

# 社交媒体下地理数据的处理与应用

---

答辩学生： 闵巍庆

指导老师： 徐常胜 研究员

申请学位： 工学博士

答辩时间： 2015-05-29



中国科学院自动化研究所 模式识别国家重点实验室  
多媒体计算组 (MMC)



# 大纲


---



- 研究背景与意义



- 研究框架与内容



- 研究总结与展望

# 研究背景

# 地理数据

## □ 各类社交媒体



## □ GPS和手持移动设备



## □ 大量的地理数据



flickr



YouTube  
Broadcast Yourself



foursquare

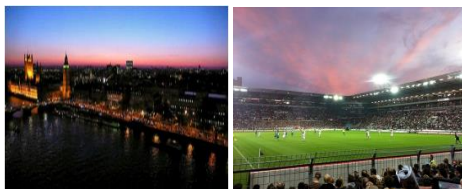


新浪微博

# 研究背景

## □位置标注

### ➤GPS 信息



(51. 6174, 0. 1246)

(52° 31' N 13° 23' E)

### ➤地标



大本钟 天安门 金门大桥 ……

### ➤商铺



味多美 音乐酒吧 动物园……

# 地理数据特点

## □数据异质

### ➤多模态



标签：金门大桥 抗议 护士

标题：金门大桥游行

描述：护士在金门大桥游行

### ➤多情景

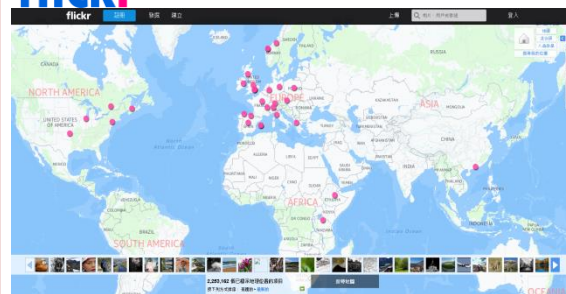
拍摄时间：2013-06-20

GPS: (37. 81972, 122. 47861)

用户：Steve Rhodes

## □数量巨大

flickr



~2, 253, 162 地理标注的图片/月

foursquare



2014. 12 50亿次签到

# 研究背景

# 机遇与挑战

## □ 来自社会媒体的大量的地理数据成为研究者开展与地理相关的数据分析与应用的宝藏

- 旅游数据，比如各种地标、用户旅游产生的GPS轨迹数据
- 事件数据，比如各种热点事件
- 商铺数据，比如用户签到的各种美食店和酒吧

## □ 社交媒体下地理数据的特点也为我们处理和利用地理数据提出了挑战

- 数据异质：多模态、多情景
- 数据含有噪音

# 研究意义

---

## □ 理论意义

- 解决社会媒体的异质信息表示和统一建模问题
- 促进语义多媒体理解技术的发展
- 促进和地理信息研究相关的学科发展
- .....

## □ 应用价值

- 社交媒体组织、标注和检索
- 旅游推荐
- 可视化
- 位置识别
- .....

# 相关工作

---

- 1 基于地理数据的总结：地标总结和分析
- 2 基于地理数据的时空分析：社会事件检测
- 3 基于地理数据的应用：跨平台协同应用



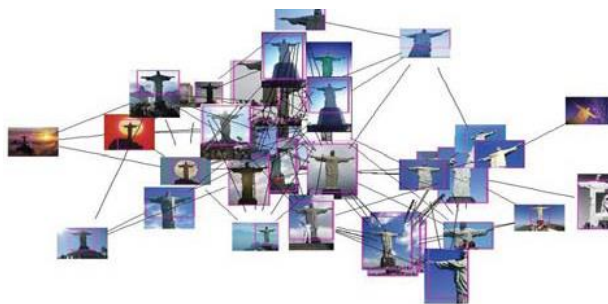
# 相关工作-地标总结与分析

## □ 基于地理数据的地标总结与分析

- 现有工作对地标总结、分类、检索与推荐等进行了相关的研究



[1] Crandall *et.al*



[2] Zheng *et.al*



[3] Gao *et.al*

- 缺少对影响地标总结和搜索一些重要维度的研究, 比如地标**拍摄角度与场景**, **地标时间性**等

[1] Crandall, D., Backstrom, L., Huttenlocher, D., and Kleinberg, J. Mapping the world's photos. WWW2009

[2] Zheng, Y., Zhao, M., Song, Y., Adam, H., Buddemeier, U., Bissacco, A., Brucher, F., Chua, T., and Neven, H. Tour the world: building a web-scale landmark recognition engine. CVPR 2009.

[3] Gao, Y., Tang, J., Hong, R., Dai, Q., Chua, T., and Jain, R. W2go: a travel guidance system by automatic landmark ranking ACM MM2010.



# 相关工作-社会事件检测

## □基于地理数据的社会事件检测

### ➤ 两类代表性方法

1. 利用已有的领域知识作为监督信息[3]

2. 序列的利用各种异质元数据信息 [4]

### ➤ 未能实现各种模态和各种元数据信息的统一融合和建模，因而无法充分利用各类信息之间的关系

[3] Petkos, G., Papadopoulos, S., and Kompatsiaris, Y. Social event detection using multimodal clustering and integrating supervisory signals. ICMR2012.

[4] Papadopoulos, S., Zigkolis, C., Kompatsiaris, Y., and Vakali, A. Cluster-based landmark and event detection on tagged photo collections. IEEE MM2010.

# 相关工作-跨平台协同应用

## □基于地理数据的跨平台协同应用

### ➤ 两类代表性方法

1. 融合来自不同平台的信息进行用户的建模和推荐 [5]

2. 充分利用不同平台各自的特色实现协同应用

①以两个平台共有的用户作为桥梁 [6]

②以两个平台共有的文本内容作为桥梁[7]

### ➤ 缺少一个统一的框架处理来自不同平台的不同模态信息 因而无法直接处理多模态数据

[5] Abel, F., Ara'ujo, S., Gao, Q., and Houben, G.-J. Analyzing cross-system user modeling on the social web. In Web Engineering. Springer, 2011.

[6] Zhang, J., Kong, X., and Yu, P. S. Predicting social links for new users across aligned heterogeneous social networks. ICDM2013.

[7] Roy, S. D., Mei, T., Zeng, W., and Li, S. Socialtransfer: cross-domain transfer learning from social streams for media applications. ACM MM2012.

