

Diseño de Herramienta para la Generación Automática de Cámaras Inteligentes

Lucas Leiva* & Nelson Acosta
{lleiva, nacosta}@exa.unicen.edu.ar
INCA/INTIA, Facultad de Ciencias Exactas, UNCPBA
Tel/Fax: (02293) 43-9680, Tandil, 7000, Argentina

ABSTRACT

Las cámaras inteligentes son dispositivos aptos para ser implementados en un gran número de áreas de aplicación, que abarcan desde aplicaciones de seguridad / defensa, hasta aplicaciones de control industrial. Estas cámaras cuentan con la característica de ser independientes, permitiendo de esta manera ser implementadas en lugares con restricciones de espacio, velocidad y consumo. Basan su funcionamiento en algoritmos de procesamiento de imágenes, segmentación y toma de decisión. Se propone el desarrollo de una herramienta que permita definir y generar arquitecturas de cámaras inteligentes a partir de un conjunto de especificaciones, arquitecturas a ser implementadas en FPGAs mediante la descripción en VHDL.

Keywords: smart cams, FPGA, computer vision.

1. INTRODUCCION

Las cámaras inteligentes [1][2], son dispositivos encargados de capturar secuencias de imágenes y capaces de analizar datos basándose en criterios de configuración, sin la necesidad de intervención humana lo que reduce la cantidad de errores. Además evitan la necesidad de utilización de software o PCs adicionales lo que las hace dispositivos independientes que no solamente ven partes del ambiente sino que además pueden interpretar lo que ven.

Generalmente están compuestas por un sensor, un procesador digital de señales (DSP), memoria RAM para almacenamiento y manipulación de imágenes, y memoria para software operacional que aplica los algoritmos.

Cuentan con un conjunto de herramientas de pre-procesamiento de imagen dentro de las cuales se encuentran: suavizado de bordes, realce de bordes, extracción de bordes en direcciones específicas, dilatación, erosión, apertura, cierre, compensación de distorsión de lentes, balance de blanco, equalización, filtros de Prowitt, Laplace, pasa altos, pasa bajos, Top Hat, corners detectors, etc [3][4]. Además incluyen herramientas de análisis de imagen, de segmentación de imagen, de interpretación y de decisión.

Estos dispositivos pueden ser aplicados en numerosos sistemas de visión que abarcan sistemas de control en procesos industriales (control de calidad [5], control de obstrucción en líneas de producción [6], clasificación [7], etc.), sistemas de seguridad (sistemas de seguimientos de personas [8], de control de intrusión [9], de detección de comportamientos sospechosos en playas de estacionamiento, de vigilancia urbana, de reconocimiento de patentes [10]), sistemas de guiado de vehículos, aplicaciones en medicina y detección satelital, entre otros.

En el sector industrial, el desarrollo de sistemas de inspección para control de calidad (líneas de producción de cerámicos, líneas de envasado, etc.) evita la mano de obra innecesaria y los posibles

* Becario de Estudio de CICPBA

errores cometidos por la fatiga de los operarios que realizan estas actividades, incrementado la productividad.

Por otra parte estos sistemas pueden ser utilizados por servicios de seguridad (policía, privados, militares) en aplicaciones de vigilancia de fronteras, control de matrículas en autopistas, seguimiento de objetivos. Estos sistemas son capaces de actuar con mayor efectividad que el ojo humano. Incluso la tecnología se adapta en aplicaciones sociales, como puede ser el caso de la detección de naufragos. Asimismo es importante para la preservación de recursos naturales (por ejemplo en la detección temprana de focos de incendio en bosques) y para la economía, si se utiliza por ejemplo en la detección de pesca marítima ilegal.

En cuanto al mercado, las ventas de cámaras inteligentes comerciales [11][12][13] poseen un incremento anual del 20 al 50 por ciento desde su introducción [14]. Esto se debe a que el mercado de los sistemas de visión artificial se encuentra en crecimiento [15] [16].

Actualmente existe una alta demanda de sistemas de cámaras inteligentes de propósito general, pero son pocas las disponibles, como por ejemplo VISoC [17].

Existen herramientas que ofrecen soporte para la generación automática de estos sistemas. Algunas de ellas sólo proveen soporte en cuanto al procesamiento de imágenes, dejando de lado la clasificación [18][19] y otras no tienen en cuenta los dispositivos con los que cuenta el usuario [20]. La mayoría de estas herramientas requieren de la integración con otros productos comerciales (Simulink, LabView, etc.) que requieren de licencias para uso.

