

2021 INFORME



Proyectos

“VISIONAR”

PROCESOS AUTÓNOMOS CAPACES DE GESTIONAR EL FLUJO DE
FABRICACIÓN CON MÍNIMAS INTERVENCIONES EXTERNAS

Entregable: Informe de actividades y resultados

Número de proyecto: 22100005

Expediente: IMAMCC/2021/1

Duración: Del 01/01/2021 al 31/12/2021

Coordinado en AIDIMME por: SÁNCHEZ ASINS, JOSÉ LUIS

Línea de I+D: INDUSTRIA 4.0



GENERALITAT
VALENCIANA

iVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL

“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas

ÍNDICE

1	Objetivos del proyecto.....	3
2	Actividades realizadas, desarrollo del proyecto.....	4
2.1	Descripción del problema	4
2.2	Agarre de las piezas.....	5
2.3	Posicionamiento del brazo e identificación de piezas.....	9
3	Resumen de resultados y conclusiones.....	24



“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas

1 Objetivos del proyecto.

El objetivo del proyecto se orienta hacia la obtención de procesos autónomos que sean capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas. En este caso la automatización se basa en el uso de robots, y la autonomía del proceso deriva de la capacidad del robot de adecuar sus trayectorias de forma automática en función de los productos sobre los que tiene que intervenir (bien sea realizar un picking u otras operaciones más complejas), apoyándose en sistemas de visión artificial que permitan reconfigurar trayectorias en tiempo real.

Los objetivos específicos del proyecto son los siguientes:

- Evaluar la problemática asociada a la reconfiguración de trayectorias del robot mediante la identificación de objetivos basada en visión artificial.
- Desarrollar una aplicación que permita la recogida automática de productos de diferente geometría, posicionados de forma aleatoria sobre una cinta en movimiento

“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas

2 Actividades realizadas, desarrollo del proyecto.

2.1 Descripción del problema

En determinados procesos de fabricación de piezas y componentes, es habitual que las máquinas de producción depositen las piezas sobre una cinta transportadora tal y como salen del proceso, y que éstas ocupen posiciones diferentes cada vez. Normalmente se requiere una persona para recoger este material y ordenarlo de la forma que esté definida. Obviamente, este trabajo es de poco valor añadido y susceptible de automatización.

Existen algunas aplicaciones orientadas a *bin picking* (recogida de piezas depositadas en contenedores) o *belt picking* (recogida de piezas en cintas), diseñadas para determinados tipos de robot y que requieren cámaras estáticas. Sin embargo estas soluciones, además de tener un precio elevado para cada unidad, no admiten portabilidad ni el uso de cualquier tipo de robot, por lo que el problema que se aborda es desarrollar aplicaciones de *belt picking* portátiles, con cámaras integradas en cualquier brazo robotizado, en este caso un UR 16e.

Para desarrollar el caso de uso se consideran piezas plásticas de inyección, depositadas en una cinta transportadora desde los expulsores de la inyectora. Se consideran dos modelos de pieza con diferentes geometrías, fabricadas en dos líneas diferentes, con unos tiempos de ciclo determinados. Estas piezas deben introducirse en cajas siguiendo una distribución en tres capas, con un separador de cartón entre capas.



Modelo de piezas utilizadas y posicionamiento final a conseguir

El proyecto se plantea con tres actividades principales:

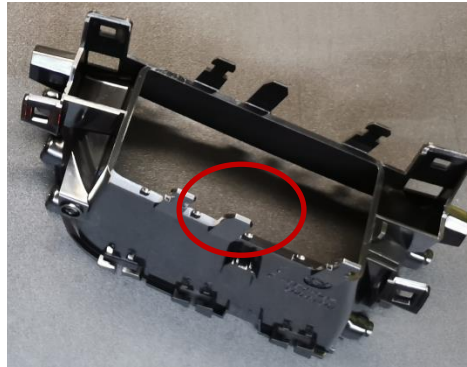
“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas

- Agarre de las piezas y elementos separadores
- Posicionamiento del brazo e identificación de piezas
- Paletizado/encajado de piezas

2.2 Agarre de las piezas

El primer punto a resolver es definir cómo se van a sujetar las piezas para depositarlas en su ubicación, considerando tanto la geometría de la pieza, su posición de recogida y su ubicación en el contenedor (en este caso una caja). La profundidad de la caja es de unos 250 mm, por lo que la pinza debe poder colocar la primera capa sin que se produzcan colisiones con los bordes de la caja.

Dado la forma compleja de la pieza, inicialmente se plantea su agarre por dos de las pestañas laterales, al menos para realizar las pruebas de sujeción con pinzas estándar.



Puntos de agarre iniciales para realización de pruebas

También debía considerarse la sujeción de los separadores de cartón con algún modelo de pinza dotada con ventosas, que se demostró la mejor forma de recoger y depositar estas láminas. Para realizar tanto la operación de colocación de las piezas como la operación de colocación de los separadores, una opción es la utilización de una garra doble, del tipo que se muestra en la imagen.



Garra doble para realizar recogida de piezas y de láminas

“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas

Cuando se realizaron las pruebas la combinación de profundidad de capas, la altura de los bordes de la caja y la dimensión de las pinzas del robot, produce que determinados posicionamientos (principalmente los finales de cada línea) sean imposibles de realizar con los modelos de pinzas empleados en las pruebas. (OnRobot RG6 y Robotiq 2F85)

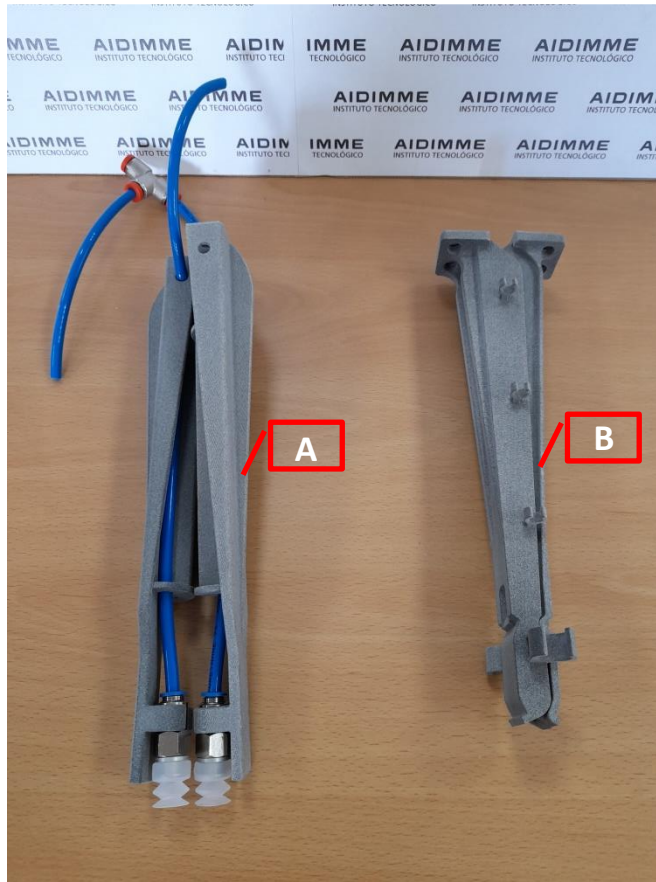


Modelos de pinzas estándar utilizados en las pruebas iniciales

Por ello hay que hacer una modificación en los diseños de las mismas (longitud de los dedos) o realizar el diseño completo de una garra adaptada a la aplicación. Dado que las piezas pesan muy poco, el peso a manejar por el robot será el correspondiente a las garras que se instalen, las cuales deben permanecer por debajo de los 3 kg.

