



UNIDAD MIXTA ANFACO- EMENASA - FFF4P FUTURE FOOD FACTORY 4 P

INFORME CIENTÍFICO-TÉCNICO – Anualidad 2022

Programa: Consolidación de unidades mixtas de investigación

Código del procedimiento: IN853B

Presupuesto: 1 833 573,10 € **Subvención:** 550 071,93 €

Subvenciones para la consolidación de unidades mixtas de investigación alineadas con los retos estratégicos y prioridades identificados en la RIS3 para Galicia (DOG Núm. 35. Jueves, 20 de febrero de 2020)

Concedida por la Agencia Gallega de Innovación (GAIN) con el apoyo de la Consellería de Economía, Empleo e Industria de la Xunta de Galicia y cofinanciadas por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) en el marco del Programa Operativo FEDER Galicia 2014-2020. *Unha maneira de facer Europa.*

ACTIVIDADES REALIZADAS

LÍNEA 1: INDUSTRIALIZACIÓN DE HSI

Actividad 1.1- Acondicionamiento de hardware a entornos industriales

La anualidad 2021-22 se ha investigado sobre el acondicionamiento de estas tecnologías a entornos industriales. Para ello se ha adquirido una nueva cámara hiperespectral (REDEYE de InnoSpec). Basándonos en esta nueva cámara se han diseñado una envolvente que puede albergar las dos cámaras hiperespectrales que estamos utilizando en el proyecto. Esta envolvente y los utillajes de intercambio se están fabricando actualmente para poder ser montados la última anualidad. Por otro lado, se ha montado el carrusel (cinta circular) en la planta piloto de Anfaco-Cecopesca donde se ha realizado un setup previo con la nueva cámara, así como para realizar las primeras capturas con esta cámara. Se ha realizado la automatización parcial del carrusel y se han seguido realizando ensayos de iluminación, en este caso con iluminación led.

Actividad 1.2.-Optimización del procesado de imágenes HSI

A lo largo de esta anualidad se finalizaron los trabajos de optimización de procesado hiperespectral con el objetivo de mejorar el rendimiento de la aplicación y obtener una cadencia adecuada para el uso de la tecnología en una línea de producción del sector mar-alimentario. Se integró en el programa principal de planta la librería de procesado desarrollada en la anterior anualidad, así como se hicieron una serie de mejoras de código, obteniendo un resultado final de procesado de 176,32 líneas/segundo, esto es, mejoramos la velocidad de procesado un 850% con respecto al inicio de la Unidad Mixta, cumpliendo sobradamente los objetivos que nos planteáramos ya que podríamos trabajar con la cámara a 500 mm/s, una cadencia válida para el sector.



Además, la empresa subcontratada SOLTEC realizó un estudio de optimización de procesado mediante CUDA, dándonos unas directrices y ejemplos de cómo deberíamos pasar del lenguaje de programación C# a C++ y llevar el procesado a GPU, con ello mejoraríamos considerablemente el procesado, sin embargo, estas mejoras no fueron necesarias, ya que estamos limitados por la iluminación, pero nos sirven de punto de partida para futuros desarrollos o proyectos.

Actividad 1.3.-Desarrollo del protocolo de clonación

Se ha desarrollado un protocolo de clonación para cámaras hiperespectrales basado en la sistemática de estandarización de equipamiento NIR. La siguiente anualidad se pretende implementar experimentalmente este protocolo para hacer una estandarización del modelo matemático de caracterización de los mejillones cocidos realizado con la cámara FX17 de Specim hacia la cámara nueva RedEye. Se ha contado y se cuenta con los servicios de la Unidad de Espectrometría de la Universidad de Córdoba, referentes en este campo en España.

LÍNEA 2: SERVICIOS CLOUD PARA HASI Y GESTIÓN AUTOMÁTICA DEL MODELO

Actividad 2.1.-Implementación de la plataforma cloud y comunicación segura

Aunque esta actividad había acabado en la anterior anualidad, a lo largo del 2022 la empresa subcontratada Galicia Nube, realizó modificaciones al sistema Cloud desplegado, migrando el sistema operativo de Ubuntu a Debian. El sistema ya está correctamente configurado y funcionando.

Actividad 2.2: Desarrollo de aplicación de servidor.

En esta anualidad la empresa subcontratada Galicia Nube avanzó los trabajos de desarrollo la aplicación Web de análisis de captura hiperespectrales y de autocalibración de los modelos. Se avanzó por separado en las dos partes fundamentales, la parte BackEnd (Spring + MySQL) y la parte FrontEnd (HTML+CSS+Angular), teniendo ya el CRUD completo para los módulos de Fabricantes, Equipos, Cámaras, Modelos y Usuarios. En la siguiente anualidad, se finalizará la aplicación integrando las dos partes, haciendo el tratamiento de imágenes y de modelos, y por último la autenticación de usuarios y adaptación responsive para distintos dispositivos. Por último, se pondrá en producción y se validará.

Actividad 2.3. Desarrollo de la aplicación de equipo

Se desarrolló la aplicación de equipo en Planta, que se conecta directamente con la cámara hiperespectral, partiendo de la aplicación desarrollada en la anterior Unidad Mixta, se añadieron modificaciones y nuevas funcionalidades, con el objetivo de prepararla para el funcionamiento con la línea de carrusel desarrollada en la actividad 1.1 así como se integraron las mejoras de optimización de código realizadas en la actividad 1.2. También se estudió la integración con la nueva cámara REDEYE adquirida en la actividad 1.1. En la siguiente anualidad se hará la integración en el nuevo carrusel circular con el objetivo de que genere las imágenes químicas "online" de todo lo que pasa por la cinta.

