

Pontificia Universidad Católica de Chile  
Escuela de Ingeniería  
Departamento de Ciencia de la Computación



# IIC2613 - Inteligencia Artificial

Extensiones de SVM – Exemplar y Multiclass SVM

Hans Löbel

Dpto. Ingeniería de Transporte y Logística  
Dpto. Ciencia de la Computación

Partamos con un caso de estudio

**Ensemble of Exemplar-SVMs for Object Detection and Beyond**

Tomasz Malisiewicz  
Carnegie Mellon University

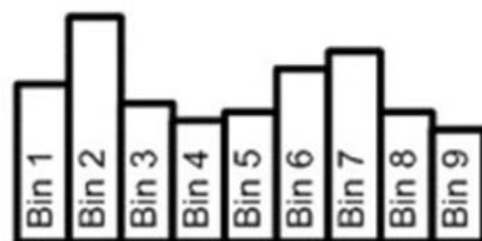
Abhinav Gupta  
Carnegie Mellon University

Alexei A. Efros  
Carnegie Mellon University



**Input Image**

**Gradient Vector**

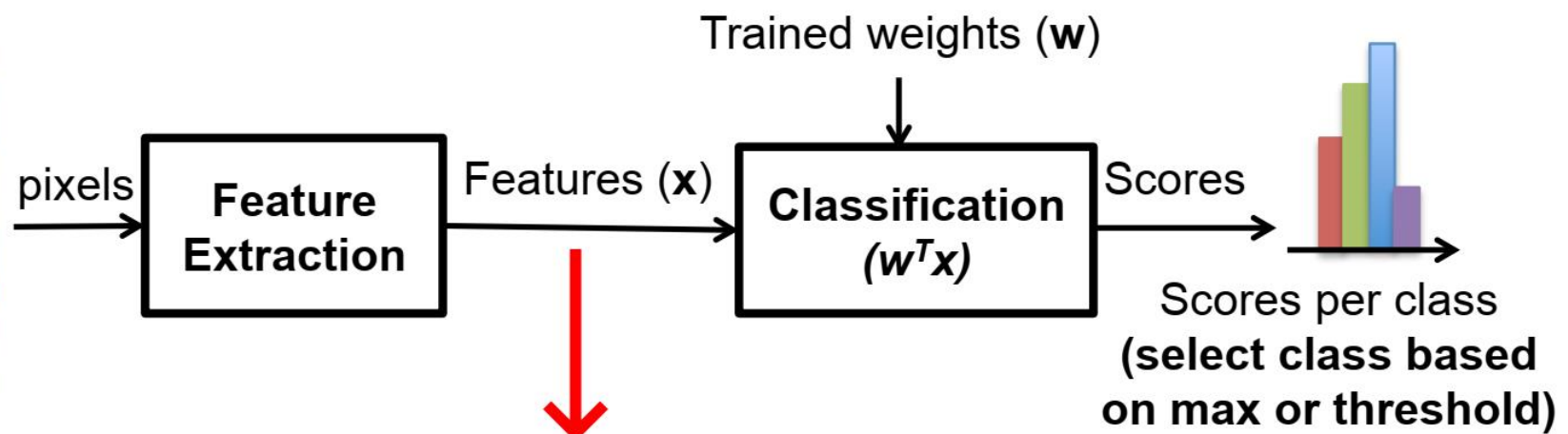


