

Sección Especial sobre Visión por Computador y Modelado 3D

La presente sección especial está compuesta por seis trabajos que abordan tanto novedosos algoritmos como relevantes aplicaciones. Es necesario destacar que la visión 3D se encuentra en un momento de importante desarrollo, ya que la aparición de nuevos equipos (cámaras ToF, escáneres láseres...) está permitiendo el planteamiento y la resolución de nuevos problemas. Por otro lado, la creación de modelos 3D es una fase fundamental para la resolución de estos problemas. Además de las ya tradicionales aplicaciones industriales, destacan las aportaciones en el guiado y modelado de sistemas autónomos, su interacción con humanos o el reconocimiento y modelado de objetos en entornos complejos. Se recibieron veintiuna contribuciones, seleccionándose seis de ellas en función de la evaluación de tres expertos de la comunidad científica, siendo imprescindible agradecer el esfuerzo realizado tanto por los autores como por los revisores. A continuación y como presentación, se detallan algunos comentarios acerca de los artículos seleccionados.

El primer artículo, **Detección Eficiente de Elipses en Imágenes para el Guiado de Robots Industriales**, presentado por De la Fuente y Trespaderne del Instituto de Tecnologías Avanzadas de la Producción y de la Universidad de Valladolid, aúna tanto una aplicación industrial robotizada como una significativa mejora algorítmica. En el trabajo se describe la robotización de una tarea en una línea de fabricación de radiadores de calefacción, para adherir una etiqueta sobre cada una de las entradas y salidas de los radiadores (denominadas *moyús*), y evitar la penetración de pintura dentro del radiador en un posterior proceso de proyección de pintura. Un sistema de visión compuesto por dos cámaras, una fija y otra móvil, guía al robot y permiten la detección de la posición y la orientación del radiador, utilizando un conocimiento a priori de las características de los distintos modelos de radiadores. El perímetro circular del moyú proyecta sobre el sensor de imagen un patrón elíptico. Su detección no es trivial debido a la presencia de unas elevadas cantidades de cadenas de contorno originadas por el roscado interno del moyú, las aletas del radiador, brillos y sombras (el número de *outliers* es significativamente mayor del 50% de total de datos). El algoritmo propuesto para la detección emplea un procedimiento estocástico RANSAC (RANdom SAMple Consensus) cuya eficiencia ha sido mejorada. El muestreo aleatorio ha sido sustituido por un muestreo guiado sobre los segmentos de contorno de la imagen que son ordenados de acuerdo a su probabilidad de formar parte de la elipse buscada. Esta estrategia disminuye notablemente la cantidad de muestras necesarias, haciendo que el algoritmo sea adecuado para su utilización en tiempo real.

En el segundo artículo **Relleno de huecos en mallas 3D completas mediante algoritmos de restauración de imagen**, Pérez y otros investigadores de la Universidad Nacional de Educación a Distancia de la Universidad de Extremadura y de la Universidad de Castilla la Mancha, abordan un importante problema que se presenta cuando se analizan los datos tridimensionales obtenidos mediante un sensor de rango, como es el relleno de huecos o zonas en las que la información es deficiente. Tras una primera etapa de adquisición de vistas parciales con dicho sensor, se procede a la integración de todas las vistas en una única representación, mediante el registro o alineación de todas las vistas. Dicha información o malla 3D es necesario someterla a un procesado para conseguir un modelo que presente una corrección geométrica y topológica. Uno de los tratamientos que se aplica en la etapa de procesado es el de rellenado de huecos. Con este algoritmo se persigue la obtención de una malla hermética, totalmente cerrada, que resulta de gran utilidad en multitud de aplicaciones: fabricación con sistemas de prototipado rápido, caracterización de superficies, reconocimiento de objetos, etc. El algoritmo propuesto crea la información no existente de forma independiente a la creación del modelo inicial 3D, utilizando técnicas aplicadas tradicionalmente en la restauración de fotografías 2D, e implica la adaptación entre datos 2D y 3D. El algoritmo ha sido probado tanto con mallas del repositorio AIM@SHAPE, como con diversas mallas obtenidas tras la digitalización de esculturas en el Museo Nacional de Arte Romano de Mérida, en las que aparecieron huecos, debido a algunas limitaciones o errores en el proceso de adquisición.

El trabajo de Gil y otros investigadores de la Universidad Miguel Hernández de Elche, **Creación de un modelo visual del entorno basado en imágenes omnidireccionales**, se encuadra en una de las principales aportaciones de la visión a los sistemas autónomos como es la construcción de mapas y su localización dentro del mismo. El artículo plantea una representación del entorno que se aleja del concepto de mapa visual tradicional en el campo del SLAM (Simultaneous Localization And Mapping) visual. En lugar de estimar la posición 3D de un conjunto de marcas visuales, se simplifica el problema con la estimación de la posición y

orientación de un conjunto reducido de imágenes omnidireccionales que permiten modelar el entorno de forma compacta. La aportación fundamental se basa en la posibilidad de extraer una transformación entre dos imágenes omnidireccionales en las que existe un conjunto de correspondencias puntuales. Además, se plantea un modo de estimar este mapa utilizando un algoritmo basado en un filtro de Kalman Extendido. Con este modelo, el tiempo de actualización del mapa y los requisitos de memoria se reducen significativamente. Se presentan resultados obtenidos en un entorno simulado que validan la idea presentada. Además, se han obtenido resultados experimentales utilizando datos reales que demuestran la validez de la solución presentada.

