

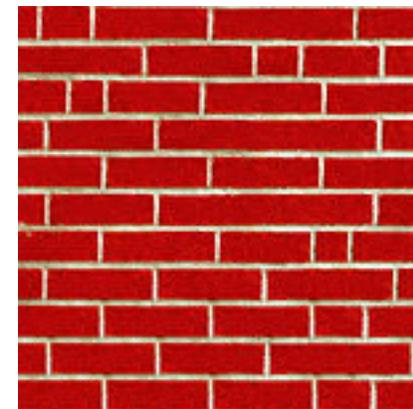
Computer Vision

Lecture 6

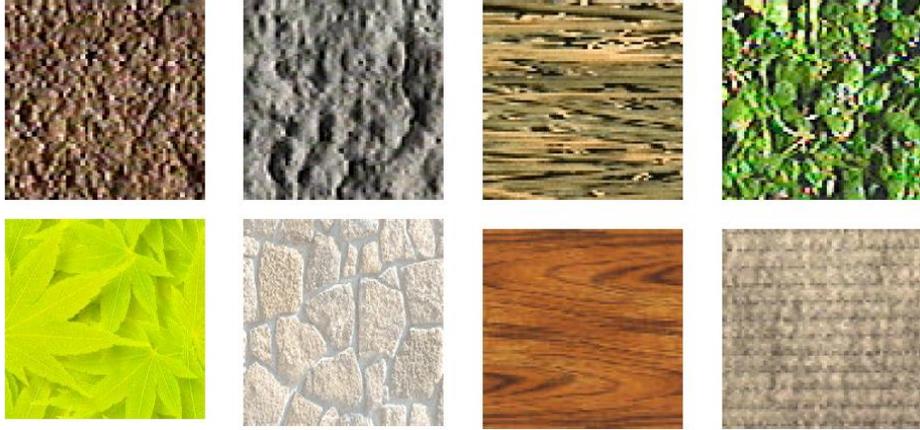
Texture



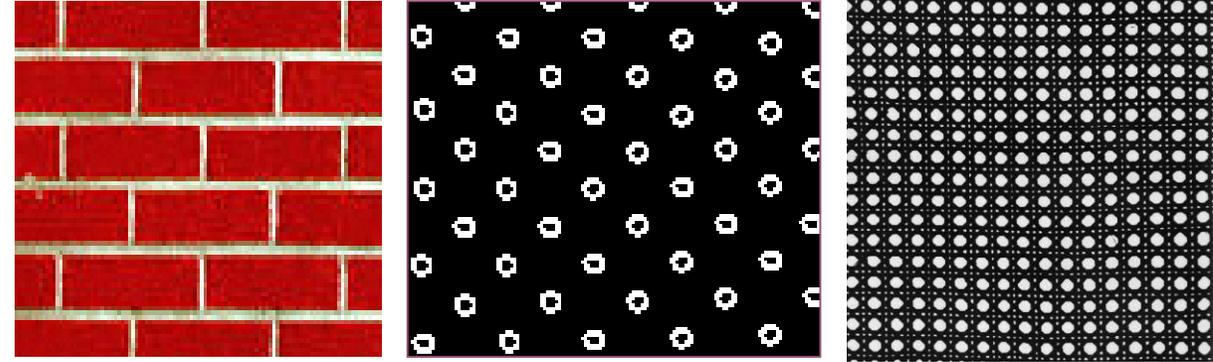
Dr. Ali Mahmoud Mayya
Computer Science Dept.
AL Manara University, Syria
2024



Why is Texture?



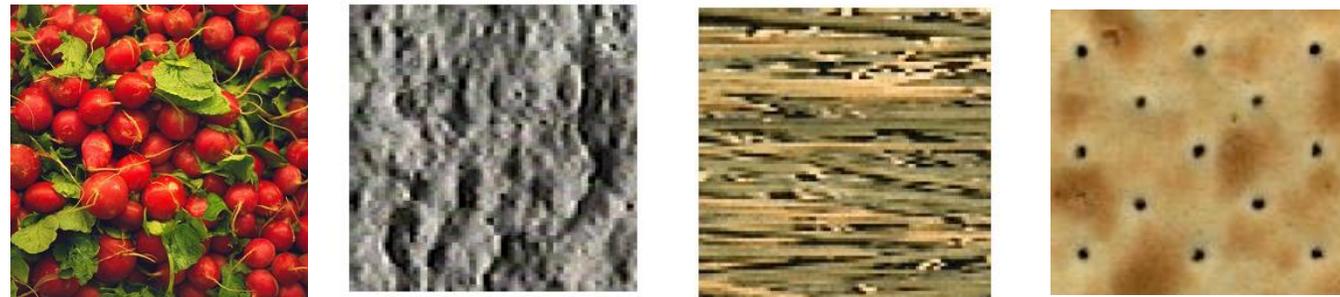
Regular Patterns



- **Shape from texture**

- Estimate surface orientation or shape from image texture

- تخمين **اتجاه** السطح أو **شكله** من تحليل نسيج الصورة



Random Patterns

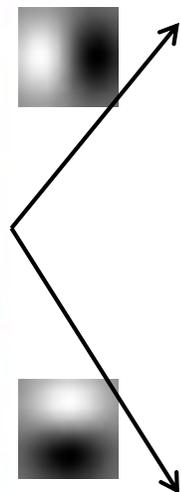
Texture-related tasks

- **Shape from texture**
 - Estimate surface orientation or shape from image texture
- **Segmentation/classification** from texture cues
 - Analyze, represent texture
 - Group image regions with consistent texture
- **Synthesis**
 - Generate new texture patches/images given some examples

Texture representation تمثيل النسيج



original image



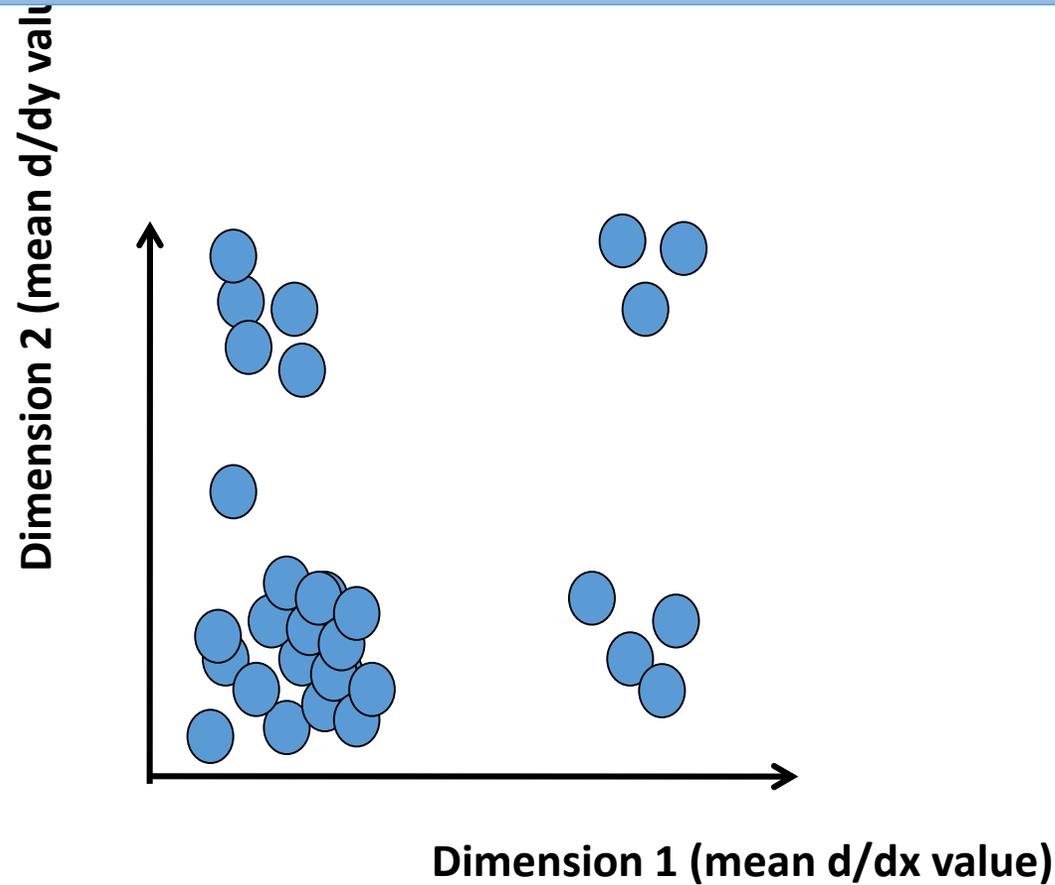
derivative filter responses, squared

	<u>mean</u> <u>d/dx</u> <u>value</u>	<u>mean</u> <u>d/dy</u> <u>value</u>
Win. #1	4	10
Win.#2	18	7
Win.#9	20	20

⋮

statistics to summarize
: patterns in small
windows

Texture representation تمثيل النسيج



	<u>mean d/dx value</u>	<u>mean d/dy value</u>
Win. #1	4	10
Win.#2	18	7
Win.#9	20	20

⋮

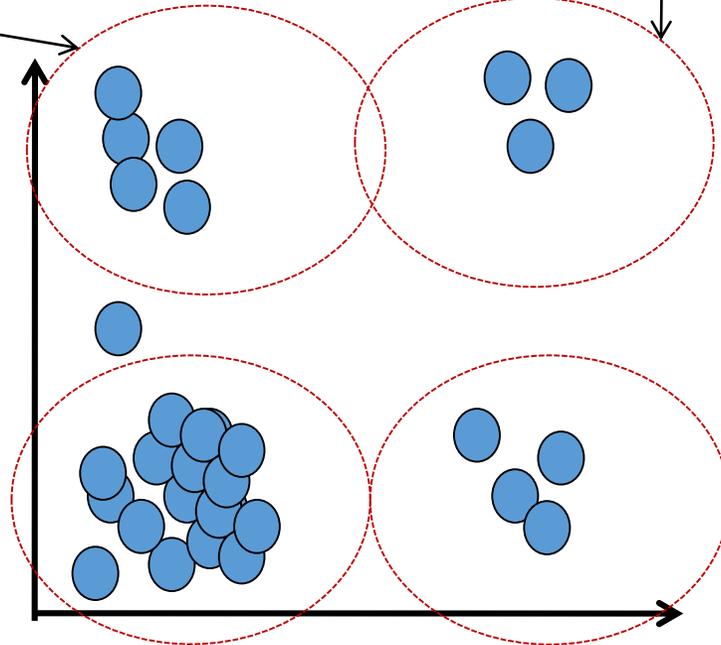
statistics to summarize
: patterns in small
windows

تمثيل النسيج Texture representation

Windows with primarily horizontal edges

النوافذ التي تتضمن حواف أفقية

Dimension 2 (mean d/dy value)



Windows with small gradient in both directions

النوافذ التي تتضمن مشتق صغير في كلا الاتجاهين

Windows with primarily vertical edges

النوافذ التي تتضمن حواف عمودية

Both

النوافذ التي تتضمن كلا الحواف الأفقية والعمودية

	<u>mean d/dx value</u>	<u>mean d/dy value</u>
Win. #1	4	10
Win.#2	18	7
Win.#9	20	20

⋮

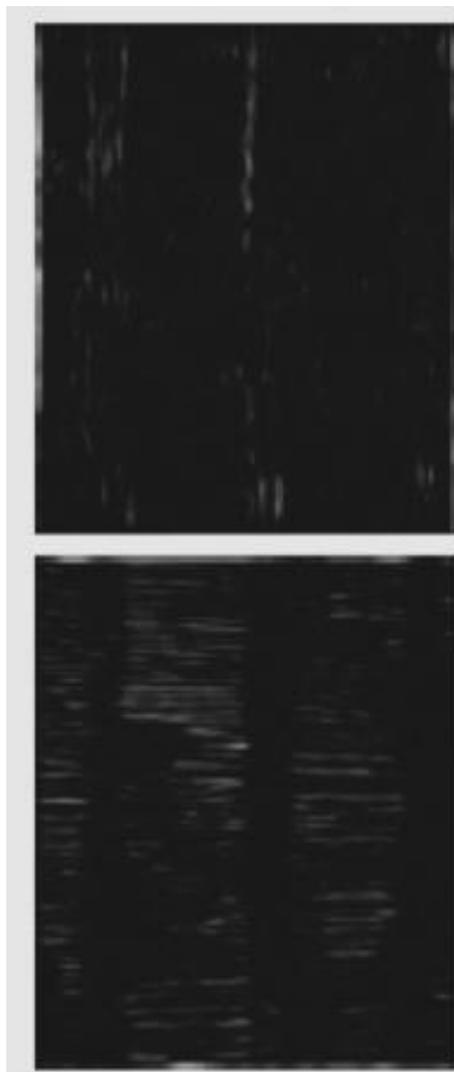
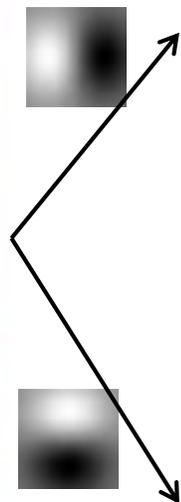
statistics to summarize patterns in small windows

:

تمثيل النسيج Texture representation



original image



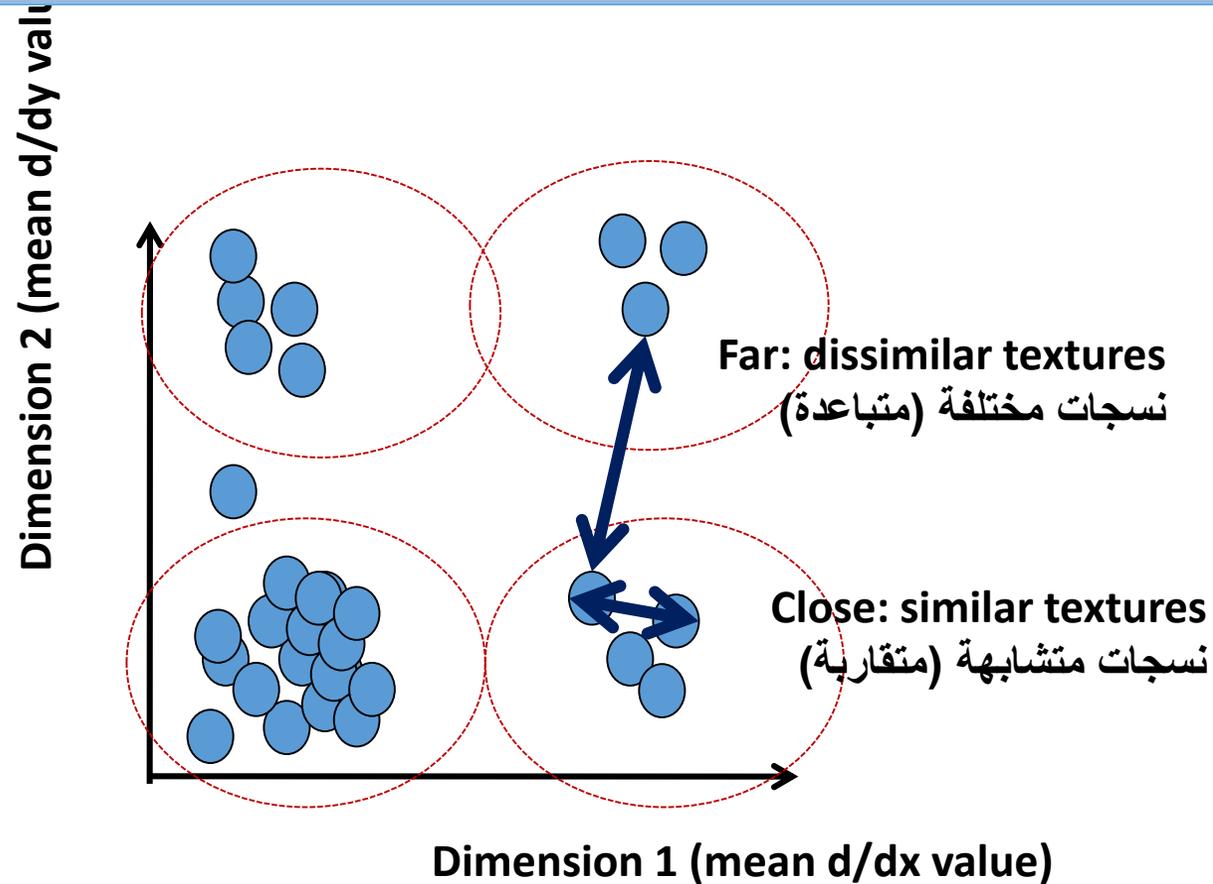
derivative filter
responses, squared



visualization of the
assignment to texture
"types"

السمات التي تتضمن حواف
أفقية: رمادي غامق
حواف عمودية: رمادي فاتح
بقية المناطق: أسود

تمثيل النسيج Texture representation

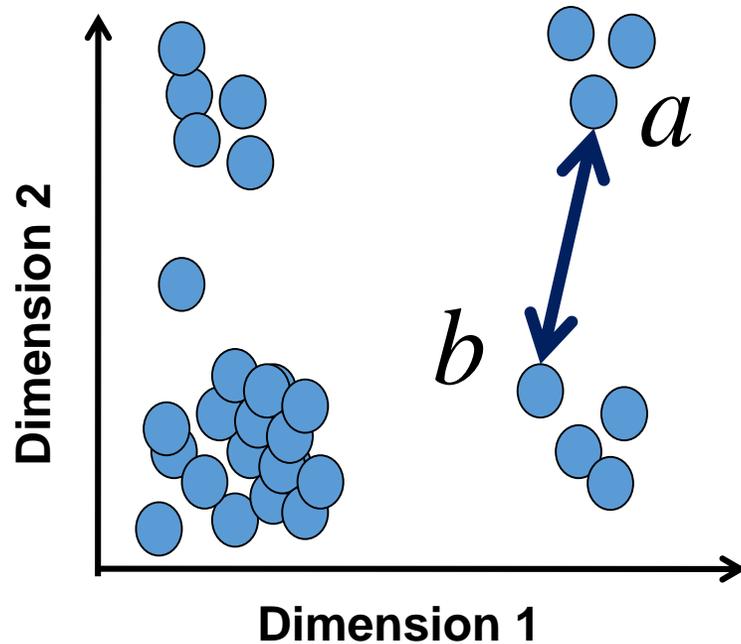


	<u>mean</u> <u>d/dx</u> <u>value</u>	<u>mean</u> <u>d/dy</u> <u>value</u>
Win. #1	4	10
Win.#2	18	7
Win.#9	20	20