Se diseñaron y fabricaron 2 tipos de dedos diferentes para las pinzas. Además de tener la longitud necesaria para poder sujetar las piezas y colocarlas en el interior de la caja sin colisionar con los bordes de la caja, disponían de las ventosas del sistema neumático para sujetar el cartón separador de cada capa de piezas.

“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas

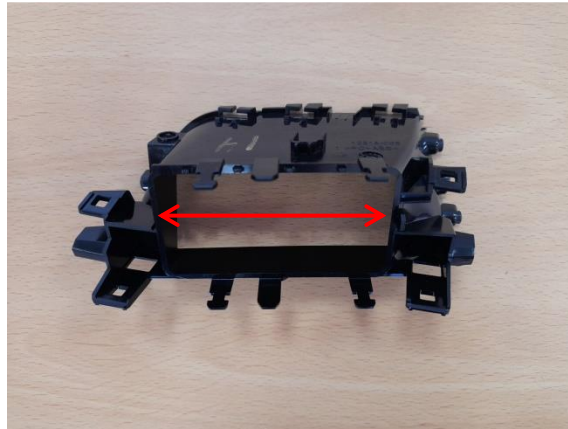


Modelos de dedos diseñados.

El modelo de pinzas A, se diseñó para coger la pieza por su largo y lleva instalada las ventosas y sistema neumático por el interior. Este modelo al coger la pieza la sujeta sin problemas pero la apertura tiene que llegar al máximo de la carrera que permite la pinza y aplicar un fuerza mínima de aproximadamente 23 N.

En pruebas aisladas con repetitividad se ha comprobado que no se produce movimiento de la pieza al elevarla, si bien se puede mejorar el agarre con algún material blando que mejore el agarre en las terminaciones de los dedos.

“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas



Puntos de recogida de la pieza con las pinzas A.

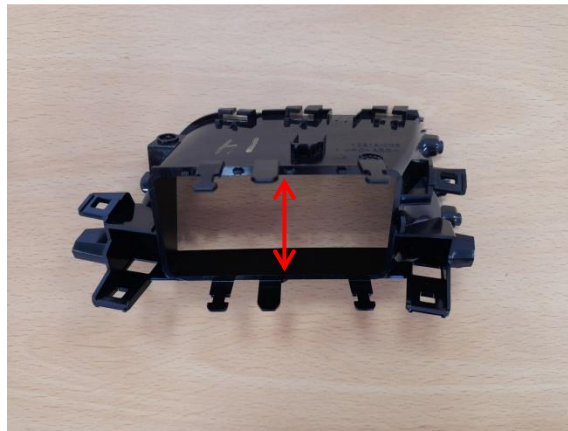
El modelo de pinzas B, está diseñado para coger la pieza por su ancho y lleva instalada las ventosas y sistema neumático por el exterior de cada dedo. Estos dedos tienen un diseño de forma para adaptarse a la geometría de la pieza en el momento de agarre. Además de 2 solapas en la parte inferior que evitan que la pieza pueda desplazarse al quedar encajada en ellas.



Zona de agarre de las pinzas modelo B

En una prueba de repetitividad de cogida de la pieza se ha comprobado que no hay desplazamiento de la pieza, pero resulta necesario agregar un material blando en una de los dedos para que haga de suplemento y se acople mejor a la geometría de la pieza.

“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas



Puntos de recogida de la pieza con las pinzas B

2.3 Posicionamiento del brazo e identificación de piezas

A diferencia del montaje con cámara fija, al montar una cámara sobre un robot se necesita una imagen maestra para hacer el cálculo con respecto a la posición inicial. En esta imagen maestra se calcula el desplazamiento de la herramienta respecto de la posición de agarre, pero para ello se necesita reconocer la pieza dentro de dicha imagen.

Al realizar este proceso de registro en la posición correcta para la cogida de pieza y realizar el paso de validación del configurador de sistema de visión, se comprueba que las piezas se posicionan en distinta posición a la registrada como maestra.

Esto se debe a problemas con la identificación del patrón de la pieza. La geometría de la pieza, el material con el que está fabricado, la iluminación y la distorsión de la lente, son los principales factores que producen no reconocer la pieza de forma suficientemente correcta.

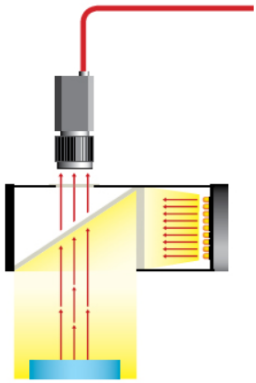
La compleja geometría de la pieza dificulta el reconocimiento especialmente en los cambios de posición con respecto a la posición de patrón. El material de la pieza hace complicada la correcta iluminación ya que la iluminación directa o desde ángulos genera sombras y brillos que complican la creación de un patrón al distorsionarse partes de la pieza.

Al crear la imagen maestra la pieza debe reconocerse, en este aspecto al necesitarse unos dedos de pinzas tan largos para no interferir en el reconocimiento de la pieza, hay que elevar el punto de imagen de forma que influye negativamente en reconocer el patrón de la pieza con exactitud. A lo que hay que sumar la distorsión de la lente de 8 mm.

Para dar solución a los problemas con el reconocimiento de patrón, es necesario disponer de iluminación de tipo difusa que es la más indicada para evitar brillos y sombras. Este tipo de iluminación se puede conseguir con varios sistemas: Doal, Domo o Flat Domo.

