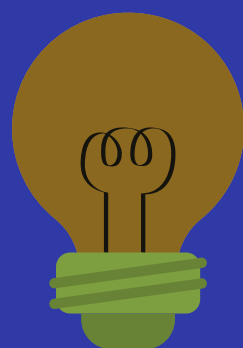


LightLab: Control de fuentes de luz en imágenes mediante modelos de difusión

Estudiante: Mamani Callisaya Victor Manuel

Docente: Lic. Jhonny Felipez Andrade

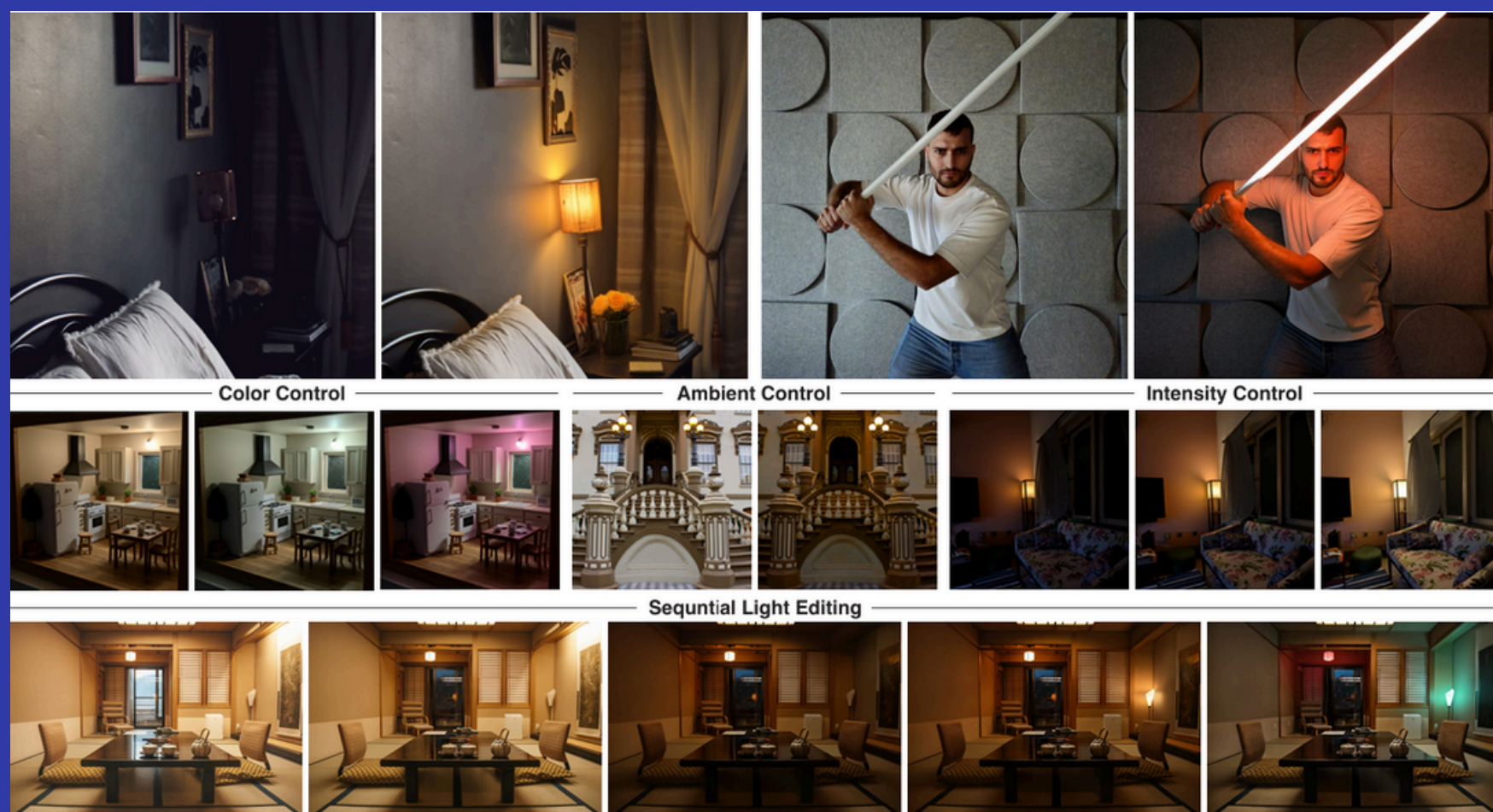
Materia: Programación Gráfica



Objetivo General

El objetivo principal de LightLab es proporcionar un método basado en modelos de difusión que permita un control paramétrico y de grano fino sobre las fuentes de luz visibles en una imagen única. Específicamente, el método busca:

- Controlar la intensidad y el color de una fuente de luz específica.
- Controlar la iluminación ambiental de la escena de manera independiente.
- Generar sombras y efectos ambientales físicamente plausibles, superando las limitaciones de los métodos tradicionales de renderizado inverso o edición estocástica.