⋮

statistics to summarize
patterns in small
windows

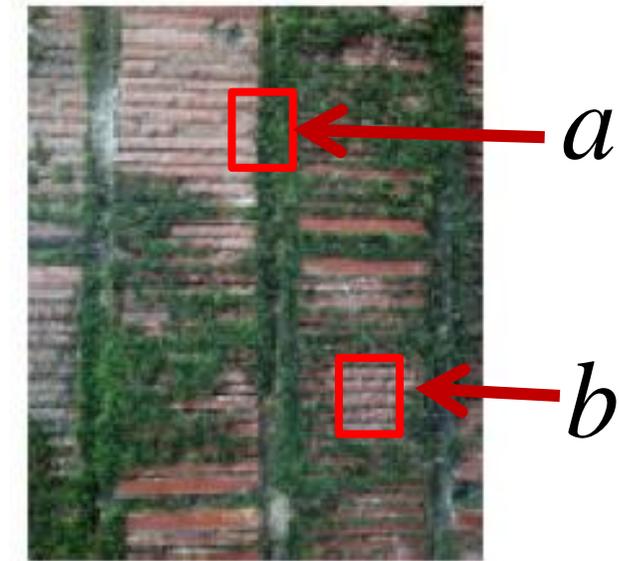
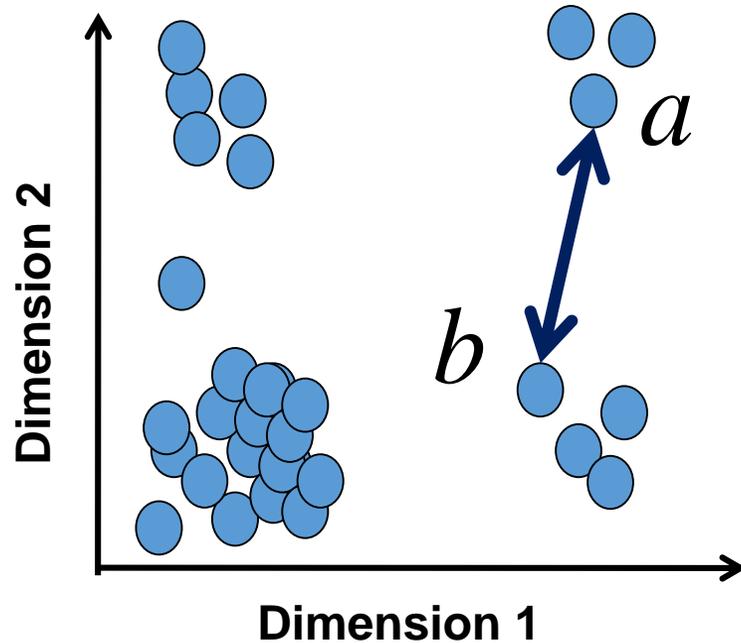
تمثيل النسيج Texture representation



$$D(a, b) = \sqrt{(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2}$$

المسافة الإقليدية بين
مجموعتين من النسجات

تمثيل النسيج Texture representation



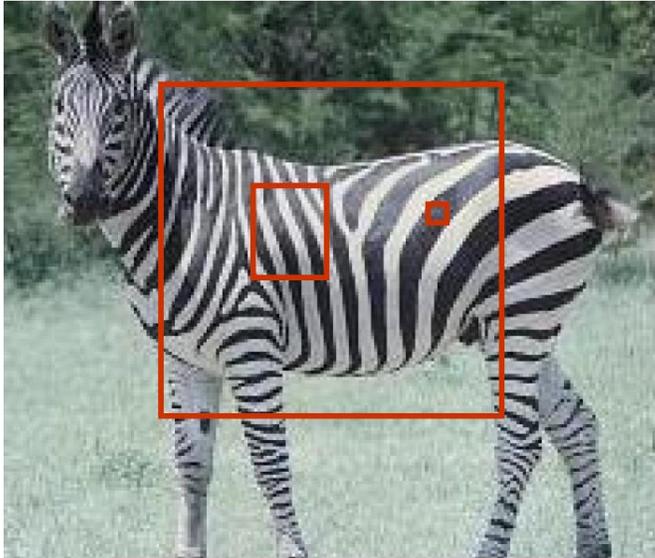
Distance reveals how dissimilar texture from window a is from texture in window b.

المسافة بين النسجات تكشف مدى اختلاف النسيج في النافذة a من النسيج في النافذة b.

تمثيل النسيج (window Scale) Texture representation

- We're assuming we know the relevant window size for which we collect these statistics.

• بافتراض أننا نعلم حجم النافذة المناسب لجمع إحصائيات النسيج



Possible to perform **scale selection** by looking for window scale where texture description not changing.

الفكرة: إنجاز عملية اختيار لحجم النافذة من خلال البحث عن الحجم الذي لا يتغير ضمنه وصف النسيج

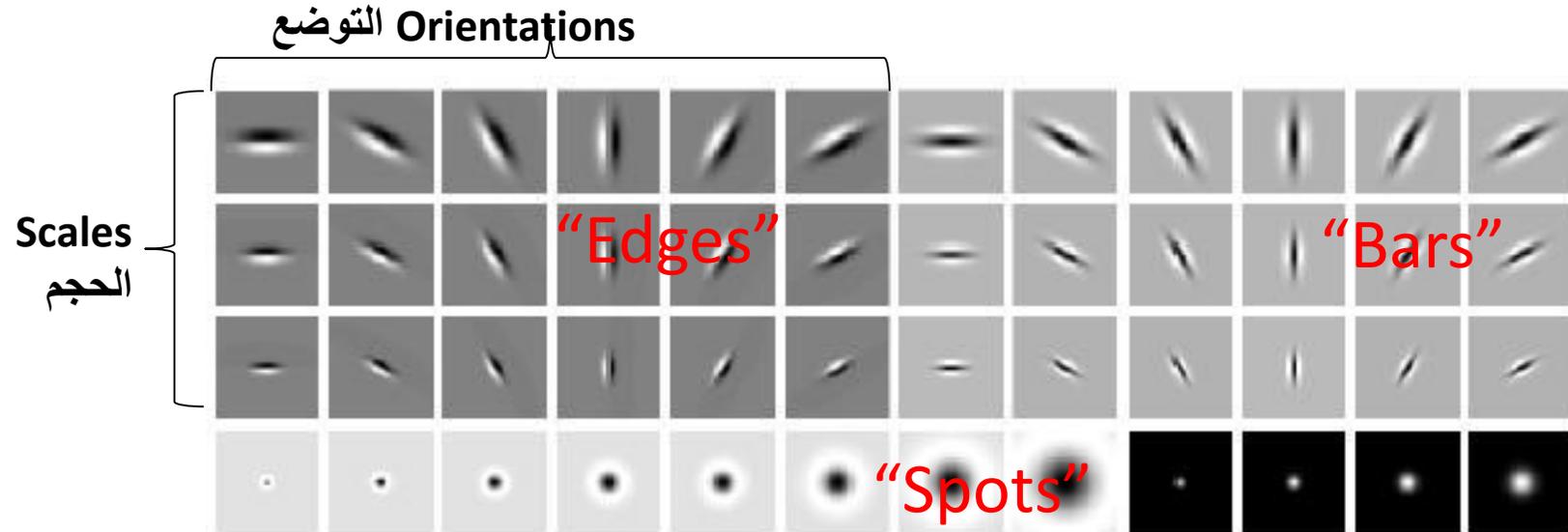
Filter Bank

- Our previous example used two filters, and resulted in a 2-dimensional feature vector to describe texture in a window.

• في المثال السابق استخدمنا مرشحين وحصلنا على شعاعي سمات ثنائيي البعد لوصف النسيج في نافذة من الصورة.

- x and y derivatives revealed something about local structure.

• تكشف المشتقات على كل من x و y شيئاً حول البنية المحلية للشكل.



- We can generalize to apply a collection of multiple (d) filters: a "filter bank"

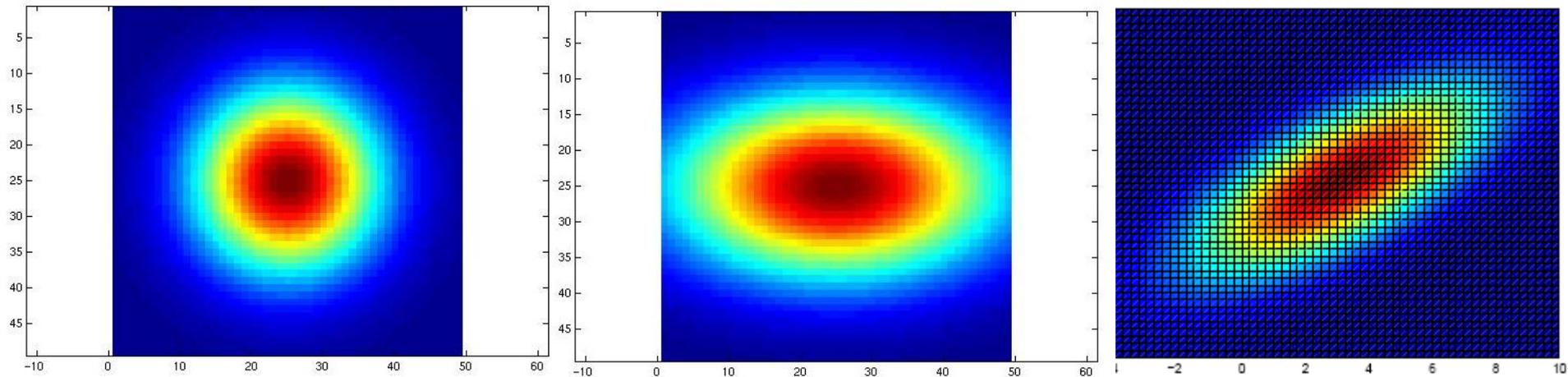
• يمكن تعميم فكرة تغيير الاتجاه والحجم للحصول على مجموعة من المرشحات نسميها بنك المرشحات.

- Then our feature vectors will be d -dimensional.

• ستكون أشعة السمات ذات بعد متعدد d

Filter Bank: Multivariate Gaussian

$$p(x; \mu, \Sigma) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |\Sigma|^{1/2}} \exp \left(-\frac{1}{2} (x - \mu)^T \Sigma^{-1} (x - \mu) \right).$$

