito, que a simple vista se asemeja a una situación común.

Términos asociados al Proceso de Reconocimiento del habla a través de un Video Sensor:

Video Sensor: Algoritmo que permite procesamiento de algún tipo sobre un flujo de video para identificar variaciones significativas en la secuencia de imágenes (Bhanu, 2011).

Sistema de Video Vigilancia: Un sistema de video vigilancia, según la empresa Accessor Applications and Services, es un conjunto de componentes (cámaras de video vigilancia) enlazados donde a diferencia de la televisión convencional este es un sistema pensado para un número reducido de espectadores. Puede estar compuesto por una o más cámaras de video vigilancia conectadas a uno o más monitores o televisores (Services, 2014).

De lo antes expuesto se puede concluir que un sistema de video vigilancia consiste en una instalación de cámaras de video, donde las imágenes se registran en un grabador y pueden ser vistas en un monitor con el fin de garantizar la seguridad y protección de diversas instalaciones. Los sistemas de video vigilancia son sencillos de utilizar ya que se gestionan de forma similar a un video doméstico.

Fonema: Un fonema es la unidad menor de sonido en un idioma. Es un sonido con sentido que cambia una palabra en otra (López, 1999).

Alberto Bustos plantea que la definición de fonema está referida a unidades de análisis lingüísticos que están basados en los sonidos de una lengua pero que no se debe confundir con estos. Un fonema es el segmento mínimo al que se llega por

abstracción a partir de los sonidos de la cadena hablada que es capaz de sustentar una distinción de significado careciendo de significado el mismo (Bustos, 2011).

A partir de lo anterior se puede concluir que, el fonema es cada sonido que distingue significados en una lengua. Es la unidad fónica menor e indivisible del lenguaje.

Sistema Basado en Conocimiento: Los sistemas expertos o sistemas basados en conocimiento son sistemas que tienen como finalidad la correcta reproducción del comportamiento humano en su dominio de competencia. Estos sistemas son elaborados con técnicas de Inteligencia Artificial que, de igual forma que el experto humano al que intenta emular, resuelve los problemas complejos y difíciles que circunscriben a un dominio específico y delimitado (Barceló, 2012).

Otro concepto relacionado con el tema plantea que: los sistemas expertos son una estrategia orientada a las personas que permite la explicación del conocimiento de los expertos en la ejecución de una determinada tarea (Paniagua, 2007).

Con lo antes expuesto se puede determinar que, un sistema experto o sistema basado en conocimiento se define como: un sistema que simula el conocimiento humano para resolver los problemas de forma similar a lo que estos harían.

Descripción General asociada al Reconocimiento del Habla:

El desarrollo de sistemas de video vigilancia es consecuente con la intención de aumentar los índices de seguridad ciudadana. Con ellos se busca reducir en la medida de lo posible las pérdidas materiales y los incidentes de inseguridad. El hecho de poder integrar a estos un sistema para el reconocimiento de voz, ofrece la ventaja de minimizar la vigilancia humana de los monitores y además, el audio captado por el micrófono de las cámaras es aprovechado con el fin de no malgastar dicho recurso. Esto permite al sistema hacer un análisis exhaustivo del flujo de texto transcrito con la posibilidad de emitir un mensaje de alerta ante la detección de alguna anomalía.

Para trabajar sobre esta línea se debe tener en cuenta que el reconocimiento de voz no es más que un sistema que tiene almacenados fonemas y estructuras de sílabas que pueden ser pronunciadas. Estas señales de voz pronunciadas o emitidas por un individuo son procesadas por un sistema de reconocimiento automático del habla lo que permite realizar varios procesos y denotar su comportamiento, además

de transcribir la misma a texto. De ahí que el proceso de reconocimiento de voz se vea inmerso en dos bloques: entrenamiento y reconocimiento.

El entrenamiento es el pilar más complicado del proceso, realizándose generalmente partiendo de un Sistema Basado en Conocimiento (SBC). Para ello pueden utilizarse varias técnicas de reconocimiento del habla, como: Codificación Predictiva Lineal, Redes

Neuronales Artificiales y Modelos Ocultos de Markov (Oropeza, 2006).