Actividad 2.4: Desarrollo de sistema de recalibrado automático de modelos

Se ha investigado en el diseño y desarrollo e implementación de un módulo de recalibrado automático de modelos. Mediante Scripts en Python se ha implementado un algoritmo que



permite añadir un espectro nuevo a una matriz de calibración, y este algoritmo decide si ese espectro puede ser interesante para el grupo de calibración. Se testado con diferentes técnicas estadísticas para la toma de decisiones PLSR, LDA, PCA, Random Forest y se ha prototipado tanto con modelos cuantitativos como para modelos cualitativos.

LÍNEA 3: VALIDACIÓN DEL PROTOTIPO Y SISTEMA DESARROLLADO EN ENTORNOS INDUSTRIALES

Actividad 3.1.-Análisis previos.

Lo que se refiere a análisis previos se ha seguido contactando con empresas haciendo difusión de las capacidades de este tipo de tecnología, y en este caso CUPA STONES se han materializado un muestreo y modelado previo para encontrar defectos en su materia prima, con un resultado de baja viabilidad. Del mismo modo con ATUNLO (atún congelado) y BOLTON FOOD (Sardina) se están realizando trabajos en este mismo sentido.

Por otro lado, también se ha realizado un trabajo previo de viabilidad de caracterización de lacado en PCB, con un resultado positivo

Actividad 3.2.-Muestreo y adquisición de datos

En esta actividad hemos reflejado las tareas de muestreo y adquisición de datos que estamos realizando con las matrices de Atún crudo congelado para la detección de YAKE (ATUNLO) y el interés de BOLTON FOOD por la matriz sardina. Ambas matrices son complicadas desde el punto de vista de presentación de la muestra. En el primer caso, el objetivo es modelar cualitativamente esta textura que origina no conformidades y en el segundo caso se busca el parámetro de grasa, tan valorado en la sardina.

Actividad 3.3.-Tratamiento de imágenes y modelado de datos espectrales

En esta actividad plasmamos los trabajos de modelado de datos con el mejillón cocido. Se trata de la matriz con la que se está obteniendo los mejores resultados, ya que con la cámara FX17 se están consiguiendo hacer predicciones del nutricional básico

DIFICULTADES ENCONTRADAS EN EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

Dentro de la actividad 1.1 que debería estar acabada en agosto del 2022, ésta seguirá en curso hasta la finalización de la UMI, debido a retrasos en suministros de materiales de construcción y material electrónico (como la cámara hiperespectral de INNOSPEC). Por otro lado, a finales de esta anualidad ha surgido la necesidad de montar otro tipo de setup que encaja dentro de la actividad 1.1, sobre integración industrial de este tipo de tecnología por lo que esta actividad continuará hasta finalizar la UMI.

Dentro de la actividad 1.3, la tarea de generación del protocolo se ha materializado con la colaboración con el departamento de espectroscopia de la Universidad de Córdoba (UCO) en la presente anualidad 2021-21. En este sentido hasta fin de proyecto se pretende realizar una implementación experimental de este protocolo sobre la nueva cámara adquirida. Es clave, para el mantenimiento, desarrollo e implantación de sistemas con cámaras hiperespectrales, el



poder clonar modelos, ya que genera ahorro de costes de modelado y de recalibración de equipamiento. Por lo que esta actividad continuará hasta finalizar la UMI.

LOCALIZACIÓN DE LAS DEPENDENCIAS DE LA UNIDAD MIXTA

- **SEDE CENTRAL:**

Consiste en el centro de coordinación de los trabajos de investigación, situada en la planta 0 del CYTMA (Centro de Tecnologías Avanzadas de Investigación para la Industria Marina y Alimentaria), edificio de investigación principal de ANFACO-CECOPECA (Carretera Colexio Universitario, nº 16, Vigo).

- **SEDE LABORATORIO:**

Para realizar los diseños, pruebas y desarrollos de prototipos a nivel de laboratorio, por ejemplo: sensorización, robótica a pequeña escala, visión artificial, fabricación aditiva, etc., se dispone de un espacio reservado en el TECDA, el laboratorio de tecnologías de control y digitalización avanzada, creado por ANFACO-CECOPECA en la primera planta del edificio CECOPECA (Carretera Colexio Universitario, nº 16, Vigo). El mismo incluye espacio e infraestructura necesaria para la investigación en tecnología, sobre un entorno altamente protegido.

- **SEDE PRUEBAS PILOTO:**

En lo referente a pruebas y desarrollos con mayor escala que requieran, por ejemplo: limpieza a presión, gran peso, movimientos de robótica fuertes, etc., se utilizará un espacio reservado en la planta piloto de ANFACO-CECOPECA, situado en la planta -1 del CYTMA (Carretera Colexio Universitario, nº 16, Vigo).

- **SEDE DESARROLLO INDUSTRIAL:**

Para llevar a cabo los diseños, cálculos y simulaciones de los procesos industriales, así como los desarrollos en programación y sistemas de información, se contará con la sede desarrollo industrial en las oficinas de la nave principal de instalaciones de EMENASA (Avda. de Beiramar, 75, Vigo).

IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DE LA UNIDAD MIXTA

La difusión del proyecto sigue generando que algunas empresas pregunten por la tecnología y otras empresas quieran probarla. Esta anualidad Bolton Food y ATUNLO son dos de las empresas con las que se está colaborando dentro del marco del proyecto, la primera para analizar el potencial de medición de grasa, y la segunda buscando la calidad de textura de lomos congelados de atún.