**Cell Histogram**

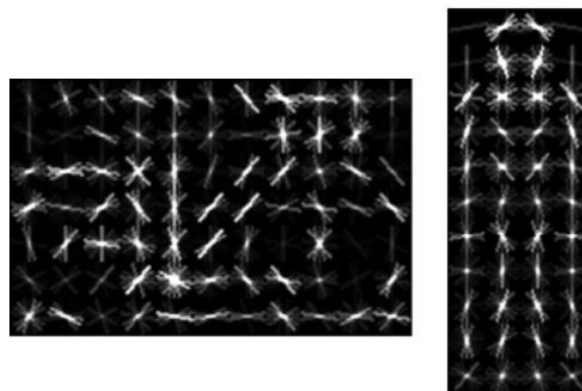


**HOG Features**

Image



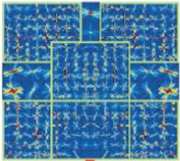









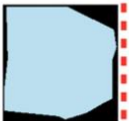


**Handcrafted Features**  
(e.g. HOG)



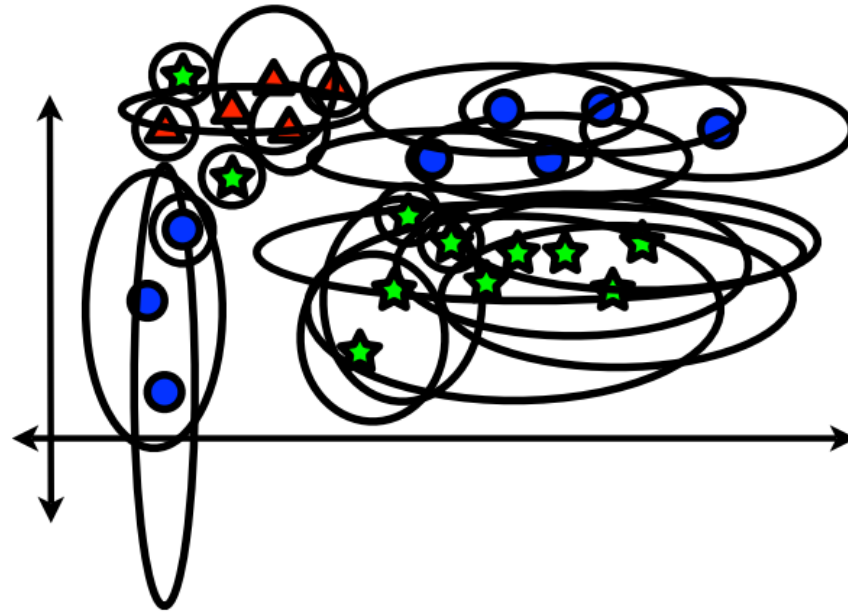






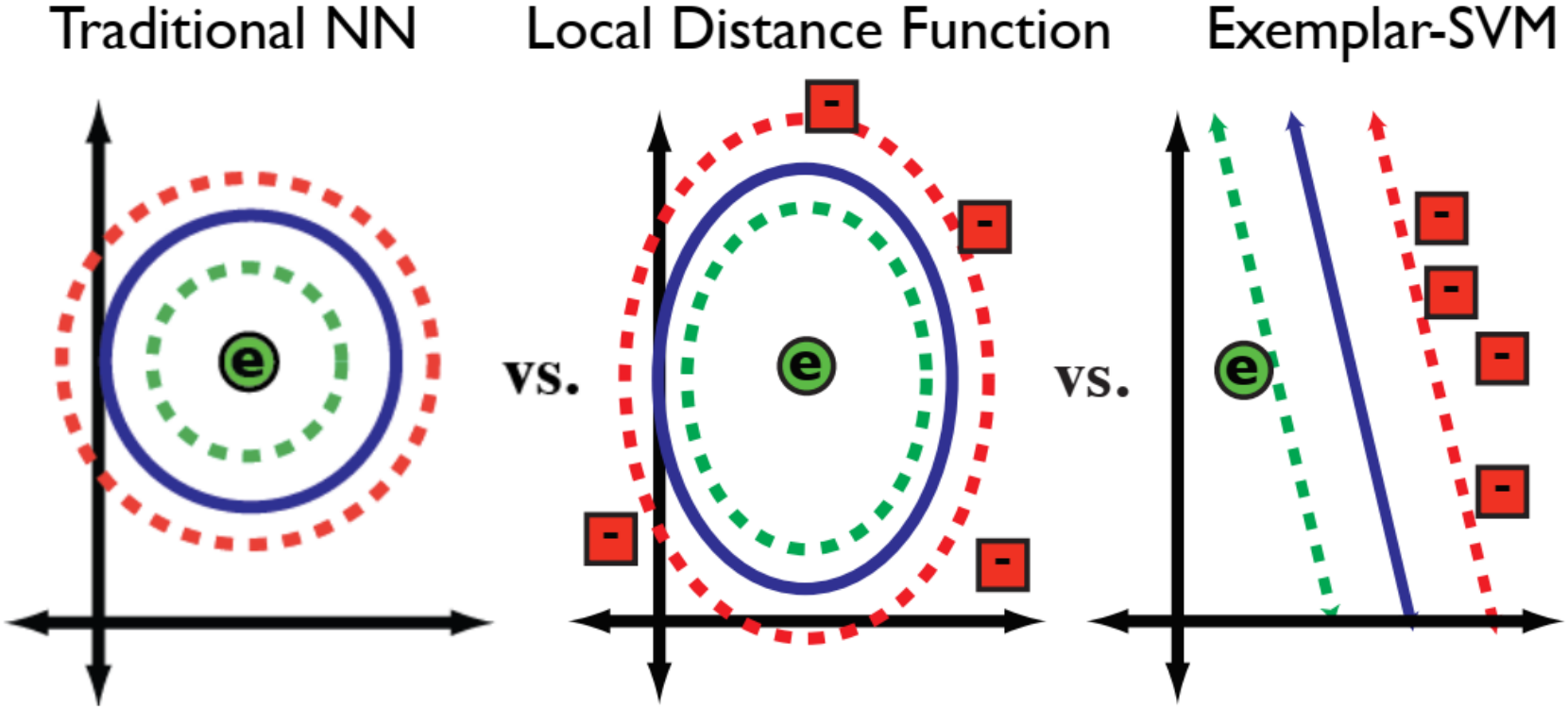
			
<div>“Bus”</div>	<div>“Bus”</div> <div>Segmentation</div>  <div>Geometry</div>  <div>3D Model</div> 	<div>“Bus”</div> <div>Segmentation</div>  <div>Geometry</div>  <div>3D Model</div> 	<div>“Bus”</div> <div>Segmentation</div>  <div>Geometry</div>  <div>3D Model</div> 