Codificación Predictiva Lineal (LPC): Es una de las técnicas más utilizadas en el procesamiento de señales de audio y procesamiento de voz según (Castro, 2003) plantea además que LPC supone que la señal de voz la produce una especie de zumbador en el extremo de un tubo, con sonidos adicionales. Analiza dicha señal realizando una estimación de los elementos que la conforman: la eliminación de sus efectos partiendo de la señal de la voz, la estimación de la intensidad y la frecuencia del zumbido restante. El proceso de eliminación de residuos se denomina filtrado inverso y la señal que queda después de la sustracción de la señal modelada filtrada se llama residuo.

Redes Neuronales Artificiales: Se construyen para simular el funcionamiento del cerebro humano. Están constituidas por una red de neuronas electrónicas que cambian su configuración a medida que el sistema aprende. Se debe tener en cuenta, además, que al utilizar modelos de redes neuronales, se aprecia que están compuestos por varios nodos en su forma simple, que operan en paralelo y que a su vez están arreglados en patrones con la intención de simular redes neuronales biológicas. Dichos nodos almacenan los pesos asociados a las conexiones y suman un número n de entradas que se multiplican por el peso de la conexión correspondiente. Al resultado obtenido se le multiplica una función de activación no lineal. Las redes neuronales para el reconocimiento de voz convierten dicha señal a representación fonética y luego a texto. Cabe destacar que haciendo uso de ellas no se obtienen resultados lo suficientemente convincentes (Bravo, 2000).

Modelos Ocultos de Markov: Describen un proceso de probabilidad el cual, produce una secuencia de eventos o símbolos observables. Se les llama modelos ocultos debido a que paralelo a ellos existe un proceso de probabilidad que no es

observable pero que si influye en la secuencia de eventos observados. Es el mejor algoritmo para reconocer una palabra al tiempo que es procesada. Este está constituido por una especie de cadena que se concatena para formar palabras o frases continuas. Con ellos se le pretende dar solución a tres problemas fundamentales: En primer lugar, se desea que, dada una secuencia de observación y un modelo, se pueda hacer un cálculo eficiente de la probabilidad de secuencia de observación producida por el modelo. Además es bien importante tener en cuenta, como segundo aspecto, que dada una secuencia de observación y un modelo cualquiera se establezca una secuencia de estados correspondientes que sea eficiente en algún sentido. El tercer problema a resolver se centra en cómo ajustar los parámetros del modelo para describir de una mejor forma cómo se construye una secuencia de observación (Díaz, 2012).

El reconocimiento de voz automatizado se basa en el reconocimiento de patrones y de sistemas biométricos. La voz tiene que ser indispensablemente analizada para la extracción de información que puede ser de gran importancia, una vez que se ha digitalizado. Vale la pena destacar que aspectos como: tamaño del vocabulario, sistemas dependientes e independientes del locutor, voz aislada, discontinua y continua, voz aplicada a tareas, voz leída o espontánea y las condiciones adversas que pueden ocurrir son aspectos importantes a tener en cuenta en el proceso de reconocimiento del habla (Oropeza, 2006).

Materiales y métodos utilizados para el desarrollo del video sensor:

Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP): Se utilizó debido a que el sistema de Video Vigilancia Xilema Suria la utiliza para la implementación de soluciones y el video sensor desarrollado constituye una contribución a dicho sistema. Cabe destacar además que se pretendía definir áreas del conocimiento para la ingeniería de software y proponer procesos pre-definidos como base para cada una de ellas.

UML (Unified Modeling Language) en su versión 2.0: Es el lenguaje de modelado que emplea la metodología RUP para modelar sus negocios. Estructura la aplicación, su comportamiento y su arquitectura. Unified Modeling Language o Lenguaje Unificado de Modelado (UML) es usado para describir sistemas orientados a objetos, con la facilidad de que es simple de aprender y flexible (Rumbaugh, y otros, 2000).

Visual Paradigm para UML 8.0: Se empleó para el modelado de software, teniendo en cuenta que es una potente herramienta en cuanto al empleo de navegación entre la escritura de código y su visualización (S.A, 2013). Con dicha herramienta se tiene un ambiente superior en cuanto a modelado y permite la sincronización del código fuente en tiempo real. Visual Paradigm es multiplataforma, lo que facilita el uso de dicha herramienta tanto en software libre como privativo. Posee capacidades de ingeniería inversa y directa, es fácil de instalar y de utilizar, además de que con él se pueden generar diagramas de casos de uso, secuencia y diagramas de clases lo que facilita en gran medida la construcción de software para el reconocimiento de frases en audio.