# 相关工作-总结

---

## □基于地理数据的地标总结与分析

- 地标作为一类特殊的地理数据，现有的工作缺乏对它一些重要方面的总结与分析，比如地标的拍摄角度和场景，地标的时空特性

## □基于地理数据的社会事件检测

- 现有的工作未能直接对地理数据的各种异质信息进行有效融合和统一建模

## □基于地理数据的跨平台协同应用

- 不同平台有不同的多模态信息，现有的工作主要集中在处理文本数据，缺乏一个有效的模型直接处理多模态异质数据

# 大纲

---



• 研究背景与意义



• 研究框架与内容

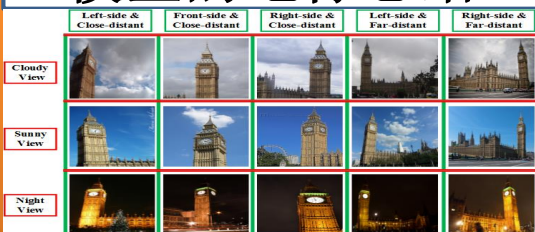


• 研究总结与展望

# 研究框架

## (1) 社交媒体下地理数据的处理

### 基于场景角度主题模型的地标总结



### 基于多模态时空主题模型的地标分析

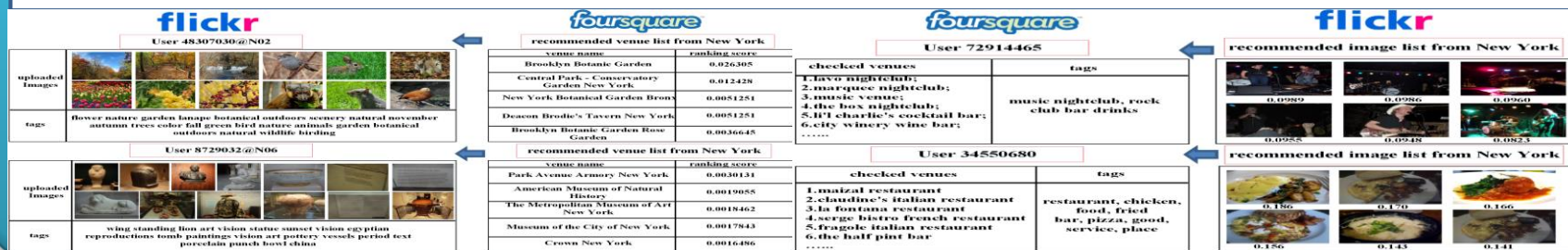
Landmarks	07/22/2012-07/31/2012	08/01/2012-08/07/2012	08/08/2012-08/14/2012
Tower Bridge	0.64	0.58	0.30
Big Ben	0.30	0.11	0.10
London Eye	0.05	0.01	0.04
Buckingham Palace	0.003	0.07	0.33
Trinity Square	0.0001	0.12	0.29

### 基于高阶联合聚类的社会事件检测



## (2) 社交媒体下地理数据的应用

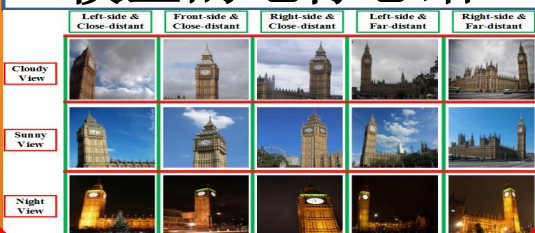
### 基于多模态跨平台主题模型的平台间个性化推荐



# 研究框架

## (1) 社交媒体下地理数据的处理

### 基于场景角度主题模型的地标总结



### 基于多模态时空主题模型的地标分析

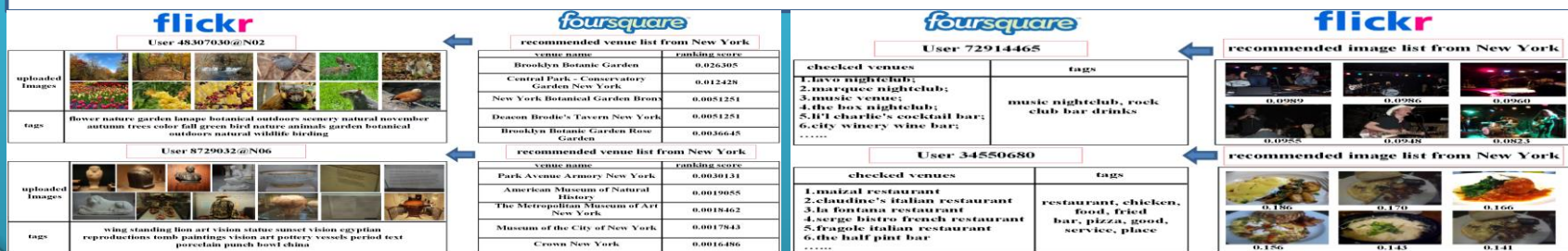
Landmarks	P(tau)	07/22/2012-07/31/2012		08/01/2012-08/07/2012		08/08/2012-08/14/2012	
		Relevant photos		Relevant photos		Relevant photos	
Tower Bridge	0.64						
Big Ben	0.30						
London Eye	0.05						
Buckingham Palace	0.003						
Trafalgar Square	0.0001						

### 基于高阶联合聚类的社会事件检测



## (2) 社交媒体下地理数据的应用

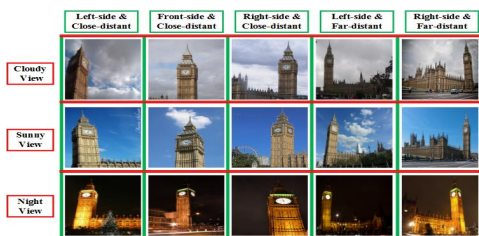
### 基于多模态跨平台主题模型的平台间个性化推荐





# 研究内容

## (1) 社交媒体下地理数据的处理



## 基于场景角度主题模型的地标总结

相关论文发表在:

**Weiqing Min**, Bing-Kun Bao, Changsheng Xu : Scene and Viewpoint Based Visual Summarization for Landmarks. *ICIP 2014*. : 3112 – 3116

# 研究动机



□ 拍摄角度的多样性



□ 拍摄场景的多样性



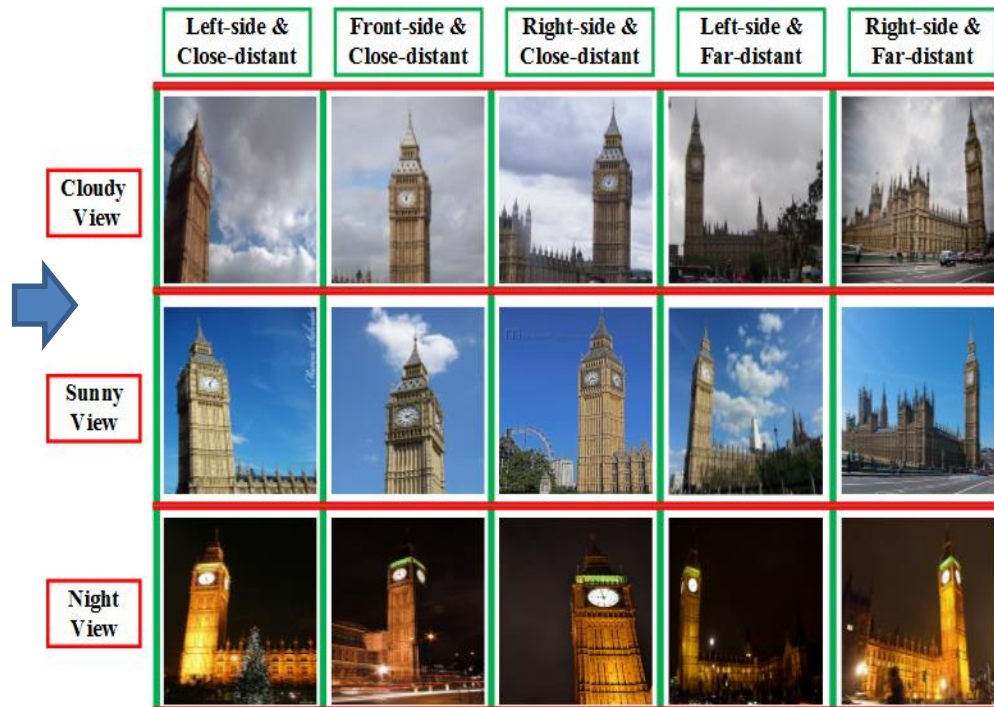
同时考虑地标拍摄角度和场景的多样性对地标进行总结

# 研究框架

## 1. 角度聚类



## 2. 基于场景-角度的主题建模



# 研究框架-角度聚类

- 地标的角度大致可以由地标所在图片的空间结构决定的
- 全局的Gist特征被证明能够有效的根据感知相似度聚类具有相似空间结构的地标图片[8]



