



Detección de regiones asentadas en pastilla de freno ferroviaria mediante procesamiento de imágenes

Autor:

Ing. Carlos Strumia

Director:

Nombre del Director (pertenencia)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos
entre el 22 de octubre de 2021 y el 09 de diciembre de 2021.*

Índice

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar	5
2. Identificación y análisis de los interesados	6
3. Propósito del proyecto	6
4. Alcance del proyecto	7
5. Supuestos del proyecto.	7
6. Requerimientos	8
7. Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>).	8
8. Entregables principales del proyecto	9
9. Desglose del trabajo en tareas	9
10. Diagrama de Activity On Node.	10
11. Diagrama de Gantt	10
12. Presupuesto detallado del proyecto	13
13. Gestión de riesgos	13
14. Gestión de la calidad	14
15. Procesos de cierre	15

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
0	Creación del documento	22/10/2021
1	Se completa hasta el punto 5 inclusive	04/11/2021

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 22 de octubre de 2021

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Ing. Carlos Strumia que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Inteligencia Artificial se titulará “Detección de regiones asentadas en pastilla de freno ferroviaria mediante procesamiento de imágenes”, consistirá esencialmente en la elaboración de un software capaz de reconocer, a partir de un modelo de inteligencia artificial, regiones asentadas en una pastilla de freno como las que utilizan ciertos tipos de vehículos ferroviarios, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 630 hs de trabajo y \$750.000, con fecha de inicio 22 de octubre de 2021 y fecha de presentación pública xx de octubre de 2022.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Ing. Gabriel Juárez
Trenes Argentinos Operaciones

Nombre del Director
Director del Trabajo Final

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

Los vehículos ferroviarios, denominados de forma genérica material rodante, están dotados con sistemas de frenado que les permiten reducir su velocidad de circulación cuando es requerido, contribuyendo a la operación segura de los mismos.

Existen diversos sistemas de frenado, por ejemplo, el freno electroneumático. Este sistema se destaca por ser uno de los más utilizados. El principio de funcionamiento es sencillo, por medio de electroválvulas ingresa aire comprimido a un cilindro y, con una timonería, se presiona una serie de pastillas de freno contra unos discos metálicos y por fricción se reduce la velocidad de la formación. En la Figura 1 se observa el sistema electroneumático.

Para locomotoras y vagones de carga se utilizan zapatas que son presionadas contra las ruedas, sin embargo, ese análisis excede el presente proyecto.

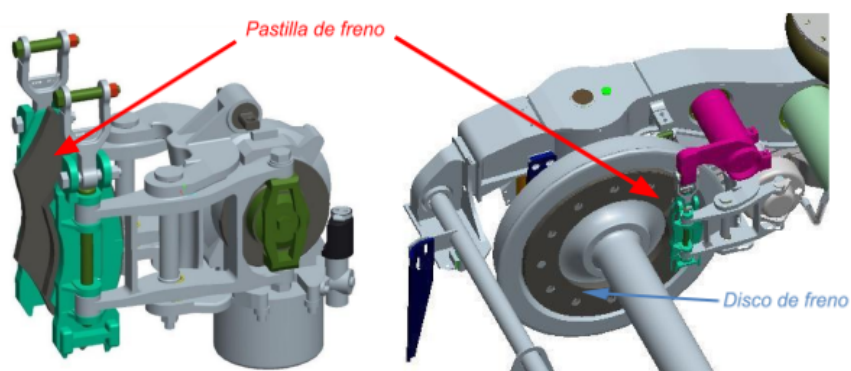


Figura 1. Freno electroneumático.

Es importante mencionar que la vida útil de las pastillas es considerablemente menor a la de un disco, es decir, estas se reemplazan varias veces antes de efectuar alguna tarea de mantenimiento sobre el disco, por ejemplo, rectificado. Para evaluar la performance de frenado es fundamental conocer que porcentaje de la superficie de la pastilla está asentada, ya que representa el apoyo efectivo contra el disco. Si el porcentaje es bajo se reduce considerablemente la fuerza de fricción y se favorece al calentamiento excesivo de los componentes. En la Figura 2 se aprecia una imagen típica de una pastilla de freno con las regiones previamente mencionadas.



Figura 2. Pastilla de freno.

El desafío de este proyecto es estimar, de manera precisa, el grado de asentamiento de dichas pastillas de freno a partir de algún modelo de visión artificial. De esta manera, se satisface la

necesidad que plantea Trenes Argentinos Operaciones de reducir los tiempos que demandan los trabajos habituales de inspección visual. Este proyecto se destaca especialmente por automatizar una tarea que en la actualidad requiere un procesamiento manual. Esta innovación agrega eficiencia en el trabajo de mantenimiento lo que favorece a la operación segura del material rodante, un pilar fundamental en la misión de la empresa.