Biblioteca Sphinx4 v4.5: Se utilizó para la implementación del reconocimiento de palabras claves en audio. Esta biblioteca es de código abierto y contiene las funcionalidades necesarias para el reconocimiento automatizado de voz. De ella se utilizaron clases que son fundamentales en el video sensor para el reconocimiento de palabras claves en audio como:

- Configuration: Se encarga de cargar el modelo acústico, el modelo de lenguaje y el diccionario a emplear. Además determinando que componentes van a ser usados por el sistema y especificando detalladamente la configuración de cada uno de esos componentes.
- StreamSpeechRecognizer: Es el motor que inicia la interfaz de entrada y crea el resto de los componentes asociando a él el fichero de audio de entrada.
- SpeechResult: Contiene todos los caminos que han alcanzado el estado final.

Técnica de reconocimiento de voz empleada: Se empleó la técnica de Modelos Ocultos de

Markov pues en estudios realizados ha demostrado ser más exacta en el reconocimiento de voz (Rodríguez, 2013). Es escogida esta técnica además porque la biblioteca a utilizar para el desarrollo de la aplicación emplea la misma como modelo a seguir para el reconocimiento de voz. De esta forma se pretendía dar solución al problema planteado sobre el reconocimiento del habla mediante la técnica que ha arrojado resultados más satisfactorios.

Lenguaje de Programación: Se utilizó C++ en su estándar ANSI 98 debido a que es el lenguaje que se utilizó para el desarrollo del sistema de Video Vigilancia Xilema Suria y la solución creada es una contribución a dicho proyecto. El lenguaje C++ es multiplataforma lo que brinda la posibilidad de desarrollar software con él sin la necesidad de pagar licencia.

Además, de ser un lenguaje multinivel, es versátil y posee las ventajas de C en cuanto a flexibilidad, eficiencia y concisión, lo cual será muy bien aprovechado en el desarrollo del plugin para integrar la aplicación al sistema de Video Vigilancia Xilema Suria (C++ con clase, 2007).

Se empleó además el lenguaje de programación Java pues la biblioteca (Sphinx) seleccionada está implementada en dicho lenguaje y era necesario su aprovechamiento para la implementación del sistema. Esta biblioteca ayuda en gran medida al reconocimiento de voz a partir del audio captado a través de un flujo de video.

Entorno de Desarrollo Integrado (IDE): Se utilizó Qt Creator en su versión 2.4.1 debido a que permite desarrollar aplicaciones de forma rápida. Una de las ventajas más valiosas que posee es que permite al equipo de desarrollo compartir el proyecto en disímiles plataformas, ya sea Microsoft Windows, Linux o Mackintosh (Qt Project Hosting, 2013). Qt Creator posibilita además desarrollar aplicaciones en C++, características que serán aprovechadas en el desarrollo de la aplicación para el reconocimiento de palabras claves en Xilema Suria, que está implementado utilizando Qt Creator, entonces se deriva que esta aplicación también lo esté.

Por otra parte se utilizó el IDE Eclipse 3.7.2 por ser código abierto y multiplataforma, lo permite desarrollar software con él sin la necesidad de pagar licencia. Este es un framework multi-nivel en el que su trabajo con plugins permite integrar diversos lenguajes sobre un mismo IDE. Se le pueden integrar otras aplicaciones y accesorios que pueden resultar útiles durante el proceso de desarrollo (Sacristán, 2012).

Framework de Desarrollo: Se utilizó Qt en su versión 4.8.0 debido a que es un framework de desarrollo de aplicaciones multiplataforma. Viene acompañado de un conjunto de herramientas para facilitar su uso. Incluye una serie de funcionalidades que no están normalmente en C++. Para ello utiliza su propio preprocesador llamado MOC (Meta Object Compiler) (qt-project.org, 2012). Qt presenta las características necesarias para dar cumplimiento al objetivo general trazado, ya que está

diseñado para desarrollar aplicaciones e interfaces de usuario y desplegarlas a múltiples sistemas operativos, tanto móviles como de escritorio (Qt Project Hosting, 2013).