García y otros investigadores de la Universidad de Alcalá, describen en el artículo **Detección y Seguimiento de Personas Basado en Estereovisión y Filtro de Kalman** sus aportaciones en el exigente campo del conteo de personas. El objetivo es determinar las personas que entran y salen dentro del campo visual, permitiendo cruces en las trayectorias de las mismas, cambios significativos de velocidad, oclusiones, grupos de personas o variaciones de iluminación. El sistema diseñado permite un buen compromiso entre coste y efectividad, aspectos fundamentales debido al amplio campo de aplicaciones en las que se demandan estos sistemas. Se utiliza un par estereoscópico de cámaras. El algoritmo propuesto detecta inicialmente las cabezas por medio de una correlación de la imagen preprocesada con distintos patrones circulares, filtrando dichas detecciones en función de la altura. El posterior seguimiento, imprescindible para el correcto conteo, se lleva a cabo mediante un algoritmo de múltiples hipótesis basado en filtro de Kalman, lo que permite aumentar la robustez del sistema, resolviendo oclusiones parciales y oclusiones temporales. Se han realizado numerosas pruebas con videos obtenidos en lugares de tránsito con situaciones adversas, obteniéndose altas tasas de detección.

En el quinto trabajo, **Detección de obstáculos y espacios transitables en entornos urbanos para sistemas de ayuda a la conducción basados en algoritmos de visión estéreo implementados en GPU**, Musleh y otros investigadores de la Universidad Carlos III de Madrid abordan una de las aplicaciones más prometedoras de la interpretación de escenas como son los sistemas avanzados de ayuda a la conducción, y en su caso extremo su utilización en vehículos autónomos. A destacar como dificultad de la aplicación la diversidad y variedad de la posible información captada, y la necesidad de una rápida respuesta para que el análisis sea efectivo. En este trabajo se presenta un algoritmo basado en visión estéreo para la detección tanto de obstáculos como de espacios transitables en entornos urbanos y que ha sido implementado principalmente en GPU (Unidad de Procesamiento Gráfico) para reducir el tiempo de cómputo y conseguir un funcionamiento en tiempo real. La nueva metodología para la detección de obstáculos y espacios transitables se basa en la construcción de diversos mapas de disparidad. El perfil de la calzada se utiliza para realizar una novedosa clasificación de los obstáculos existentes que permite distinguir entre aquellos que están elevados y los situados sobre el suelo y se presenta una nueva formulación para la localización de obstáculos sobre la calzada que aumenta considerablemente la resolución de la misma. Las pruebas de los algoritmos desarrollados se han realizado con el vehículo experimental IVVI (Intelligent Vehicle Based on Visual Information).

En el sexto y último artículo, **Framework Heurístico para la Implementación de Sistemas Activos de Reconocimiento de Objetos**, E. González y otros investigadores de la Universidad de Castilla La Mancha, plantean unos de los problemas básicos de la visión tridimensional como es el reconocimiento de objetos. En general, se puede afirmar que un objeto se reconoce cuando un sistema es capaz de identificarlo en la escena. En los entornos tridimensionales, la tarea de reconocimiento en muchas ocasiones no sólo se basa en la determinación del objeto identidad, sino también en el cálculo de la postura del objeto con respecto a un sistema de referencia estándar, y es especialmente crítica dado el carácter bidimensional de las imágenes. En este artículo se propone un *framework* para el reconocimiento de objetos basados en visión monocular. El *framework* propuesto aborda el problema de incertidumbre presente en los sistemas de reconocimiento de objetos mediante un modelo heurístico que permite usar cualquier tipo de vector de características para representar la información de las vistas. La estrategia empleada para el desarrollo del sistema de reconocimiento activo propuesto se basa en agrupar las vistas de los objetos de la base de datos en clusters y a partir del estudio de la información contenida en ellos, desarrollar de manera eficiente las tareas de clasificación, selección de las posiciones del sensor y el cálculo de la evidencia. El algoritmo de clasificación emplea una máquina de soporte vectorial dotando al sistema de reconocimiento de robustez ante pequeñas deformaciones en la apariencia de los objetos por ruido, cambios de iluminación, variaciones en el punto de vista etc. La viabilidad y efectividad de la estrategia propuesta fueron experimentalmente verificadas en una plataforma de trabajo real y comparadas con otros sistemas de reconocimiento 3D, demostrando ser más robusta y eficiente.

José María Sebastián