Conceptos importantes que nos da a conocer

LIGHT LAB

Linealidad de la luz

Esta fórmula permite separar matemáticamente la luz ambiental y la luz puntual, habilitando la manipulación independiente de ambas.

El principio fundamental que guía la generación de datos es la linealidad del transporte de luz. La iluminación en una escena se puede descomponer. El artículo asume que una imagen con una luz encendida i_{on} es la suma de la luz ambiental i_{off} y la contribución de la fuente de luz específica i_{change} .

En fotografía RAW, la luz registrada es una suma lineal de las contribuciones de todas las fuentes:

$$I_{\text{"total"}} = I_{\text{"amb"}} + I_{\text{"source"}}$$

Cuando se capturan dos imágenes:

- Una con la luz apagada:

$$I_{\text{"off"}} = I_{\text{"amb"}}$$

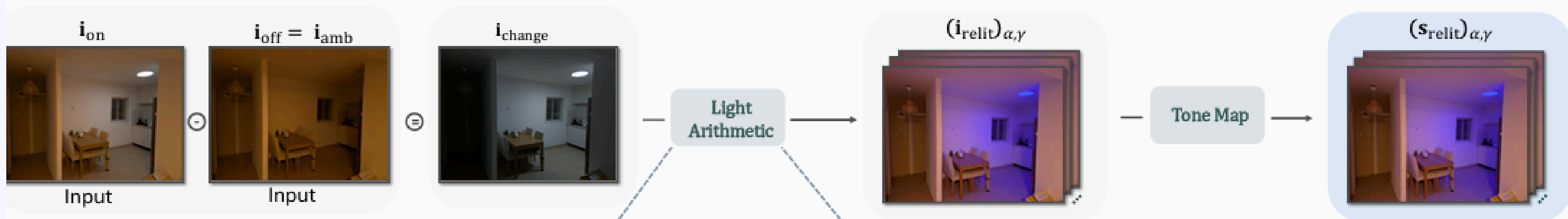
- Otra con la luz encendida:

$$I_{\text{"on"}} = I_{\text{"amb"}} + I_{\text{"change"}}$$

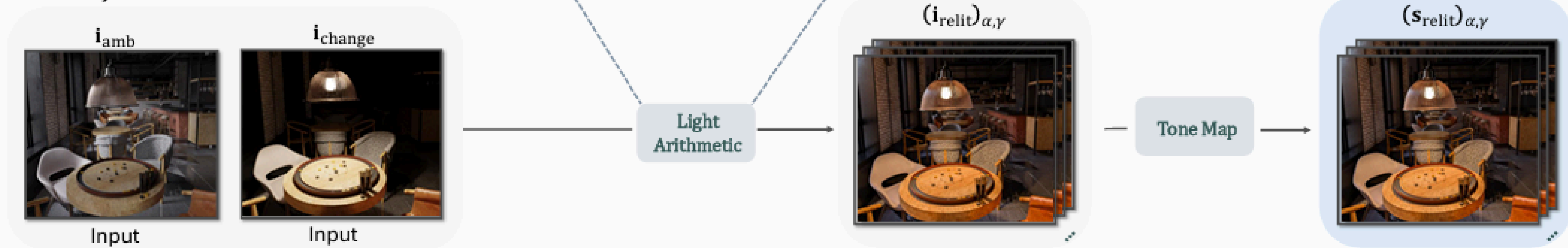
La contribución de la fuente de luz se obtiene mediante:

$$I_{\text{"change"}} = \max(I_{\text{"on"}} - I_{\text{"off"}}, 0)$$

📷 Real Photos



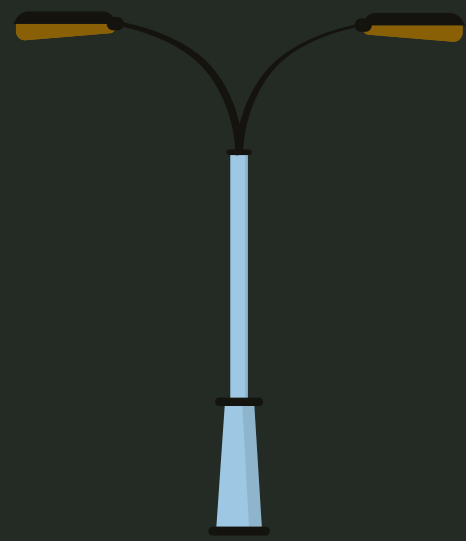
🎮 Synthetic Renders



The background is a solid yellow color. It is decorated with numerous dark blue, elongated triangular spikes that radiate outwards from the center, creating a sunburst or starburst effect. The spikes are of varying lengths and are distributed across the entire frame.