## k-NN al rescate



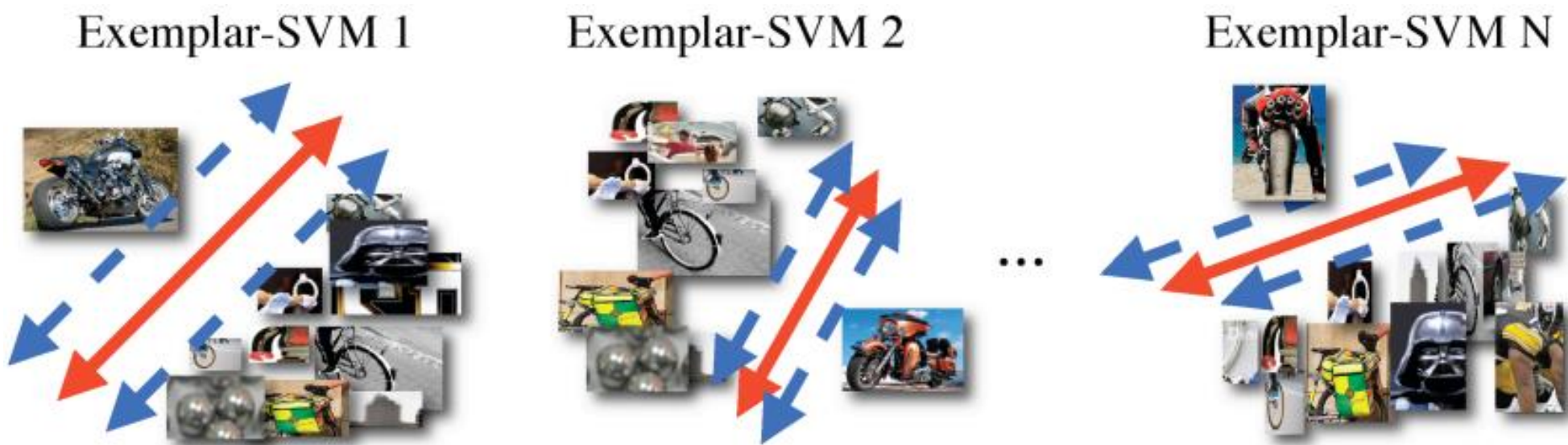
- Una opción es un mecanismo basado en vecino(s) cercano(s).
- El problema es, como siempre, la métrica de distancia.
- Una posible solución es combinar SVM con k-NN, es decir, aprender un clasificador para cada ejemplo.

Exemplar-SVMs presentan grandes ventajas de eficiencia

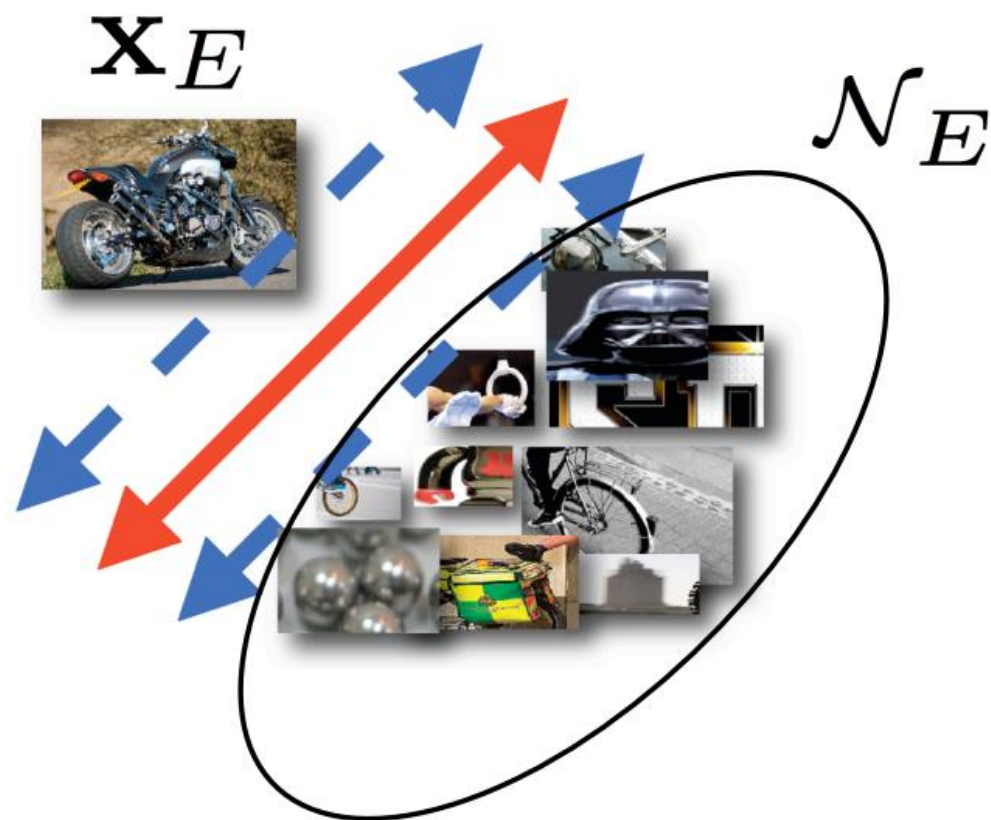




Formulación es extremadamente simple



Formulación es extremadamente simple



$$\mathcal{L}(\beta, \beta_0) = 1/2 \|\beta\|^2 + C_E \xi_{x_E} + C_N \sum_{i \in \mathcal{N}_E} \xi_i$$

Formulación es extremadamente simple



1) Apply  
ExemplarSVM to  
held-out negative  
images and all  
positive images

2) Fit sigmoid to  
responses [Platt 1999]

$$f(\mathbf{x}|\mathbf{w}_E, \alpha_E, \beta_E) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha_E(\mathbf{w}_E^T \mathbf{x} - \beta_E)}}$$

