

PID

Color

Conos: Sensibles a la luz, nos permite ver los colores. Percibimos 3 colores dependiendo de la sensibilidad de los conos.

Describimos esta percepción como:

- **Hue:** media del wavelength, color
- **Saturacion:** varianza, viveza
- **Intensidad:** cantidad total de luz

EM: Espectro electromagnético: Colores visibles por el ojo humano. Vemos el rango de estos wavelengths.

Luz visibles: Cualquier parche de luz puede ser completamente descrito físicamente por su espectro: Numero de fotones por unidad de tiempo en cada wavelength.

Espacios de color

Representamos los colores en un espacio de color. La visión del color es lineal y de 3 dimensiones. Podemos usar una matriz de 3x3 para obtener nuevos espacios de color.

Espacios de color no lineales: HSV, Lab

- **HSV:** HUE, Saturation, Value.
- **sRGB:** Canales correlacionados, No perceptual
- **CIE Lab:** Lumunancia=brillo,Chrominancia= Color
- **YCbCr:** Rapido de computo, bueno para compresión, usado en TV

Illuminats

Diferentes iluminantes tienen diferentes temperaturas de color. Nuestros ojos se adaptan a esto: Adaptación cromática

White balance

El ojo se preocupa más por el color intrínseco de los objetos, no por el color de la luz que sale de ellos. Necesitamos descontar el color de la fuente de luz.

- **VON KRIES ADAPTATION (Grey cards)**
Multiplicar cada canal por un factor de ganancia. Estos factores los obtenemos de un objeto neutral (blanco o gris)
- **Sin grey cards:** El valor medio de una imagen es gris. Esto se puede utilizar para detectar distorsiones. Adivina los píxeles correspondientes a los objetos blancos. Los píxeles más brillantes serán blancos.

Color Blindness

Tenemos 3 tipos de conos para diferentes pigmentos.

- **L-cone:** detecta long wavelength light (amarillos y rojos)
- **M-cone:** detecta médium wavelength light (verde)
- **S-cone:** detecta short wavelength light (azul)

El daltonismo ocurre cuando uno o más tipos de conos está totalmente ausente o tiene una sensibilidad espectral limitada.

Fotografía

Histogramas: El histograma es una representación gráfica de la estimación del frecuentista de la función de densidad de probabilidad de una variable aleatoria. Tenga en cuenta que el contraste bajo tiene un histograma estrecho y que el contraste alto generalmente cubre un amplio rango de intensidades.

Ecuilización de histograma: Este método aumenta el contraste global y nos permite seguir cualquier distribución de histograma deseada. Ecuilización siguiendo una distribución uniforme

- Necesitamos el histograma acumulado de los bins anteriores
- Normalizar el histograma acumulado. Si sumando el máximo es 25 y nuestro histograma inicial iba de 0 a 10. Podemos multiplicar cada valor del acumulado por $10/25$.
- Redondeamos al valor superior
- Reemplazamos los valores del acumulado en la matriz.

Apertura: El tamaño del agujero de la óptica

Shutter speed: cuanto tiempo está abierto este agujero

Bokeh: puede ser simulado convolviendo la imagen con un núcleo gaussiano para simular

Cut

Retargeting: Cambio de tamaño de imagen consciente del contexto. Quite las costuras (horizontales o verticales) con la menor información.

Semi-automatic segmentation: Dada una región de interés por el usuario, obtener/segmentar dicho objeto del fondo.

- Intelligent scissors
- Grab-cuts

Ideas

- Tratar la imagen como un grafo
- Píxeles son nodos
- Los caminos entre nodos es el valor basado en el gradiente
- Algunas veces valores diferentes dependiendo si es background o foreground
- Buenos límites son el camino con el coste mínimo del grafo (Intelligent scissors, Seam carving)
- Buenas regiones son producidas por el corte con menos coste (Grabcuts, Graph cut stitching)

Good region: Contiene un rango pequeño de color o textura, Diferente al bg, compacto. Gradiente fuerte en el borde, gradiente en la dirección correcta. Suave.