En la Figura 3 se presenta un diagrama en bloques del sistema a implementar.

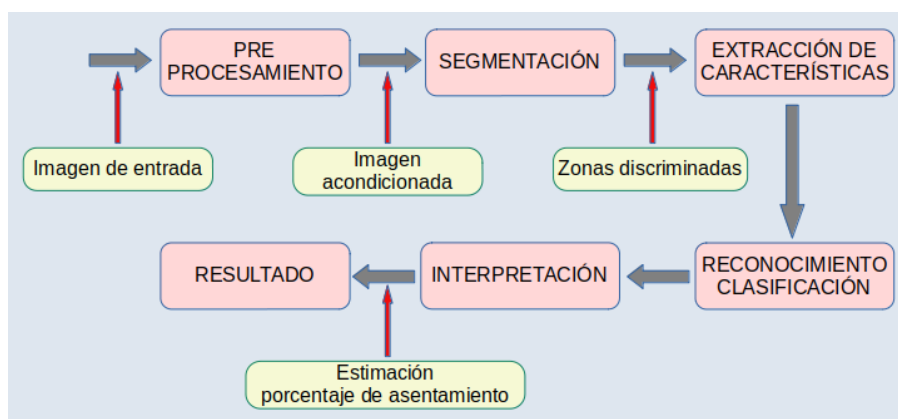


Figura 3. Diagrama en bloques del sistema.

2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Cliente	Ing. Gabriel Juárez	Trenes Argentinos Operaciones	Coordinador
Responsable	Ing. Carlos Strumia	FIUBA	Alumno
Orientador	Nombre del Director	pertenencia	Director Trabajo final

- Usuario final: personal perteneciente a la Subgerencia de Desarrollo y Normas Técnicas (Trenes Argentinos Operaciones).

3. Propósito del proyecto

En línea con una estrategia de mejora continua e innovación, el propósito general de este proyecto es elaborar un software capaz de reconocer regiones asentadas en una pastilla de freno como las que utilizan ciertos tipos de vehículos ferroviarios, de esta manera se simplifican los trabajos habituales de inspección visual y los tiempos que éstos demandan. Como base para el desarrollo, el cliente proporciona una serie de imágenes de determinadas pastillas de freno, en donde se aprecian zonas asentadas de colores diferentes a las regiones sin asentar. Adicionalmente, entrega algunos resultados obtenidos por procesamiento manual.

4. Alcance del proyecto

Este proyecto contempla todo el software a desarrollar para el ciclo completo que se observa en la Figura 3, desde el preprocesamiento de la imagen de entrada (similar a la mostrada en la Figura 2) hasta el reporte que se almacena en la base de datos. El reporte contendrá el valor estimado del porcentaje de asentamiento (PA), el cual se define en la Ecuación 1:

$$PA(\%) = \left(1 - \frac{\text{Sup. NO asentada}}{\text{Sup. total de la pastilla}}\right) \cdot 100 \quad (1)$$

El modelo de visión artificial deberá identificar y diferenciar aquellas regiones asentadas y no asentadas, tal como se muestran en la Figura 4, a modo de referencia.



Figura 4. Segmentación de regiones.

Una vez detectadas las superficies se deberá calcular el área asentada y el área sin asentar para obtener el PA. La precisión admitida para el valor calculado de PA es de $\pm 2.5\%$. Se validarán los resultados arrojados por el modelo con los obtenidos por el método manual.

El presente proyecto no incluye el análisis de las zapatas empleadas en el sistema de frenos de las locomotoras y vagones de carga.

5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- Se contará con las imágenes necesarias (dataset). Se estima que para entrenar al modelo es necesario un 80 % de las imágenes brindadas por el cliente. El 20 % restante será para la etapa de prueba.
- La calidad de las imágenes será óptima.
- Se dispondrá del hardware necesario para el desarrollo y ejecución del proyecto.
- Debido a que las 630 hs de trabajo fueron estimadas de manera conservativa, se presume que el tiempo para desarrollar el proyecto es suficiente.
- Se contará con los recursos económicos necesarios para afrontar el proyecto.

6. Requerimientos

Los requerimientos deben numerarse y de ser posible estar agruparlos por afinidad, por ejemplo:

1. Requerimientos funcionales
 - 1.1. El sistema debe...
 - 1.2. Tal componente debe...
 - 1.3. El usuario debe poder...
2. Requerimientos de documentación
 - 2.1. Requerimiento 1
 - 2.2. Requerimiento 2 (prioridad menor)
3. Requerimiento de testing...
4. Requerimientos de la interfaz...
5. Requerimientos interoperabilidad...
6. etc...