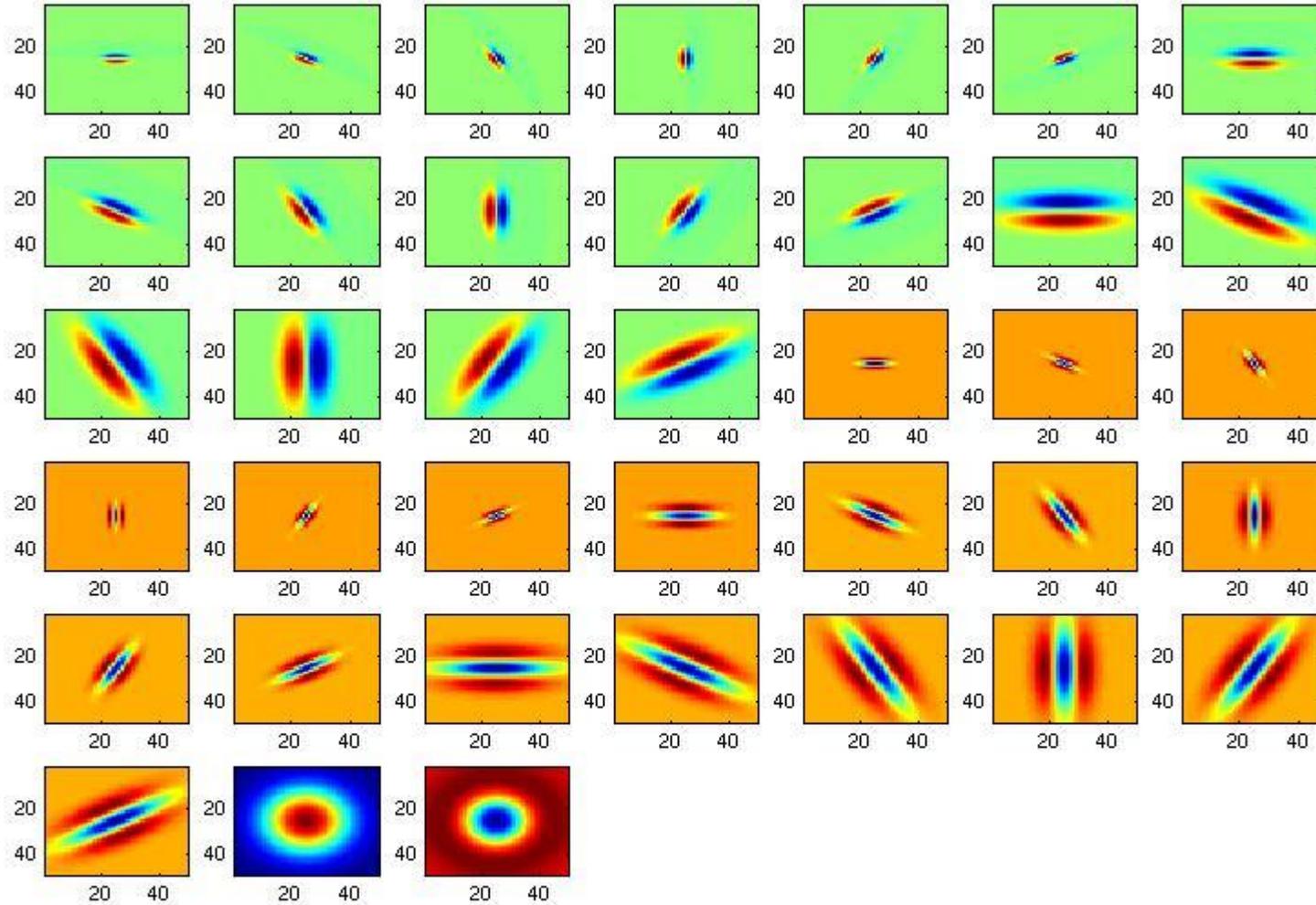


$$\Sigma = \begin{bmatrix} 9 & 0 \\ 0 & 9 \end{bmatrix}$$

$$\Sigma = \begin{bmatrix} 16 & 0 \\ 0 & 9 \end{bmatrix}$$

$$\Sigma = \begin{bmatrix} 10 & 5 \\ 5 & 5 \end{bmatrix}$$

Filter Bank

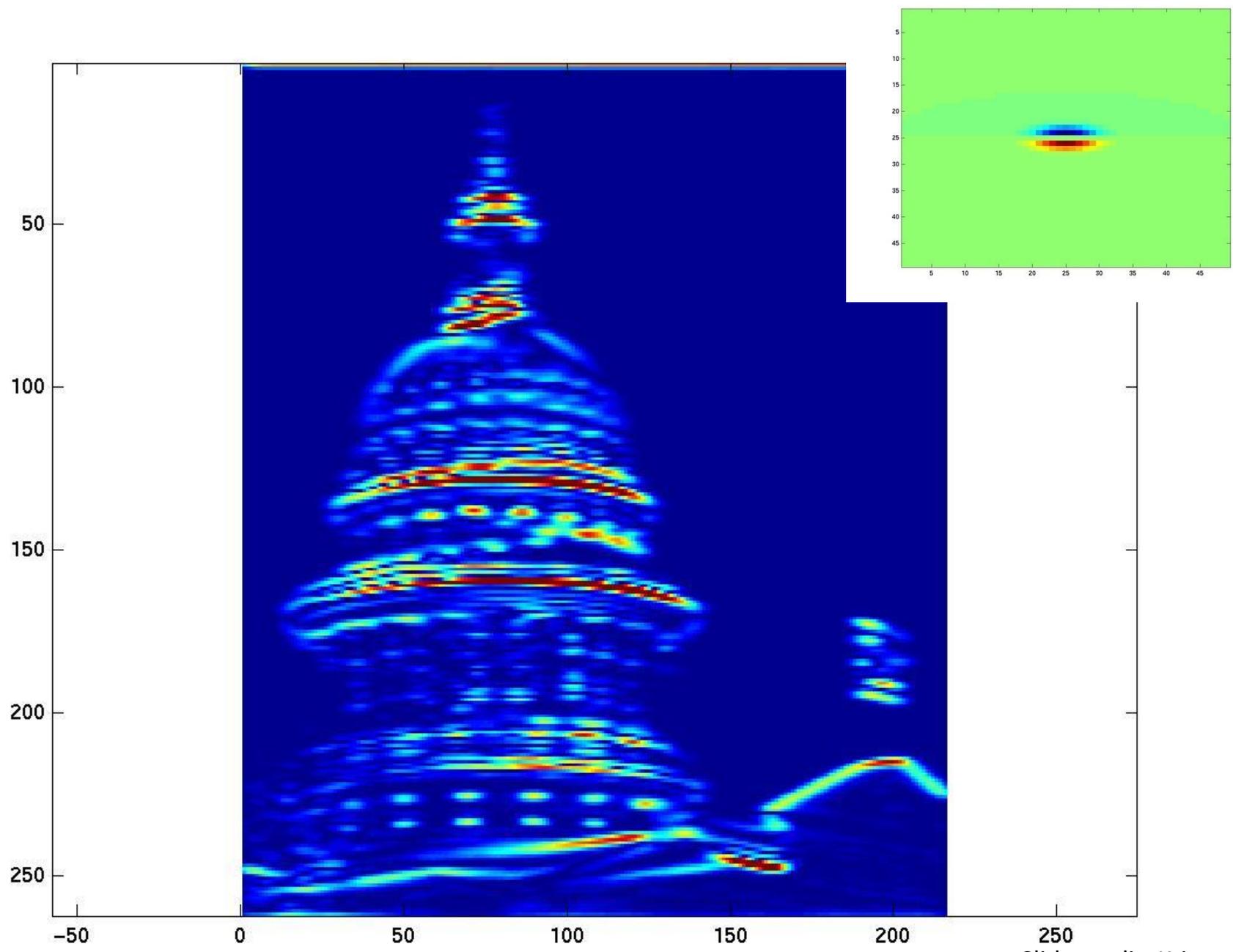


Slide credit: Kristen
Grauman

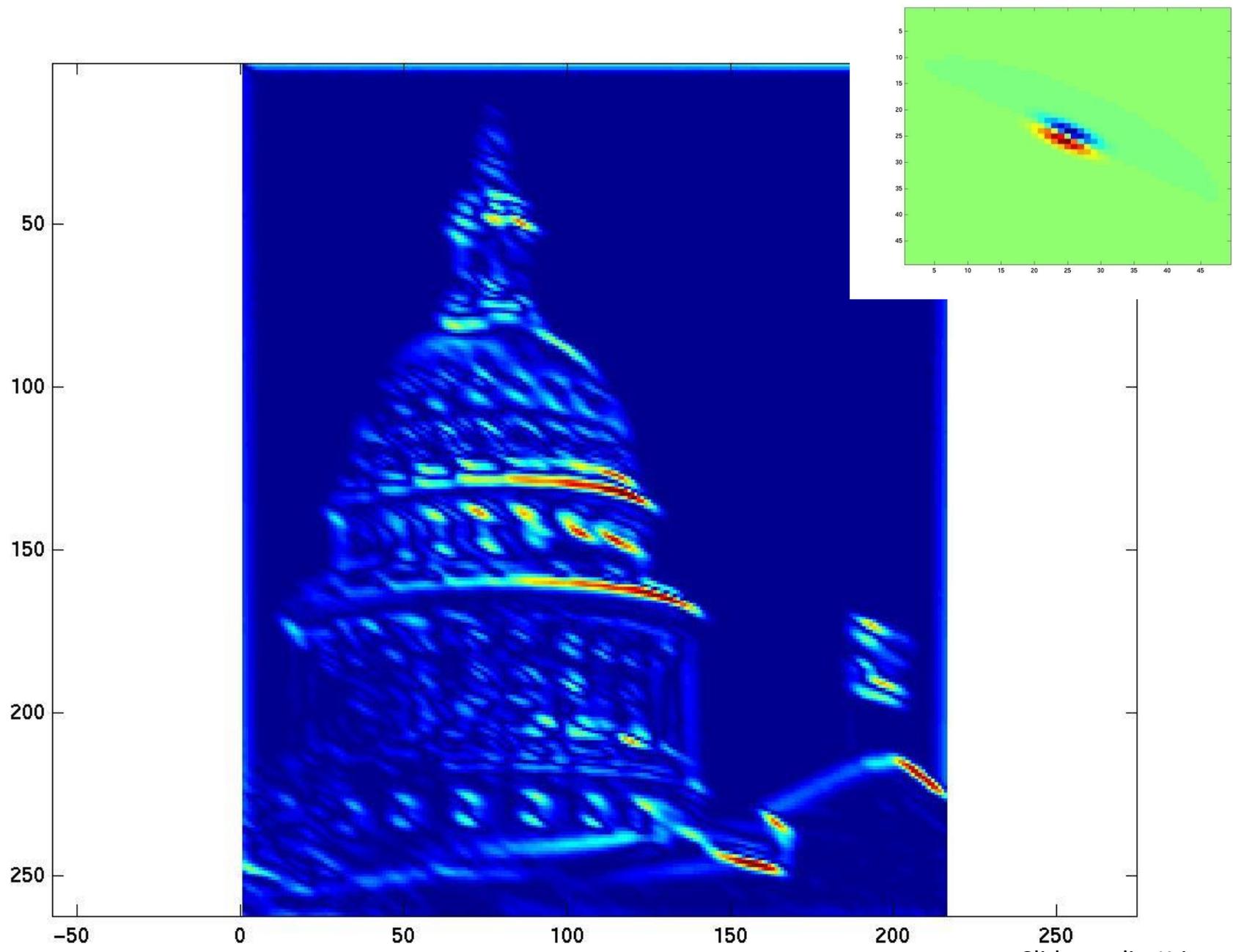
Image from <http://www.te>



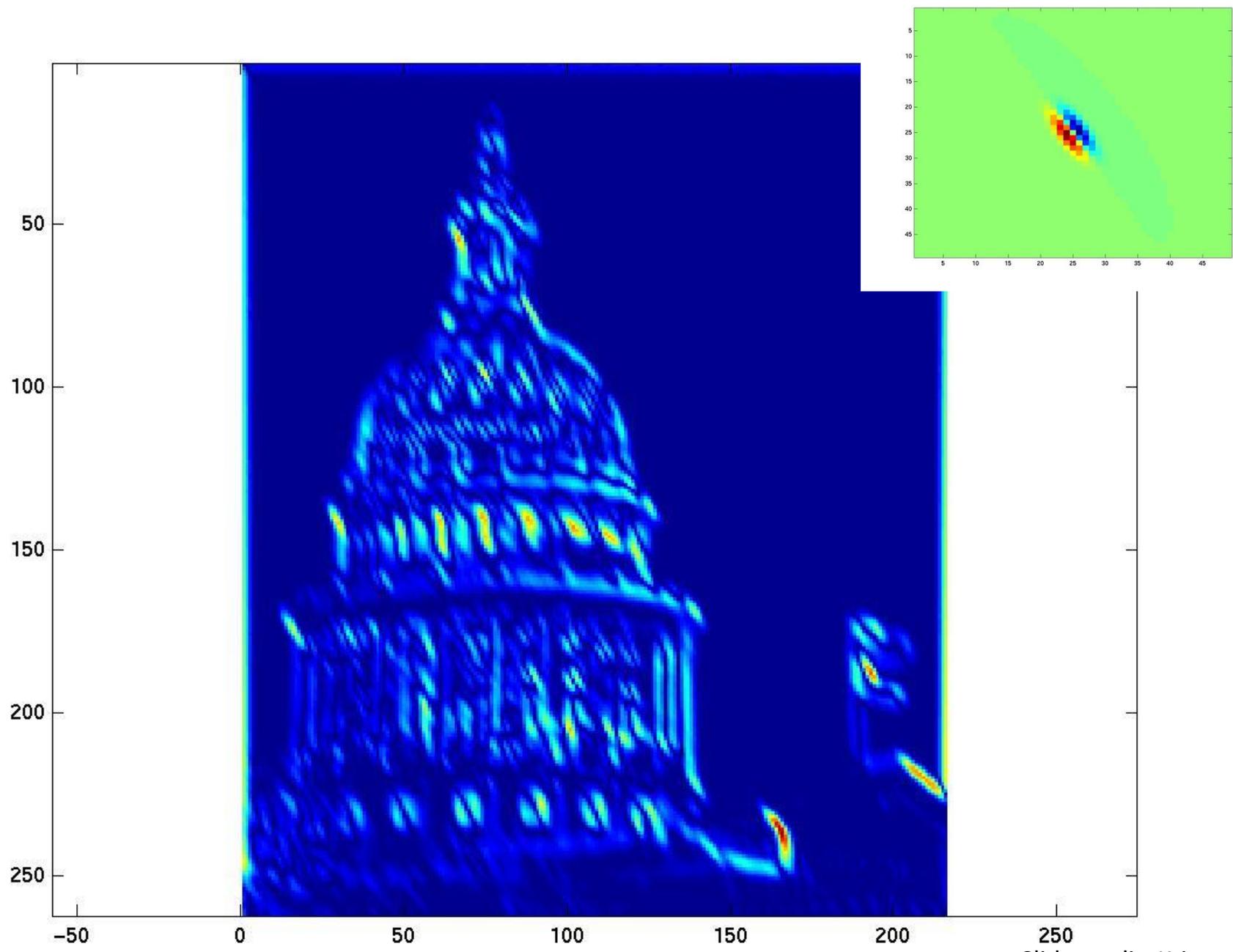
Slide credit: Kristen
Grauman



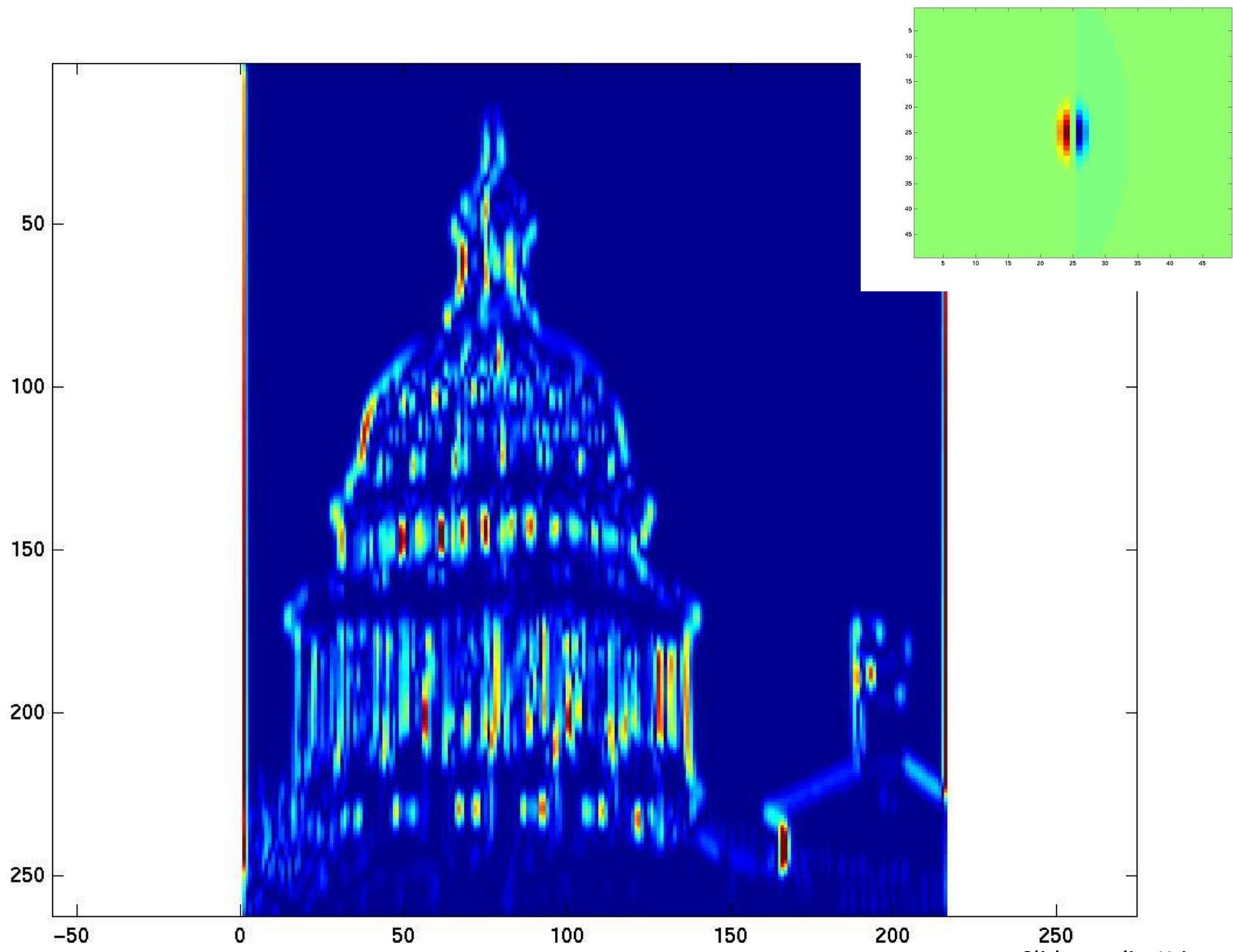
Slide credit: Kristen Grauman



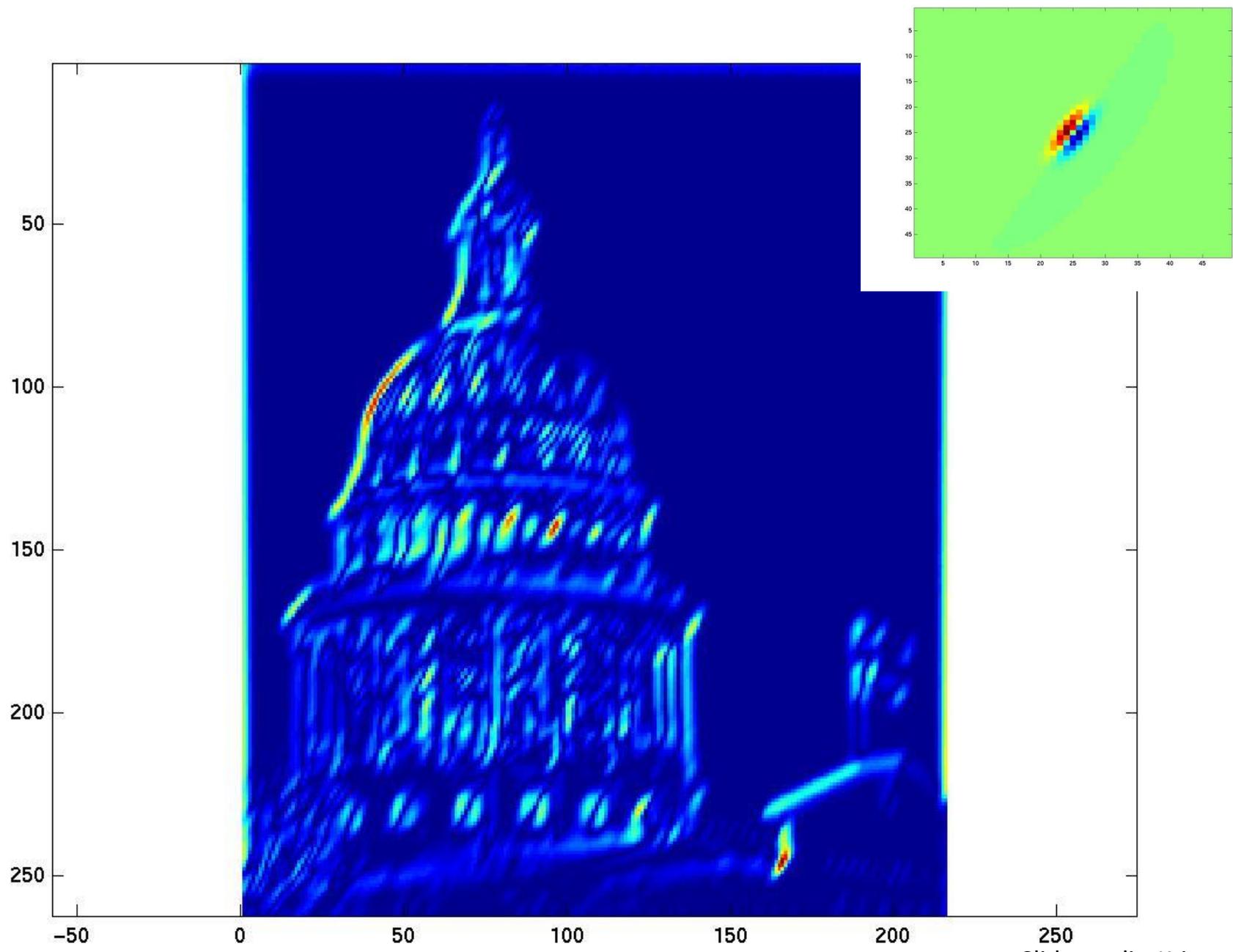
Slide credit: Kristen
Grauman



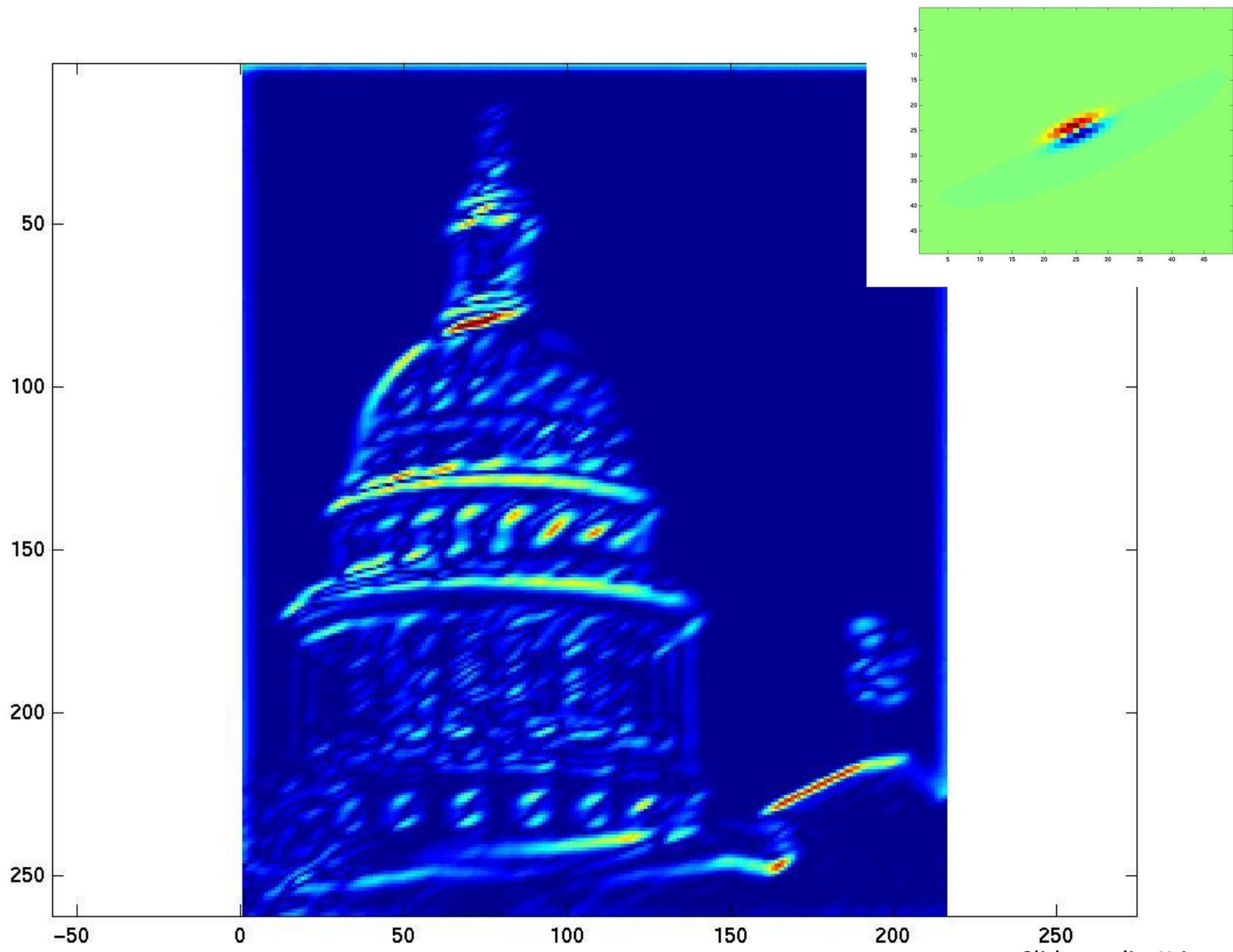
Slide credit: Kristen Grauman



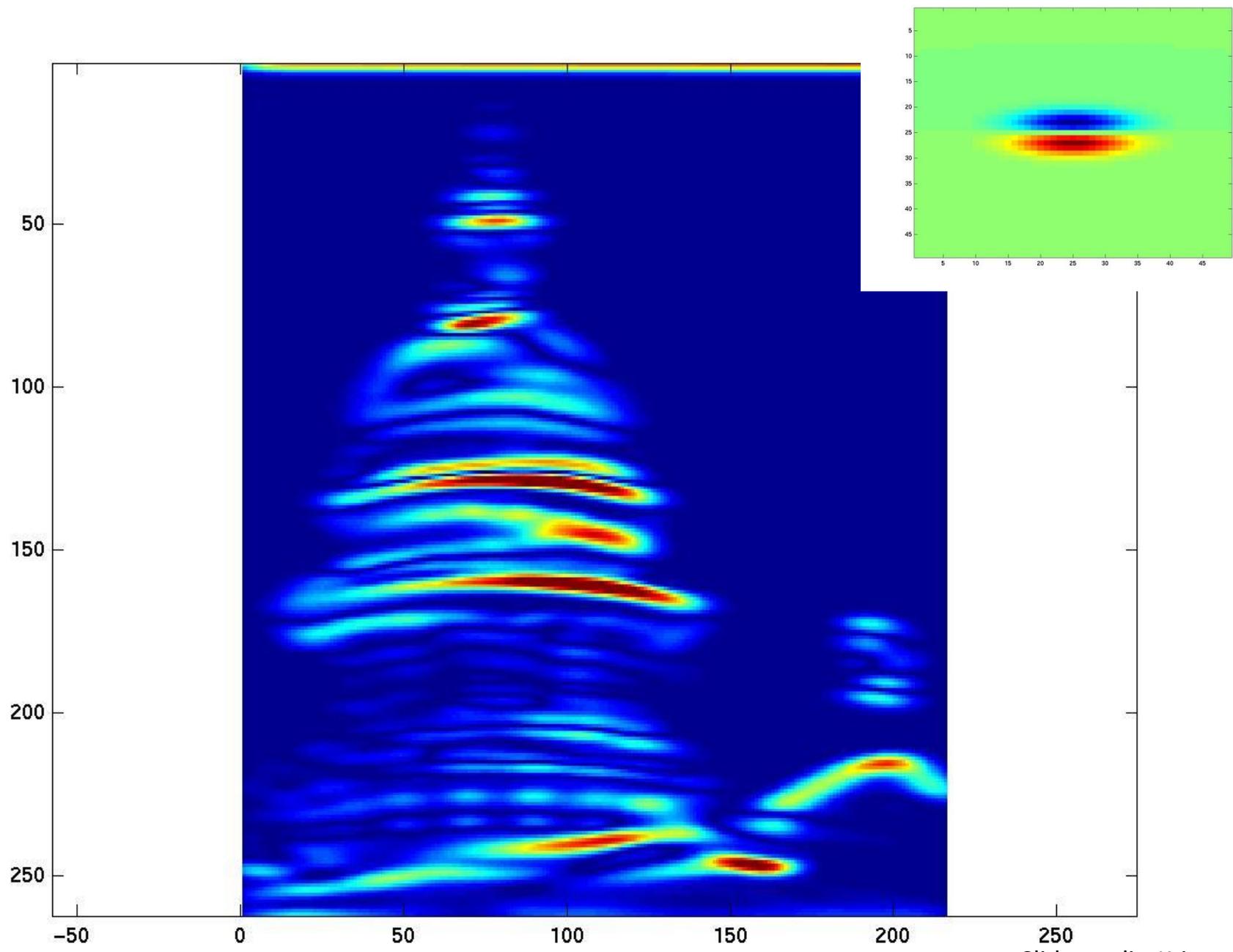
Slide credit: Kristen Grauman



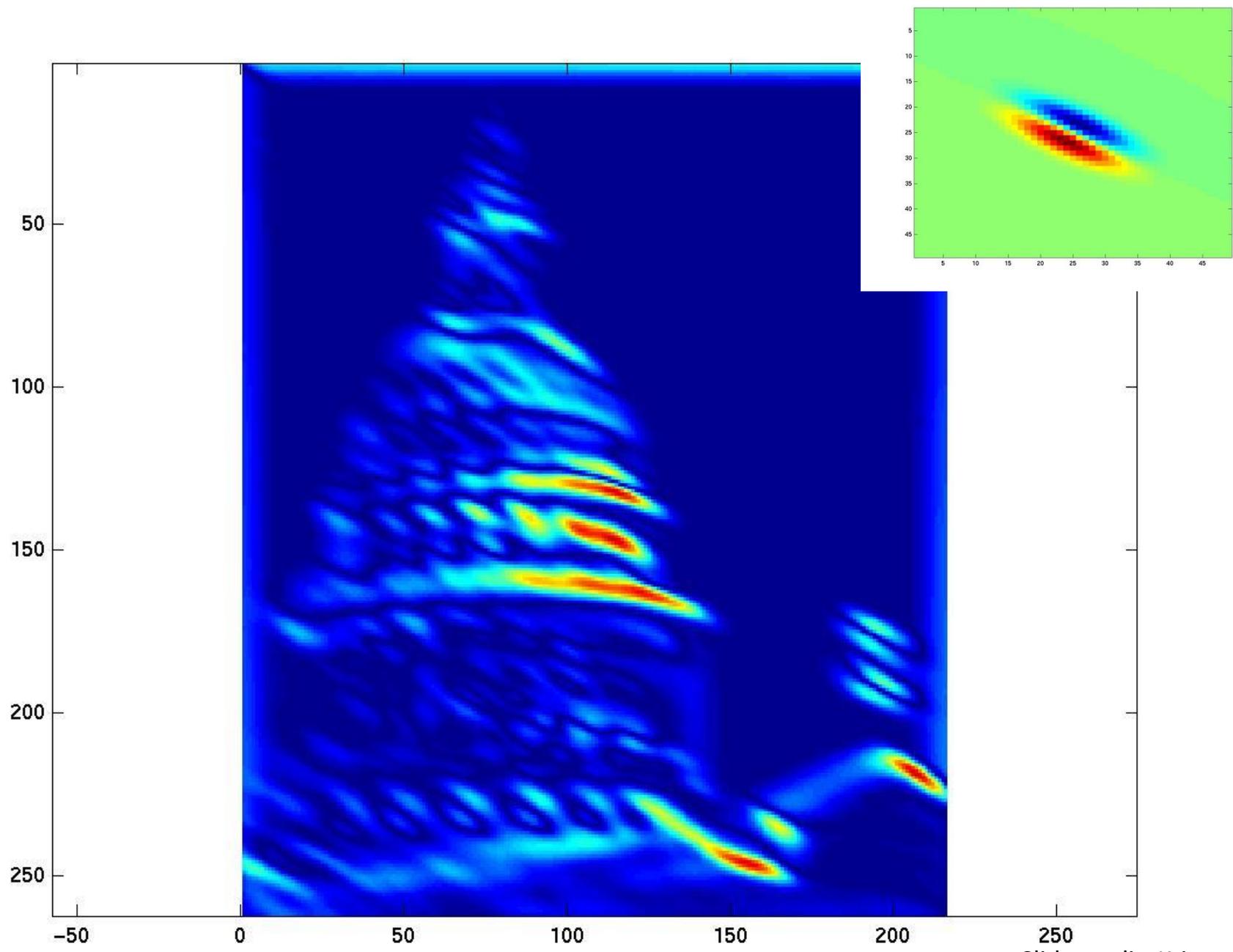
Slide credit: Kristen Grauman