SVM after calibration

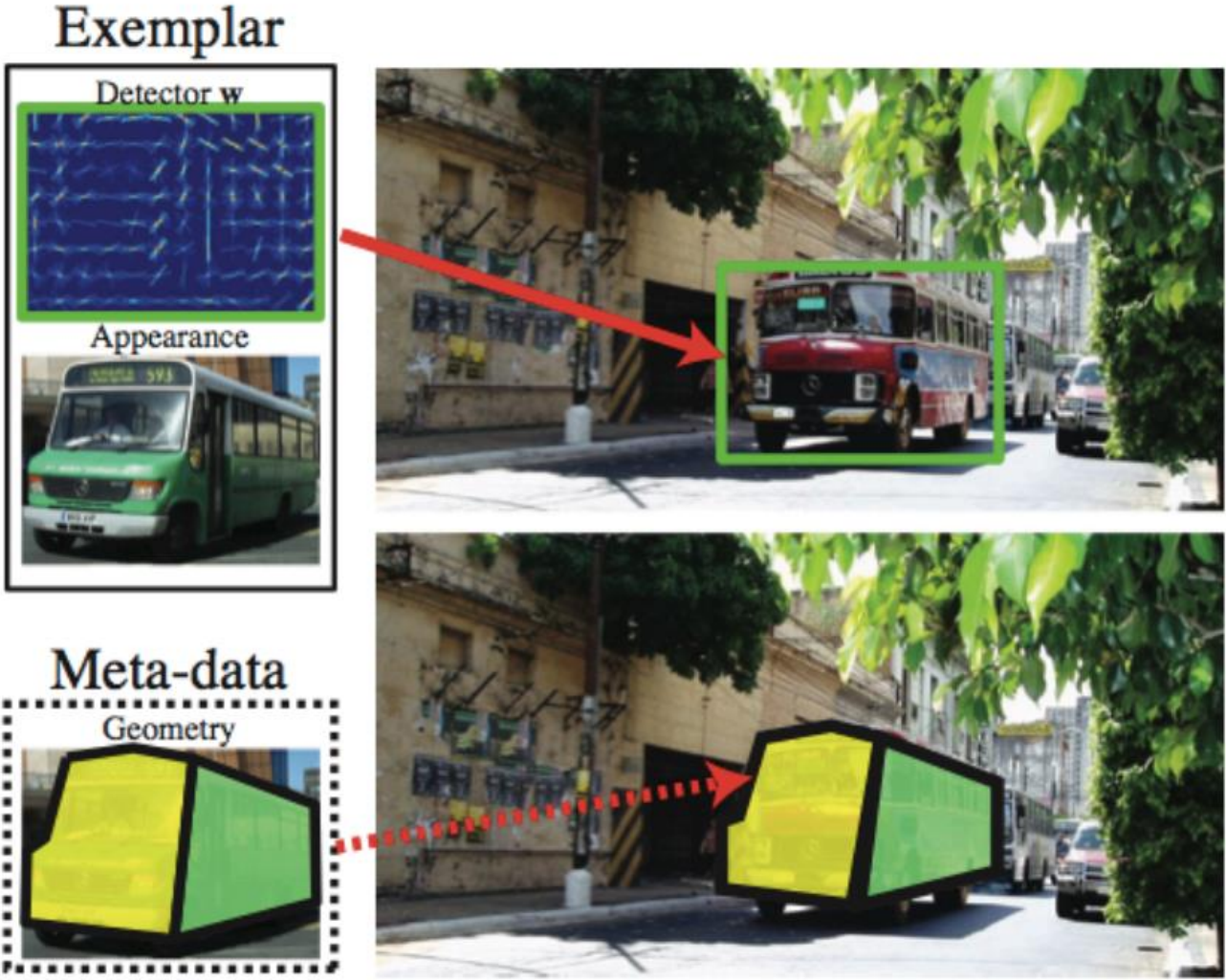


Resultados son sorprendentes

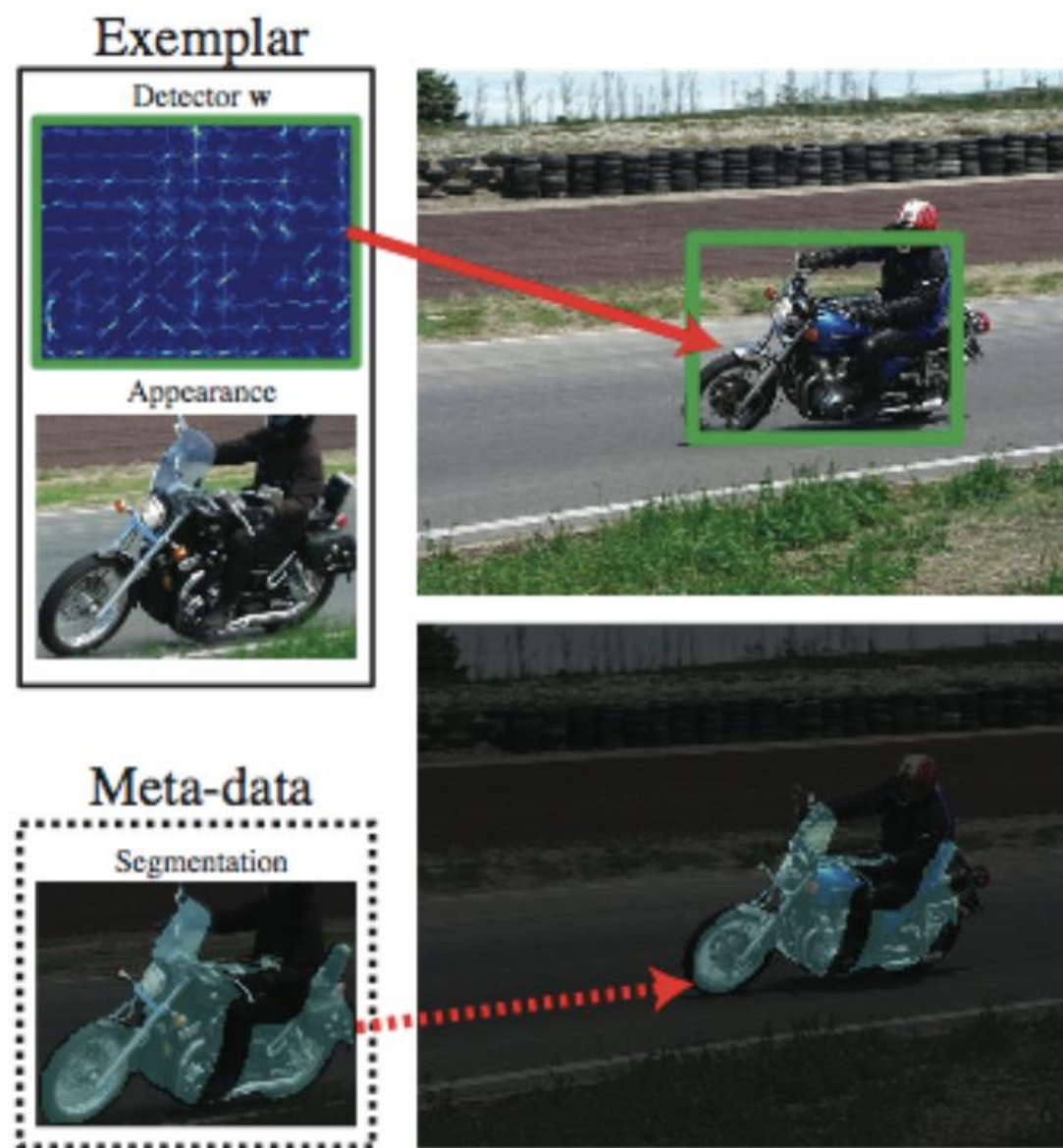




Resultados son sorprendentes



Resultados son sorprendentes







Resultados son sorprendentes

