

INSPECCIÓN VISUAL AUTOMÁTICA EN LA FASE DE ACABADO DEL PROCESO DE PINTURAS DE CHAPAS METÁLICAS

Antonio José Sánchez Salmerón
Carlos Ricolfe Viala

{asanchez, cricolfe}@isa.upv.es

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática
Universidad Politécnica de Valencia

Alfonso Pallarés Náger
pallares@ppg.com
PPG Ibérica, S.A.

Resumen

En la fase de acabado del proceso de pinturas de chapas metálicas se realizan diversas pruebas las cuales determinan la calidad de la pintura tanto desde el punto de vista del acabado final como desde el punto de vista de la protección que la pintura aporta al elemento pintado. Hasta este momento, todas estas pruebas de control de calidad se realizaban manualmente por los técnicos especialistas. Los resultados obtenidos mediante este método manual están sujetos a variaciones las cuales son ajenas totalmente a la calidad de la pintura examinada. Estas variaciones están provocadas por el criterio subjetivo que cada técnico de laboratorio aporta a la medida, las cuales se ven afectadas a su vez por el estado de ánimo en que se encuentra el mismo. Para obtener unos resultados más homogéneos y precisos es necesario desarrollar unos algoritmos de inspección visual automática los cuales estandaricen el proceso de medida de los índices de calidad. El presente artículo presenta varias técnicas de inspección visual semi-automatizadas que en la actualidad se utilizan en una industria de pinturas para resolver tres pruebas diferentes de control de calidad en la fase de acabado de pinturas de chapas metálicas.

Palabras Clave: Inspección visual automática, control de calidad, pinturas.

1 INTRODUCCION

Normalmente, en el proceso de control de calidad es necesario tomar una gran cantidad de muestras de cada uno de los experimentos. Esta gran cantidad de muestras son examinadas posteriormente por técnicos de laboratorio de forma manual. Este proceso acaba resultando repetitivo y tedioso, la cual cosa provoca que el nivel de atención varíe a medida

que pasan la jornada de trabajo examinando las muestras.

Además, la evaluación de las muestras presenta normalmente un paso subjetivo. Por lo tanto, para obtener resultados consistentes, se requieren operarios bien formados y experimentados, tanto para la fabricación de las pinturas, como para la evaluación de las mismas.

La variabilidad de los resultados obtenidos por varios operarios es una limitación aceptada de este método de trabajo. Sin embargo desde el punto de vista de control de calidad, tales diferencias pueden llevar al descarte innecesario de un producto, o aún peor, a la aceptación de un material que no cumple con las especificaciones [2].

Con el fin de mejorar el control de calidad se ha desarrollado un sistema de inspección visual automático que permita eliminar así la subjetividad de la evaluación realizada por el operario. La inspección visual automática aplicada al control de calidad requiere de la adquisición de imágenes adecuadas, la segmentación de los objetos de interés dentro de las texturas inspeccionadas y finalmente la estimación de los índices de calidad establecidos según la norma aplicada [1].

2 CONTROL DE CALIDAD EN PINTURAS

Las aplicaciones desarrolladas en este caso tratan de automatizar las pruebas de calidad aplicadas sobre los procesos de pintura tanto desde el punto de vista del acabado del producto pintado como de la protección que la pintura aporta al mismo. Para la fase de acabado, se realiza una prueba de Slow-H y para la protección de la pintura se somete una chapa pintada a la prueba de gravillonado y corrosión.

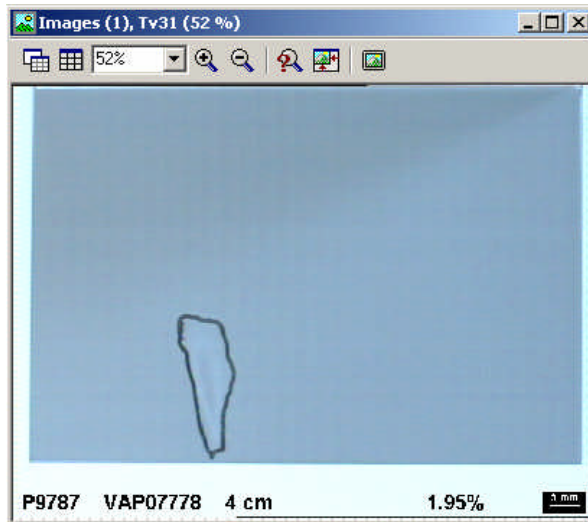


Figura 1. Defecto de SlowH

2.1 Slow-H

Esta prueba trata de detectar los defectos de acabado de la pintura extendida sobre la chapa. Para ello se sumerge una chapa de hierro en un recipiente con pintura y se somete a unas turbulencias para ver el efecto de la misma sobre el acabado final de la pintura. El resultado de este defecto se muestra remarcado en la figura 1. Los factores a medir en esta prueba son el ratio del área del defecto en las placas. Normalmente las placas tienen un área de 51 cm².