Intelligent scissors (Solo Boundary)

- Definir un coste limite entre pixeles vecinos, Seguir el borde.
 - o Menor coste si hay borde
 - o Menor coste si el gradiente es fuerte
 - o Menor coste si el gradiente esta en la dirección del limite
- El usuario define un punto de inicio
- Calcular el camino de coste mínimo desde el punto de inicio a otro pixel (Dijkstra's)
- Obtener otro punto de inicio (seed) obtener camino entre sedes y repetir.

Graph cuts

Formalmente, estamos buscando la asignación de etiquetas que minimice la función potencial.

Un potencial único (Unary): Define el coste/probabilidad/probabilidad/probabilidad/confianza de un píxel perteneciente a una de las etiquetas de clase.

Potencial de borde (Edge): Costo de transición. Define el coste de dos píxeles adyacentes para cambiar la etiqueta de clase o permanecer con la misma etiqueta. Codifica una restricción de suavidad.

Unary potencial

Dado el input del usuario con las regiones de foreground and background. Hay que modelar las regiones en un espacio de características.

- Usando el Color space (sRGB, CIELAB, etc) para el espacio de características
- Usando un modelo simple: Gaussian model.
- Variables desconocidas: Estimamos la media y la matriz de covarianza.

Otra opción:

- Usando el Color space (sRGB, CIELAB, etc) para el espacio de características
- Un modelo mejor: Gaussian mixture model
- Variables desconocidas: Tenemos que estimar conjuntamente la media y la matriz de covarianza para cada una de las funciones gaussianas que la componen. Podemos usar Expectation Maximization (EM) algorithm

Edge potencial

No necesitamos input del usuario. Modelar una restricción de suavidad

- Usando el Color space (sRGB, CIELAB, etc) para el espacio de características
- Modelo: Penalizar las diferencias de características en píxeles contiguos.

Pasos.

- Definir grafo (4-8 conectados)
- Poner pesos para el bg and fg
 - o Modelo para el bg y fg (Gaussian mixture model)
- Poner pesos en los bordes entre pixeles
- Aplicar el algoritmo de Ford-Fulkerson
- Retornar al 2 usando las etiquetas generadas por los modelos.

Limitaciones: Requiere grafos asociativos. Nodos conectados deben tener el mismo label. Es óptimo para problemas binarios.

Seam carving

Problema de programación dinámica.

- Calculamos la matriz de energía de la imagen
- Rellenamos la matriz con la suma del menor pixel superior de los tres vecinos y el valor de la energía.
- Backtracking desde la última fila hasta la primera obteniendo el valor mínimo de la fila y luego continuando con el mínimo de los 3 vecinos superiores.
- Eliminar el camino mínimo de la imagen.

Synthesize

Textura: La textura representa patrones que se repiten espacialmente.

Objetivo de la Síntesis de Textura: crear nuevas muestras de una textura dada.

Primera idea (mala): Calcular estadísticas de la textura de entrada y generar nuevas texturas a partir de estas.

Idea buena;

- Obtener samples de la imagen y buscar similares.
- La similitud se calcula con Gaussian weighted SSD
- Rellenamos los pixeles de diferentes maneras. Los que tienen mas veces primero. Elegimos pequeños parches aleatorios de la imagen.
- Dependiendo del tamaño del parche generamos diferentes patrones/texturas.

Algoritmo

- Mientras la imagen no esté llena.
 - o Obtenemos los pixeles vacios y sus vecinos que si tienen textura y los ordenamos por numero de vecinos con textura.
 - o Para cada pixel obtenemos el ranking de los que tengan mejor parecido con sus vecinos. Usando Gaussian weighted ssd
 - o Seleccionamos uno aleatorio y lo ponemos en el vacio

Simple, buenos resultados, pero muy lento.