基于GIST特征的谱聚类

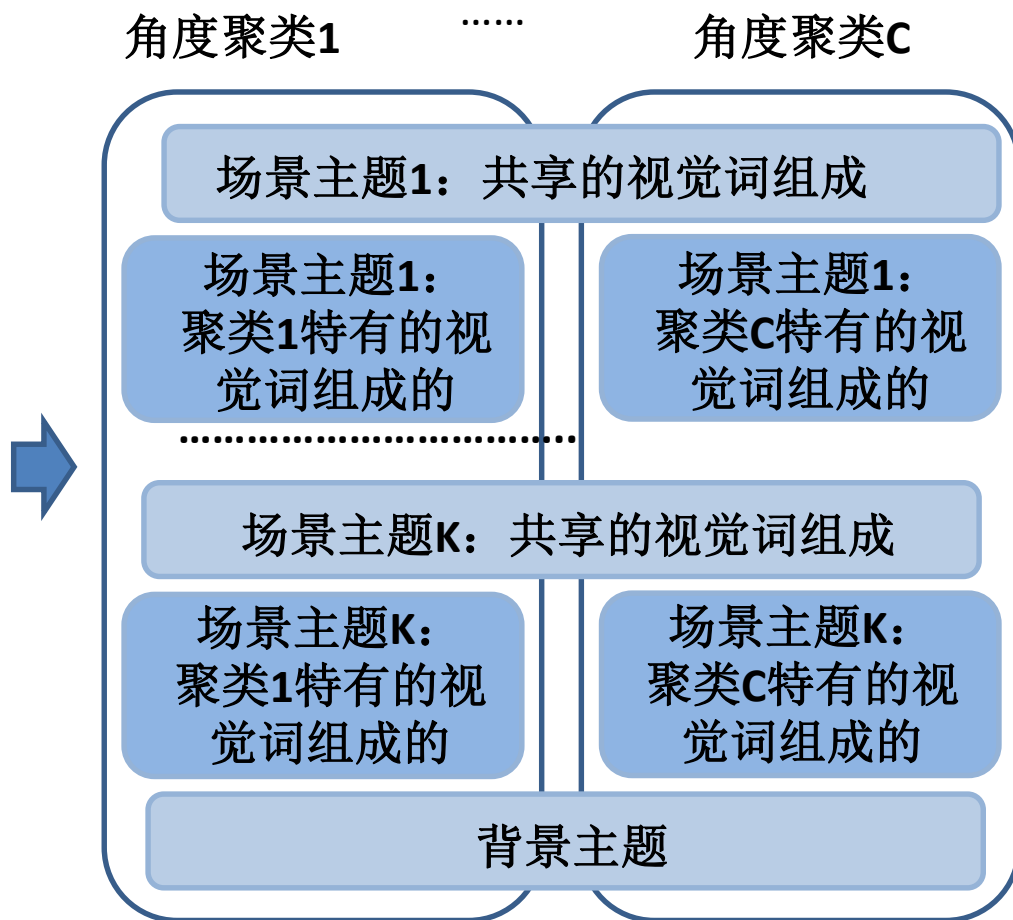




# 研究框架-基于场景和角度的主题建模



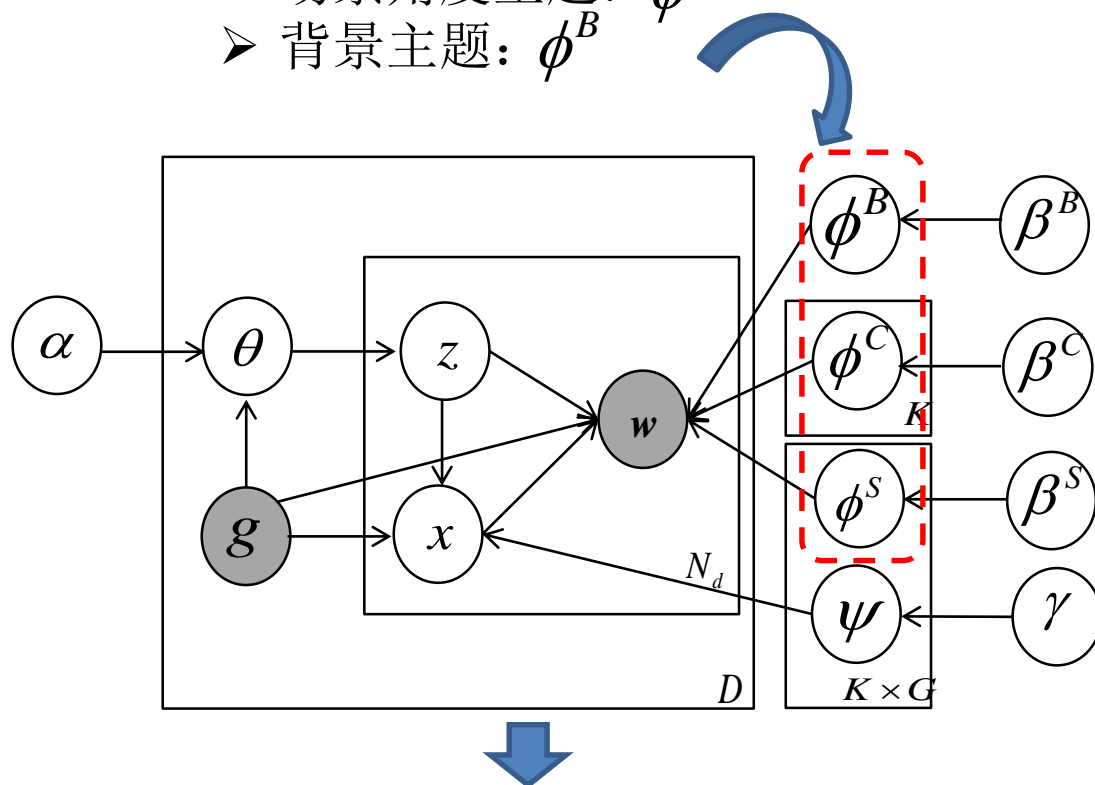
大本钟



# 研究框架-基于场景和角度的主题建模

## □ 三类主题

- 共享的场景主题:  $\phi^C$
- 场景角度主题:  $\phi^S$
- 背景主题:  $\phi^B$



$$p(z_k | \mathbf{w}_{c,I}, \mathbf{w}_{s,I}) = \frac{\sum_{i=1}^{n_{c,I}^v} \mathbf{I}(z_{c,I,i}^w = k) + \sum_{i=1}^{n_{s,I}^w} \mathbf{I}(z_{s,I,i}^w = k)}{n_{c,I}^w + n_{s,I}^w}$$