Exemplar

Detector  $w$



Appearance



Meta-data

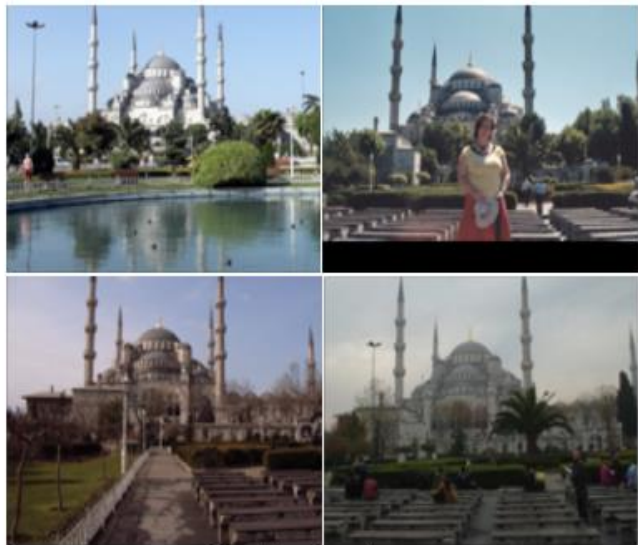
3D Model



Resultados son sorprendentes



Painting



Our Approach



GIST



Bag-of-Words

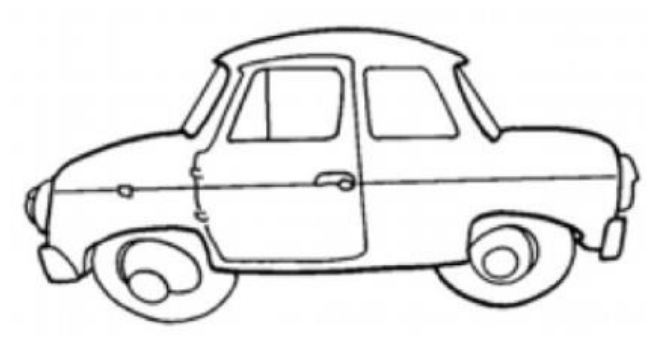


Tiny Images



HOG