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Se propone el desarrollo de una herramienta que simplifique la definición y construcción de cámaras inteligentes. La herramienta está planteada de modo que los usuarios puedan desarrollar sus productos, de una manera transparente al hardware que los componen. La herramienta será independiente, sin la necesidad de integración con otros productos comerciales, salvo con los relacionados con la programación de los dispositivos.

Se pretende adoptar la metodología de “Diseño Basado en la Plataforma” (PDB) [21][22] [23] que alcanza un menor costo, menor riesgo, un mejor tiempo de lanzamiento del producto al mercado y se aplica adecuadamente en FPGAs. El producto final consiste en una herramienta que permita la generación de descripciones hardware de cámaras inteligentes de propósito general implementadas en SoCs (Systems-on-a-Chip).

Este proyecto facilita la construcción de sistemas de reconocimiento de patrones a partir de las especificaciones de recursos y requerimientos del sistema.

3. DESARROLLO DEL TRABAJO

Se realizará el desarrollo de un framework, que permita la instanciación de componentes (cámara, FPGA, filtros, entradas/salidas, etc.) para generar una arquitectura inicial de cámara inteligente. El framework podrá ser instanciado por diversos dispositivos (bancos de almacenamiento, dispositivos de captura de imagen), cuyos controladores serán construidos a partir de sus hojas de datos.

Por otra parte se implementarán diversas técnicas de procesamiento de imágenes (realces de bordes, detección de bordes, detección de puntos salientes, umbralado, suavizado, etc.). Estas técnicas permiten la operación del dispositivo en ambientes con variabilidad en sus condiciones, como por ejemplo la iluminación. Se analizarán además técnicas de segmentación de imágenes que permitan la discriminación de objetos de una imagen, para facilitar la clasificación de los mismos.

Se estudiarán además alternativas en cuanto al mecanismo de clasificación (clasificadores difusos, algoritmos genéticos y clasificación estadística), evaluando efectividad en tiempo y área de sus implementaciones en FPGAs.

A partir de los recursos con los que se cuenta en el lugar de trabajo se realizarán diferentes implementaciones de cámaras inteligentes con casos de estudio reales (inspección, seguridad, seguimiento de objetivos) evaluando su comportamiento. Se evaluará además la performance de la

arquitectura, para lograr su optimización analizando cuales técnicas (segmentación, paralelización) son necesarias para alcanzar la aceleración deseada. Esta medida está basada en el número de imágenes por segundo analizadas.

4. ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO

El proyecto esta siendo llevado a cabo en las instalaciones del grupo INCA del Instituto INTIA, de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Este proyecto es una continuación del realizado como trabajo final de grado [24][25][26], por lo que se cuenta con gran parte del desarrollo del framework realizado. Si bien éste aún no contempla técnicas de procesamiento de imágenes, se desarrolló un algoritmo en software de extracción de puntos salientes en imágenes que permiten determinar regiones candidatas. Esta característica logra un mejor desempeño en la herramienta ya que un gran porcentaje de la imagen es descartado rápidamente sin llegar a la etapa de clasificación. Se está analizando la integración de esta técnica en la herramienta y en la arquitectura generada. Por otra parte se modificó la arquitectura generada por la herramienta permitiendo una segmentación entre etapas.

La continuación del trabajo es llevada a cabo como parte de la Maestría en Ingeniería de Sistemas, con una beca de estudio de CICPBA. Actualmente se encuentra adjudicada una beca de postgrado de CONICET de doctorado, continuando la línea de investigación en la misma área de interés.

El grupo de recursos humanos encargado de realizar el proyecto está formado por el director, un becario y dos estudiantes avanzados en la carrera de Ingeniería de Sistemas realizando su trabajo final.

El proyecto forma parte de una de las principales líneas de investigación del grupo que se vincula con arquitecturas (plataforma), FPGA (plataforma base de desarrollo) y robótica (visión artificial).

