**TESIS**

**Título:**

DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE PRENDAS DE VESTIR UTILIZANDO VISIÓN ARTIFICIAL

**Palabras claves:**

Quality control; garment; textile industry; computer vision; machine vision; apparel, knitwear

Research Journal of Textile and Apparel

1. **Análisis de la problemática**

En el sector textil, es necesario garantizar la calidad de los productos fabricados, lo cual ha sido tradicionalmente realizado a través de inspecciones visuales llevadas a cabo por empleados. Este proceso implica la observación detallada del producto, su análisis, clasificación y detección de posibles defectos.

La fabricación de prendas es una industria compleja donde se producen miles de piezas cada día. Es crucial que estas prendas se realicen con estándares de alta calidad y no se dañen antes de llegar a sus compradores. Por ello, los procesos de control de calidad y los puntos de verificación juegan un papel significativo en mantener el estándar de calidad en la fabricación de prendas.

El control de calidad es requerido en la industria textil por lo que conseguir una inspección automatizada es, además integrarla a la línea de producción

Detección y Clasificación de Defectos:

Uno de los objetivos principales es desarrollar un sistema preciso que pueda detectar defectos en prendas de vestir. Esto implica identificar fallos como costuras desalineadas, hilos sueltos, manchas o patrones irregulares. El sistema también debe clasificar los defectos según su gravedad.

Inspección Automatizada:

El proceso de inspección manual en fábricas de prendas de vestir es lento y propenso a errores humanos. Tu investigación puede centrarse en automatizar este proceso utilizando visión artificial. El sistema debe analizar eficientemente imágenes de prendas y proporcionar retroalimentación en tiempo real.

Consistencia y Fiabilidad:

Lograr una detección de defectos consistente y fiable en diferentes tipos de prendas y materiales es crucial. Investiga métodos para garantizar que el sistema funcione bien bajo condiciones variables (por ejemplo, diferentes telas, iluminación y texturas).

Localización y Simetría:

Considera cómo el sistema puede localizar con precisión defectos dentro de una prenda. Detectar problemas en áreas específicas (por ejemplo, costuras, bolsillos, cuellos) es esencial. Además, mantener la simetría (por ejemplo, mangas coincidentes) es un desafío.

Falsos Positivos y Falsos Negativos:

Equilibrar los falsos positivos (identificar artículos no defectuosos) y los falsos negativos (no detectar defectos reales) es crítico. Minimizar ambos tipos de errores garantiza un control de calidad eficiente sin rechazos innecesarios.

Integración con Líneas de Producción:

Investiga cómo el sistema de visión artificial puede integrarse sin problemas en las líneas de producción de prendas de vestir existentes. La compatibilidad, la mínima interrupción y la implementación eficiente son consideraciones clave.

Rentabilidad:

Explora soluciones rentables. Considera los gastos relacionados con hardware, software, capacitación y mantenimiento. Equilibrar el costo con el rendimiento es esencial para la implementación práctica.

Adaptabilidad a Variaciones de Diseño:

Las prendas vienen en diseños, patrones y estilos diversos. Tu investigación debe abordar cómo el sistema se adapta a estas variaciones manteniendo la precisión.

Aceptación y Confianza del Usuario:

El éxito de tu sistema depende de la aceptación del usuario. Investiga formas de generar confianza entre los fabricantes de prendas, el personal de control de calidad y otras partes interesadas.

Procesamiento en Tiempo Real:

Para uso práctico, el sistema debe procesar imágenes en tiempo real durante la producción. Investiga técnicas para lograr un procesamiento de baja latencia sin comprometer la precisión.

1. **Marco Teórico:**
   1. **Visión Artificial**
      1. **YOLOv8**
   2. **Control de calidad en prendas de vestir**
      1. **NTP-ISO 8559-2:2020**

La norma ISO “NTP-ISO 8559-2:2020 Designación de tallas de prendas de vestir. Parte 2: Indicadores de dimensión primaria y secundaria”

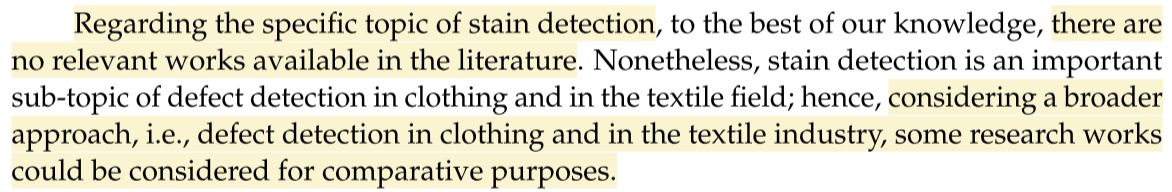
<https://www.gob.pe/institucion/inacal/noticias/503898-inacal-aprueba-norma-tecnica-para-estandarizar-la-designacion-de-tallas-de-prendas-de-vestir>

La Norma Técnica Peruana un documento de carácter voluntario, establecido para uso común y repetido, que facilita la adaptación de los productos, procesos y servicios a los fines a los que se destinan.