# 实验结果与分析

## □地标数据集

地标	#图片	地标	#图片
大本钟	13136	巴黎圣母院	8822
自由女神像	7575	凯旋门	8487
金门大桥	10745	勃兰登堡门	7582
伦敦塔桥	10814	万神庙	7153
埃菲尔铁塔	12419	罗勒大教堂	8458

## □方法比较结果

- 性能测量：发现的有意义的主题数量

方法	大本钟	埃菲尔铁塔	巴黎圣母院	伦敦塔桥	均值
VC	5	5	5	5	5
LDA	22	24	26	21	23
SV	25	30	30	25	27

# 实验结果与分析

## □ 总结结果



(a) 金门大桥



(b) 勃兰登堡门



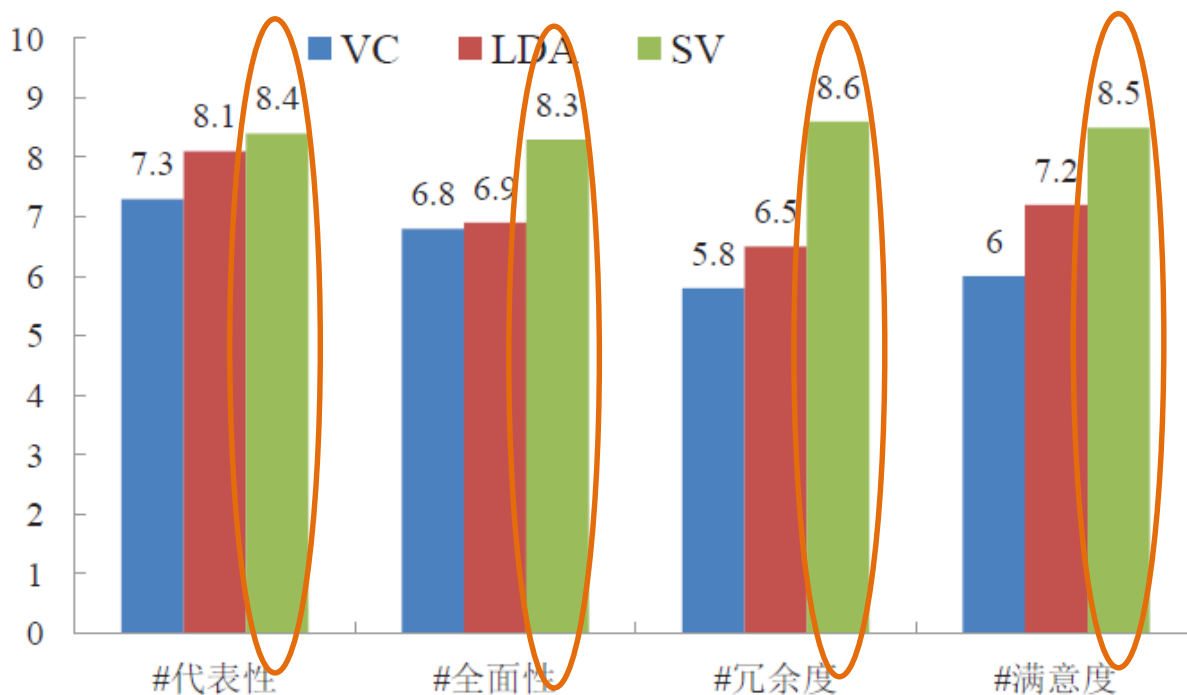
(c) 凯旋门

# 实验结果与分析

## □ 用户研究 (user study)

□ 四个方面：代表性，全面性，冗余度，满意度

□ 打分从0到10（10代表最高分）



# 本章小结

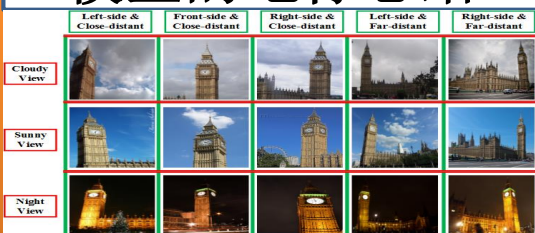
---

1. 提出了一种场景角度主题模型同时建模地标的场景和角度信息
2. 提出了一种地标总结框架实现基于场景和角度的地标可视化的总结

# 研究框架

## (1) 社交媒体下地理数据的处理

### 基于场景角度主题模型的地标总结



### 基于多模态时空主题模型的地标分析

Landmarks	P(tau)	07/22/2012-07/31/2012	Relevant photos	P(tau)	08/01/2012-08/07/2012	Relevant photos	P(tau)	08/08/2012-08/14/2012	Relevant photos
Tower Bridge	0.64			0.58			0.30		
Big Ben	0.30			0.11			0.10		
London Eye	0.05			0.01			0.04		
Buckingham Palace	0.003			0.07			0.33		
Trinity Square	0.0001			0.12			0.29		

### 基于高阶联合聚类的社会事件检测



## (2) 社交媒体下地理数据的应用

### 基于多模态跨平台主题模型的平台间个性化推荐

**flickr**

User 48307030@N02

uploaded images: [grid of 10 nature photos]

tags: flower, nature, garden, landscape, botanical, outdoors, scenery, natural, november, autumn, trees, color, fall, green, bird, nature, animals, garden, botanical, outdoors, natural, wildlife, birding

**foursquare**

recommended venue list from New York

venue name	ranking score
Brooklyn Botanic Garden	0.026305
Central Park - Conservatory Garden New York	0.012428
New York Botanical Garden Bronx	0.0051251
Deacon Brodie's Tavern New York	0.0051251
Brooklyn Botanic Garden Rose Garden	0.0036645

recommended venue list from New York

venue name	ranking score
Park Avenue Armory New York	0.0030131
American Museum of Natural History	0.0019055
The Metropolitan Museum of Art New York	0.0018462
Museum of the City of New York	0.0017843
Crown New York	0.0016486

**foursquare**

User 72914465

checked venues: 1. lavo nightclub; 2. marquee nightclub; 3. music venue; 4. the box nightclub; 5. lpi charlie's cocktail bar; 6. city winery wine bar; .....

tags: music nightclub, rock, club bar drinks

**flickr**

recommended image list from New York

uploaded images: [grid of 10 night club photos]

tags: [tags for night club photos]

**foursquare**

User 34550680

checked venues: 1. maizal restaurant; 2. claudine's italian restaurant; 3. la fontana restaurant; 4. serge bistro french restaurant; 5. dragole italian restaurant; 6. the half pint bar; .....