“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas

ILUMINACIÓN SOBRE EL MISMO EJE O ILUMINACIÓN COAXIAL

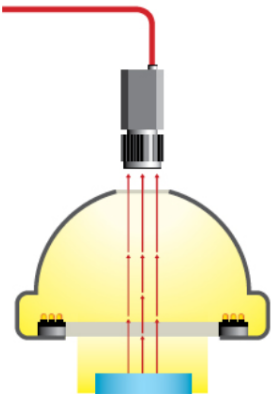


Esta es una técnica que se usa para iluminar objetos reflectantes. La luz se emite de forma lateral sobre un espejo semitransparente "beam splitter" que desvía los haces de luz en la misma dirección que el eje de la cámara, como se muestra en la figura adjunta. De esta forma se consigue una luz difusa homogénea.

Esta técnica es ideal para inspección de objetos muy reflectantes, como PCB, etiquetas reflectantes, inspección de impresión sobre aluminio, etc.

Iluminación DOAL. Fuente: infaimon.com

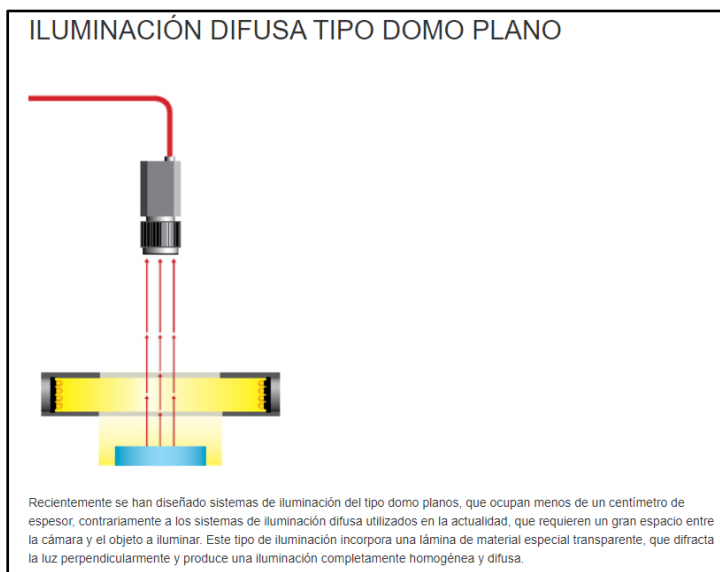
ILUMINACIÓN DIFUSA TIPO DOMO



La técnica denominada Difusión Continua ofrece el máximo nivel posible de rendimiento en iluminación difusa. Ha sido diseñada para las aplicaciones más complejas y combina iluminación reflectante en una cúpula esférica e iluminación coaxial en la parte superior. A esta iluminación se le denomina también "Iluminación de Día Nublado", ya que no produce ningún tipo de sombra. Puede utilizarse para iluminar las superficies especulares más complejas, incluyendo instrumental médico, espejos, compact disk, latas, etc...

Iluminación DOMO. Fuente: infaimon.com

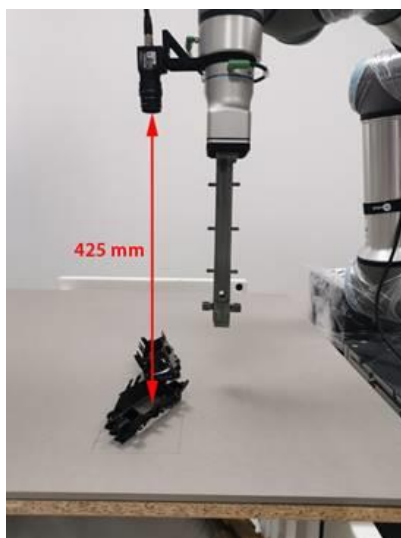
“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas



Iluminación Flat DOMO. Fuente: infaimon.com

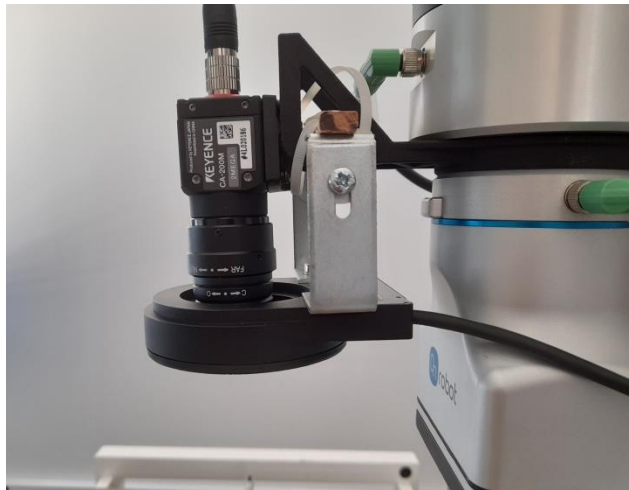
Otra mejora sería la sustitución de la óptica de 8 mm por una de 25mm telecéntrica. Esta lente proporciona un campo visual más reducido, pero por el contrario una imagen de mayor tamaño y con menor distorsión.

Para realizar las pruebas iniciales se instaló el sistema de visión artificial de KEYENCE, de 2 Mp y objetivo de 8 mm para obtener un campo de visión amplio, así como un sistema de iluminación de anillo polarizado, que evita posibles brillos. El anillo es lo suficientemente potente como para compensar la absorción de la luz debido a la polarización e iluminar toda el área a la altura de instalación.



