Visión 3D

Estimación Robusta
Correspondencia / F,H

RANSAC

Luis M. Jiménez – José M. Sebastián

Ingeniería de Sistemas y Automática (UMH)

Objetivos

- Estimación de la Homografía/Correlación entre imágenes:
  - Los datos (medidas) contienen errores (dist. Gaussiana)
  - El problema de correspondencia es complejo -> falsas correspondencias (no siguen una dist. Gaussiana)
  - No se precisa un filtrado previo de las correspondencias
- Integra en un solo proceso la estimación de H / F y el filtrado de correspondencias incorrectas
- RANSAC: RANdom SAmple Consensous
  - Trata de separar las falsas correspondencias ('***outliers*** ') de las correspondencias correctas ('***inliers*** ') que permita calcular de forma óptima *H / F*

Problemas

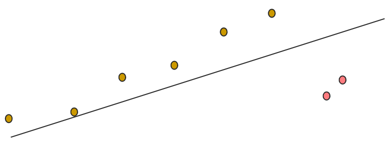
- La velocidad de convergencia depende del número de medidas.
  - Explosión combinatoria
  - Limitar en la media de lo posible el número de datos de la escena (los más '*relevantes*')

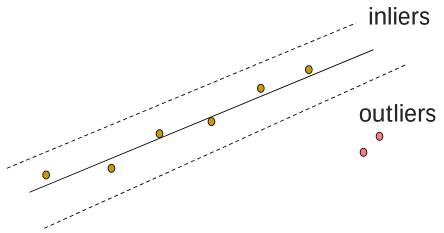
Ejemplo: ajuste de una recta

- Estimación de una recta:
  - Mínimos cuadrados

$$\begin{bmatrix} x_i & y_i & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = 0 \Rightarrow \begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_n & y_n & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \bar{0}$$

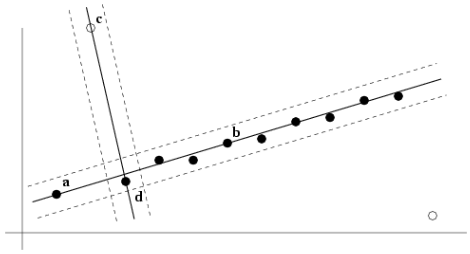
$$SVD\left(\begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_n & y_n & 1 \end{bmatrix} \right) = UDV^T \Rightarrow \begin{bmatrix} a & b & c \end{bmatrix} = v_n^T$$





Ejemplo: ajuste de una recta

- RANSAC: Estimación con mínimo conjunto de datos
  - Ejemplo: dos puntos (subconjunto ***s***)
  - Selecciona aleatoria de los puntos
  - Comprobar el *consenso* (verosimilitud) de dicha selección con el resto de puntos de ***S***
  - Se asume que la mayoría de los datos son '***buenos***'



RANSAC: algoritmo

- Objetivo
  - Ajuste robusto de un modelo a un conjunto de datos ***S*** que contiene errores '*outliers*'
- Algoritmo:

(i) Seleccionar aleatoriamente una muestra ***s*** de puntos del conjunto total ***S*** y calcular el modelo con este subconjunto

(ii) Determinar el subconjunto de puntos S_i que están dentro de un umbral ***t*** de distancia al modelo. El subconjunto S_i es el conjunto ***consenso*** *y define los 'inliers'* de S.

(iii) Si el conjunto S_i es mayor que un umbral ***T***, volver a estimar el modelo utilizando todos los puntos de S_i y terminar.

(iv) Si el tamaño de S_i es menor que ***T***, seleccionar un nuevo subconjunto y repetir el paso anterior.