Resultados son sorprendentes



Input Sketch



Our Approach



Tiny Images



GIST



Bag-of-Words



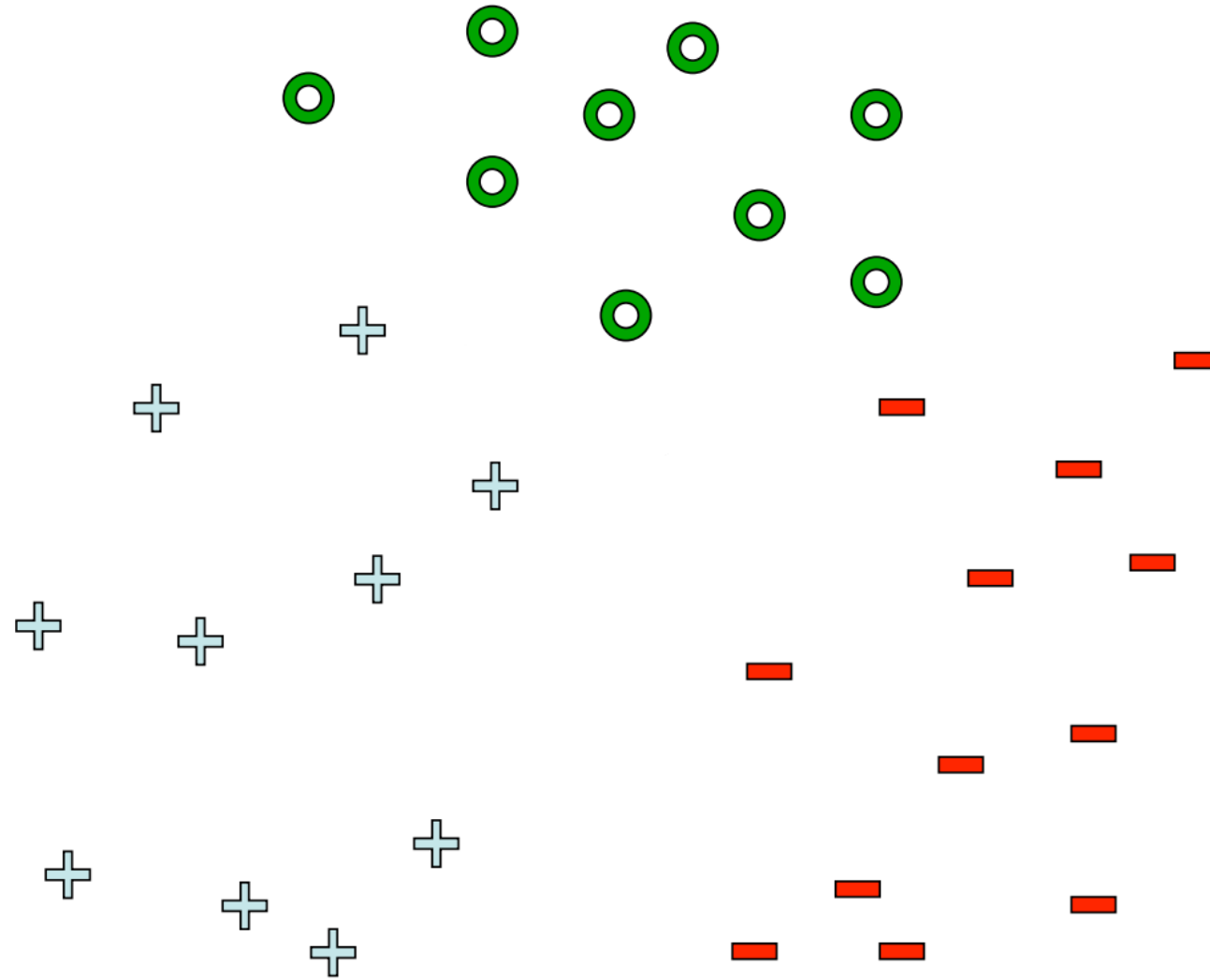
HOG



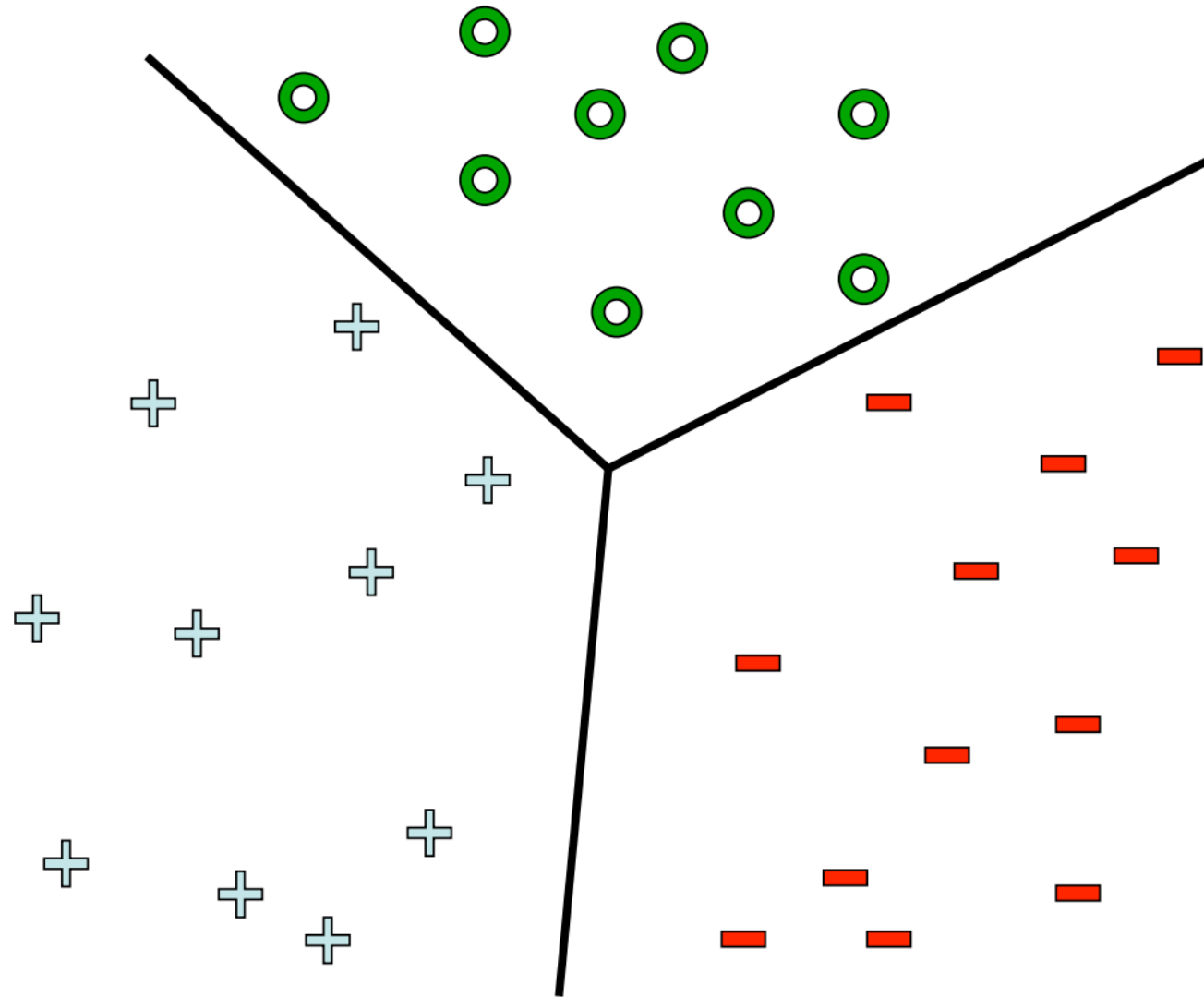
Resultados son sorprendentes