Resultados y discusión: Como resultado de la investigación realizada se obtuvo un video sensor que permite reconocer palabras claves en audio, una vez integrado al sistema Video Vigilancia Suria. El mismo se encarga de la captura y procesado del flujo de video que llega en tiempo real, una vez transmitido por una cámara de video vigilancia. Extrae el flujo de audio en función de reconocer palabras clave que indiquen alguna anomalía en el lugar donde se encuentran instaladas las cámaras. Posteriormente el audio extraído es procesado para obtener el texto presente en él.

Normalmente cuando se realizan pruebas de software, estas están diseñadas tanto para demostrar que el sistema satisface sus requerimientos como para descubrir problemas y defectos en el mismo. Las pruebas de rendimiento se han de diseñar con el objetivo de garantizar que el sistema pueda procesar la carga esperada en tiempo real y estresarlo realizando demandas que están fuera de los límites para los que el software ha sido creado (Somerville, 2005).

El tema fundamental de dichas pruebas con respecto al reconocimiento de palabras claves en audio, es la transcripción de la mayor cantidad de palabras posibles que están siendo pronunciadas en un entorno de video vigilancia.

Al realizar un análisis de varios flujos de audio en distintos intervalos de tiempo captados en un ambiente controlado, estos arrojaron los siguientes resultados:

Tabla 1: Palabras pronunciadas en el flujo de audio 1

Palabra pronunciada.	Cantidad de veces pronunciada.	Cantidad de veces reconocida.	Cantidad de veces reconocida de manera correcta.	Porcentaje de reconocimiento de cada palabra.	Porcentaje de exactitud de reconocimiento.
Asalto	24	23	20	95.83%	86.96%
Bomba	22	18	17	81.81%	94.44%
Peligro	27	22	20	81.48%	90.90%
Asaltaron	24	24	24	100%	100%
Pistola	17	13	12	76.47%	92.31%
Total porcentaje promedio de reconocimiento.				90.90%	93%

Una vez concluida la primera prueba haciendo un análisis de las palabras que el sistema es capaz de reconocer se debe tener en cuenta que estas tienen un porcentaje de reconocimiento de 90.90% con una exactitud de 93%. Esto representa un alto grado de reconocimiento en el ambiente en cuestión.

Tabla 1: Palabras pronunciadas en el flujo de audio 2

Palabra pronunciada.	Cantidad de veces pronunciada.	Cantidad de veces reconocida.	Cantidad de veces reconocida de manera exacta.	Porcentaje de reconocimiento de cada palabra.	Porcentaje de exactitud de reconocimiento.
Asalto	24	19	17	79.17%	89.47%
Bomba	22	18	14	81.81%	77.77%
Peligro	27	22	19	81.48%	86.36%
Asaltaron	24	18	16	75%	88.88%
Pistola	17	10	9	58.82%	90%
Total porcentaje promedio de reconocimiento.				76.32%	86.21%

Concluidas las pruebas al segundo flujo de audio el porcentaje de reconocimiento y de exactitud ha decaído hasta 76.32% y 86.21% respectivamente. De ahí que sea necesario analizar un tercer flujo de audio.

Posteriormente se realizó un tercer flujo de audio donde las palabras fueron pronunciadas de manera pausada y detallada por lo que el porcentaje de exactitud ha vuelto a aumentar hasta 91.30%. Esto demuestra que el mismo varía dependiendo de la forma en que las palabras sean pronunciadas, es decir si son emitidas de manera continua o haciendo énfasis en el fonema a reconocer.

Una vez analizado el comportamiento del sistema para un ambiente controlado le son realizadas pruebas en el ambiente de un sistema de video vigilancia. El mismo es un ambiente no controlado donde la existencia de ruidos alternos paralelos a la voz puede ser bastante elevada y por tanto el reconocimiento de la misma puede tornarse engorroso.