Combinación Paramétrica de Iluminación

LightLab genera nuevas imágenes variando intensidad, color y ambiente mediante:

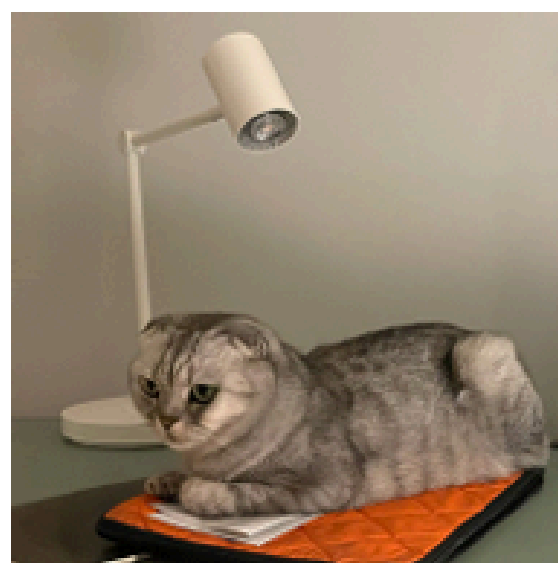
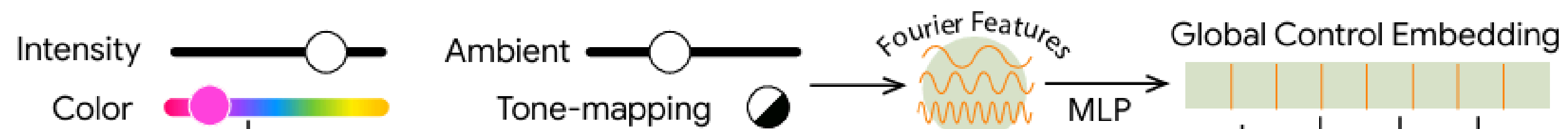


$$I_{\text{"relit"}}(\alpha, \gamma, c_t) = \alpha \cdot I_{\text{"amb"}} + \gamma \cdot (I_{\text{"change"}} \odot c_t)$$

Donde:

- α = escala de luz ambiental (0-1)
- γ = intensidad de la luz objetivo (-1 a 1)
- c_t = vector RGB que determina el color deseado
- \odot = multiplicación elemento a elemento

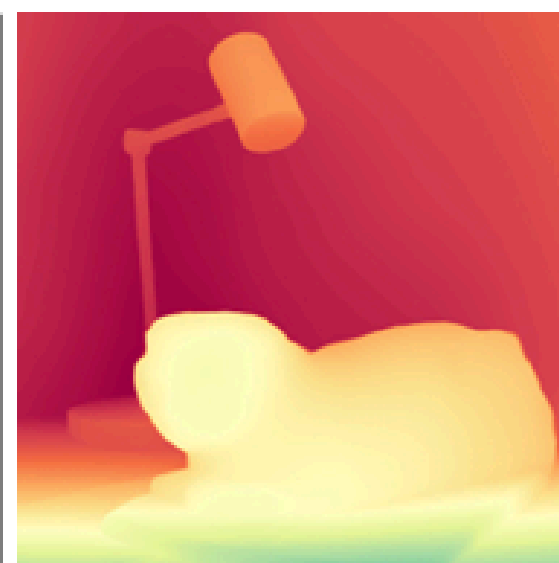
Esta ecuación es fundamental para generar millones de ejemplos de entrenamiento a partir de pocos pares reales.