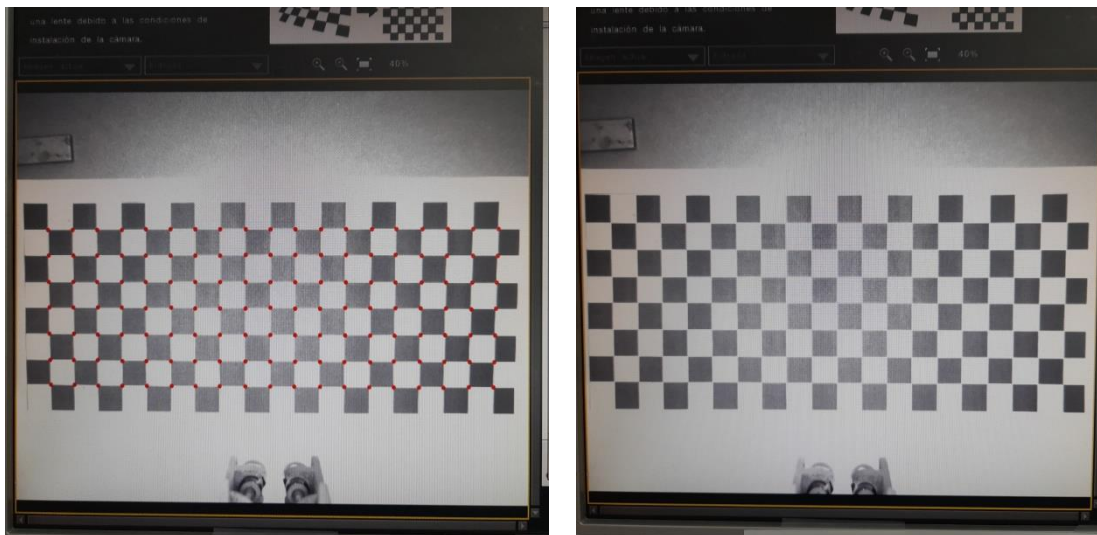
Distancia focal

“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas



Anillo de iluminación sujeto a la cámara

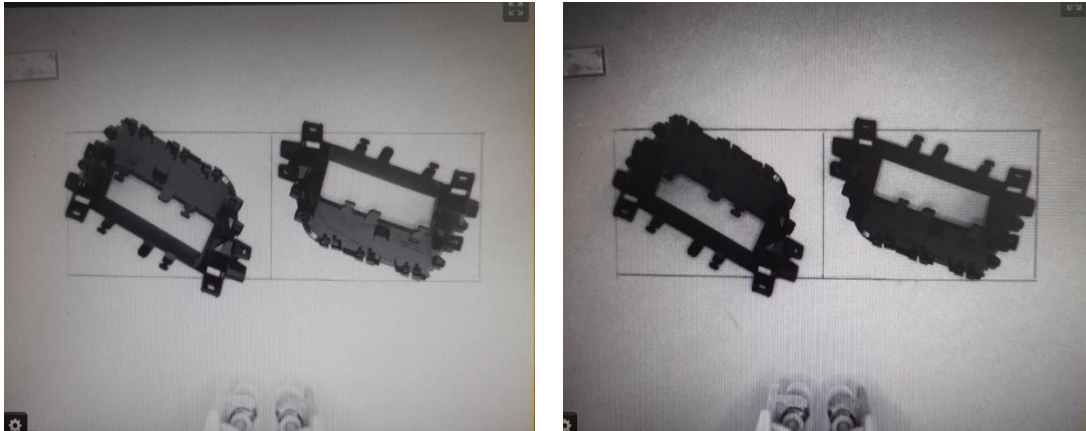
Para reducir la posible la distorsión, que pudiera generarse por la lente, se realizó un proceso de calibración utilizando un patrón en forma de tablero de ajedrez.



Detalle corrección distorsión de lente

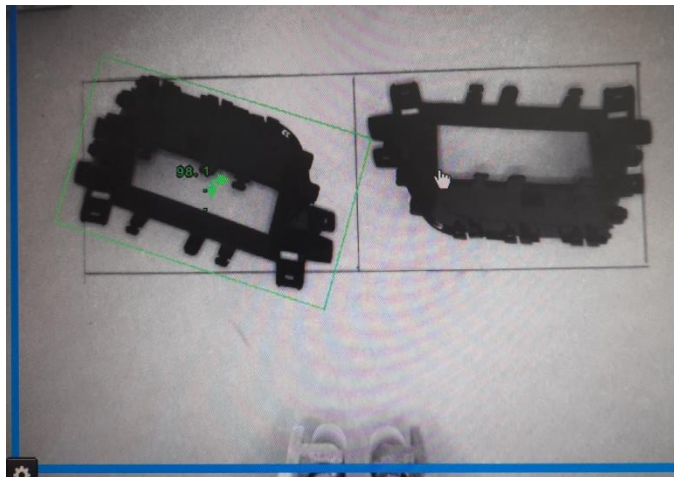
El sistema de visión artificial nos da la opción de usar el sistema HDR para mejorar la imagen capturada, pero en caso de usar HDR no se puede eliminar la distorsión de la lente, ya que son opciones excluyentes.

“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas



Detalle imagen con corrección HDR y sin HDR, en las piezas modelo A

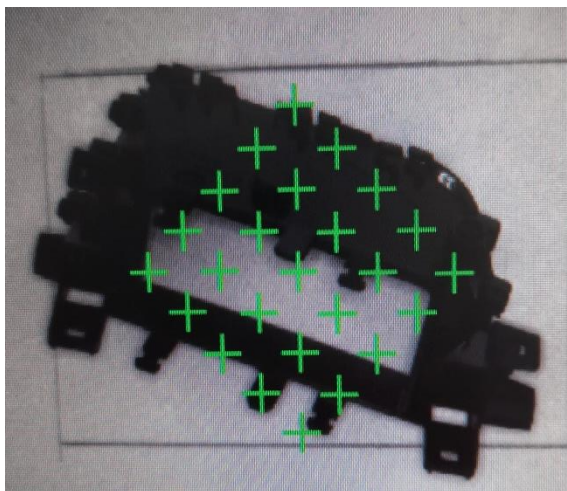
Tras configurar la cámara se debe realizar la calibración del sistema, para lo cual se debe realizar en el mismo paso el patrón de reconocimiento de la pieza.



Detalle patrón reconocido.

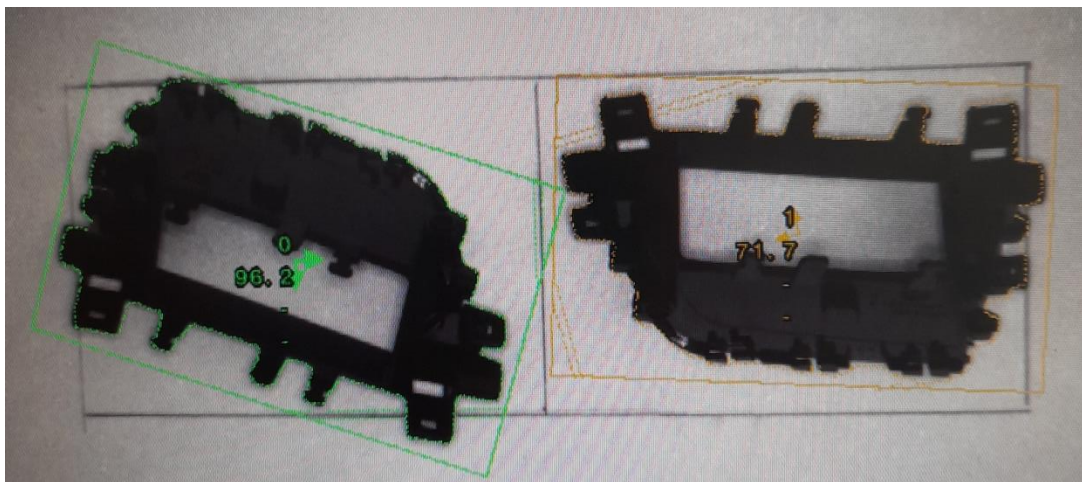
En este punto, el patrón puede realizarse de múltiples formas empleando áreas o perfiles característicos de la pieza para ser reconocidos. Por norma general, el patrón creado se reconoce con un 99.9% de valor de juicio. Con este patrón se realiza la calibración sin problemas.