tags: restaurant, chicken, food, fried bar, pizza, good, service, place

**flickr**

recommended image list from New York

uploaded images: [grid of 10 food photos]

tags: [tags for food photos]



# 研究内容

## (1) 社交媒体下地理数据的处理

Landmarks	07/22/2012-07/31/2012		08/01/2012-08/07/2012		08/08/2012-08/14/2012	
	P(Ia,I)	Relevant photos	P(Ia,I)	Relevant photos	P(Ia,I)	Relevant photos
Tower Bridge	0.64		0.58		0.36	
Big Ben	0.30		0.11		0.16	
London Eye	0.05		0.01		0.04	
Buckingham Palace	0.003		0.07		0.33	
Travellers Square	0.0001		0.22		0.218	

## 基于多模态时空主题模型的地标分析

相关论文发表在:

**Weiqing Min**, Bing-kun Bao, Changsheng Xu. Multi-modal Spatio-Temporal Theme Modeling for Landmark Analysis. *IEEE Multimedia (IEEE MM)*. 21(3): 20-29 (2014)

**Weiqing Min**, Bing-kun Bao, Changsheng Xu. An Incremental Probabilistic Model for Temporal Theme Analysis of Landmarks. *Multimedia Systems*. 1-13 (2014)



# 研究动机

图片			
拍摄时间	2006年8月29日	2008年4月8日	2012年11月21日
GPS	(34° 54'41"N, 135° 47'06"E)	(34° 54'40"N, 135° 47'09"E)	(34° 54'35"N, 135° 47'01"E)
标签	Japan August 2006 Kiyomizu-dera Kyoto <b>tour</b>	Japan geotagged Kyoto Higashiyama Kiyomizu-dera Gate <b>Sakura Blossoms</b>	autumn color autumn leaf kiyomizu-dera <b>temple</b> kyoto japan <b>maple</b>
标题	Kyoto Orange, version 672	Entrance Gate to Kiyomizu-dera	Autumn Color at Kiyomizu-dera <b>tour</b> <b>Panorama</b> of the city center of Kyoto from Kiyomizu-dera (the right hand).
描述	They have this <b>amazing</b> red-orange all over the shrines <b>temples</b> in Kyoto.	Kiyomizu-dera, Southern Higashiyama <b>architecture</b>	
	<b>全局方面 (global aspect)</b>	<b>本地方面 (local aspect)</b>	<b>时间方面 (temporal aspect)</b>

利用**地标多模态和上下文信息**发现地标的多个方面  
对地标进行总结分析

# 研究框架

## (1) 数据准备



flickr™

### 地标列表

金门大桥  
大本钟  
埃菲尔铁塔  
.....

### 图片



### 元数据

Tags: GGB, night  
Title: beautiful view  
Description:  
night view  
Time\_taken:  
2010-12-21  
Geo-tag:  
(37.81972,122.4786)

### 地标

金门大桥

### 图片



### 元数据

Tag: goldengate bridge night  
Title: beautiful view  
Description: night view  
Time\_taken: 2010-12-21  
Geo-tag: (37.81972,122.4786)

大本钟



Tag: big ben london  
Title: Big Ben  
Description: Big Ben, London  
Time\_taken: 2010-12-21  
Geo-tag: (51.50137,0.12481)

## (2) 主题建模

### 金门大桥的主题可视化

light night color reflection cityscape water

全局  
主题



bay beach alcatraz ocean fog marin

位置  
主题



anniversary fireworks mendocino sonoma  
birthday show

时间主题  
1



green march iran june tedskyoto anniversary

时间主题  
2

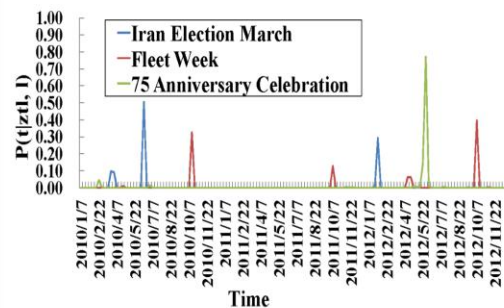


fleet week fleetweek angels airshow blueangels

时间主题  
3



## (3) 主题分析



(a) 主题的时间分布



(b) 主题的位置分布

# 研究框架-数据采集

- 来自6个国家的20个地标
- Flickr: 435,810 图片; 22,703 文本词
- 时间范围: 从2010-01-01到 2012-12-31
- 每一条记录: <图片ID, 标签, 标题, 描述, 拍摄时间, GPS信息>

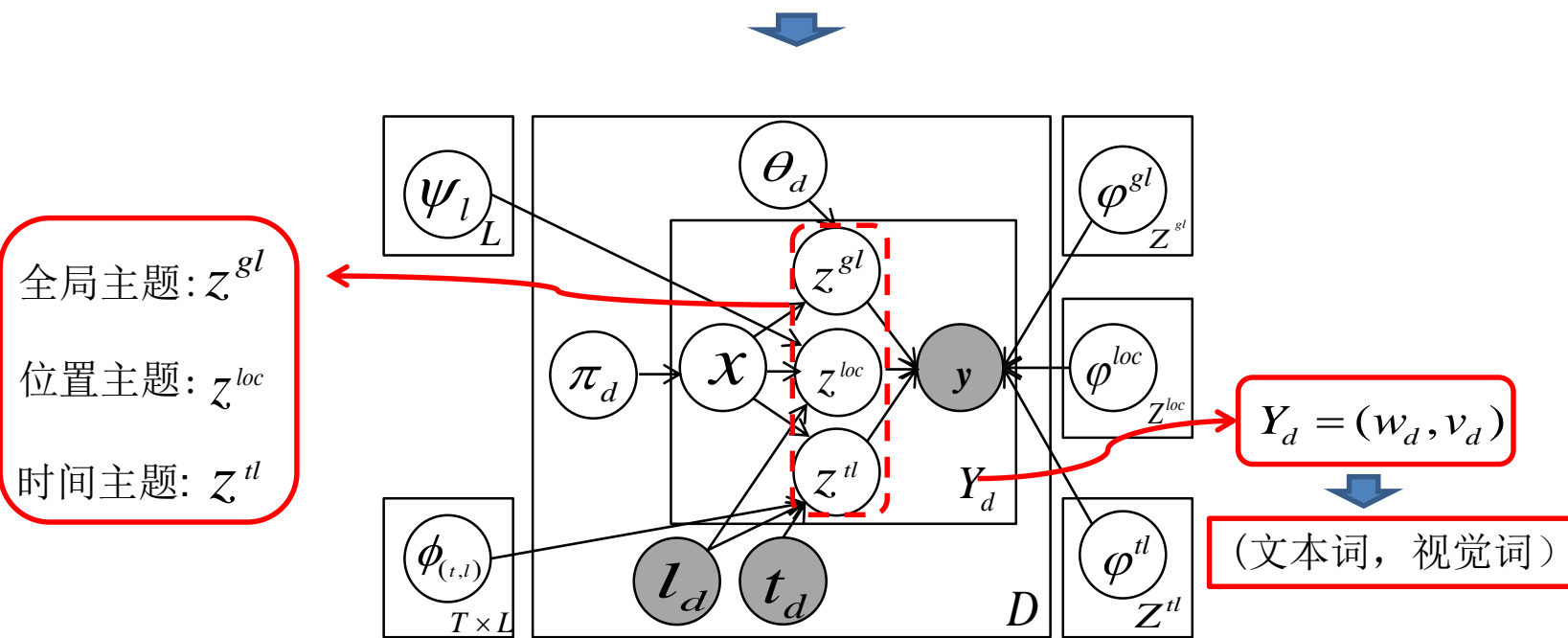
表 4.1: 地标的统计

地标	地标
凯旋门	大本钟
布鲁克林大桥	白金汉宫
埃菲尔铁塔	华盛顿纪念碑
紫禁城	金门大桥
长城	清水寺
伦敦眼	林肯纪念堂
自由女神像	巴黎圣母院
颐和园	悉尼歌剧院
东京塔	伦敦塔桥
特拉法尔加广场	白宫