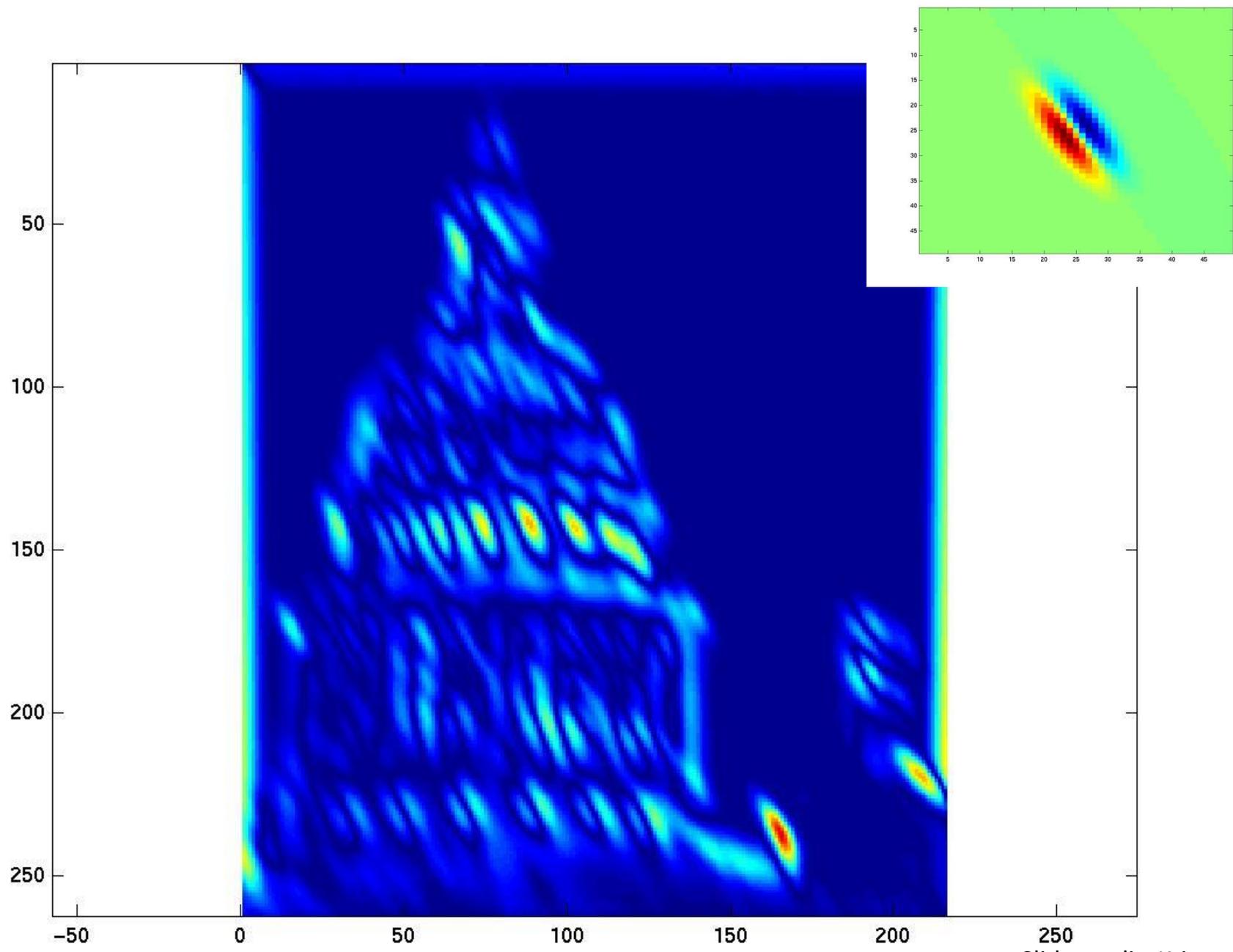
Slide credit: Kristen Grauman



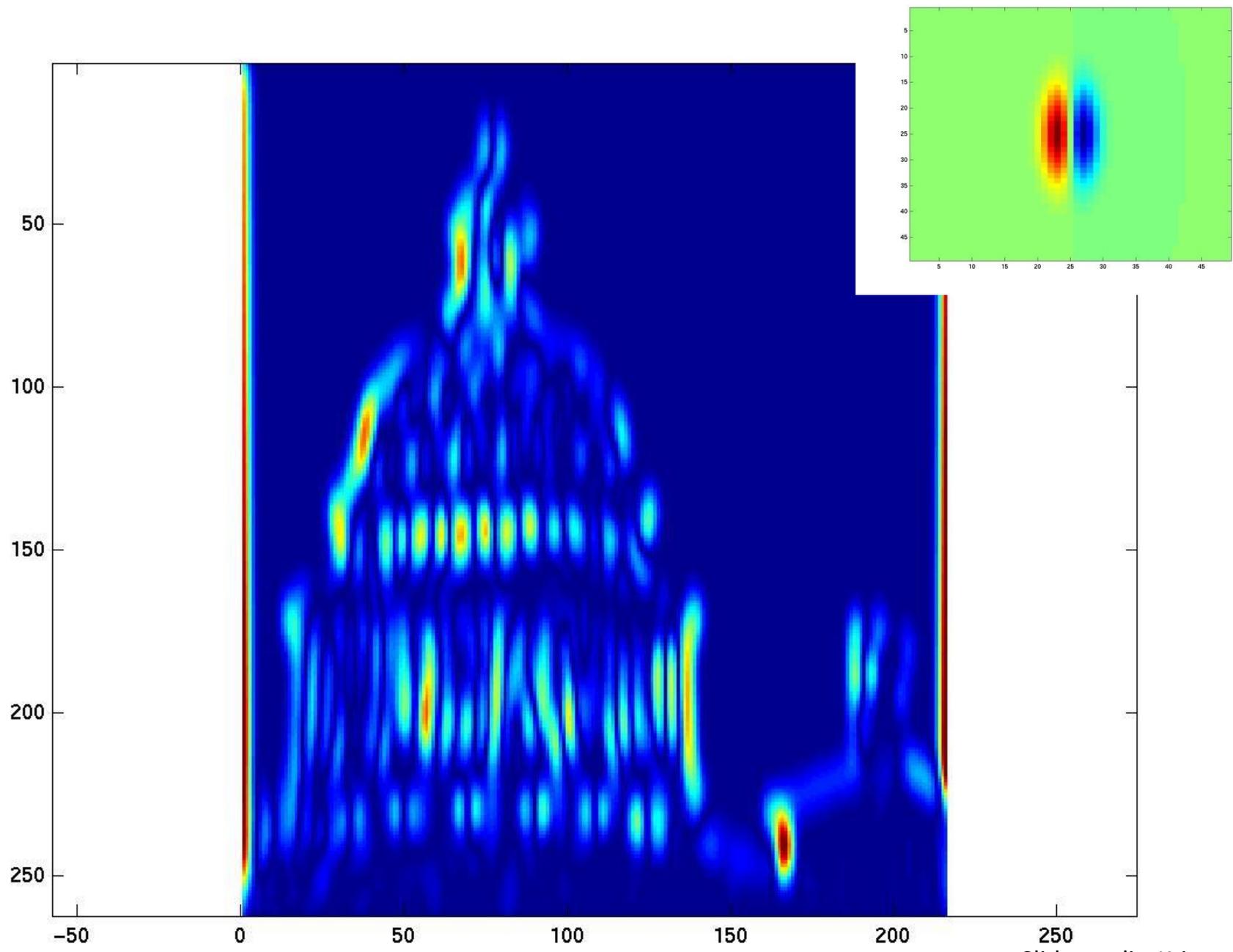
Slide credit: Kristen
Grauman



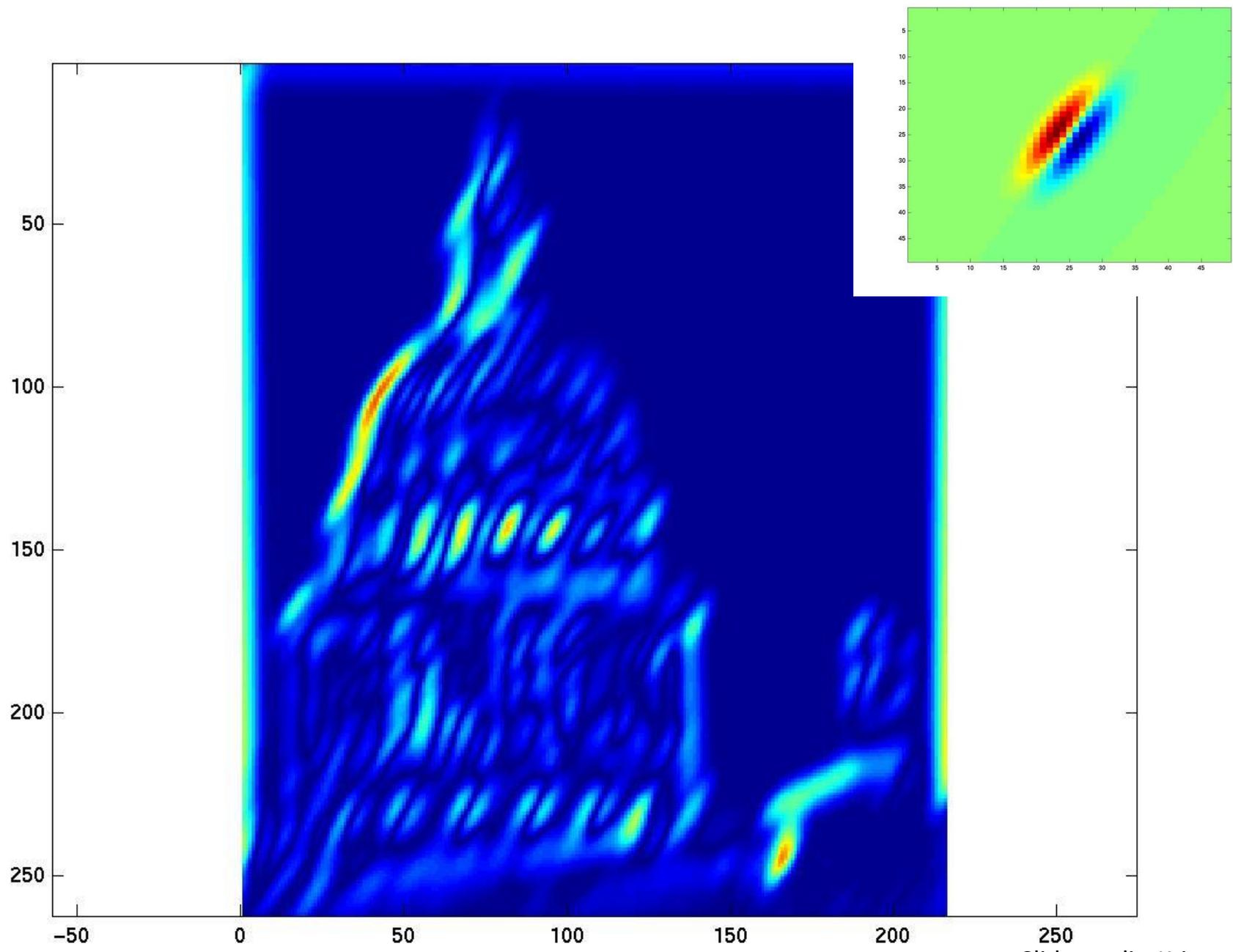
Slide credit: Kristen
Grauman



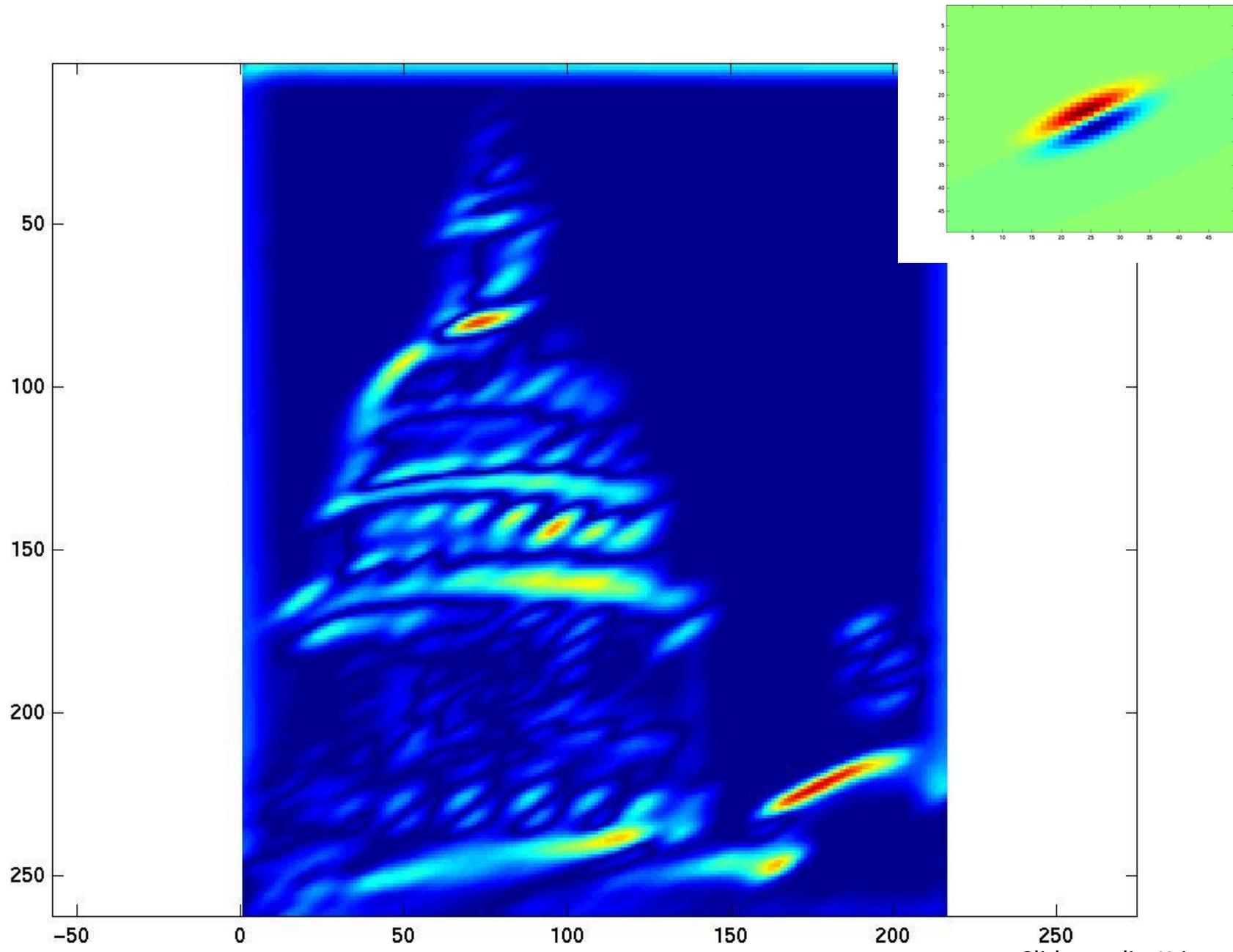
Slide credit: Kristen
Grauman



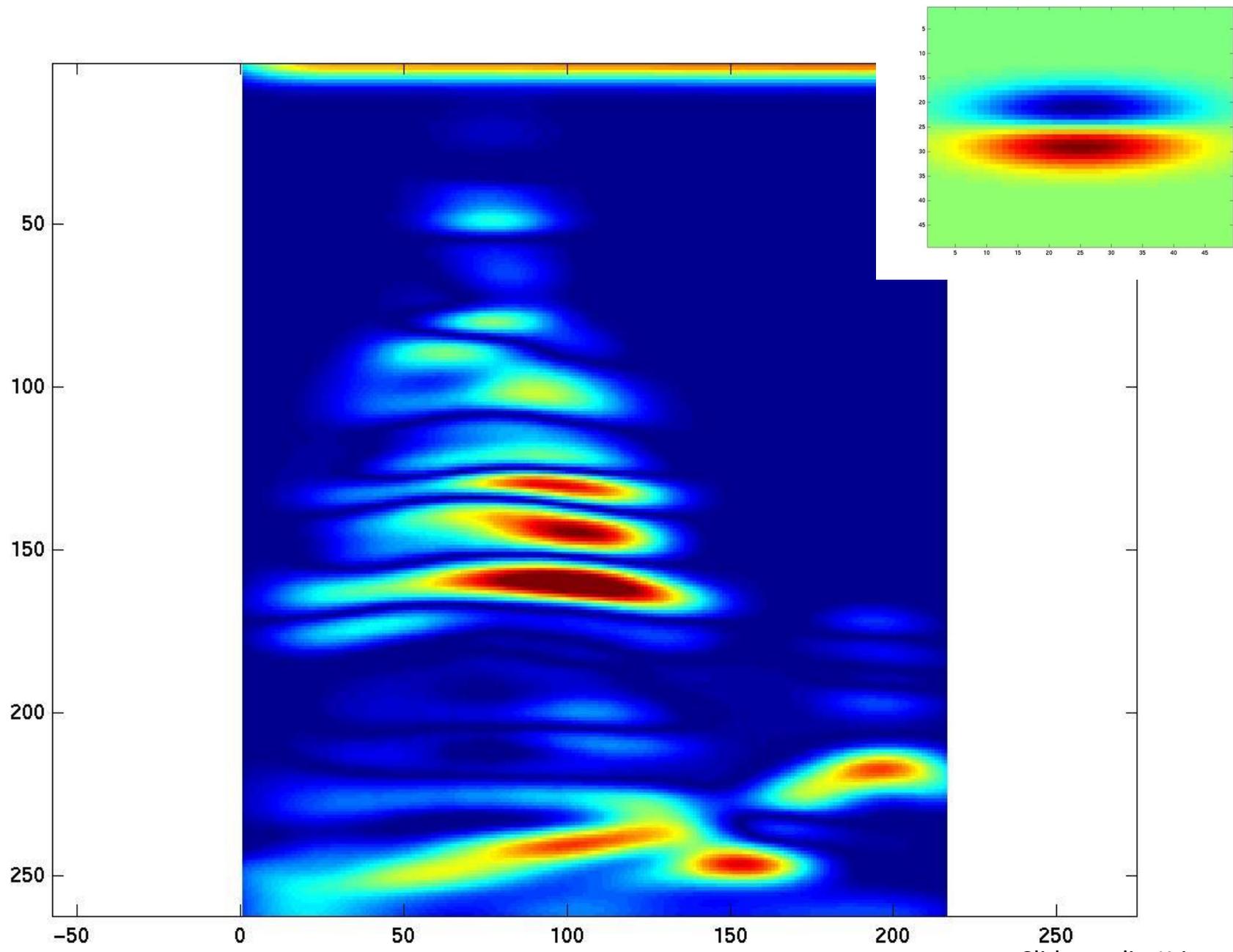
Slide credit: Kristen
Grauman



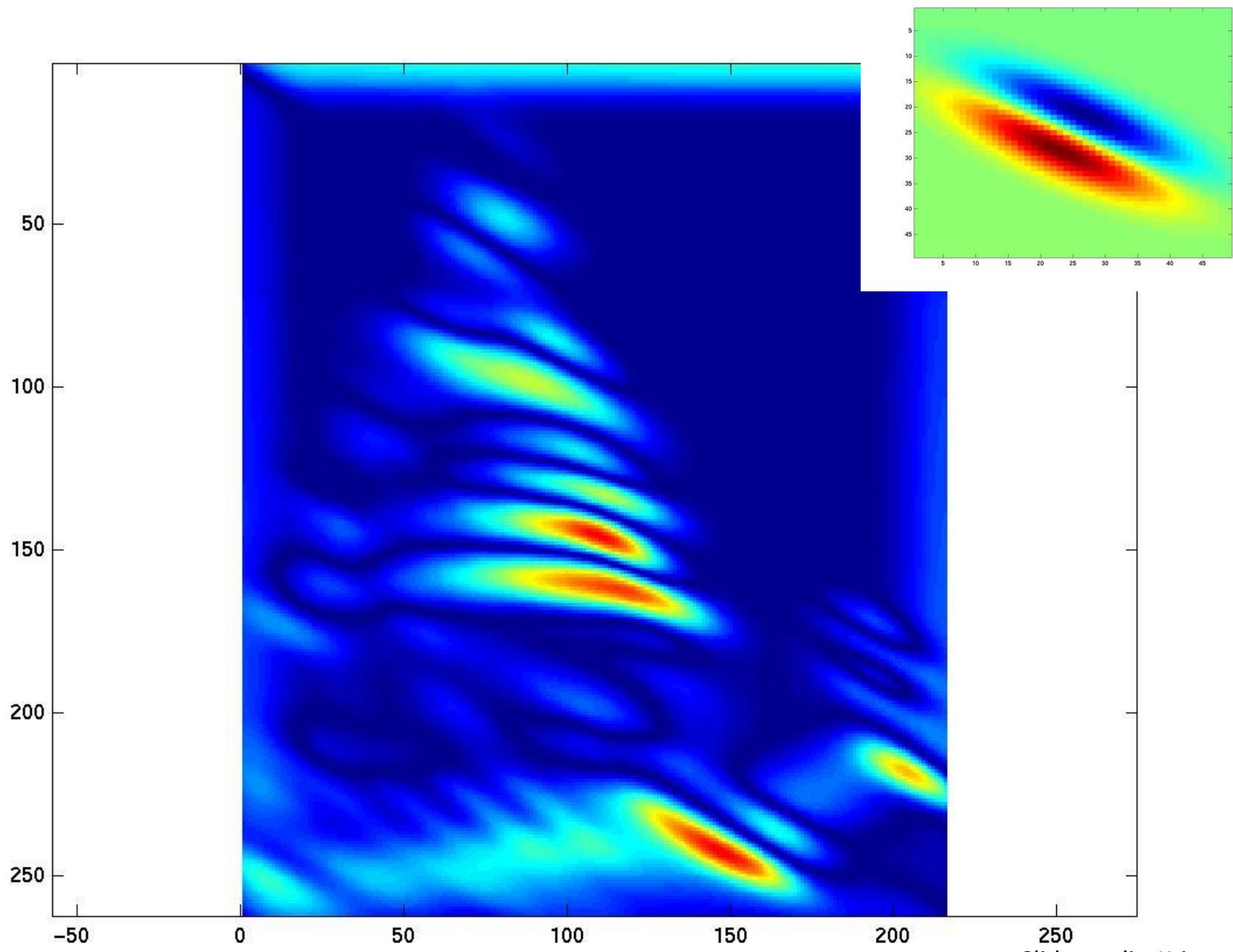
Slide credit: Kristen
Grauman



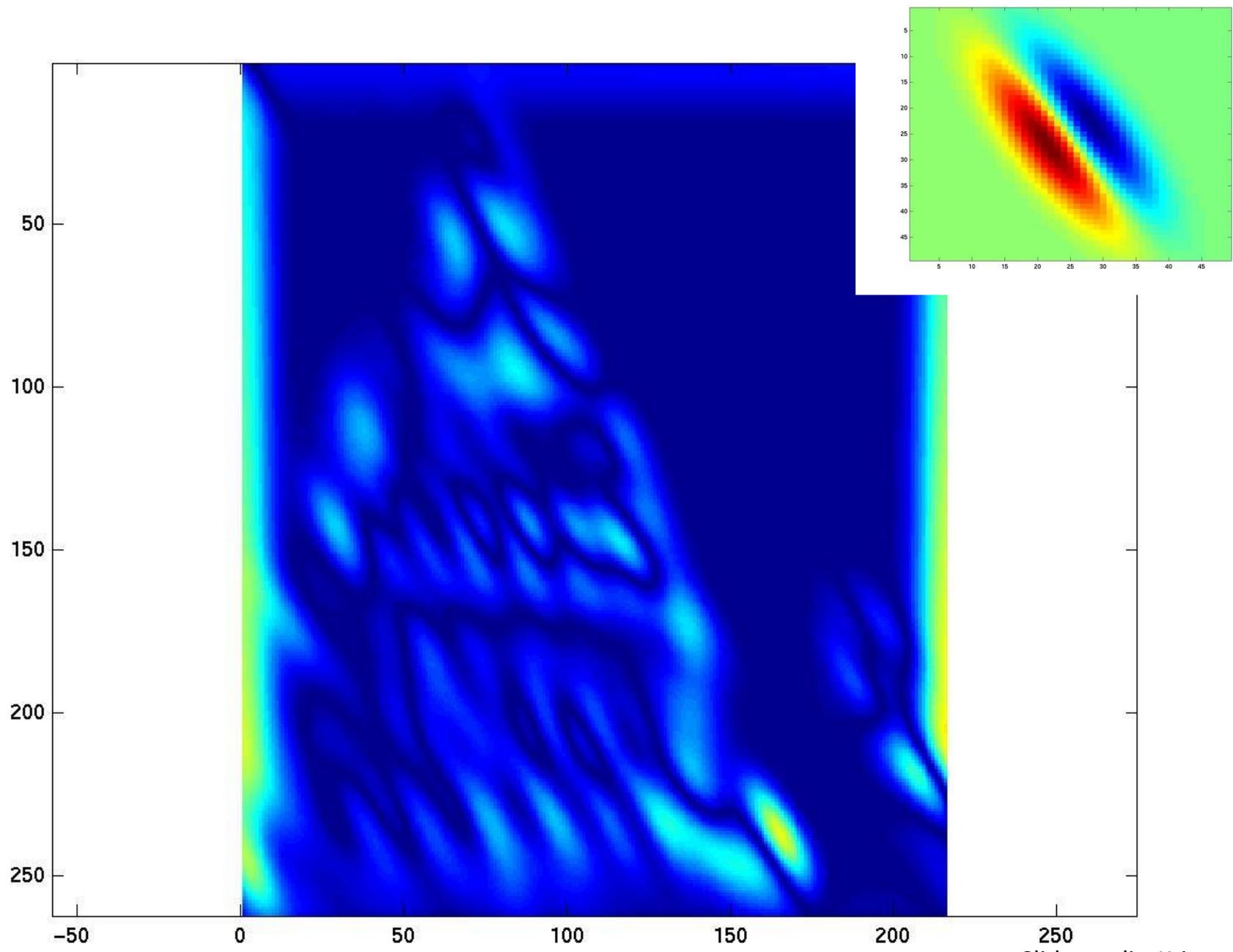
Slide credit: Kristen
Grauman



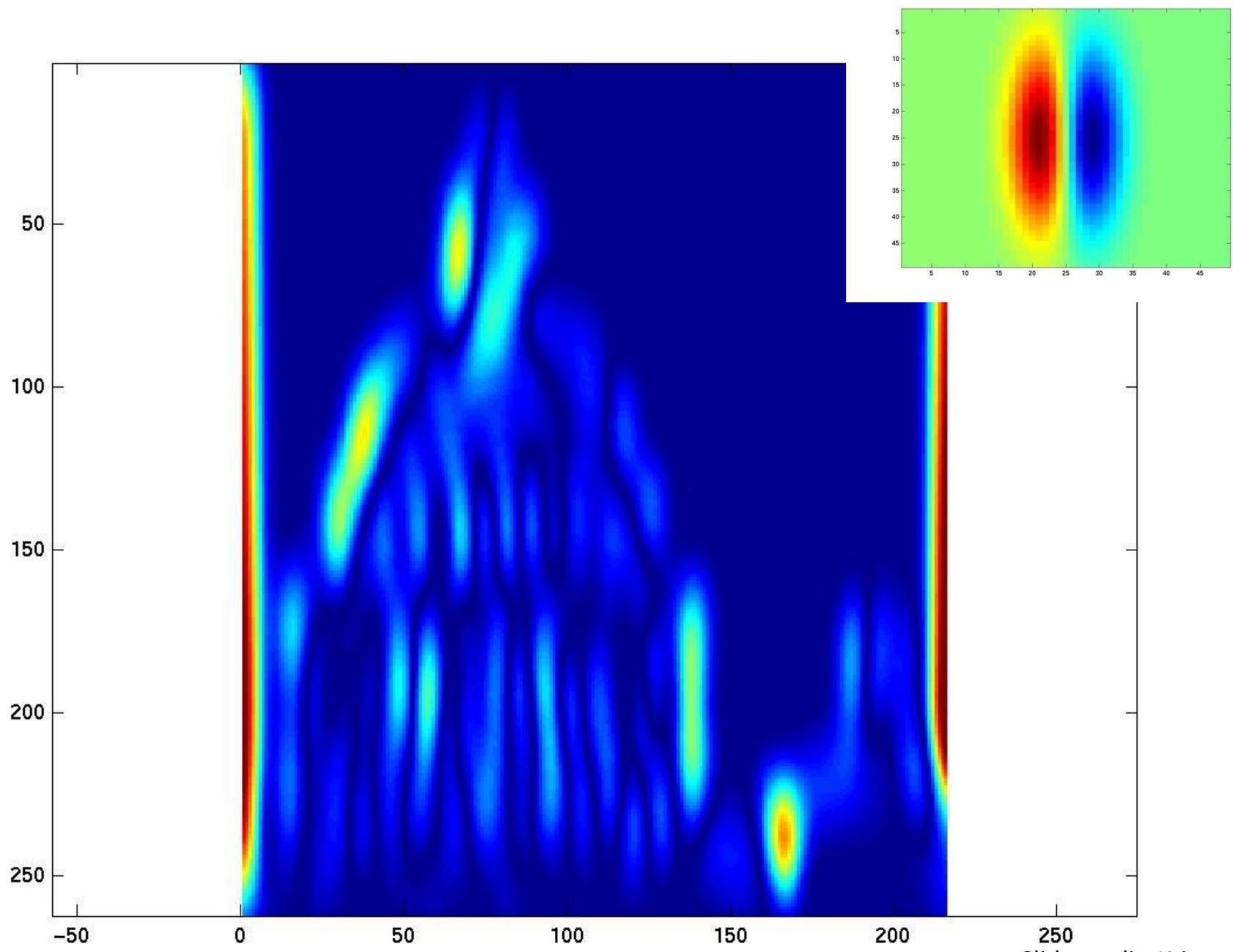
Slide credit: Kristen
Grauman



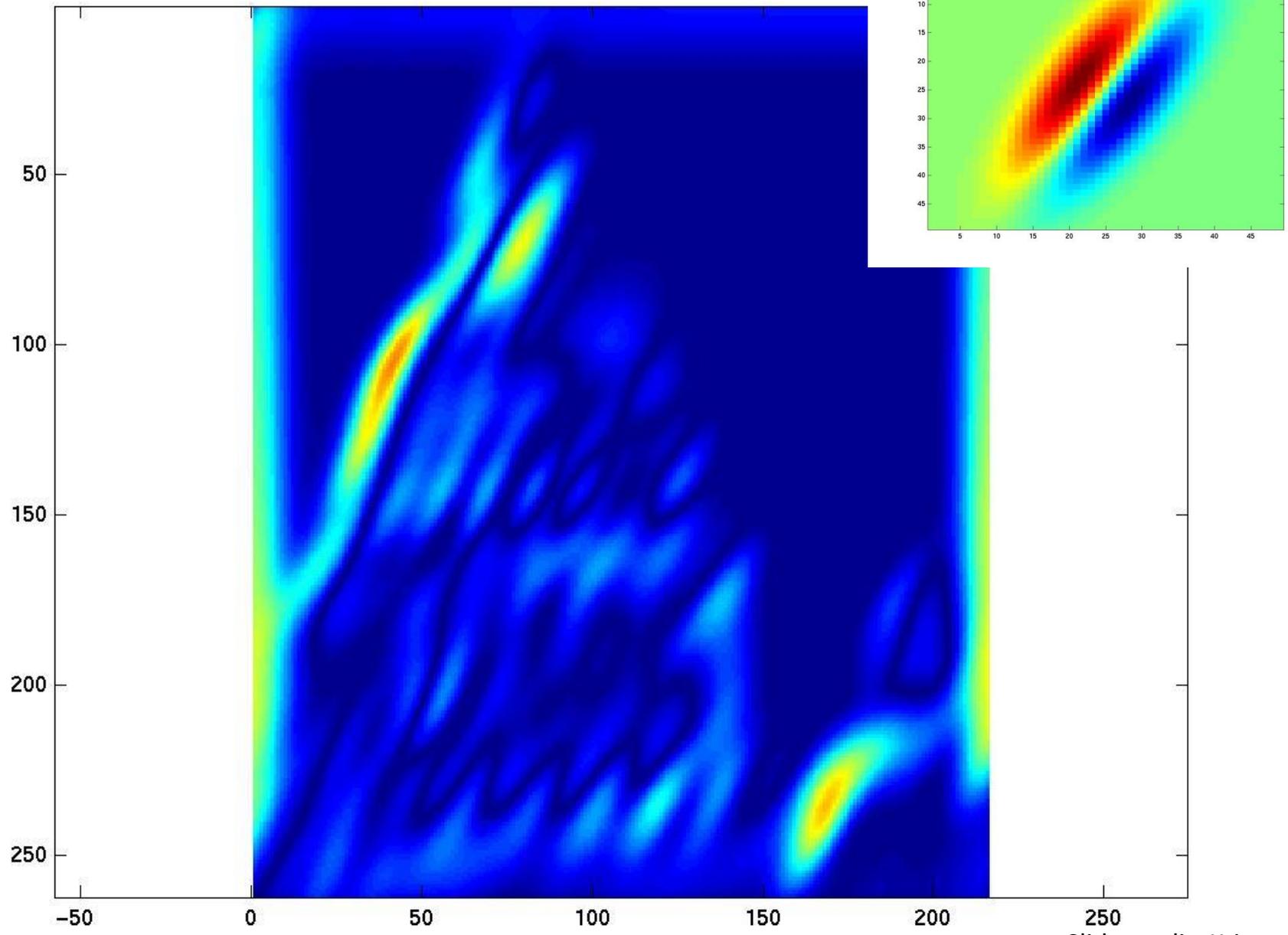
Slide credit: Kristen
Grauman



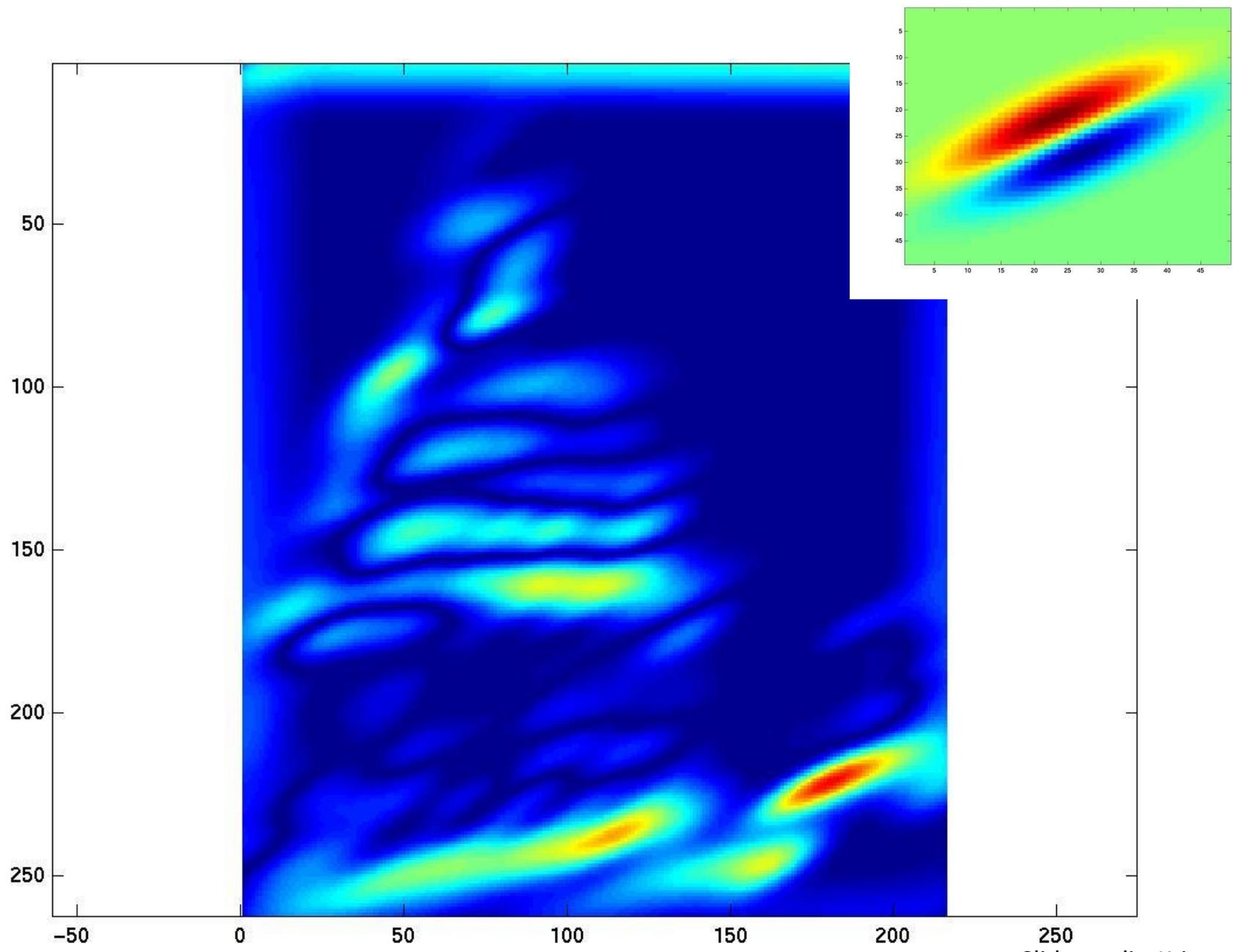
Slide credit: Kristen
Grauman



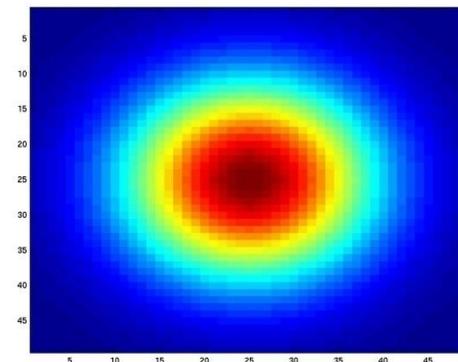
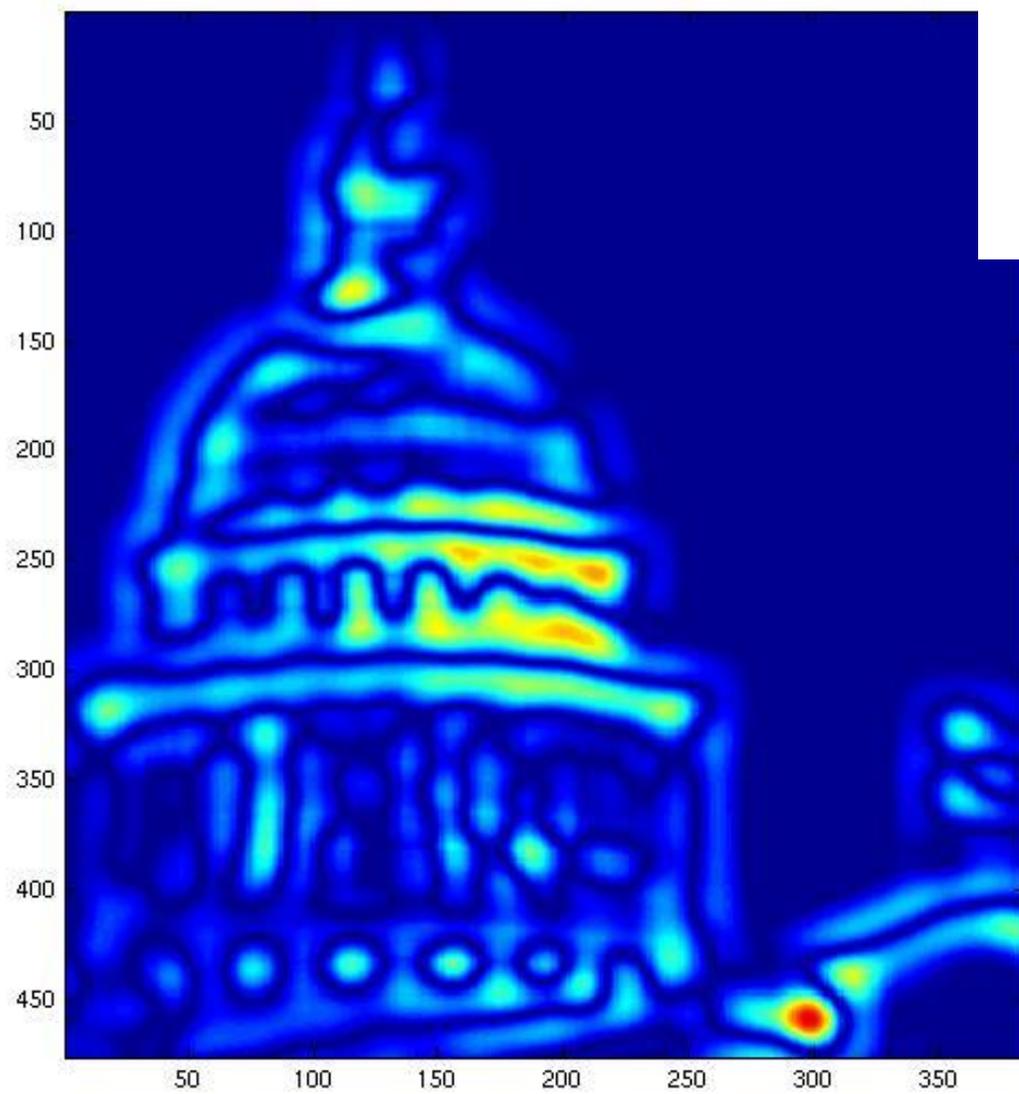