“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas



Detalle calibración OK

El patrón creado puede ser ajustado para que tenga distintos valores de distorsión y de valor de juicio, de tal forma que aquellas piezas reconocidas con un juicio inferior al seleccionado no serán reconocidas como correctas. Lo ideal es trabajar con valores de distorsión mínimos y de juicio altos, ya que así está asegurada la correspondencia de la pieza fotografiada con el patrón.



Ejemplo de valores de juicio para el patrón por distorsión del mismo.

El siguiente paso fue crear la imagen maestra, la cual relaciona el punto de fotografía (y posición de la herramienta) con el punto de posicionamiento para la sujeción o agarre de la pieza. Inicialmente se toman las coordenadas del robot en el punto de toma de imagen y se registran. A continuación se desplaza el brazo robot situándolo encima de la pieza en la posición de sujeción, es decir, en la posición en la que solo habría que bajar la herramienta para sujetarla. En este punto se realiza la imagen maestra.

“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas

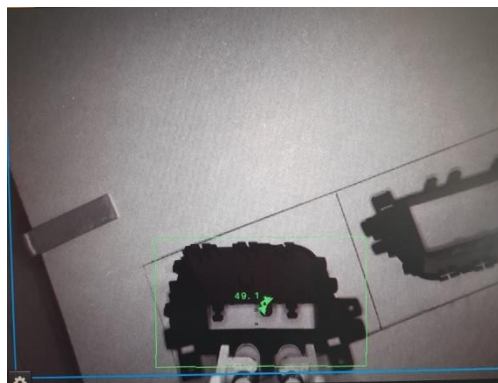


Detalle de coordenadas de captura con la marca + (magenta)



Detalle de imagen maestra con la marca + (amarilla)

En la imagen maestra se tiene que identificar el patrón para poder relacionar los puntos anteriormente comentados. Al tener los dedos de la pinza una longitud tan larga, en algunas ocasiones este no se reconocía ya que interferían en la imagen, tapando parcialmente la pieza. Aunque la pieza aparezca completa en la imagen, se produce una reducción drástica en el % de juicio llegando a valores hasta del 50% lo que producía que la referencia del punto no fuese correcta y se producían desviaciones en el posicionamiento en posteriores verificaciones, debido a que al cambiar la posición de la cámara respecto a la pieza la imagen que se capta varía de forma substancial respecto a la imagen patrón.



Detalle de valor de reconocimiento del patrón en la imagen maestra (49,1%)

“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas

Esta reducción en el reconocimiento también se ve influenciada por la iluminación de la pieza en dicha zona. Esto se debe a que aunque el sistema de iluminación es válido para la aplicación, al estar montado en el conjunto cámara-robot, al desplazar el cabezal para generar la imagen maestra todo se desplaza hacia adelante quedando la pieza en zona de sombra o peor iluminada.

Otro factor que influye negativamente en la reducción del valor de juicio de reconocimiento de la pieza es que la perspectiva en el punto de imagen maestra, ya que la geometría de la pieza hace que se vea totalmente distinta.

La suma de todos estos factores hace que la repetitividad de la posición para el agarre de la pieza tenga desviaciones de varios milímetros, lo que impiden garantizar que las pinzas no choquen con la pieza pudiendo producir alguna rotura. Tampoco garantizan que se coja la pieza en el punto deseado para su posterior posicionamiento en el contenedor.

Se realizaron comprobaciones con una lente de 12 mm con la que se obtenía una imagen más cercana y con más detalle. E incluso con una cámara de 5 Mpx en vez de una de 2Mp. Pero en ambos casos, la repetitividad del movimiento presentaba desviaciones sobre la posición correcta.

En el caso óptimo de reconocimiento (juicio del 99.9%) la desviación de +/- 1,5 mm (con cámara de 2 Mpx y lente de 8 mm). La desviación aumenta a medida que disminuye el valor de juicio, algo que ocurre cuando la pieza cambia algo de posición o hay variaciones en la iluminación, provocando que la desviación sea de varios milímetros.

Dados los resultados con el equipo de VA del fabricante Keyence, se decidió realizar pruebas de la aplicación con otros equipamientos de VA.

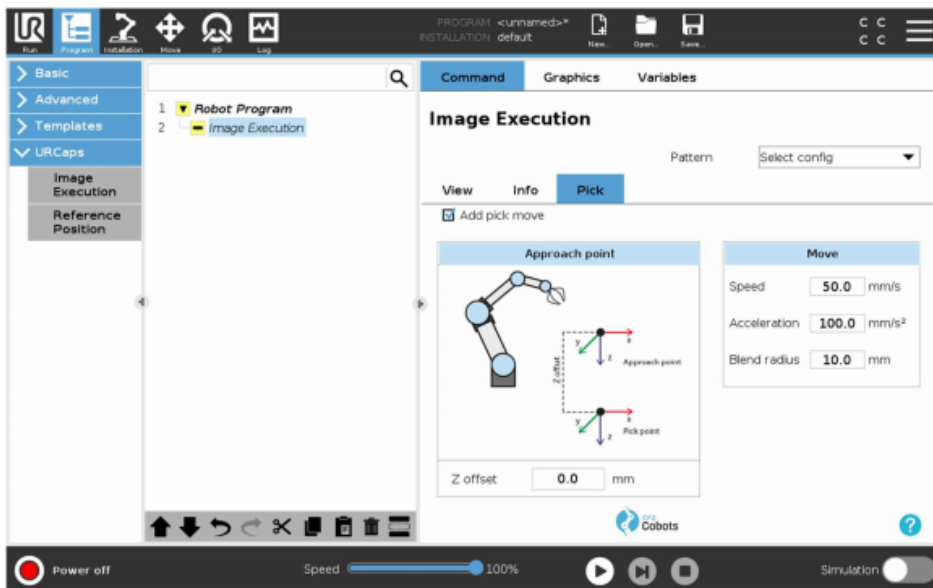
- **Pruebas con cámara INTEL REALSENSE D455.**

La cámara Intel RealSense se combina con la Urcap desarrollada por CFZ Cobots, para Universal Robot



Cámara Real Sense de Intel

“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas



URCap para control de cámara

Con este equipo el proceso de configuración, programación, selección de ROI, etc, resultó bastante más intuitivo ya que se puede configurar todo a través del interfaz del robot. Como inconveniente, al no disponer el software de la posibilidad de realizar patrones de forma para geometrías concretas no fue posible emplearlo para la aplicación de pick & place de las piezas en cuestión.