*INACAL Aprueba Norma técnica para estandarizar la designación de tallas de prendas de vestir*. Noticias - Instituto Nacional de Calidad - Plataforma del Estado Peruano. (n.d.). <https://www.gob.pe/institucion/inacal/noticias/503898-inacal-aprueba-norma-tecnica-para-estandarizar-la-designacion-de-tallas-de-prendas-de-vestir>

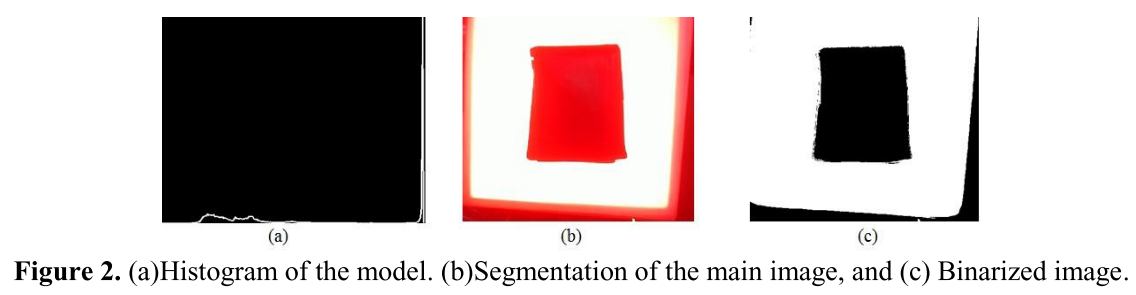
1. **Estado del Arte**
   1. **Tecnologías de control de calidad**



Rocha, D., Soares, F., Oliveira, E., & Carvalho, V. (2023). Blind People: Clothing Category Classification and Stain Detection Using Transfer Learning. En Applied Sciences (Vol. 13, Issue 3, p. 1925). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/app13031925>

En la investigación se muestra una manera de abordar la toma de imágenes mediante un sistema de iluminación dinámica, además de una manera para comparar la imagen de la prenda en producción con la del modelo almacenada. Dependiendo de la similitud, se presentan tres escenarios:

* Similitud del 100-95%: La prenda es idéntica al modelo, con diferencias mínimas por defectos de iluminación.
* Similitud del 95-80%: Se detectan diferencias claras, indicando posibles errores en tamaño o cortes. Se enciende un indicador para que el operador decida qué hacer.
* Similitud menor al 80%: Se identifican grandes diferencias, señalando posibles mezclas en el proceso o errores en el análisis del modelo. El algoritmo propuesto tiene un éxito del 98.07%, pero muestra errores en casos de similitud menor al 80%.



Moreno, J. J., Aguila, A., Partida, E., Martinez, C. L., Morales, O., & Tejeida, R. (2017). System of error detection in the manufacture of garments using artificial vision. En IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 272, p. 012014). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/272/1/012014>

* 1. **Productos comerciales**





*Mquinas de Coser Industriales*. Máquinas Detectoras de Agujas Hashima. (n.d.). <https://www.casadiaz.com.mx/articulo/1/maquinas-de-coser-industriales/584/maquinas-detectoras-de-agujas>

1. **Alcance, objetivos y restricciones**
   1. **Objetivo general**

Diseñar un sistema que pueda realizar el control de calidad de prendas de vestir y que pueda acoplarse a una línea de producción automatizada.