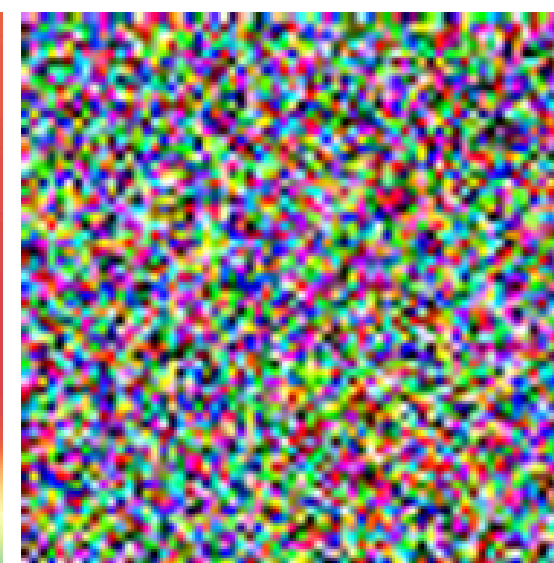
Input Image



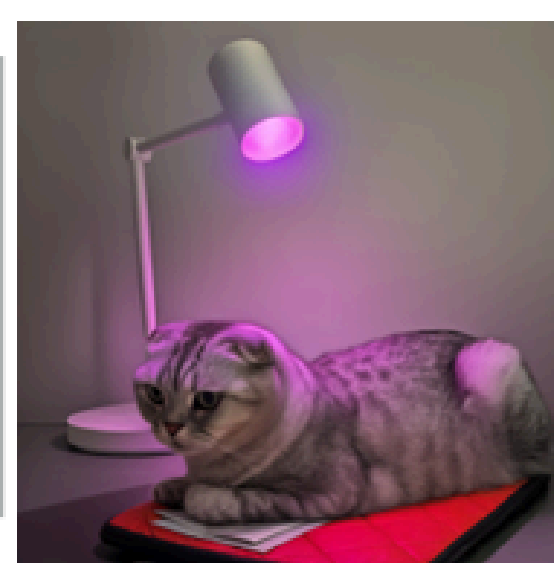
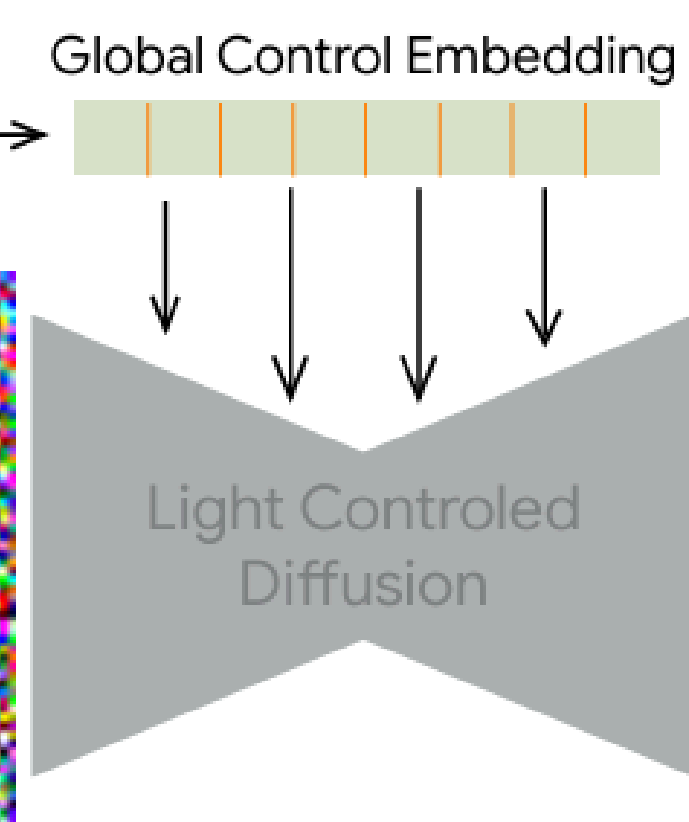
Target Light



Depth map



Noise



ReLit Image

Modelos de difusion condicionados

El modelo de difusión recibe como condiciones:

- Imagen original
- Máscara de la fuente de luz
- Mapa de profundidad
- Intensidad deseada
- Color de luz
- Parámetros de tone mapping

Estas condiciones se inyectan en la red mediante convoluciones 1×1 codificación con Fourier Features, permitiendo un control numérico preciso.

Recolección de datos reales

Se capturaron 600 pares RAW de la misma escena con luz “ON/OFF” usando dispositivos móviles. Estos datos incluyen:

- Ruido real de sensores
- Aberraciones ópticas
- Materiales auténticos
- Geometrías complejas

Estos atributos no existen en datos sintéticos, por lo que son cruciales para evitar que el modelo genere imágenes artificiales.