Tabla 3: Análisis del flujo de audio 4

Palabra pronunciada.	Cantidad de veces pronunciada.	Palabra reconocida	Cantidad de veces reconocida.	Porcentaje de exactitud de reconocimiento.
—	0	bomba	1	0%

La tabla refleja que al captar un flujo de audio en un sistema de video vigilancia la solución a desarrollar reconoce algunos de los ruidos externos como palabras pronunciadas, aún cuando no se ha hablado. En otra variante del proceso de prueba fueron pronunciadas palabras como: auxilio, peligro y pistola, (ya predefinidas para que sean reconocidas si son pronunciadas) lejos del alcance del micrófono de la cámara y el sistema no las reconoció. Esto demuestra que al añadirle la funcionalidad del reconocimiento de palabras claves a un sistema de video vigilancia se debe tener en cuenta el ambiente en que se desarrollan, por lo que las palabras generalmente no serán pronunciadas de forma pausada y haciendo énfasis en ellas, además de que los ruidos externos simultáneos a la emisión de la voz dificultan en gran medida el reconocimiento de la misma.

Conclusiones: Luego de realizada la investigación se garantizó que el audio captado por las cámaras fuera un factor indispensable durante el monitoreo y control del ambiente donde se encuentren instaladas. El video sensor desarrollado constituye una

solución para la identificación de palabras claves pronunciadas en un ambiente controlado, contando con elevados porcentajes de aceptación y exactitud. Aunque en un ambiente ruidoso, aun al audio captado no se le ha logrado extraer todo el ruido que pueda presentar, se considera que es un sistema que una vez integrado a un sistema de video vigilancia es capaz de evitar delitos, corrupción e ilegalidades.

Bibliografía:

Barceló, Miguel. 2012. Inteligencia Artificial. *Inteligencia Artificial*. s.l. : Editorial UOC. 8484298930, 2012.

Bhanu, Bir. 2011. *Distributed Video Sensor Networks*. 2011.

Bravo, José. 2000. *Línea de investigación en informática*. España : Universidad de Castilla,La Mancha : s.n., 2000.

Bustos, Alberto. 2011. Dudas Linguisticas. *Dudas Linguisticas*. [En línea] 19 de febrero de 2011. [Citado el: 17 de febrero de 2015.] www.lengua-e.com.

C++ con clase, C++ con clase. 2007. C++ con clase. *C++ con clase*. [En línea] 2007. [Citado el: 19 de febrero de 2015.] <http://c.conclase.net/>.

Castro, William. 2003. *Análisis de voz usando Codificación Predictiva Lineal*. Lima : Universidad Nacional de Ingeniería : s.n., 2003.

Díaz, Jesús Estéban. 2012. *Entrenamiento Discriminativo para HMM utilizando redes Neuronales*. Granada : Dept. de Electrónica y tecnología de computadoras : s.n., 2012.

García, Francisco Javier. 2010. *CCTV usando vídeos IP*. 2010.

López, Angel. 1999. *Lingüística General y Aplicada*. Valencia : (3era edición), 1999.

Oropeza, Jose Luis. 2006. *Algoritmos y Métodos para el reconocimiento de voz en español*. Madrid : Centro de Investigación en Computación : s.n., 2006.

Paniagua, Enrique. 2007. *La gestión Tecnológica del conocimiento*. 2007.

Qt Project Hosting, Qt Project Hosting. 2013. Qt Project Hosting. *Qt Project Hosting*. [En línea] 9 de diciembre de 2013. [Citado el: 18 de febrero de 2015.] <http://qt-project.org>.

Rodríguez, Julian. 2013. *Circuito Cerrado de Televisión y Seguridad Electrónica*. Madrid : s.n., 2013.

Rumbaugh, James, Jacobson, Ivar y Booch, Grady. 2000. *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*. Madrid : s.n., 2000.

S.A, Targetware. 2013. Targetware S.A. *Targetware S.A*. [En línea] 9 de diciembre de 2013. [Citado el: 18 de febrero de 2015.] www.software.com.ar.

Sacristán, Clodoaldo. 2012. *Programación en Android*. s.l. : Ministerio de Educación, 2012.

Services, Accesor Applications and. 2014. Accesor Soluciones en control de accesos y seguridad. *Accesor Soluciones en control de accesos y seguridad*. [En línea] 19 de febrero de 2014. [Citado el: 18 de febrero de 2015.] www.accesor.com.

Somerville, Ian. 2005. *Ingeniería del Software*. 2005.



www.sociedadelainformacion.com

Edita:



Director: José Ángel Ruiz Felipe
Jefe de publicaciones: Antero Soria Luján
D.L.: AB 293-2001
ISSN: 1578-326x