# 研究框架-主题建模

## □ 地标标签中包含三类潜在地标主题

- 全局主题: 大部分地标都拥有的主题, 全局方面
- 位置主题: 描述地标特有的外观或风格, 本地方面
- 时间主题: 表示某一地标在特定时间内的主题, 时间方面



# 研究框架-主题建模

## □ 数据集的联合概率分布

$$\begin{aligned} L(D) = & \sum_{d \in D} \sum_{y \in Y} n(d, y) \\ & \times \log[p(x = gl|d) \sum_{z \in Z^{gl}} \theta_{d,z} \varphi_{z,y}^{gl}] \\ & \times p(x = loc|d) \sum_{z \in Z^{loc}} \psi_{l_d,z} \varphi_{z,y}^{loc} \\ & \times p(x = tl|d) \sum_{z \in Z^{tl}} \phi_{(t_d,l_d),z} \varphi_{z,y}^{tl} \end{aligned}$$

## □ 目标函数

$$\max(L(D) + \lambda_1 I_l(L; Z^{loc}) + \lambda_2 I_{(l,t)}((L, T); Z^{tl}))$$

基于互信息的正则化

$$I_l(L; Z^{loc}) \triangleq \sum_{l \in L} \sum_{z \in Z^{loc}} p(l, z) \log \frac{p(l, z)}{p(l)p(z)}$$

$$I_{(l,t)}((L, T); Z^{tl}) \triangleq \sum_{(t,l) \in (L,T)} \sum_{z \in Z^{tl}} p((l, t), z) \log \frac{p((l, t), z)}{p((l, t))p(z)}$$

## □ 参数估计：泛化的EM算法

# 研究框架-主题分析

---

## □主题的时间分布

$$p(t|z, l) = \frac{\phi(l, t)p(t, l)}{\sum_{t' \in T} \phi(l, t')p(t', l)}$$

## □主题的位置分布
















$$p(l|z, t) = \frac{\phi(l, t)p(t, l)}{\sum_{l' \in L} \phi(t, l')p(t, l')}$$



# 实验结果与分析

## □ 模型定性评估

### ➤ 主题

<p>Temporal#67 10/01/2011-10/07/2011 Brooklyn Bridge Occupy Wall Street</p>	<p>occupy 0.094204 occupywallstreet 0.079832 ows 0.058307 march 0.032343 wall 0.029606</p>	 0.101686  0.101680  0.101607  0.101482  0.101471
<p>Temporal#70 08/08/2012-08/14/2012 Tower Bridge London Marathon</p>	<p>marathon 0.22029 philippound 0.040515 runner 0.025902 philip 0.023851 pound 0.023138</p>	 0.203266  0.203159  0.202948  0.185978  0.183135
<p>Temporal#114 04/01/2010-04/07/ 2010 Washington Monument Cherry Blossom</p>	<p>spring 0.12389 cherry 0.08374 blossom 0.060646 april 0.047882 sakura 0.043024</p>	 0.148427  0.147661  0.145635  0.142938  0.135086

# 实验结果与分析

## □ 模型定量评估

➤ 评价指标：发现的有意义的主题数量

# 方法	# 位置主题	# 时间主题
PLSA	17	22
TM	20	25
mmSTTM_Text	27	39
mmSTTM	30	45

➤ 评价指标：有意义的主题的MAP@K

# 方法	文本词MAP@10	图片词MAP@10
PLSA	0.6188	0.5887
TM	0.6867	0.6368
mmSTTM_Text	0.7837	0.7411
mmSTTM	0.8399	0.8025

# 实验结果与分析

## □ 地标主题分析

➤ 主题的时间分布  $p(t|z, l)$



➤ 主题的位置分布  $p(l|z, t)$

Theme: 2012 Olympic games in London

Landmarks	07/22/2012-07/31/2012		08/01/2012-08/07/2012		08/08/2012-08/14/2012	
	$P(l z_u, t)$	Relevant photos	$P(l z_u, t)$	Relevant photos	$P(l z_u, t)$	Relevant photos
Tower Bridge	0.64		0.58		0.30	
Big Ben	0.30		0.11		0.10	
London Eye	0.05		0.01		0.04	
Buckingham Palace	0.003		0.07		0.33	
Trafalgar Square	0.0001		0.22		0.219	

# 本章小结

---

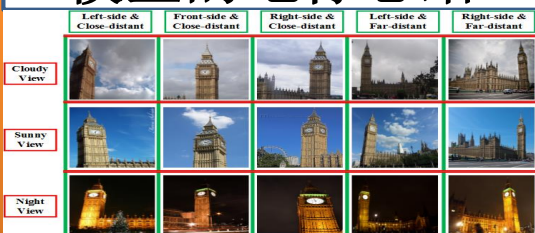
1. 考虑地标的时空维度解决地标的总结和时空分析问题
2. 提出了一个多模态时空主题模型发现地标的多类主题



# 研究框架

## (1) 社交媒体下地理数据的处理

### 基于场景角度主题模型的地标总结



### 基于多模态时空主题模型的地标分析

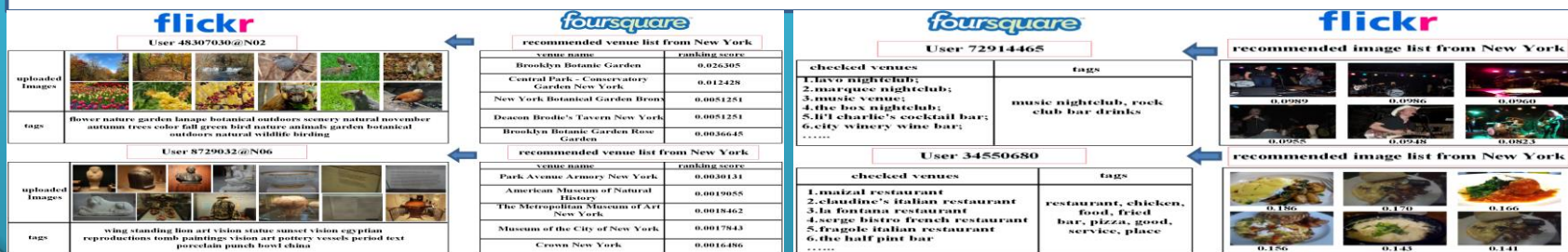
Landmarks	P(tau)	07/22/2012-07/31/2012		08/01/2012-08/07/2012		08/08/2012-08/14/2012	
		Relevant photos	P(tau)	Relevant photos	P(tau)	Relevant photos	P(tau)
Tower Bridge	0.64		0.58		0.30		
Big Ben	0.30		0.11		0.10		
London Eye	0.05		0.01		0.04		
Buckingham Palace	0.003		0.07		0.33		
Trafalgar Square	0.0001		0.12		0.29		