Slide credit: Kristen Grauman



Slide credit: Kristen
Grauman

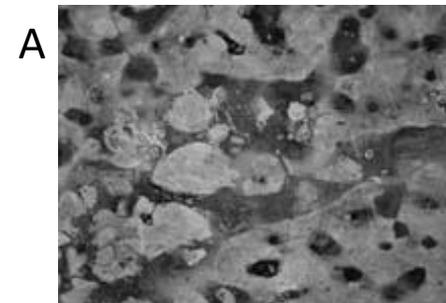
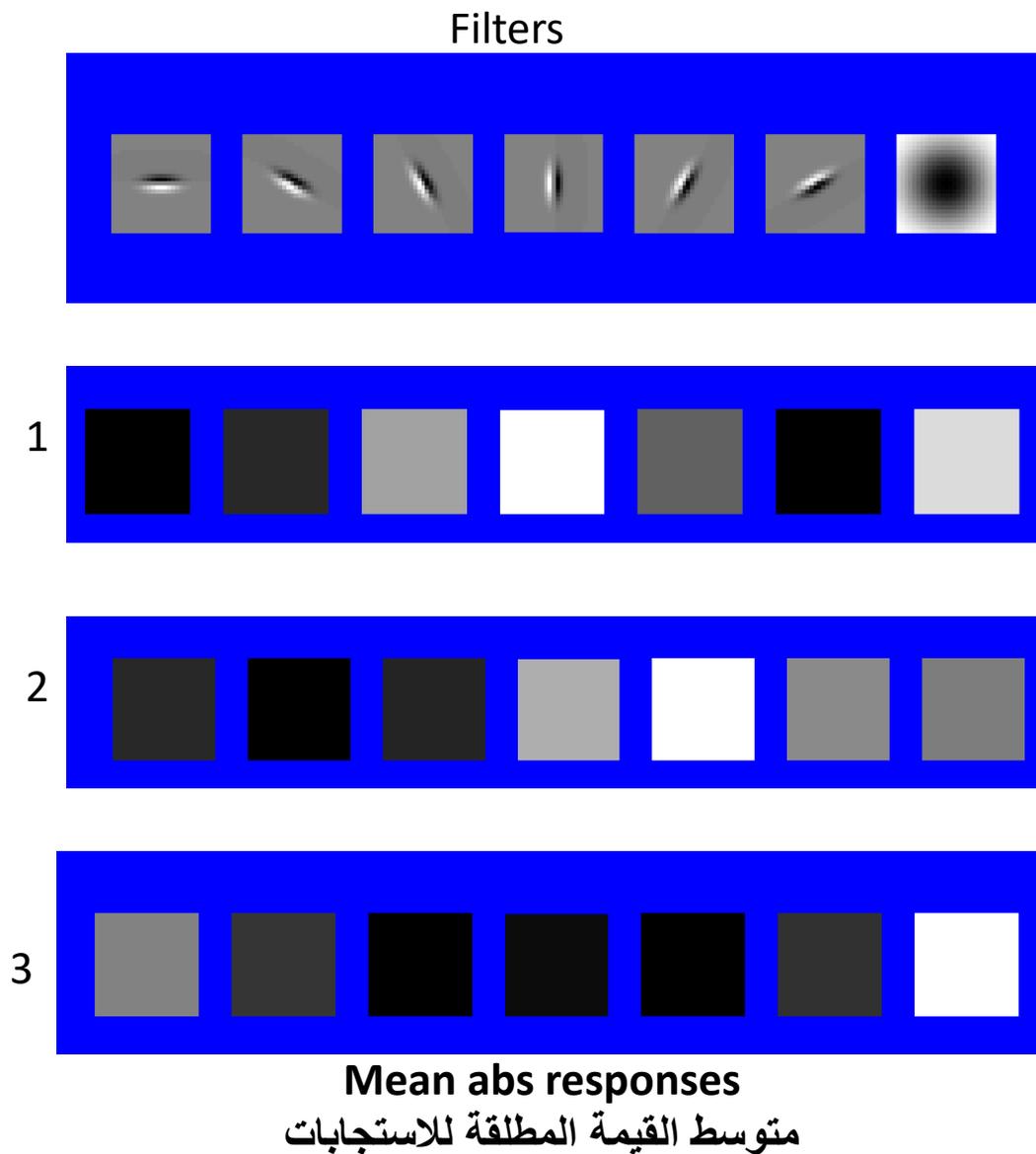


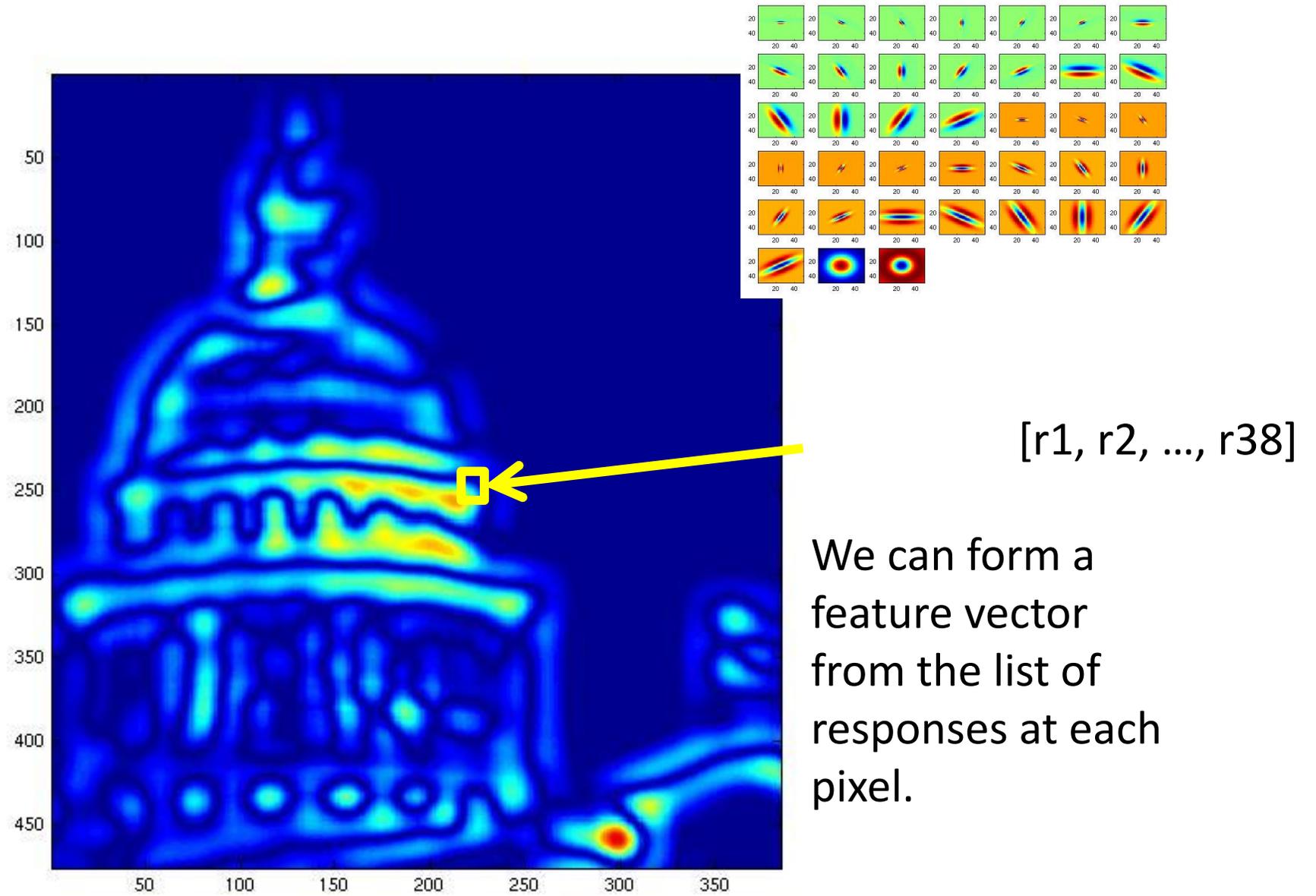
Slide credit: Kristen
Grauman



Slide credit: Kristen
Grauman

You try: Can you match the texture to the response?





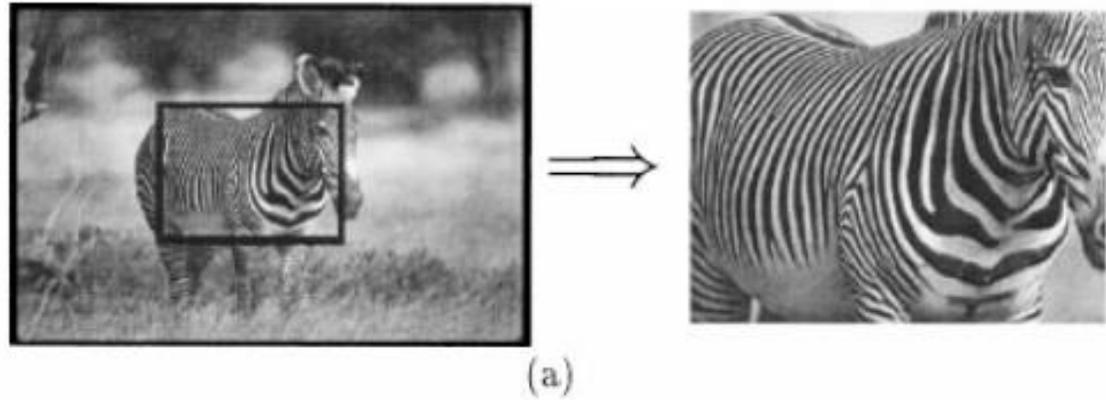
Example uses of texture in vision: analysis التحليل

Classifying materials, “stuff” تصنيف المواد



Figure by Varma & Zisserman

Example uses of texture in vision: analysis التحليل



Texture features for image retrieval

السمات النسيجية لاسترداد الصورة



1) 130066



2) 130070



3) 130068



4) 130051



5) 130038



6) 130039

Example uses of التحليل texture in vision: analysis

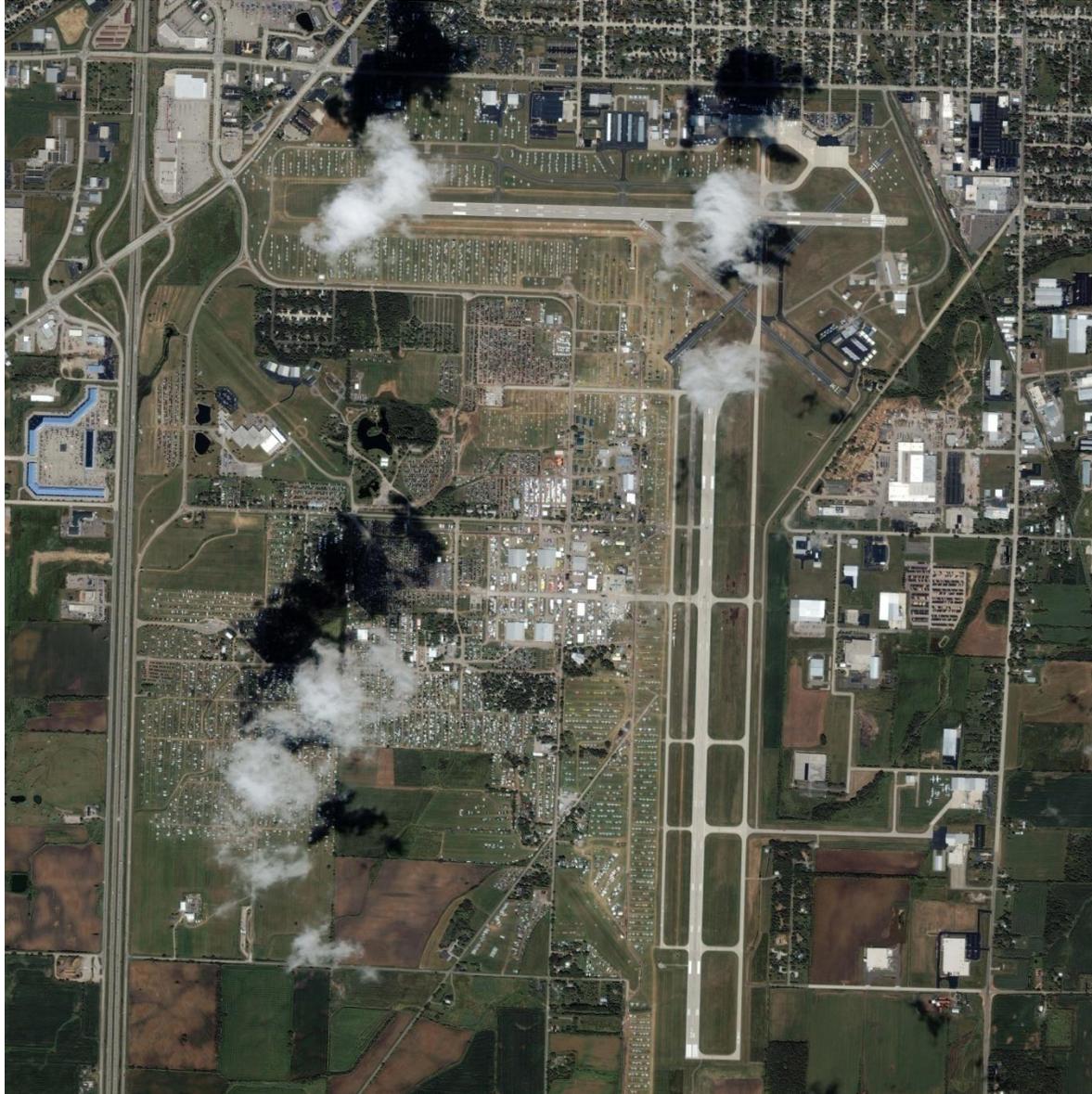
Characterizing scene categories by texture وصف المشاهد من خلال السمات النسيجية