- **Pruebas con equipo Oneyes de Onrobot.**

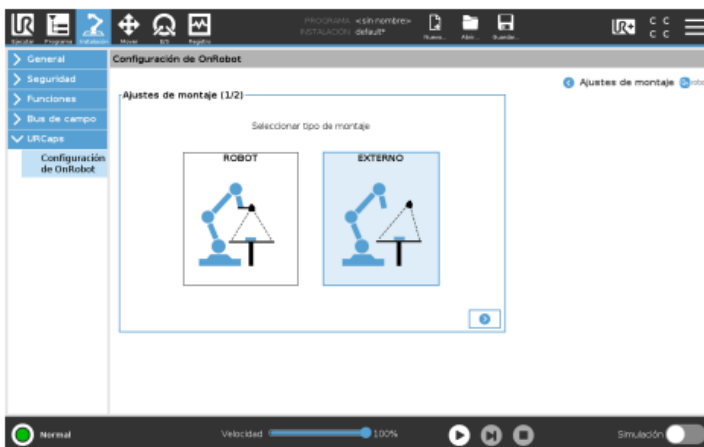
En este caso se utilizó el equipo de visión para robot de la marca Onrobot.



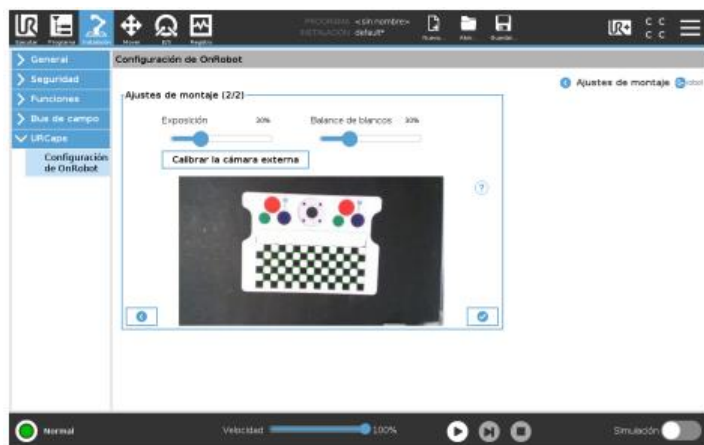
Cámara Oneyes de ONROBOT

“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas

Este equipo posee su propia interfaz de usuario para los robots UR, por lo que al igual que en el caso anterior todo el desarrollo de la aplicación se realizó de forma sencilla en la interfaz del robot. Con este sistema inicialmente se configura el montaje y la calibración de la cámara en el entorno de trabajo, mediante una tablilla proporcionada con un patrón tipo tablero de ajedrez.



URCap para control de cámara Oneye



Proceso de calibración con el asistente

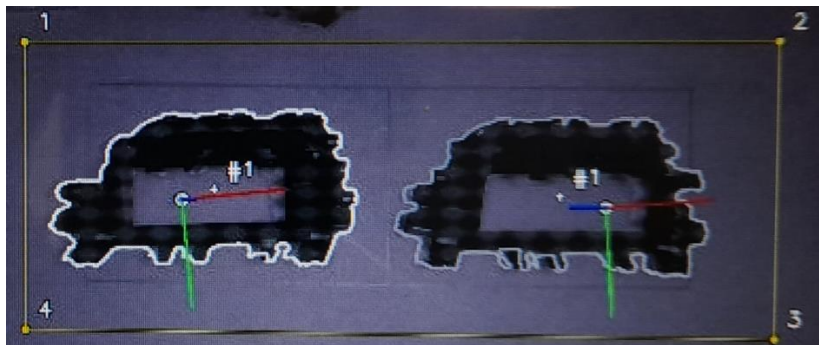
Una vez configurada la cámara se puede proceder a configurar los ROI, los patrones de reconocimiento de pieza, el punto de reconocimiento, etc. Con este software sí que era posible establecer patrones de formas concretas, pero es el propio sistema el que traza el patrón de la pieza cuando se establece el área de búsqueda.

“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas

Para esta aplicación concreta, no se podía definir o trazar los patrones en todo el contorno de la pieza como en sistemas de visión artificial industrial, sino que el sistema traza sobre la imagen los perfiles que detecta de forma automática. Esto se consigue mediante un pre-procesado, ya que previamente se ha realizado la calibración y tomado una imagen de la superficie donde se situarán las piezas, pero sin que éstas estén presentes.

Para establecer el reconocimiento por forma, se puede modificar los porcentajes de contraste con el fondo para mejorar el contorno de identificación. Asimismo, es posible crear varios patrones de identificación o piezas, en una misma tarea de visión, pero se comprobó que para un mismo tipo de pieza con un solo patrón el sistema es capaz de identificar la pieza con precisión independientemente de la posición en la que se encuentre.

El sistema define el punto de identificación también de forma automática en el centro del contorno identificado, aunque si el perfil varía este puede quedar distorsionado.

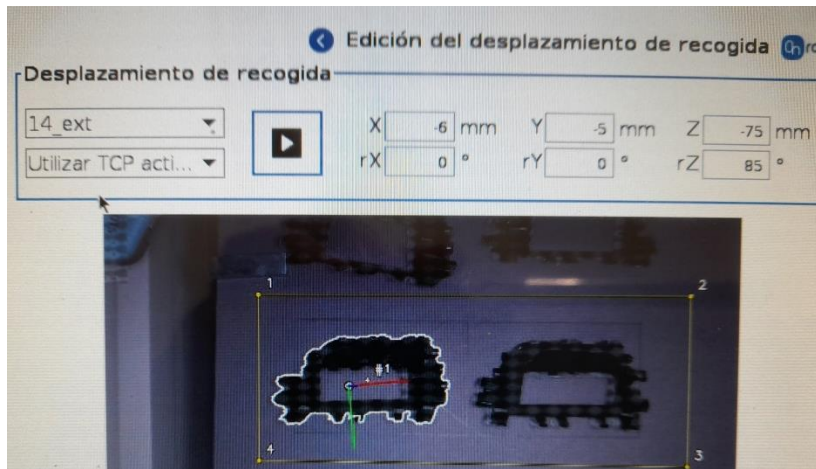


Proceso de identificación de contornos

En la imagen anterior se puede observar como la pieza se identifica correctamente pero los perfiles no coinciden y por tanto el punto de identificación está en diferente ubicación en cada pieza.

No obstante, conseguida la identificación de la pieza, este sistema permite ajustar con distintas opciones el punto de reconocimiento desplazándolo o girándolo con precisión mediante una pantalla de ajuste.

“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas



Pantalla de ajuste de posiciones

Al ser un sistema que integra tanto la visión como la programación del robot, este permite hacer offset para el punto de identificación, al que irá de forma automática sin tener que realizar programaciones complejas.