(v) Después de ***N*** intentos seleccionar el subconjunto S_i con mayor consenso, volviendo a estimar el modelo utilizando todos los puntos del subconjunto S_i

RANSAC: umbral de '*inliers*' (distancia ***t***)

- Escoger ***T*** de forma que la probabilidad de 'inliers' es p.e. 0.95
  - Se suele escoger empíricamente
  - Si el ruido de las medidas se puede ajustar a una gaussiana de media cero y desv. Típica σ entonces $d_{\perp}^{2}$ sigue una distribución:

χ_m^2 m: *codimensión* del modelo (distancia)

Codimensión	Modelo	t^2
1	línea, F	$3.84\sigma^2$
2	H, P	$5.99\sigma^2$
3	T	$7.81\sigma^2$

- Uso de la mediana de las distancias (no precisa de umbrales predefinidos-> LMEDS (Least median of Squares)

RANSAC: umbral de consenso (*T*)

- Escoger el tamaño aceptable del conjunto como el número de 'inliers' estimado en el conjunto total
- Siendo
  - ***e:*** la probabilidad de errores (*outliers*)
  - ***n***: tamaño del conjunto total ***S***

$$T = (1 - e)n$$

- El valor de ***e*** (probabilidad de outliers) se puede calcular adaptativamente en cada iteración del algoritmo.

$$e^{(i)} = 1 - \frac{size(S_i)}{n}$$

RANSAC: número máx. de muestras

- Escoger ***N*** de forma que, con probabilidad *p*, al menos una muestra aleatoria está libre de '*outliers* '. (eje. *p*=0.99)

$$\left(1-(1-e)^s\right)^N = 1-p$$

$$N = \log(1-p)/\log\left(1-(1-e)^s\right)$$

	Proporción de outliers e						
s	5%	10%	20%	25%	30%	40%	50%
2	2	3	5	6	7	11	17
3	3	4	7	9	11	19	35
4	3	5	9	13	17	34	72
5	4	6	12	17	26	57	146
6	4	7	16	24	37	97	293
7	4	8	20	33	54	163	588
8	5	9	26	44	78	272	1177

RANSAC: aplicaciones

- Estimación de Homografías entre planos proyectivos:
  - 4 puntos (**s**)
  - Distancia:

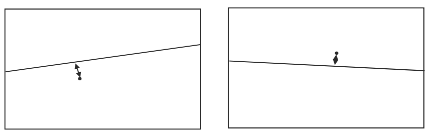
$$\tilde{m}'_j \cong H\,\tilde{m}_i \qquad \begin{bmatrix} \lambda\,\hat{x}' \\ \lambda\,\hat{y}' \\ \lambda \end{bmatrix} = H\,\tilde{m}_i$$

$$d^2 = \left\| m'_j - \lambda^{-1}\left(H\tilde{m}_i\right) \right\|$$

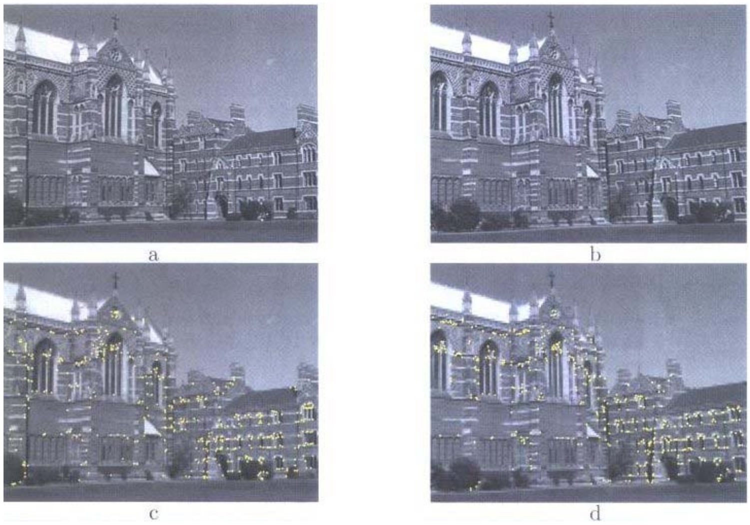
- Estimación de la matriz fundamental
  - 7/8 puntos
  - Distancia línea epipolar:

$$\tilde{m}'^T_j\,F\,\tilde{m}_i = 0$$

$$d^2 = d\left(\mathrm{m}'_i, F\mathrm{m}_i\right)^2 + d\left(\mathrm{m}_i, \mathrm{F}^T\mathrm{m}'_i\right)^2$$



Ejemplo: cálculo de F



Ejemplo: cálculo de F