

Evaluación

Adrián Matute, Pablo Martínez, Osvaldo Del Valle, Andres Callealta, Jorge Martínez
Tecnológico de Monterrey Campus Querétaro, México

Introducción

Este reporte detalla la evaluación del modelo desarrollado para la detección y monitoreo de vacas en la fila de ordeño, centrándose en métricas clave, objetivos de negocio y descubrimientos significativos. La etapa de evaluación permite validar si el modelo cumple con los objetivos propuestos y analizar áreas de mejora antes de una posible implementación a mayor escala.

A. Evaluación de Resultados

Los resultados obtenidos del modelo se analizaron con respecto a los objetivos de negocio definidos en las fases iniciales del proyecto. Este análisis permite verificar si el modelo cumple con los criterios establecidos para la detección de patrones y la optimización del proceso de ordeño.

Objetivos de negocio evaluados:

1. Identificar patrones significativos de aglomeraciones en la fila de espera para el ordeño.
 - a. El socio formador determinará si las aglomeraciones afectan la eficiencia del proceso de ordeño o el bienestar animal.
2. Identificar los cuellos de botella en la fila de ordeño.
 - a. El socio formador determinará si los hallazgos proporcionan información útil para optimizar la programación e identificar los cuellos de botella en la fila.

Resultados Clave

Precisión del modelo:

- **Condiciones diurnas:** 96.39%.
- **Condiciones nocturnas:** 92.9%.
- **Modelo híbrido:** 95.14% en promedio.

Segmentación por iluminación:

- Las diferencias entre métricas diurnas y nocturnas refuerzan la necesidad de segmentar los modelos o usar el modelo híbrido para una mayor generalización.

Detección de cuellos de botella:

- Se identificaron momentos críticos de congestión en horas tempranas de la mañana y tardías por la noche.
- Esta información sugiere ajustes en la programación para evitar aglomeraciones, optimizando tanto la logística como el bienestar animal.

Se observaron diferencias significativas en las métricas entre las condiciones de cada modelo, lo cual refuerza la importancia de segmentar los modelos por iluminación, o hacer uso del modelo híbrido para resultados más generales.

Impacto en los Objetivos de Negocio

Cumplimiento parcial de objetivos:

- **Modelo diurno:** Resultados sólidos en condiciones óptimas de iluminación.
- **Modelo nocturno:** Aunque menos preciso, ofrece información relevante bajo condiciones adversas.
- **Modelo híbrido:** Mayor generalización y cumplimiento más integral de los objetivos planteados.

Beneficios potenciales:

- Mejor comprensión de los patrones de comportamiento del ganado.
- Generación de datos accionables para optimizar procesos.
- Identificación de áreas críticas para futuras intervenciones.

Interpretación de los Resultados

1. Fortalezas:

- **Modelos diurnos e híbridos:** Alta precisión en entornos controlados y mayor adaptabilidad.
- **Modelo nocturno:** Desempeño aceptable considerando las limitaciones de iluminación.

2. Áreas de oportunidad:

- Mejorar la detección en condiciones nocturnas mediante la recolección de más datos específicos y el uso de técnicas avanzadas de aumento de datos.
- Incorporar un preprocesamiento especializado para condiciones de baja visibilidad.

Descubrimientos Significativos

1. La congestión detectada sugiere que los momentos de mayor actividad coinciden con las horas más críticas del ordeño.
2. Existen patrones de comportamiento que podrían correlacionarse con estrés animal o ineficiencias en la logística.
3. Los datos recolectados podrían usarse para entrenar modelos adicionales de predicción del flujo en la fila.

Modelos Aprobados

1. Modelo diurno: Recomendado para condiciones de luz natural.
2. Modelo híbrido: Más versátil, recomendado para una implementación inicial en diferentes condiciones.
3. Modelo nocturno: Sujeto a mejoras, pero utilizable como complemento.

Proceso de Revisión

Actividades para la revisión:

Dar una visión general del proceso usado para la minería de datos

Analizar el proceso de minería de datos. Para cada fase del proceso analizar:

En retrospectiva ¿realmente fue necesaria?

¿Se ejecutó de manera óptima?

¿De qué manera puede ser mejorado el proceso?

Actividades para la revisión (cont.):

Identificar fallas

Identificar pasos engañosos

Identificar posibles acciones alternativas y caminos inesperados en el proceso

Revisar los resultados de minería de datos con respecto a los criterios de éxito de negocio

1. Visión general del proceso para la minería de datos: al haber recolectado las 7000 imágenes que componen nuestro actual dataset, tuvimos que pasar mucho tiempo labelizando las imágenes manualmente. Esa larga tarea nos fue además útil para conocer nuestros datos. De esa manera supimos que algunas noches se apagan todas las luces, que algunas veces hay manchas de leche en el suelo lo cual complica las cosas para nuestro modelo, y varias otras cosas.