Leyendo los requerimientos se debe poder interpretar cómo será el proyecto y su funcionalidad.

Indicar claramente cuál es la prioridad entre los distintos requerimientos y si hay requerimientos opcionales.

No olvidarse de que los requerimientos incluyen a las regulaciones y normas vigentes!!!

Y al escribirlos seguir las siguientes reglas:

- Ser breve y conciso (nadie lee cosas largas).
- Ser específico: no dejar lugar a confusiones.
- Expresar los requerimientos en términos que sean cuantificables y medibles.

7. Historias de usuarios (*Product backlog*)

Descripción: En esta sección se deben incluir las historias de usuarios y su ponderación (*history points*). Recordar que las historias de usuarios son descripciones cortas y simples de una característica contada desde la perspectiva de la persona que desea la nueva capacidad, generalmente un usuario o cliente del sistema. La ponderación es un número entero que representa el tamaño de la historia comparada con otras historias de similar tipo.

El formato propuesto es: ¿como [rol] quiero [tal cosa] para [tal otra cosa].”

Se debe indicar explícitamente el criterio para calcular los *story points* de cada historia

8. Entregables principales del proyecto

Los entregables del proyecto son (ejemplo):

- Manual de uso
- Diagrama de circuitos esquemáticos
- Código fuente del firmware
- Diagrama de instalación
- Informe final
- etc...

9. Desglose del trabajo en tareas

El WBS debe tener relación directa o indirecta con los requerimientos. Son todas las actividades que se harán en el proyecto para dar cumplimiento a los requerimientos. Se recomienda mostrar el WBS mediante una lista indexada:

1. Grupo de tareas 1
 - 1.1. Tarea 1 (tantas hs)
 - 1.2. Tarea 2 (tantas hs)
 - 1.3. Tarea 3 (tantas hs)
2. Grupo de tareas 2
 - 2.1. Tarea 1 (tantas hs)
 - 2.2. Tarea 2 (tantas hs)
 - 2.3. Tarea 3 (tantas hs)
3. Grupo de tareas 3
 - 3.1. Tarea 1 (tantas hs)
 - 3.2. Tarea 2 (tantas hs)
 - 3.3. Tarea 3 (tantas hs)
 - 3.4. Tarea 4 (tantas hs)
 - 3.5. Tarea 5 (tantas hs)

Cantidad total de horas: (tantas hs)

Se recomienda que no haya ninguna tarea que lleve más de 40 hs.

10. Diagrama de Activity On Node

Armaz el AoN a partir del WBS definido en la etapa anterior.



Figura 5. Diagrama en *Activity on Node*

Indicar claramente en qué unidades están expresados los tiempos. De ser necesario indicar los caminos semicríticos y analizar sus tiempos mediante un cuadro. Es recomendable usar colores y un cuadro indicativo describiendo qué representa cada color, como se muestra en el siguiente ejemplo:

11. Diagrama de Gantt

Existen muchos programas y recursos *online* para hacer diagramas de gantt, entre los cuales destacamos:

- Planner
- GanttProject
- Trello + *plugins*. En el siguiente link hay un tutorial oficial:
<https://blog.trello.com/es/diagrama-de-gantt-de-un-proyecto>
- Creately, herramienta online colaborativa.
<https://creately.com/diagram/example/ieb3p3ml/LaTeX>
- Se puede hacer en latex con el paquete *pgfgantt*
<http://ctan.dcc.uchile.cl/graphics/pgf/contrib/pgfgantt/pgfgantt.pdf>

Pegar acá una captura de pantalla del diagrama de Gantt, cuidando que la letra sea suficientemente grande como para ser legible. Si el diagrama queda demasiado ancho, se puede pegar primero la “tabla” del Gantt y luego pegar la parte del diagrama de barras del diagrama de Gantt.

Configurar el software para que en la parte de la tabla muestre los códigos del EDT (WBS).
Configurar el software para que al lado de cada barra muestre el nombre de cada tarea.
Revisar que la fecha de finalización coincida con lo indicado en el Acta Constitutiva.

En la figura 6, se muestra un ejemplo de diagrama de gantt realizado con el paquete de *pgfgantt*.
En la plantilla pueden ver el código que lo genera y usarlo de base para construir el propio.