5. REFERENCIAS

- [1] Giancarlo Albano, *"Las Cámaras Inteligentes y sus Aplicaciones"*, Revista Electrónica de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, N° 6, 1999.
- [2] Pedro La Spada Pous, *"Cámaras Inteligentes"*, Revista Electrónica de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, N° 6, 1999.
- [3] M. Sonka, V. Hlavac, R. Boyle, *"Image Processing: Analysis and Machine Vision"*, segunda edición, Thomson-Engineering, 1998
- [4] J. R. Parker, *"Algorithms for Image Processing and Computer Vision"*, Wiley, ISBN: 0471140562, 1996.
- [5] General Vision, *"Beer fill level inspected with ZiCAM Industry"*, Application Note, www.general-vision.com, 2005.
- [6] General Vision, *"Pisces VMK delivers its fileting machines with a smart camera controlling proper fish feeding and preventing jamming"*, Application Note, www.general-vision.com, 2005.
- [7] IVP, *"Sorting potatoes with an artificial eye"*, Case Study 1, www.ibp.se, 1998.
- [8] N. Malasne, F. Yang, M. Paindavoine, *"Real Time Implemetation Of A Face Tracking"*, Laboratory LE2I, University of Burgundy, 2003.
- [9] Strategic Page, *"Electronic Battlefield: Digital Lookouts"*, www.strategicpage.com, 10 de septiembre de 2005.
- [10] El Mundo, *"Comienza el acceso vigilado con cámaras 'inteligentes' a los vehículos en el Barrio de Las Letras"*, www.elmundo.es, Jueves, 13 de octubre de 2005
- [11] Pulnix, *"Zi-640 & ZiC-640"*, Datasheet, 71-0086, Rev C., 2004
- [12] J. Pulins, *"New Omron ZFV 2D Smart Vision Sensors Bring Cost Control And Higher Speeds To Sensing Applications"*, Omron Electronics LLC, www.info.omron.com, 2005

- [13] Fastcom, “*MVS-135: An Intelligent CMOS Camera*”, FASTCOM Technology S.A., www.fastcom-technology.com, 2000
- [14] DVT Sensors, “*Smart Cameras For Smart Engineers*”, Press Information, www.dvtsensors.com, 2003.
- [15] S.Gomathinayagam, “*Machine Vision Systems - Eye on the future*”, Frost & Sullivan Market Insight, 2004.
- [16] J. Poon, “*Machine Vision - The gift of sight: A look at the benefits, obstacles and the deployment of vision technologies*”, CLB Media Inc., 2006.
- [17] Neuricam, “*VIsoC Intelligent Camera*”, Short-Form Datasheet, Julio 2002
- [18] Alvarez, Reyneri, Pelayo Valle, “*Automatic synthesis of data-flow systems using a high level codesign tool. Application to vision processors*”, IEEE MELECON, páginas 97-100, 2006.
- [19] Martínez, Pelayo, Morillas, Reyneri, Romero, “*Automatic synthesis of vision processors on re configurable hardware*”, Proc. of V Jornadas de Computación Reconfigurable y Aplicaciones (JCRA’05), páginas 189-184, 2005.
- [20] Miterán, Matas, Bourennane, Painsavoine, Dubois, Automatic, “*Hardware Implementation Tool for a Discrete Adaboost-Based Decision Algorithm*”, EURASIP Journal on Applied Signal Processing, páginas 1035-1046, 2005.
- [21] H. Chang et al. “*Surviving the SOC Revolution: A Guide to Platform Based Design*”, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London, 1999.
- [22] A. Sangiovanni-Vincentelli, “*Defining Platform-Based Design*”, www.eedesign.com/story/OEG20020204S0062, Febrero 2002.
- [23] Simpson, Tucker, Weck, Hölttä-Otto, Kokkolaras, Shooter, “*Platform Based Design And Development: Current Trends And Needs in Industry*”, Proceedings of IDETC/CIE 2006, ASME 2006 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference, Septiembre 10-13, 2006
- [24] L. Leiva, “*Herramienta para Diseño Automático de Arquitecturas Basadas en Redes Neuronales para Reconocimiento de Patrones Visuales*”, 36°JAIIO Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa, EST 2007: Concurso de Trabajos Estudiantiles – Categoría: Trabajo Final de Grado, Mar del Plata, 2007.
- [25] L. Leiva, M. Vázquez, N. Acosta, G. Sutter, “*Herramienta de Generación de Arquitecturas Hardware para Reconocimiento de Patrones en Imágenes*”, JCRA 2007: Jornadas de Computación Reconfigurable y Aplicaciones. 12 a 14 de septiembre de 2007, Zaragoza, España.
- [26] L. Leiva, N. Acosta, M. Vázquez, “*Herramienta para Diseño Automático de Arquitecturas a Medida Basadas en Redes Neuronales para Reconocimiento de Patrones Visuales*”, WICC 2006: Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Universidad de Morón, 1 y 2 de junio de 2006, Morón, Argentina.