Image quilting

La idea es buscar por bloques de pixeles. Ya que los pixeles están altamente correlacionados. Hay que sintetizar todos los pixeles por bloque. El algoritmo es el mismo.

Podemos overlap bloques teniendo en cuenta el error de corte entre los dos para mejores resultados.

Filling order:

- Está rodeado de otros píxeles conocidos
- Es una continuación de un fuerte gradiente o borde

Onion fill (Concentric layers): por capas hasta cerrarse.

Criminisi (Gradient sensitive): teniendo en cuenta el borde y gradiente.

Texture transfer:

Igual que la síntesis de texturas, excepto una restricción

- Consistencia de la textura
- Los parches de la textura deben corresponder a parches de la restricción de alguna manera

Image analogies

- Definir una similitud entre A y B
- Para cada parche en B
 - o Encontrar un parche en A que corresponda bien a uno de B
 - o Copia el parche en A' a B'
- El algoritmo se realiza de forma iterativa, de grueso a fino
-

Nota: La síntesis de texturas y el relleno de agujeros pueden ser pensados como una forma de alucinación probabilística

Warping and morphing

Image filtering: Cambiar el rango de la imagen

Image warping: Cambiar el dominio de la imagen

T: Transformacion: Es el mismo (global) para cada punto (pixel). Es descrito por parámetros.

Scaling: Multiplicar cada componente por un escalar.

Uniform scaling: Cada componente por un mismo escalar.

Linear transformations

- **4 incógnitas**
- Puede ser por una matriz 2x2 o 3x3 y son combinaciones de
 - o Scale
 - o Rotation
 - o Shear
 - o Mirror

- Propiedades
 - o Se mapea de origen a origen
 - o Las líneas se asignan a las líneas
 - o Líneas paralelas se mantienen
 - o Ratios son preservados
 - o Cerrado bajo composición

Affine transformations

- **6 incógnitas**
- Son multiplicaciones de matrices 3x3 y son combinaciones de
 - o Linear transformations
 - o Translations
- Propiedades
 - o **El origen no necesariamente se mapea al origen**
 - o Las líneas se asignan a las líneas
 - o Líneas paralelas se mantienen
 - o Ratios son preservados
 - o Cerrado bajo composición
 - o Modelos cambio de base

Projective Transformations

- **9 incógnitas**
- Son multiplicaciones de matrices 3x3 y son combinaciones de
 - o Affine transformations
 - o Projective warps
- Propiedades
 - o **El origen no necesariamente se mapea al origen**
 - o Las líneas se asignan a las líneas
 - o **Las líneas paralelas no necesariamente permanecen paralelas**
 - o **Ratios no son preservados**
 - o Cerrado bajo composición
 - o Modelos cambio de base

Correspondences

- Translation **1 punto** de correspondencia y **DOF 2**
- Euclidean (Rotation) **2 puntos** de correspondencia y **DOF 3**
- Affine: **3 puntos** de correspondencia y **DOF 6**
- Projective: **4 puntos** de correspondencia y **DOF 8**

Image warping

Dada una coordenada de transformación y una imagen calcular la imagen transformada objetivo.

Forward warping

Enviar cada pixel a la correspondiente localización después de la transformación en la segunda imagen. Si el pixel cae entre dos pixeles distribuimos el color de los pixeles vecinos (Splatting)

Inverse warping

Obtener cada pixel de su correspondiente localización. Invertir la transformación. Si el pixel cae entre dos pixeles interpolamos el valor del color de sus vecinos. (Bilinear, Gaussian, bicubic, etc)

Cual es mejor?

Por lo general, el inverso elimina los agujeros. Pero requiere una función de warp invertible.

Morphing

La idea es encontrar la imagen media entre dos objetos diferentes. Realice un análisis ponderado a lo largo del tiempo.