Pasemos a otro tipo de extensión para los SVM: ¿cómo podemos hacer clasificación con múltiples categorías?



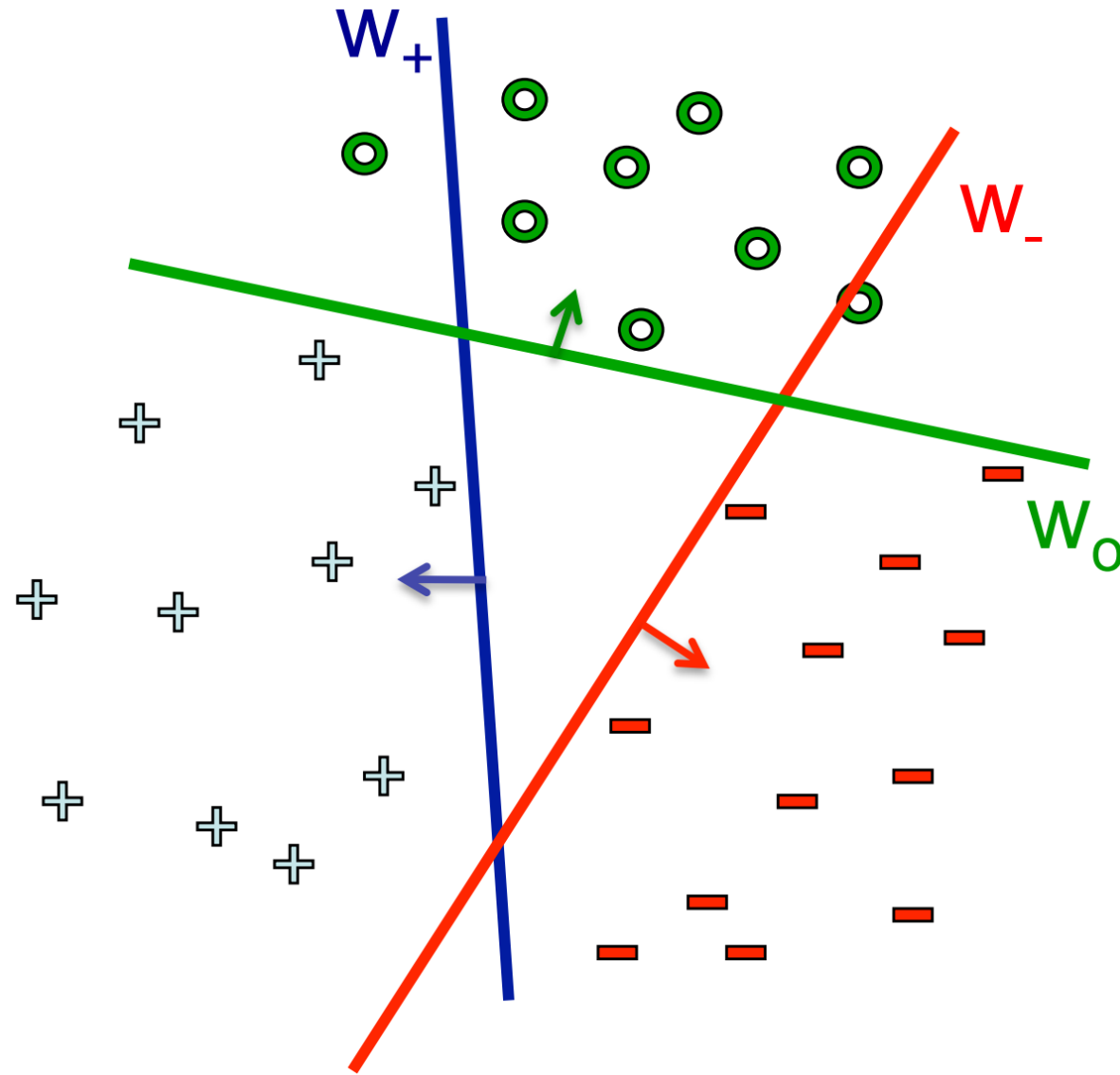
Pasemos a otro tipo de extensión para los SVM: ¿cómo podemos hacer clasificación con múltiples categorías?