L. W. Renninger and J. Malik. When is scene identification just texture recognition? *Vision Research* 44 (2004) 2301–2311

Example uses of التحليل
texture in vision: analysis

Segmenting aerial
imagery by textures
تجزئ الصور الجوية من خلال
السمات النسيجية



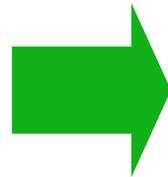
Texture synthesis

- Goal: create new samples of a given texture

• إنشاء نماذج جديدة من نسيج ما

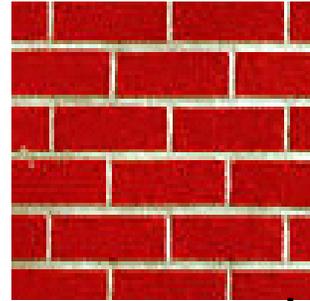
- Many applications: virtual environments, hole-filling, texturing surfaces

• تطبيقاته: خلق بيئات افتراضية، ملء الثغرات في الصور، تنسيق السطوح



Texture synthesis: The Challenge

- الحاجة إلى نمذجة كامل أطياف النسيج بدءاً من النسيج المكرر إلى النسيج العشوائي أو كليهما.



repeated



stochastic

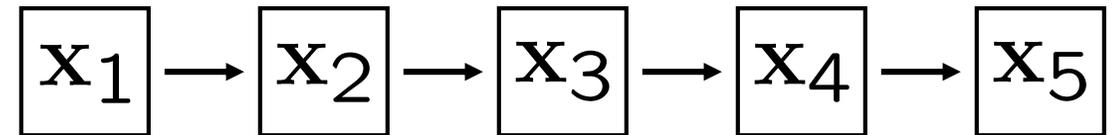


Both?