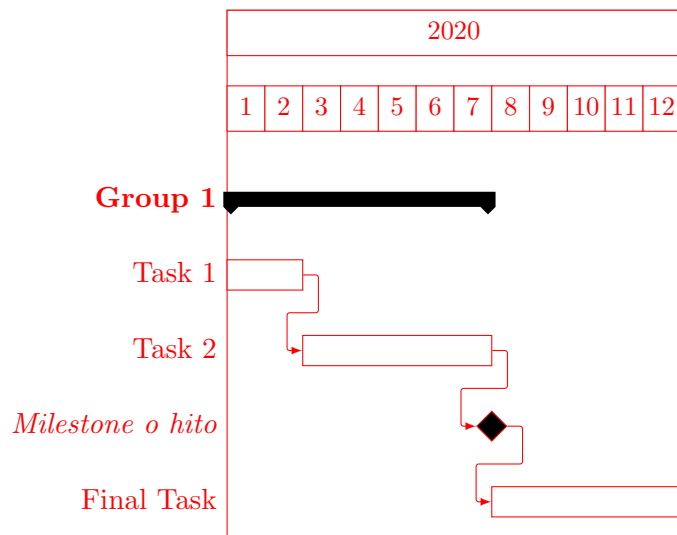


Figura 6. Diagrama de gantt de ejemplo



Figura 7. Ejemplo de diagrama de Gantt rotado

12. Presupuesto detallado del proyecto

Si el proyecto es complejo entonces separarlo en partes:

- Un total global, indicando el subtotal acumulado por cada una de las áreas.
- El desglose detallado del subtotal de cada una de las áreas.

IMPORTANTE: No olvidarse de considerar los **COSTOS INDIRECTOS**.

COSTOS DIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
SUBTOTAL			
COSTOS INDIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
SUBTOTAL			
TOTAL			

13. Gestión de riesgos

a) Identificación de los riesgos (al menos cinco) y estimación de sus consecuencias:

Riesgo 1: detallar el riesgo (riesgo es algo que si ocurre altera los planes previstos de forma negativa)

- Severidad (S): mientras más severo, más alto es el número (usar números del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de severidad (S).
- Probabilidad de ocurrencia (O): mientras más probable, más alto es el número (usar del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de (O).

Riesgo 2:

- Severidad (S):
- Ocurrencia (O):

Riesgo 3:

- Severidad (S):

■ Ocurrencia (O):

b) Tabla de gestión de riesgos: (El RPN se calcula como $RPN=S \times O$)

Riesgo	S	O	RPN	S*	O*	RPN*

Criterio adoptado: Se tomarán medidas de mitigación en los riesgos cuyos números de RPN sean mayores a...

Nota: los valores marcados con (*) en la tabla corresponden luego de haber aplicado la mitigación.

c) Plan de mitigación de los riesgos que originalmente excedían el RPN máximo establecido:

Riesgo 1: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación). Nueva asignación de S y O, con su respectiva justificación: - Severidad (S): mientras más severo, más alto es el número (usar números del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de severidad (S). - Probabilidad de ocurrencia (O): mientras más probable, más alto es el número (usar del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de (O).

Riesgo 2: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación).

Riesgo 3: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación).

14. Gestión de la calidad

Para cada uno de los requerimientos del proyecto indique:

- Req #1: copiar acá el requerimiento.
 - Verificación para confirmar si se cumplió con lo requerido antes de mostrar el sistema al cliente. Detallar
 - Validación con el cliente para confirmar que está de acuerdo en que se cumplió con lo requerido. Detallar

Tener en cuenta que en este contexto se pueden mencionar simulaciones, cálculos, revisión de hojas de datos, consulta con expertos, mediciones, etc. Las acciones de verificación suelen considerar al entregable como “caja blanca”, es decir se conoce en profundidad su funcionamiento interno. En cambio, las acciones de validación suelen considerar al entregable como “caja negra”, es decir, que no se conocen los detalles de su funcionamiento interno.

15. Procesos de cierre

Establecer las pautas de trabajo para realizar una reunión final de evaluación del proyecto, tal que contemple las siguientes actividades:

- Pautas de trabajo que se seguirán para analizar si se respetó el Plan de Proyecto original:
- Indicar quién se ocupará de hacer esto y cuál será el procedimiento a aplicar.
- Identificación de las técnicas y procedimientos útiles e inútiles que se emplearon, y los problemas que surgieron y cómo se solucionaron: - Indicar quién se ocupará de hacer esto y cuál será el procedimiento para dejar registro.
- Indicar quién organizará el acto de agradecimiento a todos los interesados, y en especial al equipo de trabajo y colaboradores: - Indicar esto y quién financiará los gastos correspondientes.