2.2 Gravillonado

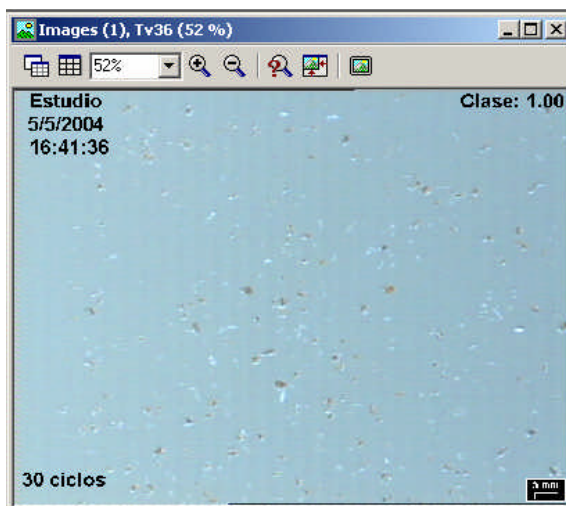


Figura 2. Resultado de la prueba de gravillonado.

Esta prueba detecta el nivel de protección de la chapa frente a impactos de gravilla. Para ello se parte de una placa de hierro o hierro galvanizado pintada con un espesor de pintura determinado. Esta placa se somete a impactos de gravilla con unas

características determinadas y posteriormente se deja la placa en un ambiente salino para que acelere el proceso de corrosión de la misma. Existen diferentes normativas según los fabricantes de coches que van a utilizar esta pintura. Es por este motivo que el resultado de la prueba varía según la normativa a aplicar. En unos casos, el resultado de la prueba mide el porcentaje de área oxidada en la placa. En otros se mide el ancho de los impactos oxidados. La figura 2 muestra una placa sometida a este ensayo. El color de la oxidación depende del material de la placa.

2.3 Corrosión

Esta prueba de control de calidad consiste en medir el grado de oxidación tras someter a un ambiente de niebla salina durante un cierto periodo de tiempo varias incisiones que perforan todas las capas de recubrimiento de pinturas llegando al sustrato que sirve de soporte, el cual puede ser hierro o hierro galvanizado. Estas incisiones pueden ser en forma de V, X o dos rayas paralelas según la norma. El resultado de este ensayo depende del fabricante que la solicite. En cierta forma, todos miden la media del ancho que ha avanzado la corrosión. La figura 3 muestra el resultado de esta corrosión.

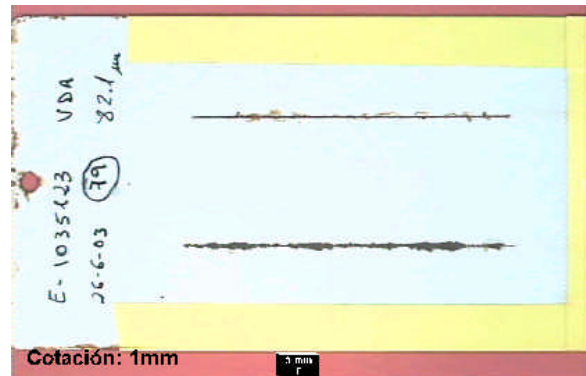


Figura 3. Chapa resultado de la prueba de corrosión

3 INSPECCIÓN VISUAL AUTOMÁTICA

Con la inspección visual automática se pretende facilitar la operación de medida de las características realizando de forma automática todas aquellas acciones que resultan repetitivas para el técnico de laboratorio. Esta ha sido programada utilizando un entorno comercial de análisis de imágenes llamado Analysis. Básicamente, en modo automático de funcionamiento solamente es necesario indicar el directorio en el cual se guardan las imágenes, los nombres que se desea darles a las mismas, el texto que se desea que aparezca al imprimir la imagen y la norma bajo la cual se desea

que se exprese la medida. Si la macro no es capaz de detectar de forma automática la superficie con defecto en cada caso, esta permite un modo de funcionamiento manual, mediante el cual el usuario selecciona el área defectuosa ajustando unos niveles de segmentación. Antes de lanzar la macro, es necesario que la cámara esté calibrada. Esta calibración permite conocer la relación de píxeles a milímetros en la posición de la cámara.

En estos sistemas de inspección visual automática es muy importante controlar las condiciones de adquisición de imágenes. Concretamente es fundamental disponer de un sistema de iluminación constante que facilite los procesos posteriores de segmentación. Sin embargo se ha optado por mantener unas condiciones de iluminación poco controladas y ofrecer facilidades de segmentación manual al usuario para poder compensar posibles errores del sistema automático.

Después de capturar la imagen, se detecta un nivel de segmentación para la imagen, el cual permite separar el área defectuosa de la placa en cada caso. La búsqueda del nivel de segmentación depende de la aplicación que se esté resolviendo. El método general utilizado consiste en filtrar el histograma para suavizar el mismo, y buscar mínimos que delimiten los niveles en los que se encuentra los píxeles de interés. Esta detección se puede realizar de forma automática o puede ser definida por el usuario de forma manual en el caso que el algoritmo de detección automática falle.