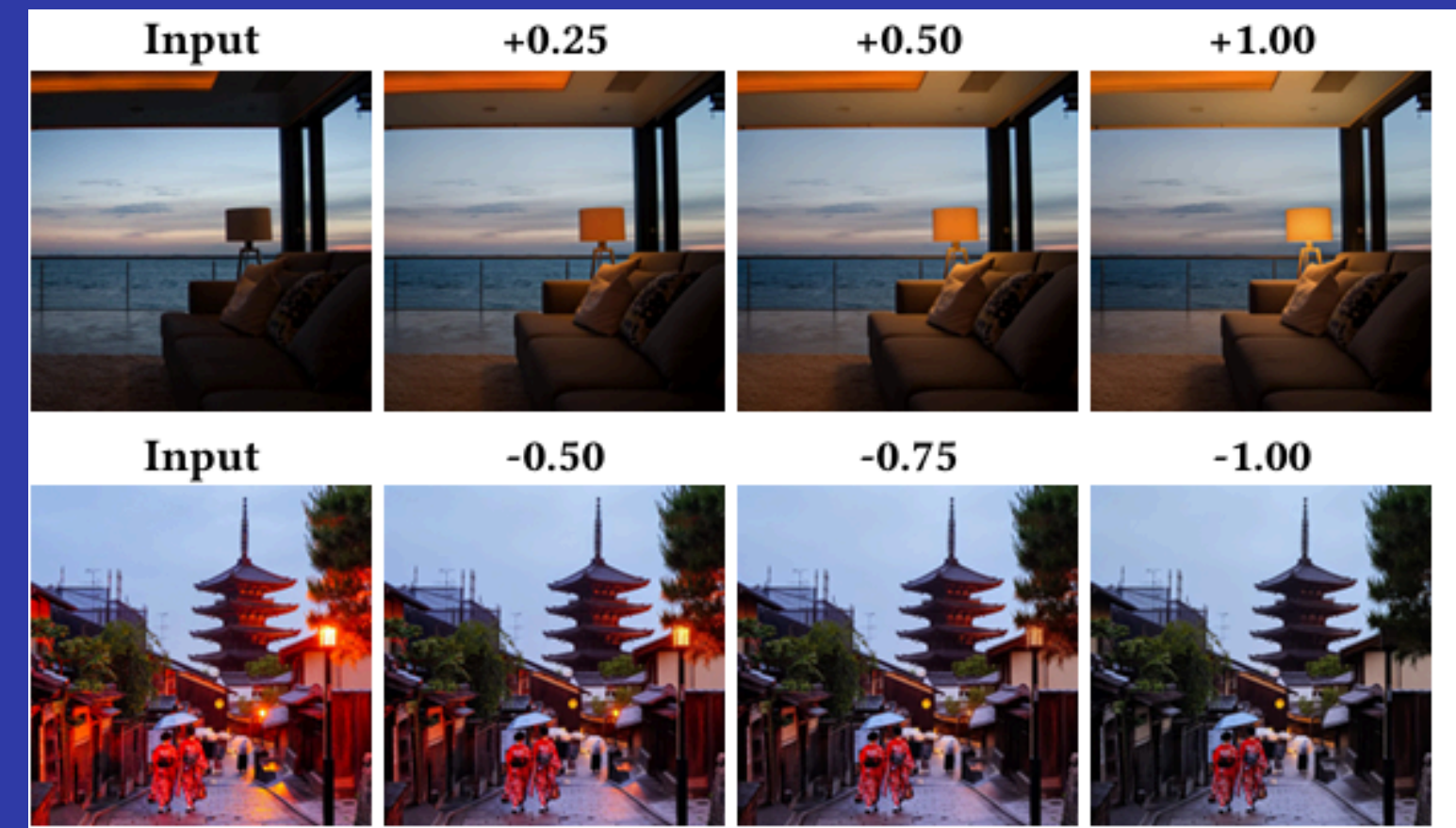


Fig. 5. **Intensity control.** Fine-grained control over a target light's intensity using our method. Values represent the relative intensity change with respect to the source image.



Fig. 6. **Color Control.** We turn on the street lamp in the input image (top left) with different colors. **Top row.** artificial light blackbody temperatures. **Bottom row** arbitrary non-natural RGB colors.