¿Es esta superficie compatible con un único SVM?

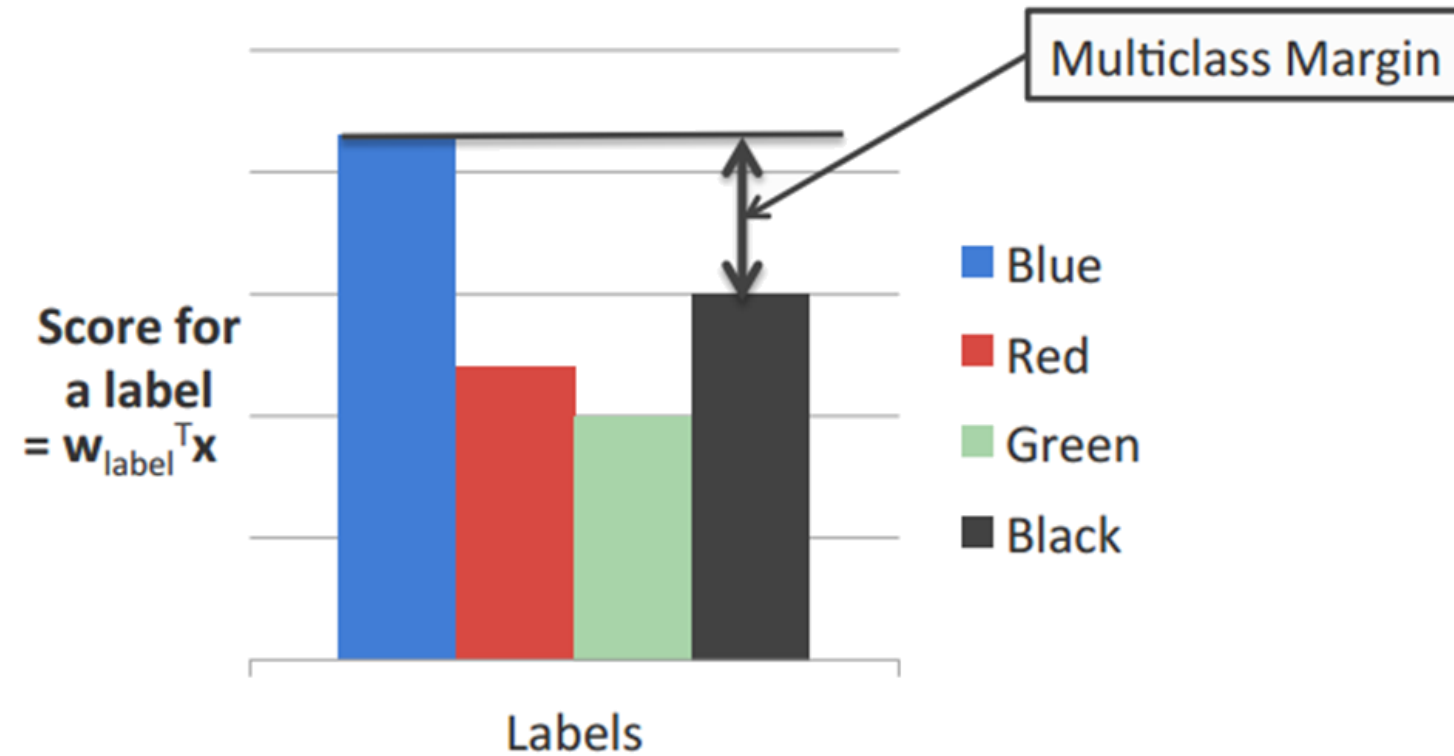


Aprender 3 clasificadores lineales hace más sentido en este contexto



¿Qué tipo de restricciones deberíamos imponer para poder hacerlo de forma conjunta?

Podemos extender la noción de margen, considerando ahora las predicciones de todos los clasificadores



¿Cómo podríamos escribir ahora este problema?

Suma de las **normas cuadráticas** de los pesos de los clasificadores

Suma de las violaciones del **margen** (variables **slack**)

$$\begin{aligned} \min_{\mathbf{w}_1, \mathbf{w}_2, \dots, \mathbf{w}_K, \xi} \quad & \frac{1}{2} \sum_k \mathbf{w}_k^T \mathbf{w}_k + C \sum_{(\mathbf{x}_i, \mathbf{y}_i) \in D} \xi_i \\ \text{s.t.} \quad & \mathbf{w}_{\mathbf{y}_i}^T \mathbf{x} - \mathbf{w}_k^T \mathbf{x} \geq 1 - \xi_i, \quad \forall (\mathbf{x}_i, \mathbf{y}_i) \in D, \\ & \quad \quad \quad k \in \{1, 2, \dots, K\}, k \neq \mathbf{y}_i, \\ & \quad \quad \quad \forall i. \\ & \xi_i \geq 0, \end{aligned}$$

Restricción principal: el puntaje para la clase correcta debe ser superior al de cualquier otra clase más un **margen** (en este caso igual a 1)

Variable **slack** que mide para cada ejemplo la violación que produce del margen.

Variables **slack** deben ser positivas

Pontificia Universidad Católica de Chile  
Escuela de Ingeniería  
Departamento de Ciencia de la Computación



# Fundamentos de Machine Learning

Extensiones de SVM – Exemplar y Multiclass SVM

Hans Löbel

Dpto. Ingeniería de Transporte y Logística  
Dpto. Ciencia de la Computación