Markov Chains

- Markov Chain

- سلسلة من المتغيرات العشوائية حيث x_t تمثل حالة النموذج في الزمن t
- **Markov assumption** كل حالة معتمدة على الحالة التي قبلها فقط، وتعطي الاعتمادية وفق الاحتمالية المشروطة: **conditional probability**
- ما هي احتمالية قيمة السوية الرمادية لبكسل اعتماداً على قيم البكسلات الموجودة في جواره.



$$p(x_t | x_{t-1})$$

first-order Markov chain

$$p(x_t | x_{t-1}, \dots, x_{t-N})$$

N'th-order Markov chain

Texture synthesis: Markov Chain

- Can apply 2D version of text synthesis?

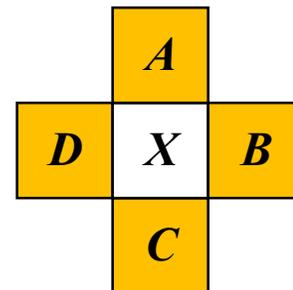
Texture corpus
(sample)
مثال عن نسجة



First-order MRF

- يمثل احتمالية أن للبكسل x سوية رمادية معينة في ضوء جيرانه في الجوار الرباعي

$$P(X|A, B, C, D)$$

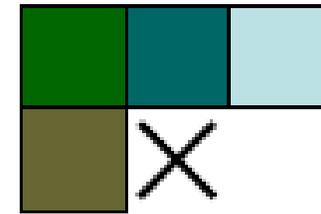
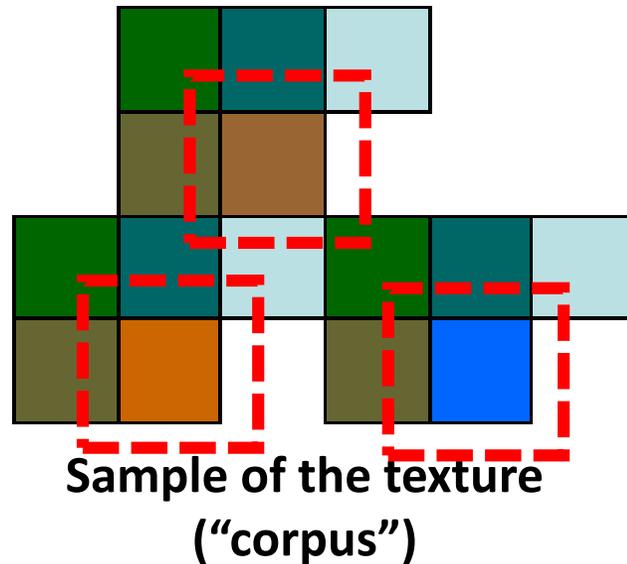


Output
الخرج بعد تطبيق
Markov Random
Fields

Texture synthesis: MRF for image

We want to insert **pixel intensities** based on existing nearby pixel values.

تخمين قيمة السوية الرمادية للبكسل اعتماداً على البكسلات المجاورة له.



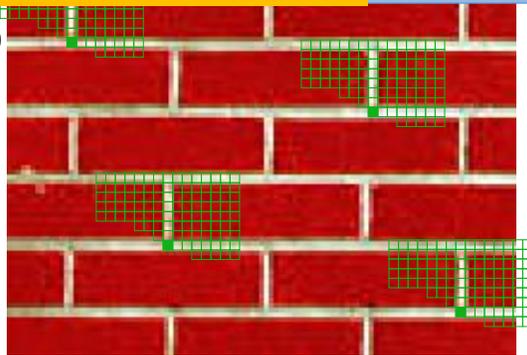
Distribution of a value of a pixel is conditioned on its neighbors alone.

توزيع قيمة البكسل معتمدة على جيرانه لوحده

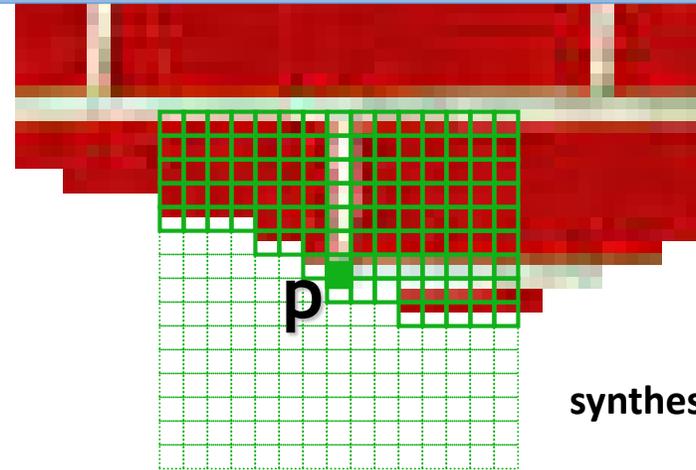
Synthesizing One Pixel تركيب أو بناء بكسل واحد

Texture synthesis: MRF for image

Slide from Alyosha Efros, ICCV 1999



input image



synthesized image

$$P(x|\text{neighborhood of pixels around } x)$$

• إيجاد كل النوافذ التي تطابق جوار البكسل ضمن الصورة.

• لتركيب البكسل x

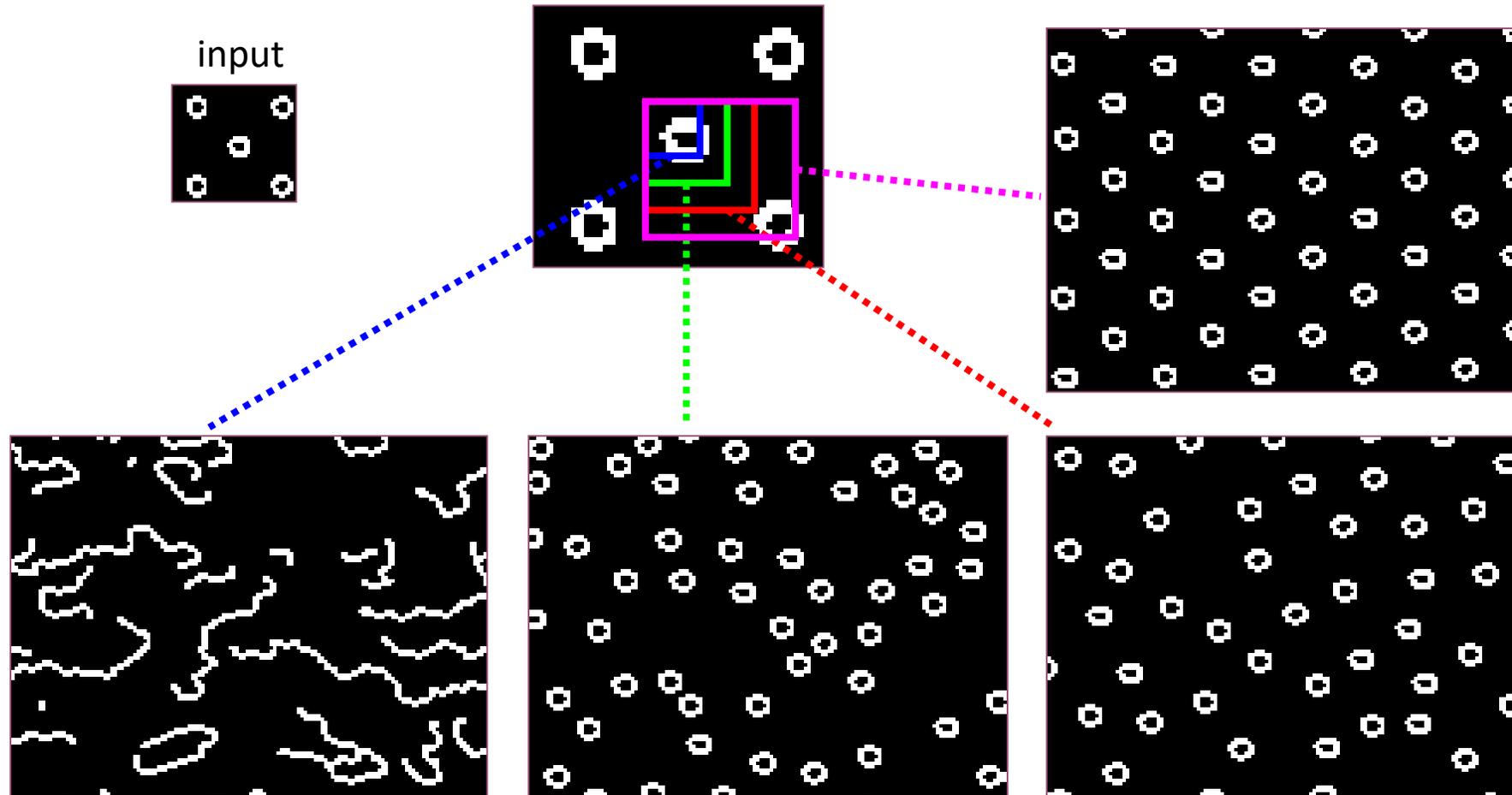
• نختار نافذة واحدة مطابقة عشوائياً

• قيمة البكسل x تصبح هي قيمة البكسل المركزي لتلك النافذة.

• يمكن ألا نعثر على جوار مطابق لذلك يجب البحث عن أفضل تطابقات باستخدام خطأ SSE ثم اختيار واحد منها عشوائياً ويفضل التطابقات ذات الاحتمالية الأعلى والخطأ الأقل.

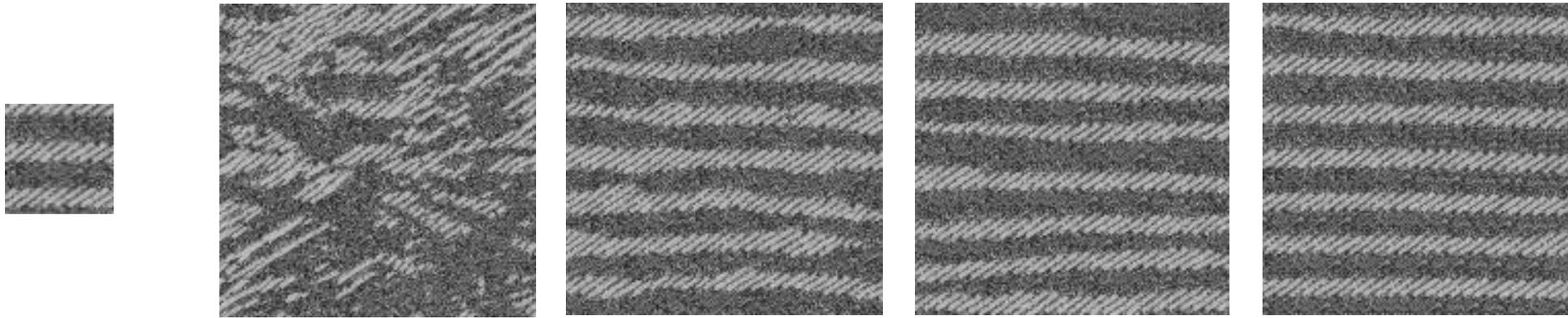
Texture synthesis: MRF for image

اختيار نافذة الجوار ! Neighborhood Window

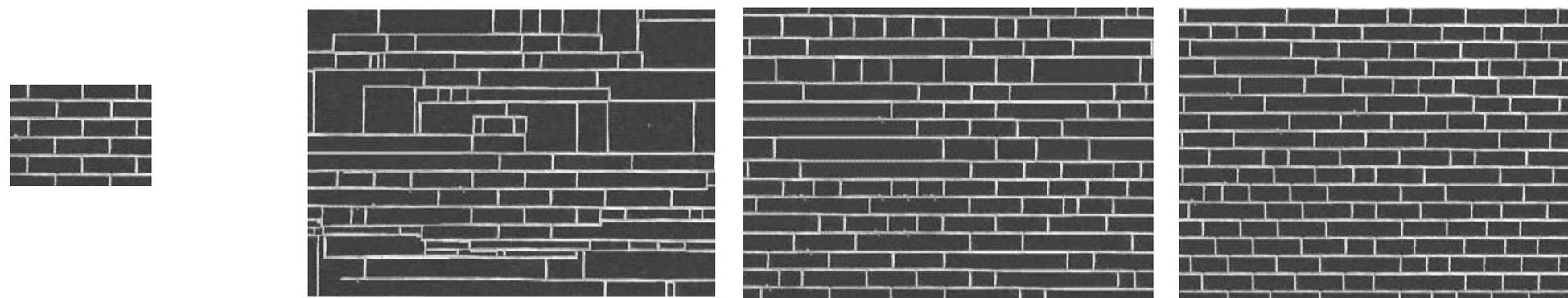


Texture synthesis: MRF for image

Varying Window Size تأثير تغير حجم النافذة



مع زيادة
الحجم



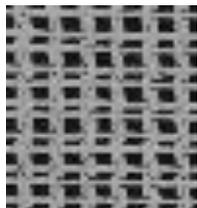
يصبح شكل
النموذج الناتج
أكثر دقة

Increasing window size 

Texture synthesis: MRF for image

أمثلة

french canvas



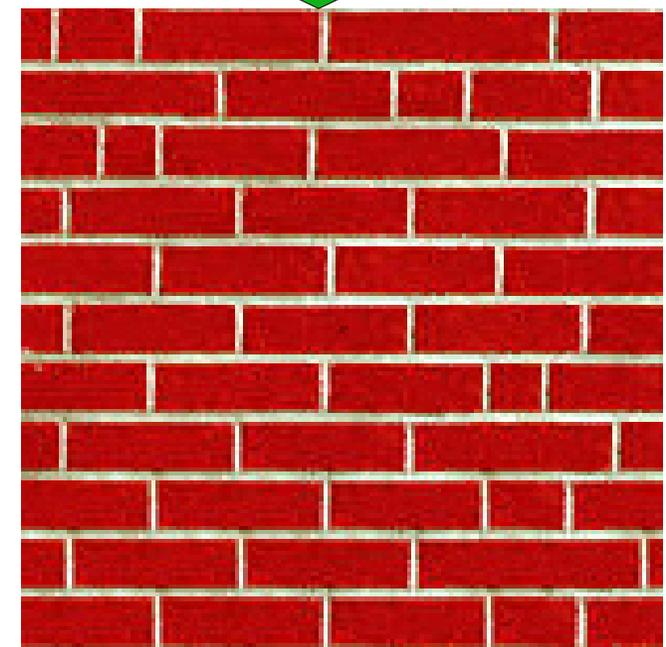
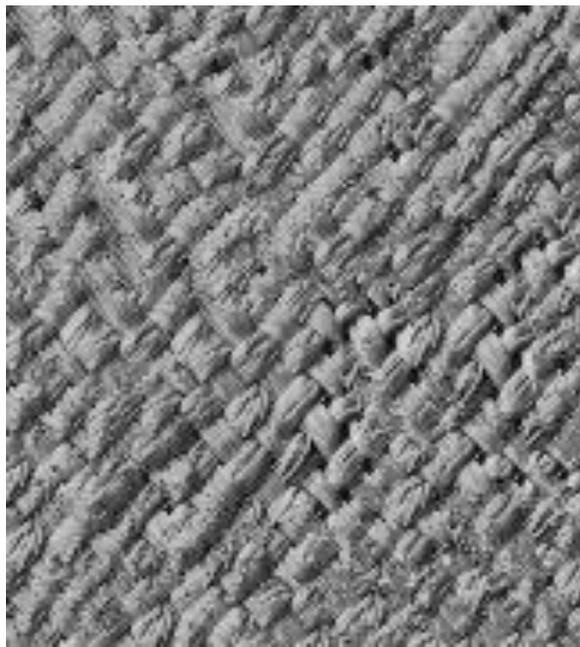
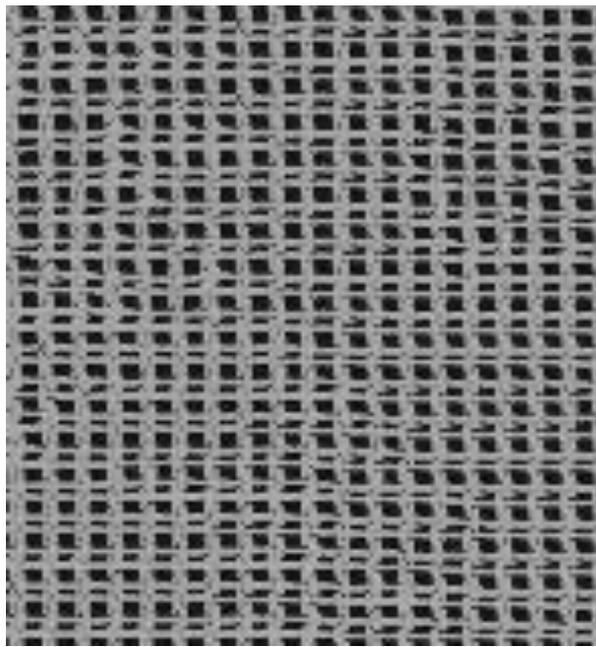
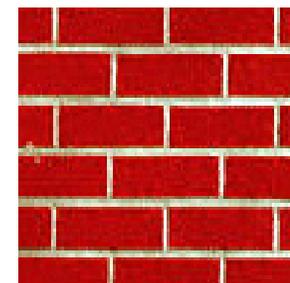
rafia weave