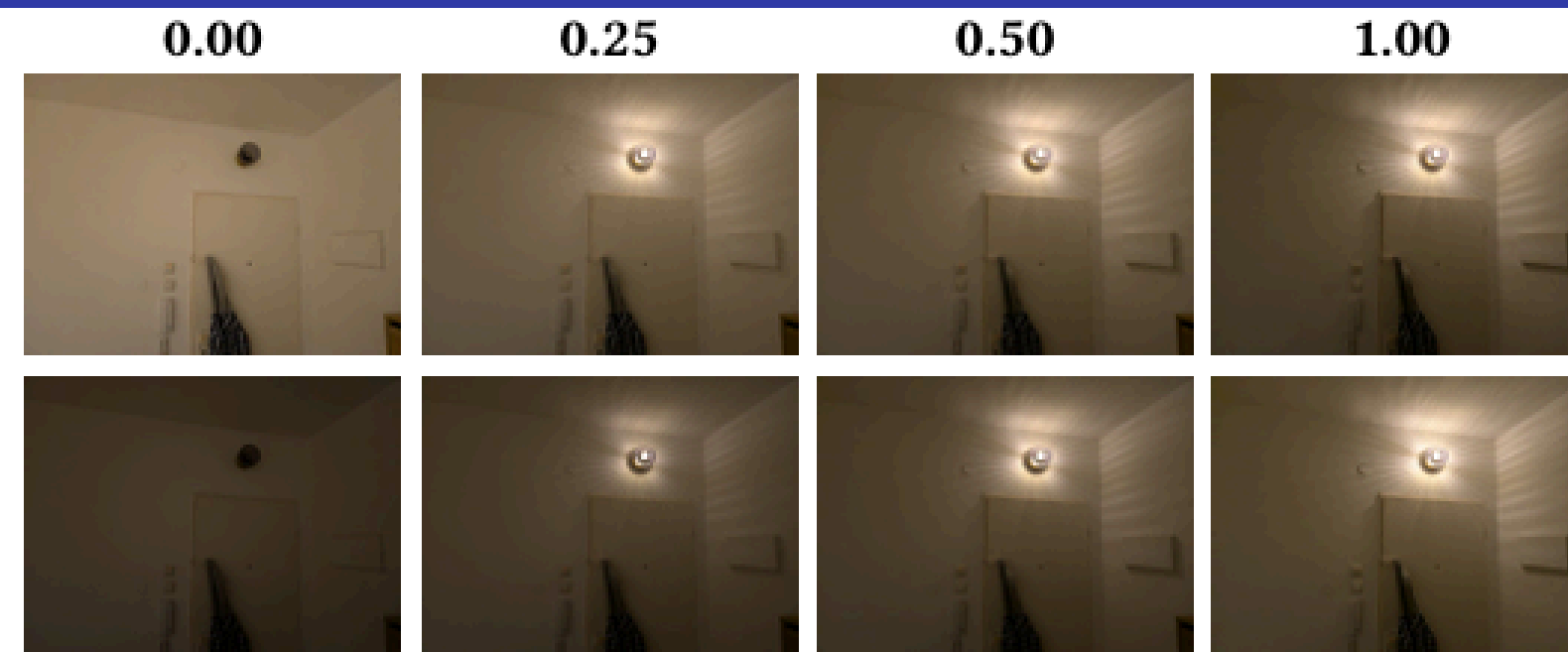


Fig. 4. **Tone mapping strategy.** A sequence of images of increasing light intensity, tone mapped either separately or together. **Top row.** The images tone mapped separately, notice how the light source intensity appears constant when lit, while ambient light appears to be dimmed. **Bottom row.** Tone mapped together.

RESULTADOS



Los resultados muestran que LightLab logra:

1.1. Control preciso de intensidad

El modelo puede aumentar o disminuir gradualmente la luz:

- Genera sombras correctas
- Produce reflejos naturales
- Afecta materiales según propiedades físicas

1.2. Cambio de color de la luz

El color se propaga en la escena respetando:

- Reflexiones
- Dispersión
- Texturas y geometría
- Incluso maneja colores no naturales (como luces neón).

1.3. Control de luz ambiental

Permite ajustar la luminosidad general de la escena sin modificar la fuente principal.



LightLab presenta un avance significativo en la edición de imágenes, permitiendo un control fino y realista sobre la iluminación post-captura. La conclusión principal es que el uso de datos sintéticos físicamente precisos para complementar un conjunto pequeño de datos reales, junto con el aprovechamiento de la linealidad de la luz, permite entrenar modelos generativos capaces de entender y manipular el transporte de luz mejor que los métodos puramente inversos o los modelos de texto a imagen estándar.



**MUCHAS GRACIAS
POR LA ATENCION**