Analizar cada fase del proceso:

1. En la fase de "Business Understanding", podemos abordar las preguntas planteadas así:

En retrospectiva, esta fase fue crucial, ya que permitió identificar claramente los objetivos del negocio, como la optimización del ordeño y el monitoreo del bienestar animal. Esto asegura que las soluciones desarrolladas estén alineadas con las necesidades de CAETEC. El proceso se ejecutó de manera óptima, especialmente en la definición de objetivos y la planificación del proyecto mediante la metodología CRISP-DM. Sin embargo, se puede mejorar recopilando más información sobre los riesgos legales y explorando posibles soluciones para las limitaciones, como las imágenes nocturnas. Entre las fallas identificadas, destaca la dependencia de imágenes con baja iluminación, lo que afecta la precisión de los modelos. También se encontraron pasos engañosos, como asumir que la infraestructura tecnológica existente era suficiente sin considerar el aumento del volumen de datos. Acciones alternativas incluyen la integración de mejores técnicas de preprocesamiento para condiciones nocturnas y el uso de hardware más robusto.

2. En la fase de "Data Understanding", el análisis retrospectivo muestra que esta etapa fue esencial, ya que permitió identificar problemas críticos en el dataset, como la baja calidad de las imágenes nocturnas y las interrupciones en la captura de datos. Entre las fallas identificadas, destacan las omisiones por apagones de luz y la dificultad de distinguir vacas en esas condiciones. Un paso engañoso fue intentar tratar las imágenes nocturnas y diurnas con el dos modelos. Como acciones alternativas, se propone usar modelos especializados para cada tipo de iluminación y aplicar técnicas de aumentación y mejora de imagen para estandarizar las condiciones lumínicas. Finalmente, al revisar los resultados, se confirma que abordar estas mejoras es crucial para cumplir con el criterio de éxito de contar vacas con precisión en cualquier momento del día.
- 3.
4. Proceso de minería de datos
 - a. Plan de trabajo evaluar
 - b. Metodología de trabajo

Siguientes pasos

Posibles acciones

1. El modelo de detección de objetos se puede extender para su uso en rastreo (tracking) de

objetos.

a. Razones a favor

- i. Generar datos de movimiento de las vacas nos podría permitir analizar más a detalle los patrones de aglomeración que se presentan en la fila.
- ii. Puede que no se requiera de entrenar de un nuevo modelo de visión puesto a que el tracking utiliza los datos de la detección de objetos entre fotogramas y redes pre entrenadas junto con algoritmos ligeros en comparación con la detección de objetos para determinar el movimiento de las cajas.

b. Razones en contra

- i. El dataset actual cuenta con fotografías tomadas cada 5 minutos, esto presenta un problema para evaluar la efectividad del rastreo de objetos ya que estos algoritmos requieren que los objetos detectados entre fotogramas se encuentren en proximidad. Esto implicaría esperar a conseguir fotos tomadas en intervalos más cortos ej. 5 segundos.
- ii. Los algoritmos de rastreo utilizan redes neuronales pre entrenadas para extraer “mapas de características” que permiten comparar la similitud de los objetos. Y aunque estas pueden funcionar de manera decente, no es garantía que presenten una buena detección en el dominio del ganado sin antes haber realizado un proceso de entrenamiento.

1. Decisión

a. Posibles acciones

- i. Analizar el potencial de entrega de cada resultado: tenemos un proyecto con alto potencial, en lo que es del plan visual, tenemos una interfaz que respeta los requerimientos del cliente, el cual la aprobó, y es relativamente agradable para una utilización futura. En lo que es del modelo y de sus resultados, es bastante robusto, con un 95% de precisión, lo cual es bastante complicado ya que en muchas ocasiones las condiciones de conteo son complicadas: las vacas se amontonan (muchas intersecciones) o la imagen es muy oscura y se hace difícil hasta para un humano poder contarlas.
- ii. Estimar el potencial de mejora del proceso actual: para lo que es del modelo, con un poco más de recursos o/y tiempo, se podría entrenar el modelo con una versión más compleja, ya que actualmente estamos usando la versión de YOLO las más pequeña (nano).
- iii. Revisar los recursos restantes para determinar si se permiten iteraciones del proceso adicionales o si puede disponerse de recursos adicionales: para lo que es del modelo, para un potencial refinamiento, lastimosamente no habrá tiempo, ya que estamos con recursos limitados (hablando de GPUs) y con el tiempo que es limitado (entrenar el modelo híbrido con nuestras más de 7000 imágenes nos toma más de 8 horas), pero de otro lado, el modelo híbrido actual, tiene métricas bastante buenas: 95% de precisión.

- iv. Recomendar continuaciones alternativas: ya que el objetivo principal del cliente es ampliar el proyecto expandiendo a otros ranchos, estaría bien entrenar el modelo con imágenes de otras fuentes. La versión de YOLO v8n que vamos a entregar si tiene una precisión de 95%, y si la va a tener cuando esté desplegada, pero en cuanto cambien la cámara de sitio, poniéndola por ejemplo en otro rancho, las métricas de predicciones serán las mismas.
- v. Refinar el plan del proceso: Obtener más imágenes nocturnas para poder entrenar mejor el modelo.

Decisión

Se recomienda avanzar con el modelo híbrido para implementación piloto, acompañado de las siguientes estrategias:

1. Captura de imágenes con menor intervalo de tiempo para explorar la capacidad de rastreo.
2. Refinar el modelo nocturno mediante aumento de datos y preprocesamiento específico.
3. Planear una segunda fase del proyecto que incluya entrenar con imágenes de otros ranchos, mejorando así la capacidad de generalización.

Este enfoque garantiza resultados más confiables y sostenibles en el largo plazo, además de alinearse con los objetivos del cliente.