La ventaja de ser un sistema integrado en el robot es que la precisión del mismo en la repetitividad a la hora de reconocer y coger una pieza es muy alta, solo encontrando pequeñas desviaciones al situar las piezas en las zonas más cercanas a los extremos de la ROI.

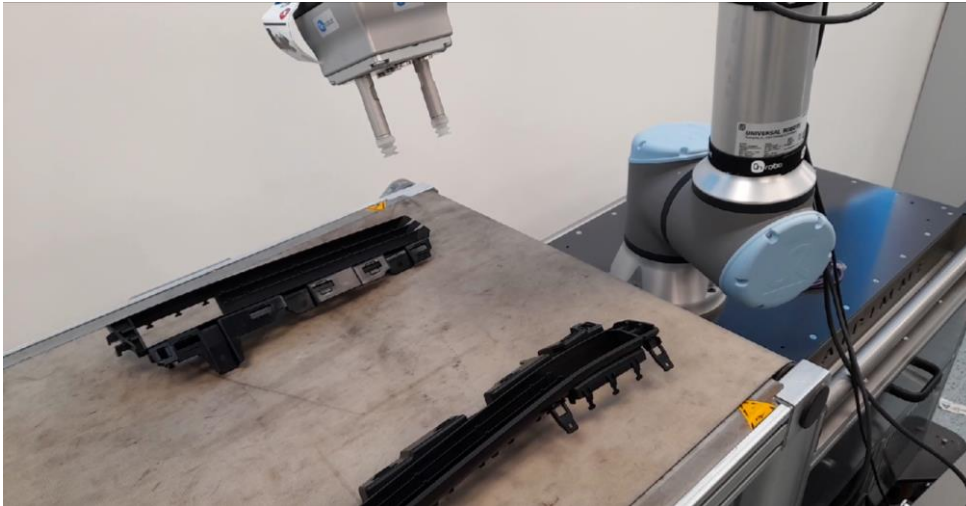
Otro aspecto a destacar de este sistema es que opcionalmente incluye un sistema de iluminación directa con difusor alrededor de la cámara que permite iluminar en modo flash el área de interés en el instante de tomar la fotografía, con lo que se obtuvieron buenos resultados de imagen con respecto a la iluminación, sin necesidad de depender de elementos de iluminación externa.



Iluminación integrable en la cámara Oneyes

“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas

Los resultados en el reconocimiento y la repetitividad, para las piezas de estudio fueron muy buenos, consiguiendo un agarre de las piezas perfecto sin movimiento de las mismas al elevarlas y desplazarlas.



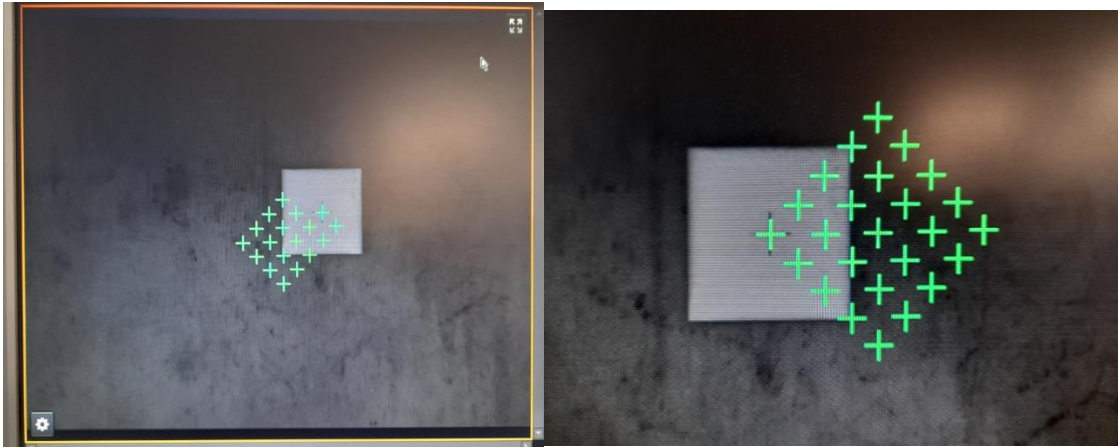
Pieza modelo B, de mayor tamaño y complejidad que la modelo A

Sin embargo, esta aplicación presenta problemas con piezas de mayor tamaño, ya que la pieza excede el campo de visión de la cámara. Solo subiendo la altura del cabezal para ampliar el campo de visión se obtiene una imagen de la pieza entera, pero en ese caso el alcance máximo del brazo robot impide un alejamiento indefinido. En cualquier caso, aunque la pieza se consiguió visualizar completa alejando la cámara, la calidad de la imagen es peor. A ello había que sumar que la geometría de la pieza tenía escalones y áreas huecas, por lo que el reconocimiento que generaba oscilaba variando aleatoriamente el valor de juicio, lo cual afecta a la precisión del punto de cogida.

El aspecto más importante a tener en cuenta es que este equipo no funciona como un equipo de visión industrial en el que se puede seleccionar el perfil a buscar. En este caso el equipo genera los perfiles de la pieza automáticamente mediante pre-proceso, lo que suponía un problema ya que el tamaño de la pieza y la complejidad del perfil impedían un buen reconocimiento.

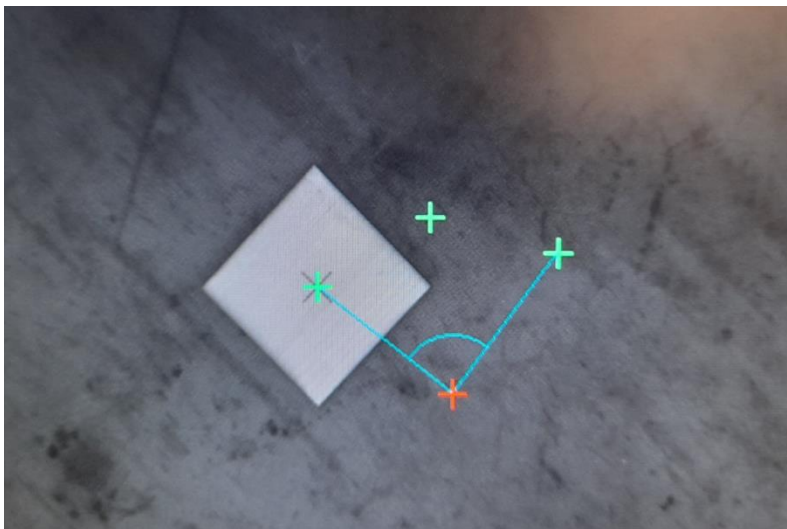
Sin embargo con el equipo KEYENCE no es necesario que la pieza se vea entera en la imagen de tal forma que se podía realizar dos patrones diferenciados para cada lado de la línea. Se hacía necesario conseguir una calibración lo más precisa posible, para lo cual se ha utilizado una estrategia diferente: no se utilizó la propia pieza sino que se generó un patrón de fácil reconocimiento con un punto de reconocimiento conocido.