### 基于高阶联合聚类的社会事件检测



## (2) 社交媒体下地理数据的应用

### 基于多模态跨平台主题模型的平台间个性化推荐



# 研究内容

## (1) 社交媒体下地理数据的处理



## 基于高阶联合聚类社会事件检测

相关论文发表在:

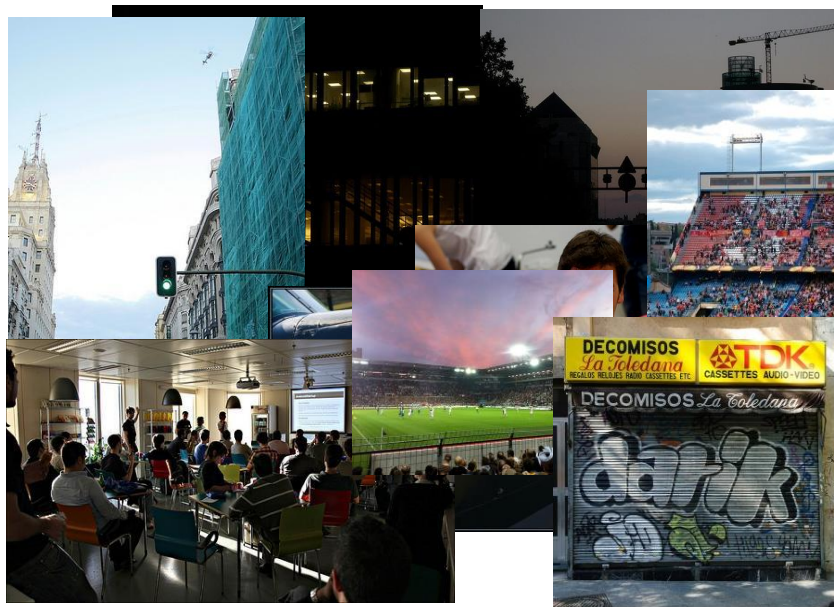
Bing-Kun Bao, **Weiying Min**, Ke Lu, Changsheng Xu : Social event detection with robust high-order co-clustering. *ICMR 2013*: 135-142

Bing-kun. Bao, **Weiying Min**, Teng Li, Changsheng Xu. Joint Local and Global Consistency on Inter-document and Inter-word Relationships for Co-clustering. *IEEE Trans. Cybernetics(TCB)*. 45(1): 15-28 (2015).



# 研究问题

## □ 输入



每一张图片 < **GPS**, 图片ID, 标签, 标题, 描述, 拍摄时间 >



## □ 输出

足球事件1



足球事件2



足球事件3



.....

如何将地理信息和关联的多种类型的信息进行统一融合和建模以便有效检测社会事件

# 研究框架

(a) 高阶联合聚类

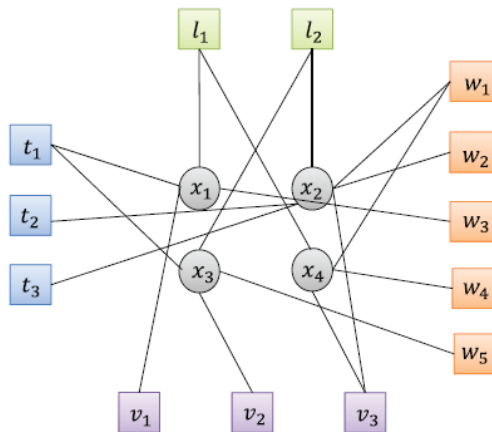


(b) 聚类 and 样本改进



# 研究框架-高阶联合聚类

□ 构建星结构的K分图（图片对象  $x$ ，视觉  $v$ ，文本  $w$ ，位置  $l$ ，时间  $t$ ）



□ 建模inter-relationship

$$J_{inter} = a[I(X; T) - I(\hat{X}; \hat{T})] + b[I(X; L) - I(\hat{X}; \hat{L})] \\ + c[I(X; V) - I(\hat{X}; \hat{V})] + d[I(X; W) - I(\hat{X}; \hat{W})]$$

□ 建模intra-relationship 关系

$$J_{intra} = \sum_{i \neq j} (h_i^t - h_j^t)^2 S(i, j) \quad S(i, j) = 1 - \frac{|t_i - t_j|}{\tau}$$

# 研究框架-高阶联合聚类

□ 总的目标函数  $J = \alpha J_{inter} + (1 - \alpha) J_{intra},$

$$\begin{aligned} & \min_{\mathbf{h}^x, \mathbf{h}^t, \mathbf{h}^l, \mathbf{h}^v, \mathbf{h}^w} J \quad \text{聚类赋值} \\ &= \min_{\mathbf{h}^x, \mathbf{h}^t, \mathbf{h}^l, \mathbf{h}^v, \mathbf{h}^w} \alpha \left\{ a[I(X; T) - I(\hat{X}; \hat{T})] + b[I(X; L) - I(\hat{X}; \hat{L})] \right. \\ & \quad \left. + c[I(X; V) - I(\hat{X}; \hat{V})] + d[I(X; W) - I(\hat{X}; \hat{W})] \right\} \\ & \quad + (1 - \alpha)(\mathbf{h}^t)^T \mathbf{G} \mathbf{h}^t \end{aligned} \quad (16)$$

□ 算法

$$(h_i^x)^* = \arg \min_{h_i^x} aD(p(T|x_i) \| q(T|\hat{\mathcal{X}})) + bD(p(L|x_i) \| q(L|\hat{\mathcal{X}}))$$

$$(h_i^t)^* = \arg \min_{h_i^t} \alpha aD(p(X|t_i) \| q(X|\hat{\mathcal{T}})) + (1 - \alpha)(\mathbf{h}^t)^T \mathbf{G} \mathbf{h}^t \quad (19)$$

$$(h_i^l)^* = \arg \min_{h_i^l} bD(p(X|l_i) \| q(X|\hat{\mathcal{L}})) \quad (20)$$

$$(h_i^v)^* = \arg \min_{h_i^v} bD(p(X|v_i) \| q(X|\hat{\mathcal{V}})) \quad (21)$$

$$(h_i^w)^* = \arg \min_{h_i^w} bD(p(X|w_i) \| q(X|\hat{\mathcal{W}})) \quad (22)$$

# 研究框架-聚类和样本改进

□ 聚类： 设定阈值对初始的聚类移除或者融合

□ 样本： 去掉有噪音的样本

样本 $x$ 和他的聚类中心 $\hat{\mathcal{X}}$ 的距离

$$dis = a|t - t_c| + b\sigma(l - l_c) + c\|\mathbf{v} - \mathbf{v}_c\|_2^2 + d\|\mathbf{w} - \mathbf{w}_c\|_2^2$$

