



Mejorando la precisión de un sistema de checkout autónomo mediante técnicas de visión por computadora

Autor:

Ingeniero Rodrigo Pazos

Director:

Nombre del Director (FIUBA)

Codirector:

John Doe (FIUBA)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos
entre el 20 de junio de 2023 y el 15 de agosto de 2023.*

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	7
7. Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>).	8
8. Entregables principales del proyecto	8
9. Desglose del trabajo en tareas	9
10. Diagrama de Activity On Node.	9
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	20 de junio de 2023
1	Se completa hasta el punto 5 inclusive	4 de julio de 2023

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 20 de junio de 2023

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Ingeniero Rodrigo Pazos que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Inteligencia Artificial se titulará “Mejorando la precisión de un sistema de checkout autónomo mediante técnicas de visión por computadora”, consistirá esencialmente en la mejora de un sistema existente para mejorar su capacidad predictiva, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 h de trabajo, con fecha de inicio 20 de junio de 2023 y fecha de presentación pública 15 de mayo de 2022.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Dirección de la carrera de CEIA
FIUBA

Nombre del Director
Director del Trabajo Final

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

Los sistemas de checkout autónomo han ganado popularidad en los últimos años al ofrecer soluciones eficientes para la operación de pequeños mercados. Estos sistemas automatizan tareas como la actualización del inventario y el cobro a los clientes. A través del uso de algoritmos que utilizan cámaras, balanzas y otros sensores, se generan los cobros y se mantienen actualizados los niveles de stock. El local se puede mantener de manera autónoma y para el cliente la experiencia es más fluida y rápida.

En simultáneo, no existe casi bibliografía sobre el tema, ya que la investigación y desarrollo sobre el tema es de las compañías (como Amazon y Standard Cognition) y no están interesadas en compartirlo.

En 2020, AiFi organizó una competencia para la cual proporcionó un dataset de sensores y una serie de videos donde se simulaban situaciones de compra. El objetivo era implementar un sistema de checkout autónomo capaz de obtener resultados precisos para esos ejemplos. Se deduce por su funcionamiento que la arquitectura es como la presentada en la Figura 1.

Este dataset es de gran relevancia ya que es el único público y proporciona una idea de cómo es que funciona un sistema de este tipo, algo que las otras empresas nunca explicaron en detalle. También lo es la solución del equipo ganador de la competencia de AiFi: hasta hoy es de los pocos trabajos públicos sobre este tema que cualquiera puede modificar y mejorar y se asemeja a una solución de código abierto del problema.

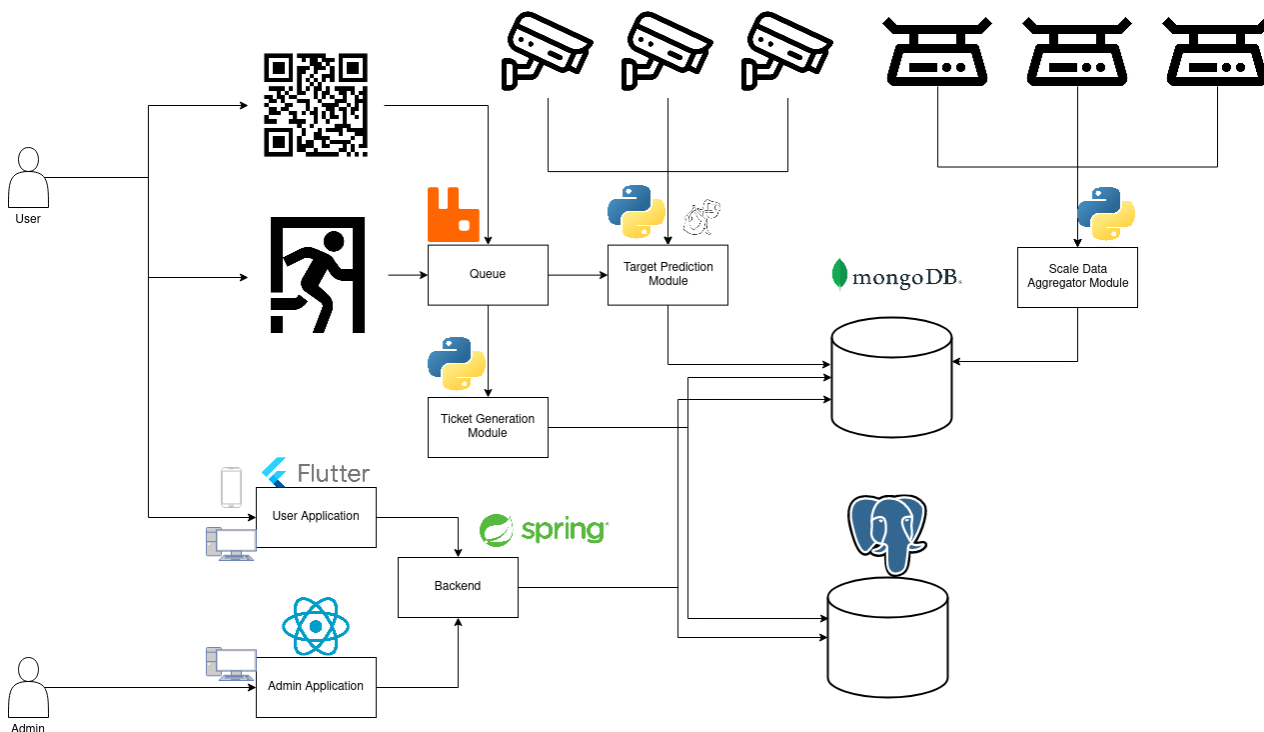


Figura 1. Diagrama de arquitectura a alto nivel de como funcionaría el sistema de AiFi.