* 1. Objetivos específicos

1. **Desarrollo del concepto de solución**
2. **Diseño del sistema**

METODOLOGÍA:

La metodología que se utilizará será la VDI 2206 diseñada por la Asociación Alemana de Ingenieros (German Association of Engineers) desarrollada por el comité técnico VDI GMA

4.10. Las pautas del diseño del mecatrónico seguirán los siguientes pasos:

a. Requerimientos del sistema: Se definirá lo necesario para la creación del proyecto. Ello consiste en elegir las especificaciones necesarias para el dron. Entre las más importantes destacan los sensores y el software para el análisis.

b. Diseño del sistema: Será necesario contemplar un diseño del sistema para poder integrar

los diferentes elementos. Específicamente, el planeamiento con anticipación y el diseño

del dron acoplado con sensores antes de realizar los vuelos.

c. Diseño de los dominios específicos: Será necesario clasificar los dominios específicos para

poder ser más específicos en los requerimientos y funcionamiento del sistema.

6

d. Integración del sistema: El sistema debe de funcionar sin problemas entre dominios. Al

existir una separación clara entre el software y la electrónica del dron, debe de tenerse

precaución en asegurar la integración para evitar problemas en el sistema general.

e. Verificación/validación: Se debe de probar la viabilidad del sistema antes de poder

aplicarlo en la vida real. Cada proceso debe de ser verificado y validado con simulaciones.

f. Modelado y análisis: Se debe de modelar la posible elección del dron para analizar la

viabilidad.

g. Producto final: Al acabar el presente texto, se debe de mostrar un producto final que

cumpla con resolver la problemática planteada y debe de ser sustentado por el contenido

escrito.

La secuencia de pasos utilizados para la estructura del presente trabajo de tesis es

reglamentada por la metodología de diseño mecatrónico VDI 2221 (VDI 2221, 1993).

Asimismo, esta es complementada por la metodología VDI 2206, la cual menciona

que el proceso de diseño debe ser iterativo (VDI 2206, 2002). La estructura de la

metodología es descrita con mayor detalle en el Anexo A

La presente tesis hace uso de la norma alemana VDI 2206 para obtener un diseño conceptual

óptimo y luego se realizarán los cálculos ingenieriles para la obtención del diseño final. La norma

comprende lo siguiente:

⚫ Estudio de la tecnología desarrollada hasta el momento.

⚫ Elaboración de lista de requerimientos (Según CIKFIA).

⚫ Elaboración de un diagrama de funciones.

⚫ Elaboración de una matriz morfológica (con 3 soluciones) y evaluación técnica-económica

de las mismas para obtener un concepto de solución.

⚫ Realización de cálculos mecánicos, electrónicos y de control necesarios para determinar

las características de la máquina.

⚫ Verificación de las partes mecánicas por medio de software de elementos finitos.

⚫ Elaboración de planos y estimación de costos de fabricación.

Para cumplir el objetivo, se usó

la metodología de diseño VDI 2225, y luego de ponderar los tres conceptos de solución y

realizar un análisis técnico-económico

En base a esta lista, se desarrollan los

conceptos de solución siguiendo la metodología de diseño mecatrónico VDI 2206 y

metodología de diseño de productos VDI 2221. Posteriormente, los conceptos de solución son

evaluados técnica y económicamente según la metodología VDI 2225. Finalmente, se concluye

con el desarrollo del concepto de solución óptimo del sistema.

El diseño conceptual del sistema se planteará en distintas etapas desde la perspectiva de

la metodología de diseño mecatrónico VDI 2206 y metodología de diseño de productos VDI

2221; además, para la selección de soluciones óptimas se realizará mediante el método

planteado por la norma VDI 2225.

Como primera etapa, se define la problemática y se propone una solución para esta.

Además, se incluye el alcance de la solución propuesta y se fija el objetivo general y específicos

para lograr el diseño. Esta etapa ha sido desarrollada a lo largo de este capítulo y contribuye a

fijar la mira del diseño.

Como segunda etapa, se investiga sobre la teoría relevante para el sistema, se documenta

acerca de máquinas o investigaciones anteriores que aporten de manera total o parcial a

solucionar la problemática. Con la información de este capítulo uno obtiene los conocimientos

suficientes para un óptimo diseño.

Como última etapa, se procede establecer las exigencias que requiere el diseño en

ámbitos mecánicos, eléctricos e informáticos, se determina las funciones que el sistema debe

de realizar para lograr su función principal. Posteriormente, se realiza una matriz morfológica

incluyendo distintos principios de solución por cada función. Luego, se plantean conceptos de

solución como conjunto de principios de solución de la matriz morfológica y se evalúan con

criterios técnico-económicos para una solución óptima. Finalmente, se elabora un concepto de

solución óptimo basado en los resultados de la evaluación anterior y se elaboran conclusiones

del diseño.