white bread

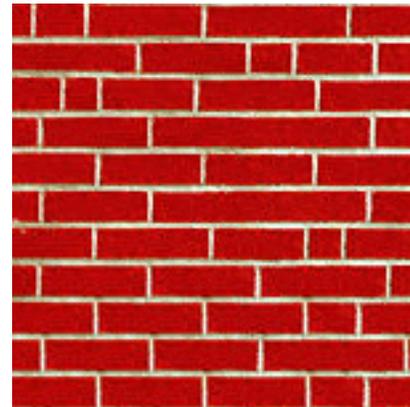
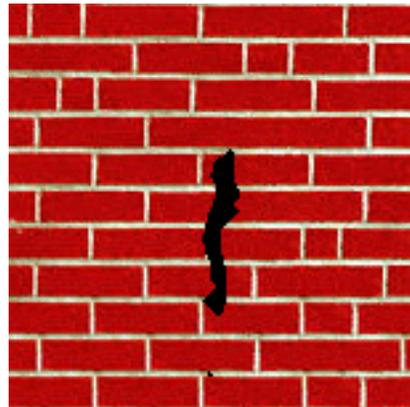
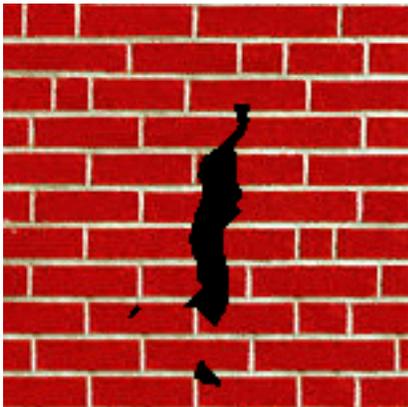


brick wall

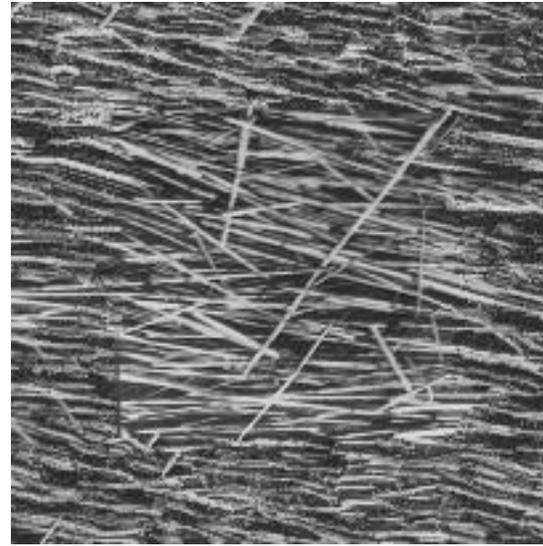
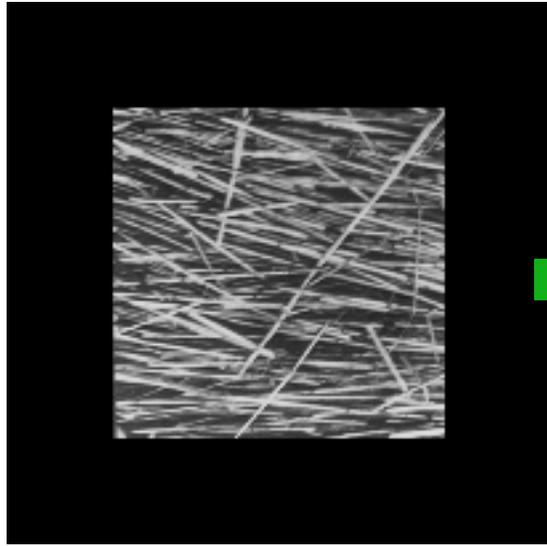


Texture synthesis: MRF for image

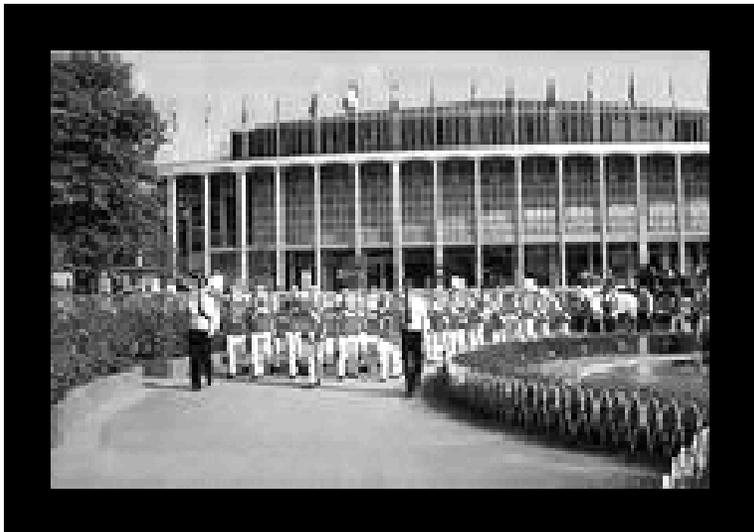
مثال
Filling Holes
ملء الثقوب (الثغرات)



Texture synthesis: MRF for image

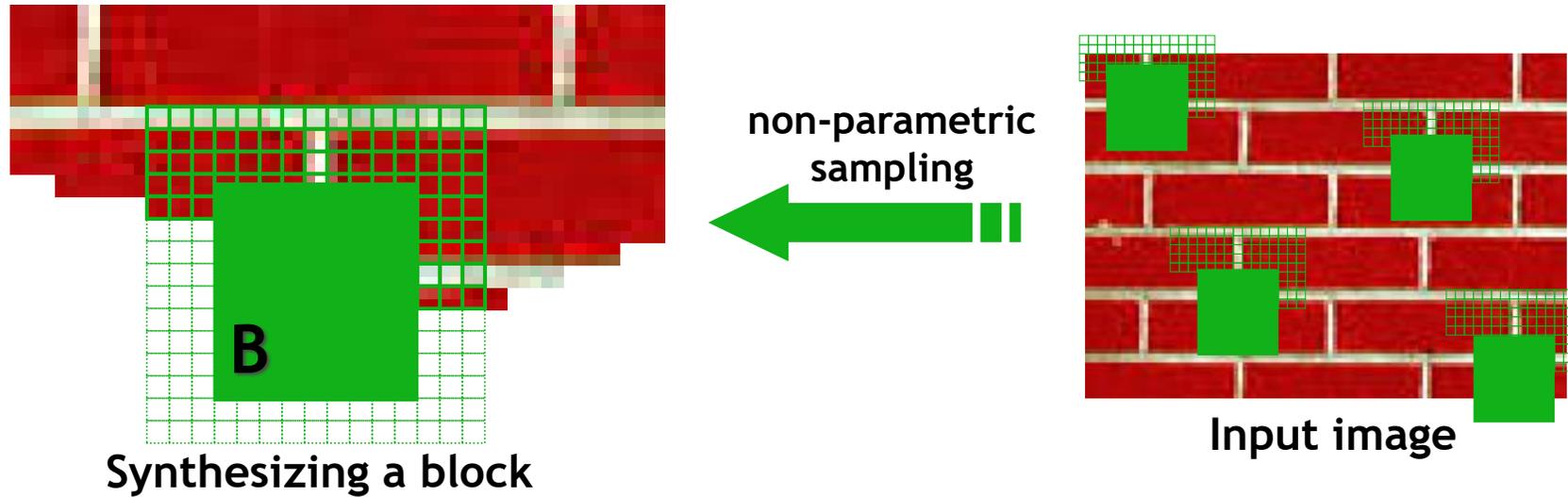


Extrapolation مثال
الاستقراء



2. Image Quilting حشو الصور

Texture synthesis: MRF for image

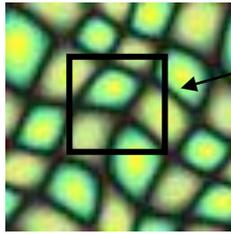


- Observation: neighbour pixels are highly correlated **بمسكسات المتجاورة مترابطة جداً**

Idea: unit of synthesis = block **الفكرة هنا تركيب بلوك وليس بكسل**

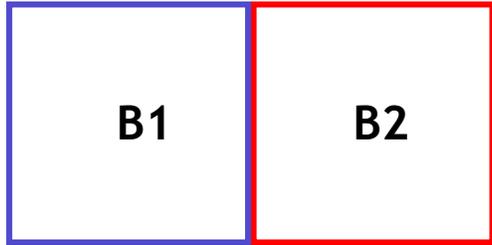
- نفس الفكرة السابقة لكن هذه المرة ندرس احتمالية البلوكات المتجاورة وليس البكسلات
- هذه الطريقة أسرع لأننا نركب كل بكسلات البلوك بتكرار واحد للخوارزمية

Texture synthesis: MRF for image



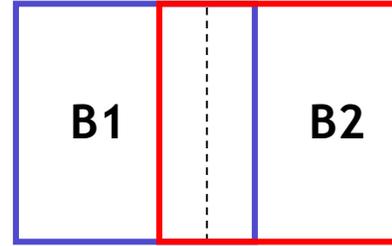
block

Input texture



Random placement

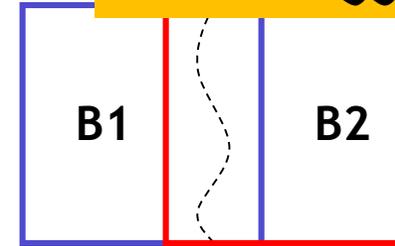
توضع عشوائي للبلوكات of blocks



Neighboring blocks constrained by overlap

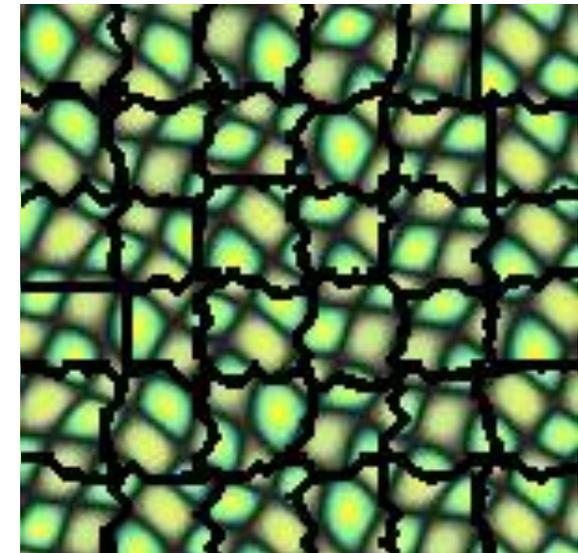
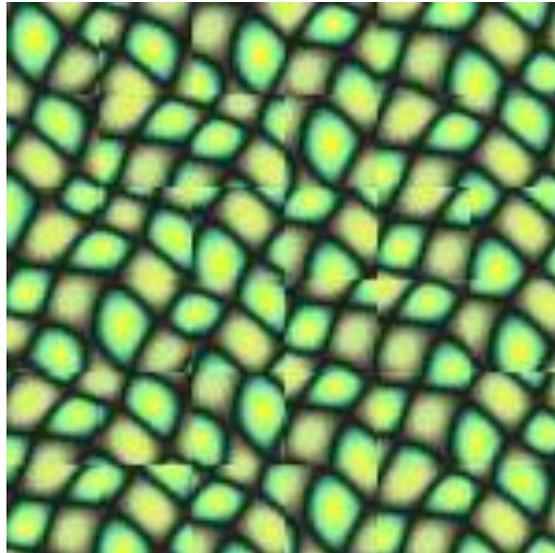
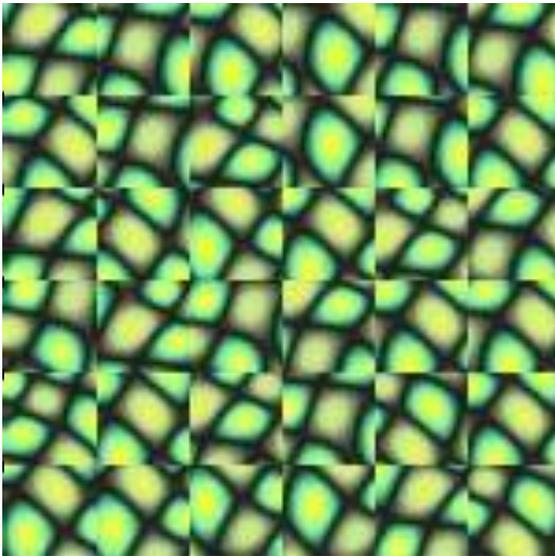
البلوكات المتجاورة متداخلة

Image Quilting حشو الصور



Minimal error boundary cut

حد الخطأ الأصغري



Texture synthesis: MRF for image



أمثلة

Image Quilting

حشو الصور

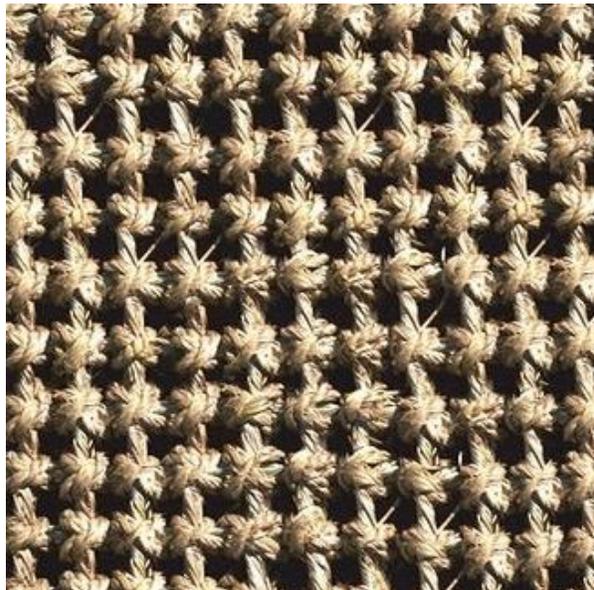


Image classification based on Local Binary Pattern LBP texture analysis algorithm

Start

Define Neighborhood

تحديد الجوار من خلال نصف قطر دائرة الجوار radius حول البكسل المدروس كذلك يحدد عدد البكسلات التي سيتم دراستها حول البكسل n_points

Thresholding

يتم مقارنة البكسلات المحيطة مع البكسل المركزي ففي حال كانت قيمتها أعلى أو تساوي قيمة البكسل المركزي توضع 1 وإلا 0

Binary Pattern Formation

تشكيل النموذج الثنائي (النسيج) حيث يتم دمج البكسلات بعكس عقارب الساعة

binary pattern contains at most one bitwise transition from 0 to 1 or 1 to 0?

N

Pixel is considered "Non-uniform" texture

Y

Pixel is considered "uniform" texture

Histogram Calculation

end

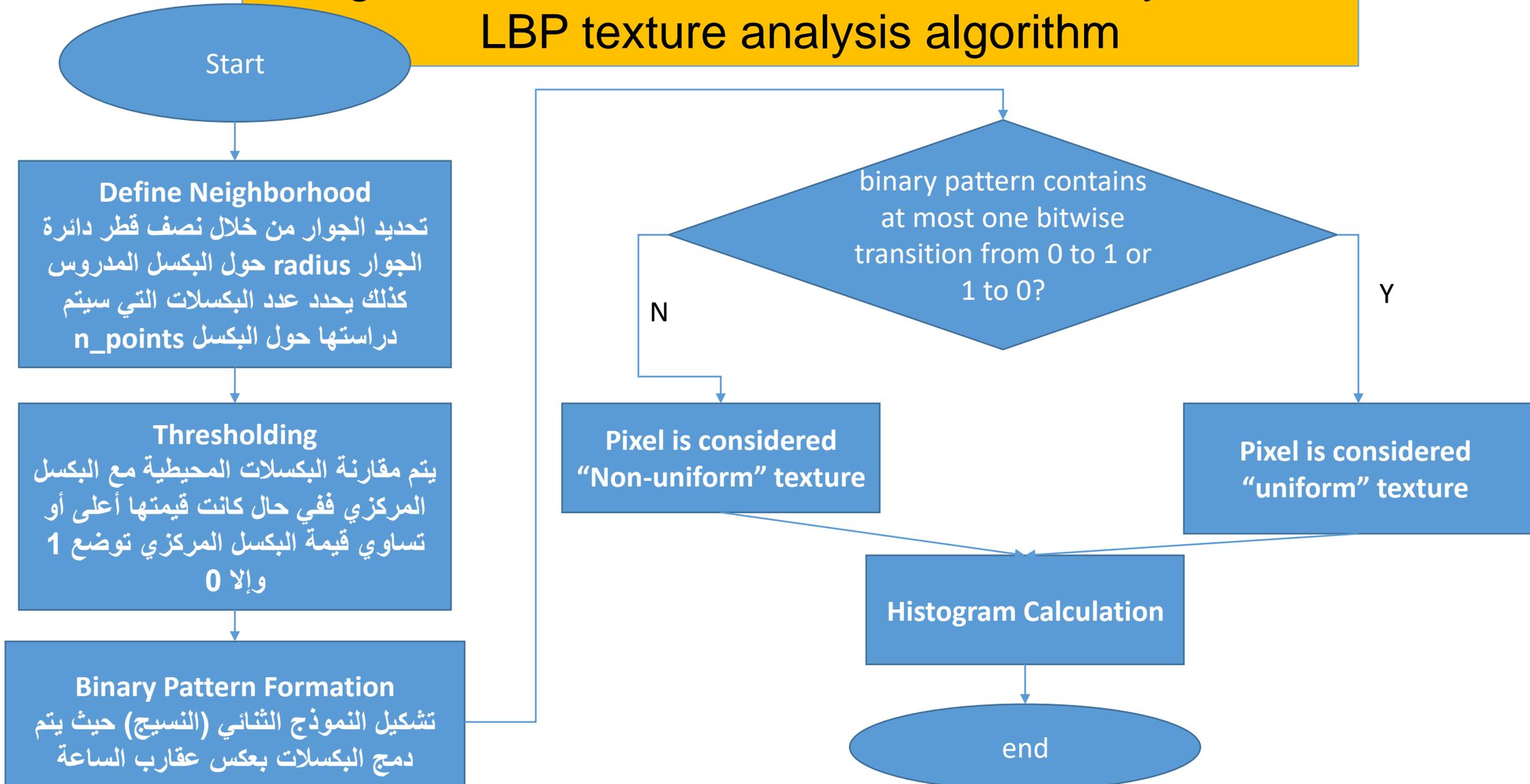
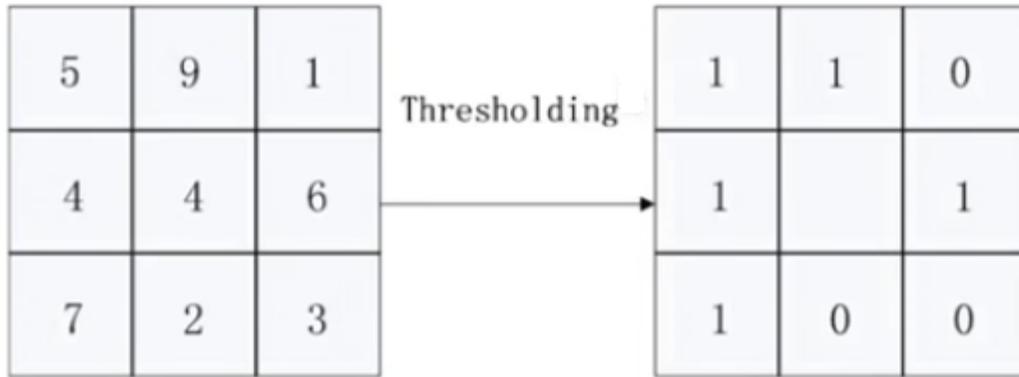


Image classification based on Local Binary Pattern LBP texture analysis algorithm – example



Thresholding
 يتم مقارنة البكسلات المحيطة مع البكسل المركزي ففي حال كانت قيمتها أعلى أو تساوي قيمة البكسل المركزي توضع 1 وإلا 0



$(11010011)_2 = (211)_{10}$

$1 \rightarrow 0$
 $0 \rightarrow 1$
 $1 \rightarrow 0$
 $0 \rightarrow 1$
 4 انتقالات إذا النمط non-uniform