A) DETECCION AUTOMATICA

La detección automática se realiza en función del color de la pintura de la placa que el usuario ha marcado en el paso inicial de configuración. De este modo la detección de los píxeles que representan defecto dentro de la imagen resulta transparente para el técnico de laboratorio. Esto permite eliminar el factor de variabilidad en las medidas introducido por el cansancio del técnico y la subjetividad del mismo. Asimismo, cualquier técnico del laboratorio puede realizar los ensayos de calidad ya que la medición se realiza de forma automática y no es necesario someterse previamente a un periodo de entrenamiento para realizar las medidas de forma fiable.

Por otro lado, para que la detección automática sea fiable se han definido unas condiciones de trabajo. Estas condiciones pretenden que en la imagen capturada exista un buen contraste entre el fondo y el defecto para que la detección del mismo sea más fiable y repetitiva. Para ello es necesario ajustar el nivel de luminosidad de la imagen. Esto se realiza ajustando el diafragma de la cámara de forma que la entrada de luz sea la correcta y también iluminando coherentemente la placa metálica.

B) DETECCION MANUAL

Esta opción se utilizará solamente en el caso de que no sea correcta la detección automática del área defectuosa. En este caso, el usuario separa el área defectuosa de la placa ajustando los niveles de segmentación de la imagen mediante el cuadro de dialogo que aparece en la pantalla. Se trata de ir moviendo las dos barras verticales a lo largo del histograma, las cuales reflejan los niveles de segmentación, hasta que el área detectada en la imagen sea la que se desea medir.

4 RESULTADOS OBTENIDOS

En cada aplicación se han medido unas características diferentes del defecto. Las magnitudes medidas en cada aplicación se muestran en la siguiente tabla

Slow H	Ratio: Porcentaje de área de la placa con defecto.
Gravillonado	Ratio: porcentaje de área en la placa con defecto de oxidación. Clase: Clasificación de la placa en función de la norma seleccionada.
Corrosión	Ancho: Ancho de la corrosión expresado según la norma indicada. Tolerancia: Tolerancia de la medida. Indica el ancho de un píxel. Relación (cm2/cm): Indica la media de la anchura total medida en todo el ancho de corrosión. Ratio: Expresa el área de corrosión dentro de un área de 2 cm de ancho centrados a lo largo de la longitud de la línea.

Tabla 1. Magnitudes medidas en cada aplicación

Los resultados numéricos obtenidos para cada una de estas aplicaciones han sido los de las tablas 2 para Slow H, la tabla 3 gravillonado y tabla 4 para corrosión. En todos los casos la tolerancia ha sido 0,13 mm por píxel.

Prueba	Medida manual	Promedio de 5 medidas automáticas	Desviación promedio
1	21,89	21,69	0,03
2	18,69	17,81	0,04
3	28,17	27,48	0,26
4	17,7	18,52	0,15
5	23,12	23,01	0,07
6	13,90	13,62	0,01
7	23,9	23,02	0,06
8	23,5	23,76	0,04

Tabla 2. Resultados obtenidos en el ensayo de slowH.

Prueba	Inspección manual	Media de 5 medidas automáticas	Desviación promedio
Corrosión blanca	1,5	1,38	0,04
Corrosión roja	1,5	0,93	0,03
Capo W	1,5	1,05	0,03

Tabla 3. Resultados obtenidos en el ensayo de gravillonado.

Prueba	Inspección manual	Media de 5 medidas automáticas	Desviación promedio
Gris	4,0	4,41	0,12
Blanco	1,1	1,39	0,04
Gris oscuro	0,9	1,13	0,21
Blanco	1,5	1,67	0,08
	4,0	4,26	0,08
Azul	1,9	2,17	0,10
Verde	1,1	1,34	0,15
Blanco	1,0	1,14	0,04

Tabla 4. Resultados obtenidos en el ensayo de corrosión.

Referencias

- [1] Gonzalez R.C. and Woods, R.E. (1992) Digital Image Processing. Addison-Wesley reading, MA, 1992.
- [2] Schoff C. K. "Defectos en superficies: diagnóstico y solución". Journal of coatings technology. Enero de 1999.

5 CONCLUSIONES

En el presente trabajo se han desarrollado tres aplicaciones de inspección visual automática que resuelven de forma eficiente el trabajo de control de calidad en la fase de acabado del proceso de pintado de chapas metálicas. Definiendo unas condiciones para la captura de imágenes se consigue una repetibilidad en las mediciones mucho mayor que la que se conseguía mediante los métodos manuales aplicados hasta el momento. Estos métodos manuales estaban sujetos a la objetividad del técnico de laboratorio los cuales necesitaban un periodo de entrenamiento para poder realizar estas mediciones. Con esta aplicación se ha eliminado la fase subjetiva de la medición y además permite que cualquier técnico de laboratorio pueda realizar dichos ensayos de control de calidad.

Agradecimientos

El presente trabajo ha sido llevado a cabo gracias a la excelente cooperación con los componentes del laboratorio de medidas y control de calidad de PPG Ibérica situado en Quart de Poblet (Valencia).