METODOLOGÍA:

La metodología que se utilizará será la VDI 2206 diseñada por la Asociación Alemana de Ingenieros (German Association of Engineers) desarrollada por el comité técnico VDI GMA 4.10. Las pautas del diseño del mecatrónico seguirán los siguientes pasos:

a. Requerimientos del sistema: Se definirá lo necesario para la creación del proyecto. Ello consiste en elegir las especificaciones necesarias para el dron. Entre las más importantes destacan los sensores y el software para el análisis.

b. Diseño del sistema: Será necesario contemplar un diseño del sistema para poder integrar los diferentes elementos. Específicamente, el planeamiento con anticipación y el diseño del dron acoplado con sensores antes de realizar los vuelos.

c. Diseño de los dominios específicos: Será necesario clasificar los dominios específicos para poder ser más específicos en los requerimientos y funcionamiento del sistema.

d. Integración del sistema: El sistema debe de funcionar sin problemas entre dominios. Al existir una separación clara entre el software y la electrónica del dron, debe de tenerse precaución en asegurar la integración para evitar problemas en el sistema general.

e. Verificación/validación: Se debe de probar la viabilidad del sistema antes de poder aplicarlo en la vida real. Cada proceso debe de ser verificado y validado con simulaciones.

f. Modelado y análisis: Se debe de modelar la posible elección del dron para analizar la viabilidad.

g. Producto final: Al acabar el presente texto, se debe de mostrar un producto final que cumpla con resolver la problemática planteada y debe de ser sustentado por el contenido escrito.

La secuencia de pasos utilizados para la estructura del presente trabajo de tesis es reglamentada por la metodología de diseño mecatrónico VDI 2221 (VDI 2221, 1993). Asimismo, esta es complementada por la metodología VDI 2206, la cual menciona que el proceso de diseño debe ser iterativo (VDI 2206, 2002).

La presente tesis hace uso de la norma alemana VDI 2206 para obtener un diseño conceptual óptimo y luego se realizarán los cálculos ingenieriles para la obtención del diseño final. La norma comprende lo siguiente:

⚫ Estudio de la tecnología desarrollada hasta el momento.

⚫ Elaboración de lista de requerimientos.

⚫ Elaboración de un diagrama de funciones.

⚫ Elaboración de una matriz morfológica (con 3 soluciones) y evaluación técnica-económica de las mismas para obtener un concepto de solución.

⚫ Realización de cálculos mecánicos, electrónicos y de control necesarios para determinar las características de la máquina.

⚫ Verificación de las partes mecánicas por medio de software de elementos finitos.

⚫ Elaboración de planos y estimación de costos de fabricación.

Para cumplir el objetivo, se usó la metodología de diseño VDI 2225, y luego de ponderar los tres conceptos de solución y realizar un análisis técnico-económico.

En base a esta lista, se desarrollan los conceptos de solución siguiendo la metodología de diseño mecatrónico VDI 2206 y metodología de diseño de productos VDI 2221. Posteriormente, los conceptos de solución son evaluados técnica y económicamente según la metodología VDI 2225. Finalmente, se concluye con el desarrollo del concepto de solución óptimo del sistema.

El diseño conceptual del sistema se planteará en distintas etapas desde la perspectiva de la metodología de diseño mecatrónico VDI 2206 y metodología de diseño de productos VDI 2221; además, para la selección de soluciones óptimas se realizará mediante el método planteado por la norma VDI 2225.

Como primera etapa, se define la problemática y se propone una solución para esta. Además, se incluye el alcance de la solución propuesta y se fija el objetivo general y específicos para lograr el diseño. Esta etapa ha sido desarrollada a lo largo de este capítulo y contribuye a fijar la mira del diseño.

Como segunda etapa, se investiga sobre la teoría relevante para el sistema, se documenta acerca de máquinas o investigaciones anteriores que aporten de manera total o parcial a solucionar la problemática. Con la información de este capítulo uno obtiene los conocimientos suficientes para un óptimo diseño.

22Como última etapa, se procede establecer las exigencias que requiere el diseño en ámbitos mecánicos, eléctricos e informáticos, se determina las funciones que el sistema debe de realizar para lograr su función principal. Posteriormente, se realiza una matriz morfológica incluyendo distintos principios de solución por cada función. Luego, se plantean conceptos de solución como conjunto de principios de solución de la matriz morfológica y se evalúan con criterios técnico-económicos para una solución óptima. Finalmente, se elabora un concepto de solución óptimo basado en los resultados de la evaluación anterior y se elaboran conclusiones del diseño.