“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas



Patrón de calibración para equipo Keyence con pieza auxiliar

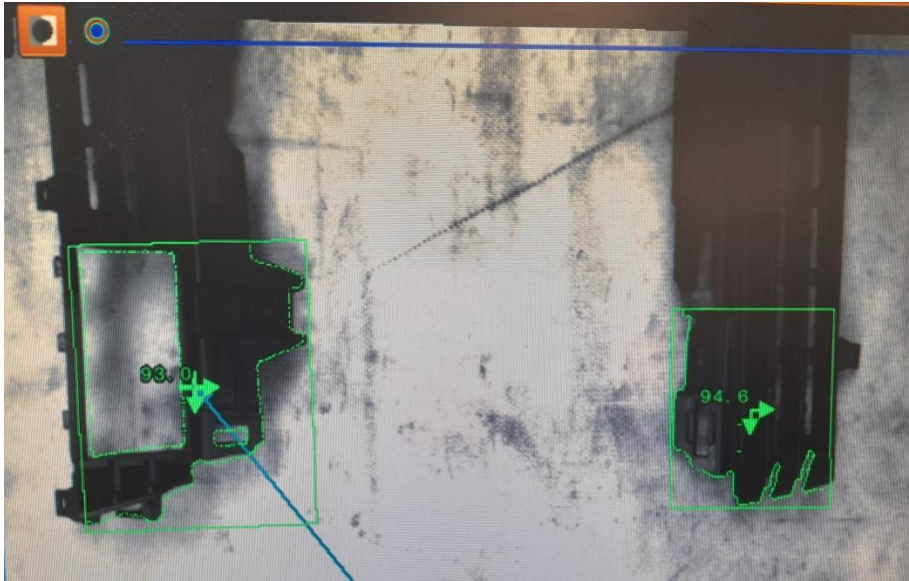
Con este patrón la calibración se realizó con más facilidad y con mayor precisión.



Calibración del equipo Keyence con pieza auxiliar

Partiendo de esta calibración se realizaron los patrones correspondientes a las dos piezas que había que recoger de la línea con elementos visibles de ambas piezas y que permitan mayor facilidad de reconocimiento.

“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas



Patrones de reconocimiento pieza modelo B

Como se puede ver en la imagen anterior los patrones tenían un alto valor de juicio de reconocimiento, superior al 90%.

“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas

3 Resumen de resultados y conclusiones.

Se ha evaluado la problemática asociada a la reconfiguración de trayectorias de un robot colaborativo UR16e, a partir de la identificación de objetivos mediante diferentes sistemas de visión artificial, con objeto de realizar una recogida automática (picking) de tales objetos dispuestos de forma aleatoria.

En la realización de las pruebas se han detectado varios puntos que generan conflictos a nivel operativo, y que deben ser resueltos en cualquier aplicación de este tipo que se quiera desarrollar.

Los problemas más relevantes hacen referencia a los siguientes aspectos:

- Sistema de visión. Dado que se está evaluando un sistema portable, no es viable ubicar la cámara en una posición fija, sino que debe acoplarse al brazo robot. Esto supone que la distorsión de la imagen dependerá de la posición del brazo respecto a la pieza y de la ubicación de la cámara en el brazo. En las pruebas realizadas se observan variaciones en el posicionamiento del punto de recogida debido a la geometría de la pieza, color de la pieza y del fondo y también por la distorsión de la lente. Igualmente se debe resolver la problemática asociada al tamaño de la pieza cuando excede el campo de visión proporcionado por el objetivo de la cámara, ya que entonces no se puede “ver” la pieza completa y es posible que el punto de recogida quede fuera de campo. Todo esto supone que el procedimiento de calibración e identificación de formas debe realizarse de forma sistemática en cada pieza.
- Iluminación. En cualquier aplicación donde intervenga la visión artificial es imprescindible contar con la iluminación adecuada, la cual dependerá de diversos factores: color de las piezas y del fondo, iluminación ambiente y variaciones de la misma, brillos y reflejos, ángulo de incidencia, etc. Dado que el entorno y por tanto la iluminación ambiental puede ser cualquiera, y en aplicaciones generales no es viable trabajar en recintos aislados con iluminación controlada, sobre todo cuando se trata de soluciones portables, es necesario definir e implementar un sistema de iluminación integrado en el robot o que pueda ser desplegado fácilmente en el punto de utilización. En el proyecto se han analizado y evaluado diferentes sistemas de iluminación. Aunque no es posible concluir sobre el sistema más adecuado, sí que se pueden definir unos factores comunes que pueden utilizarse en cualquier caso.
- Sistema de agarre de las piezas. Para cada pieza debe diseñarse un sistema de agarre específico, ya que difícilmente las geometrías van a permitir utilizar el mismo sistema de sujeción, salvo que sean piezas muy similares. Los sistemas de sujeción han sido diseñados y fabricados en AIDIMME, utilizando componentes elaborados con tecnología de fabricación aditiva.



“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas

Como resultado final del proyecto se han desarrollado dos aplicaciones piloto cuya funcionalidad permite recoger piezas sin posicionamiento fijo (ubicación cuasi-aleatoria) de una cinta transportadora, y posicionarlas en pequeños contenedores siguiendo un lay out especificado. Por consiguiente, los objetivos del proyecto han sido alcanzados.



Recogida de pieza modelo A en posiciones aleatorias



Ubicación en cajas según orden establecido



“VISIONAR” - Procesos autónomos capaces de gestionar el flujo de fabricación con mínimas intervenciones externas



Recogida de pieza modelo B en posiciones aleatorias

CONCLUSIÓN

La conclusión del proyecto realizado es que es viable, con el sistema de visión artificial adecuado y los elementos de sujeción de piezas diseñados específicamente para cada modelo, automatizar la recogida de piezas ubicadas en posiciones cuasi-aleatorias con equipos móviles que no requieren ningún tipo de instalación fija. Este sistema permite abaratar costes en equipamiento y añadir versatilidad a la automatización.

El diseño del sistema de agarre debe realizarse en cada modelo de pieza, y esta tarea es difícilmente evitable. Sin embargo sí que se puede simplificar todo el proceso de configuración de una aplicación concreta: calibración de la cámara con una iluminación adecuada y automatización de trayectorias de posicionado en contenedores o palets, a partir de los planos de posicionamiento. Sería viable construir una aplicación que permitiese a cada usuario configurar la aplicación, para una cantidad ilimitada de piezas, de forma sencilla.

Con la participación de: **Dr. Franz Schneider, S.A.**