El sistema está basado en eventos y en información tabular de los productos, su precio, etc. Cuando un cliente termina su compra, el módulo de *Ticket Generation* accede a la información asociada con ese cliente y genera el ticket correspondiente.

El equipo ganador de la competencia logró un F1 Score de 97,6 %, lo que representa un muy buen desempeño. Sin embargo, se identificó que el sistema no resuelve de manera adecuada los casos extremos, donde se presentan escenarios con varios clientes simultáneos, clientes que mueven productos entre estantes o incluso clientes que dejan los productos fuera de los lugares designados. Estos casos extremos son relevantes, ya que en el uso diario de estos sistemas es más probable que los clientes actúen de manera impredecible o poco ordenada, en contraste con los casos ideales en los que el sistema funciona correctamente.

El enfoque del equipo ganador se centró principalmente en el análisis estadístico de los datos de las balanzas en los estantes, pasando por alto el potencial de las técnicas de visión por computadora para mejorar la capacidad del sistema en los casos extremos.

El desafío concreto en el uso de cámaras es que los productos de venta minorista representan problemas para las arquitecturas más populares de visión por computadora, como por ejemplo:

- Una gran dificultad a la hora de diferenciar la versión grande o la versión chica de un mismo producto, pudiendo representar pérdidas
- Un fino trabajo de mantenimiento del sistema a la hora de actualizar los productos disponibles
- El tiempo requerido para el reentrenamiento es un aspecto crítico, ya que puede depender del acceso a hardware costoso. Además, el proceso de validación y reentrenamiento puede ser prolongado, lo que puede generar desconfianza por parte del dueño del local.

Estos son algunos de los problemas no triviales que se deberán contemplar para que la mejora sea efectiva.

El objetivo de este trabajo es mejorar la capacidad del sistema de checkout autónomo desarrollado por el equipo ganador de la competencia. La idea es poder optimizar y perfeccionar la única solución abierta disponible para abordar este problema. Además, se busca realizar una investigación sobre el tema, explorando nuevas perspectivas y enfoques.

2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Responsable	Ingeniero Rodrigo Pazos	FIUBA	Alumno
Orientador	Nombre del Director	FIUBA	Director Trabajo final

3. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es contribuir al avance del conocimiento en el uso de cámaras en sistemas de checkout autónomo, con el objetivo de mejorar la única aproximación de código abierto disponible. En simultáneo, se busca profundizar sobre las diferentes técnicas de visión de computadora y explorar cómo utilizarlas y combinarlas de manera efectiva para desarrollar un predictor adecuado para este problema específico.

4. Alcance del proyecto

El presente proyecto incluye:

- Actualización y refactorización del código ya existente para mejorar su ergonomía y usabilidad.
- una investigación sobre las técnicas disponibles y sobre cómo utilizarlas y combinarlas para lograr un predictor adecuado para este problema
- Una actualización pertinente de la documentación, para que sea fácil usar y expandir el proyecto, de forma que otros puedan construir sobre este.
- Implementación de un predictor basado en los imágenes de video del dataset para resolver el problema presentado.

El presente proyecto no incluye:

- Una implementación concreta con la infraestructura que pueda usarse con el software desarrollado.

5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- El dataset (videos y datos de los sensores) sigue completamente disponible.
- El proyecto ganador sigue disponible en GitHub

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 h)
- 1.2. Tarea 2 (tantas hs)
- 1.3. Tarea 3 (tantas h)

2. Grupo de tareas 2

- 2.1. Tarea 1 (tantas h)
- 2.2. Tarea 2 (tantas h)
- 2.3. Tarea 3 (tantas h)

3. Grupo de tareas 3

- 3.1. Tarea 1 (tantas h)
- 3.2. Tarea 2 (tantas h)
- 3.3. Tarea 3 (tantas h)
- 3.4. Tarea 4 (tantas h)
- 3.5. Tarea 5 (tantas h)

Cantidad total de horas: (tantas h)

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

10. Diagrama de Activity On Node

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

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:



Figura 2. Diagrama de *Activity on Node*.

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 3, 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 3. Diagrama de Gantt de ejemplo



Figura 4. 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):

■ Ocurrecia (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

Elija al menos diez requerimientos que a su criterio sean los más importantes/críticos/que aportan más valor y para cada uno de ellos indique las acciones de verificación y validación que permitan asegurar su cumplimiento.

- 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.