- **Cross dissolver (Tienen que estar alineadas)**
 - o Interpolan imágenes completas.
- **Alinear y Cross dissolver**
 - o Alinear usando global warp

Dog averaging

- **Feature matching**
- **Local warp, then cross-dissolve**
 - o Obtener el objeto medio usando local warping
 - o Encontrar el color medio usando Cross dissolver

Local (non-parametric) Image Warping

Necesitamos especificar una función de warp más detallada. Tenemos warps no paramétricos u y v para cada x, y . Si sabemos estos vectores podemos hacer el warps de cada pixel (Usando backward warping con interpolación)

Warp specification

- **Dense: (Malla)** Especifique los puntos de control de splines correspondientes. Interpolan una función de warping completa.
- **Sparse:** Especifique los puntos correspondientes. Interpolan una función de warping completa.

Triangular Mesh

- Introducir correspondencias en los puntos clave de las características
- Definir una malla triangular sobre los puntos en ambas imágenes. Correspondencia Triangulo-a-Triangulo
- Deformar cada triángulo por separado desde la fuente al destino (Usando affine warp con tres puntos correspondientes)

Triangulations

Una triangulación de conjunto de puntos en el plano es una partición a triángulos cuyos vértices son los puntos, y no contienen otros puntos.

- Seleccionamos 2 puntos y hacemos un borde
- Si el borde que los une no se cruza con los bordes anteriores, guárdelo.

Illegal edges: Un borde pq es ilegal si uno de sus vértices opuestos está dentro del círculo definido por los otros tres vértices.

Naïve Delaunay Algorithm: Empieza con una triangulación arbitraria. Voltear cualquier borde ilegal hasta que no exista más.

Homographies, Panoramas and perspective

Mosaico de imágenes.

Image reprojection

- Las imágenes son reprojectadas en un plano común
- El mosaico se forma en este plano
- Mosaico es una cámara gran angular sintética

¿Cómo relacionar dos imágenes desde el mismo centro de la cámara?

- Echar un rayo a través de cada píxel en PP1
- Dibuja el píxel donde ese rayo se cruza con el PP2

En lugar de pensar en esto como una reproyección en 3D, piensa en ello como una deformación de una imagen en 2D de una imagen a otra.

Homography:

Proyectivo - mapeo entre dos PPs cualesquiera con el mismo centro de proyección

Image rectification

Para desdoblar (rectificar) una imagen

- Encuentra la matriz homografía H dada un conjunto de pares p y p' .
- Encuentra tal H que "mejor" transforme los puntos p en p'
- Use least-squares!
- **Tenemos 8 variables** desconocidas

Panoramas

- Escogemos una imagen
- Aplicaremos un warp a las otras imágenes sobre esta imagen
- Combinamos

2D photo to 3D

- Modele la escena como un conjunto de planos!
- Ahora, sólo necesitamos encontrar las orientaciones de estos planos.

The projective plane

- Necesitamos coordenadas homogéneas para representar los puntos

- **Geometric intuition:** un punto de la imagen es un rayo en el espacio proyectivo. Cada punto en el plano es representado como un rayo

Projective lines

- Una línea en un plano es un rayo que pasa por el origen
- Todas las líneas son representadas como un vector homogéneo de 3 valores
- Ideal point: Punto paralelo al plano de la imagen
 - o **Vanishing points:** Proyección de un punto al infinito. Causado por la línea ideal. Cualesquiera dos líneas paralelas tienen el mismo vanishing point. El rayo de la cámara que pasa por V (vanishing point) es paralela a las líneas. Cualquier imagen tiene más de un vanishing point.
 - o **Horizon line:** La unión de todos estos vanishing points

“Tour into the Picture”

- Representamos la imagen como una caja con volumen.
- Todas las paredes son ortogonales
- El plano de visión de la cámara es paralelo a la parte posterior del volumen
- La cámara hacia arriba es normal a la parte inferior del volumen
- Tres vanishing points, pero dos en el infinito
- Perspectiva de punto único
- **¿Significancia del vanishing point?** Está a la altura de los ojos: el rayo de COP a VP es perpendicular al plano de la imagen.