其中 $\sigma(l - l_c) = 0$ , if  $l = l_c$ ; 否则1。  $\|\cdot\|_2$  是 $\ell_2$ 范数的向量。  $t_c = \sum_{j:x_j \in \hat{\mathcal{X}}} t_j$ ,  $l_c$  是 $\hat{\mathcal{X}}$ 中最关联的城市,  $\mathbf{v}_c = \sum_{j:x_j \in \hat{\mathcal{X}}} \mathbf{v}_j$ , and  $\mathbf{w}_c = \sum_{j:x_j \in \hat{\mathcal{X}}} \mathbf{w}_j$ . 我们去除距离超过设定阈值的样本



# 实验结果与分析

## □评估测度：NMI

$$NMI = \frac{\sum_{i=1}^{\hat{m}} \sum_{j=1}^{\hat{m}} \hat{m}_{ij} \log \left( \frac{m \hat{m}_{ij}}{\hat{m}_i (\hat{m}^*)_j} \right)}{\sqrt{\left( \sum_{i=1}^{\hat{m}} \hat{m}_i \log \frac{\hat{m}_i}{m} \right) \left( \sum_{j=1}^{\hat{m}} (\hat{m}^*)_j \log \frac{(\hat{m}^*)_j}{m} \right)}}$$

## □引入intra-relationship评估

Table 1: NMI of different approaches on soccer event subset.

N-cut	CIT	SED-RHOCC
0.7457	0.9363	0.9575

## □框架评估

Table 2: NMI of different approaches on the whole MediaEval SED dataset.

N-cut	Coarse Event Detection	SED-RHOCC
0.3930	0.6834	0.7076



# 本章小结

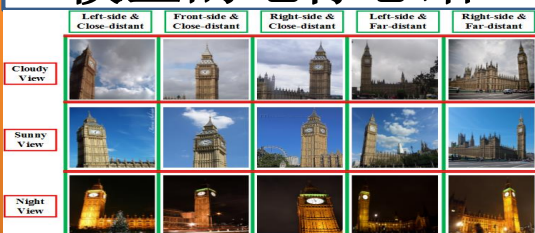
---

1. 充分考虑社交媒体下地理数据的多种类型的信息解决社会事件检测的问题
2. 通过星结构的K分图建模社交媒体和关联的位置、时间、文本和视觉信息之间的依附关系，在此基础上通过高阶的联合聚类方法检测社会事件。

# 研究框架

## (1) 社交媒体下地理数据的处理

### 基于场景角度主题模型的地标总结



### 基于多模态时空主题模型的地标分析

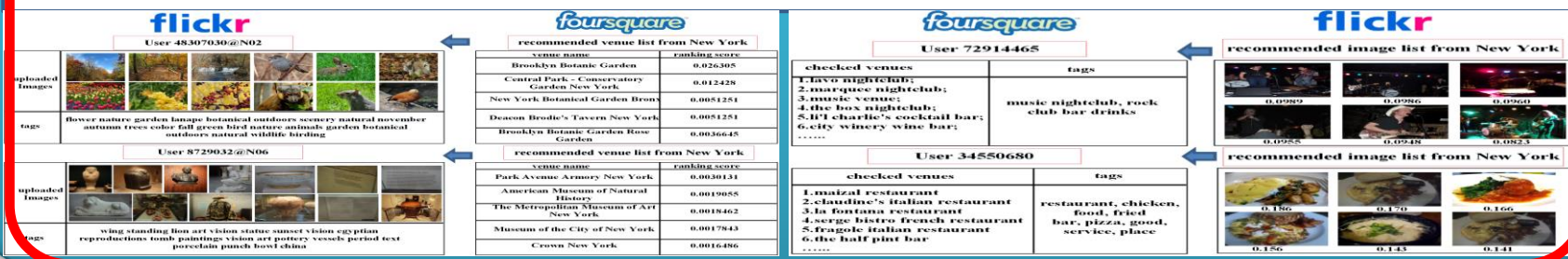
Landmarks	P(tau)	07/22/2012-07/31/2012		08/01/2012-08/07/2012		08/08/2012-08/14/2012	
		Relevant photos	P(tau)	Relevant photos	P(tau)	Relevant photos	P(tau)
Tower Bridge	0.64		0.58		0.30		0.30
Big Ben	0.30		0.11		0.10		0.10
London Eye	0.05		0.01		0.04		0.04
Buckingham Palace	0.003		0.07		0.33		0.33
Trafalgar Square	0.0001		0.12		0.29		0.29

### 基于高阶联合聚类的社会事件检测



## (2) 社交媒体下地理数据的应用

### 基于多模态跨平台主题模型的平台间个性化推荐



# 研究内容

## (2) 社交媒体下地理数据的应用

flickr		foursquare	
User: 48307030@N02		recommended venue list from New York	
uploaded images		venue name	ranking score
tags	flower nature garden image botanical outdoors scenery natural november autumn trees color fall green field nature animals garden botanical outdoors natural wildlife birding	Brooklyn Botanic Garden	0.826385
User: 8729032@N06		recommended venue list from New York	
uploaded images		Park Avenue Armory New York	0.8030131
tags	wing standing lion art china statue museum china egg pillow reproductions tomb paintings china art pottery vessels period text porcelain patch bowl china	American Museum of Natural History	0.8019855
		The Metropolitan Museum of Art New York	0.8018462
		Museum of the City of New York	0.8017843
		Crown New York	0.8015486

基于多模态跨平台主题模型的平台间个性化推荐

相关论文提交到:

**Weiqing Min**, Bing-kun Bao, Changsheng Xu. Cross-Platform Multi-Modal Topic Modeling for Personalized Inter-Platform Recommendation. IEEE Trans. on *Multimedia* (TMM) 2015. First Review

# 研究动机

- 不同的社会平台提供不同的特色服务
- 平台间的关联使来自不同平台的用户享受其他平台的服务
  - Flickr用户能够享受来自Foursquare的商户信息服务
  - Foursquare 用户能够享受来自Flickr的图片服务

**flickr**  
图片分享网站



Beijing Street Food  
Jiaozi Baozi  
Beijing China  
shopping shopping mall  
precious building  
material  
Wangfujing street  
Wangfujing

商户  
←  
→  
图片

**foursquare**  
基于位置的网络



**Hatsune**  
Japanese Restaurant and Sushi Restaurant  
19 Sanlitun Rd (At 3/F)(S8-30) of Sanlitun Village, 北京, 北京, 100027  
Suggest an Edit

Directions 010 6415 3938

Hours: Open until 9:45pm (Show more)  
Reservations: Yes

Menu: Branch, Lunch, Dinner  
Credit Cards: Yes  
Wi-Fi: Yes  
Outdoor Seating: No

9.7 ★ Lots of people like this place  
Total Visitors 797 Total Check-ins 1,516

Impressive menu with a great ambient. Nobody has mentioned them but the Hand rolls are amazing. Defenetly a must in Beijing. Call and book before you come  
Alfonso C. · July 31, 2013

Save Like - 2 likes

# 研究问题

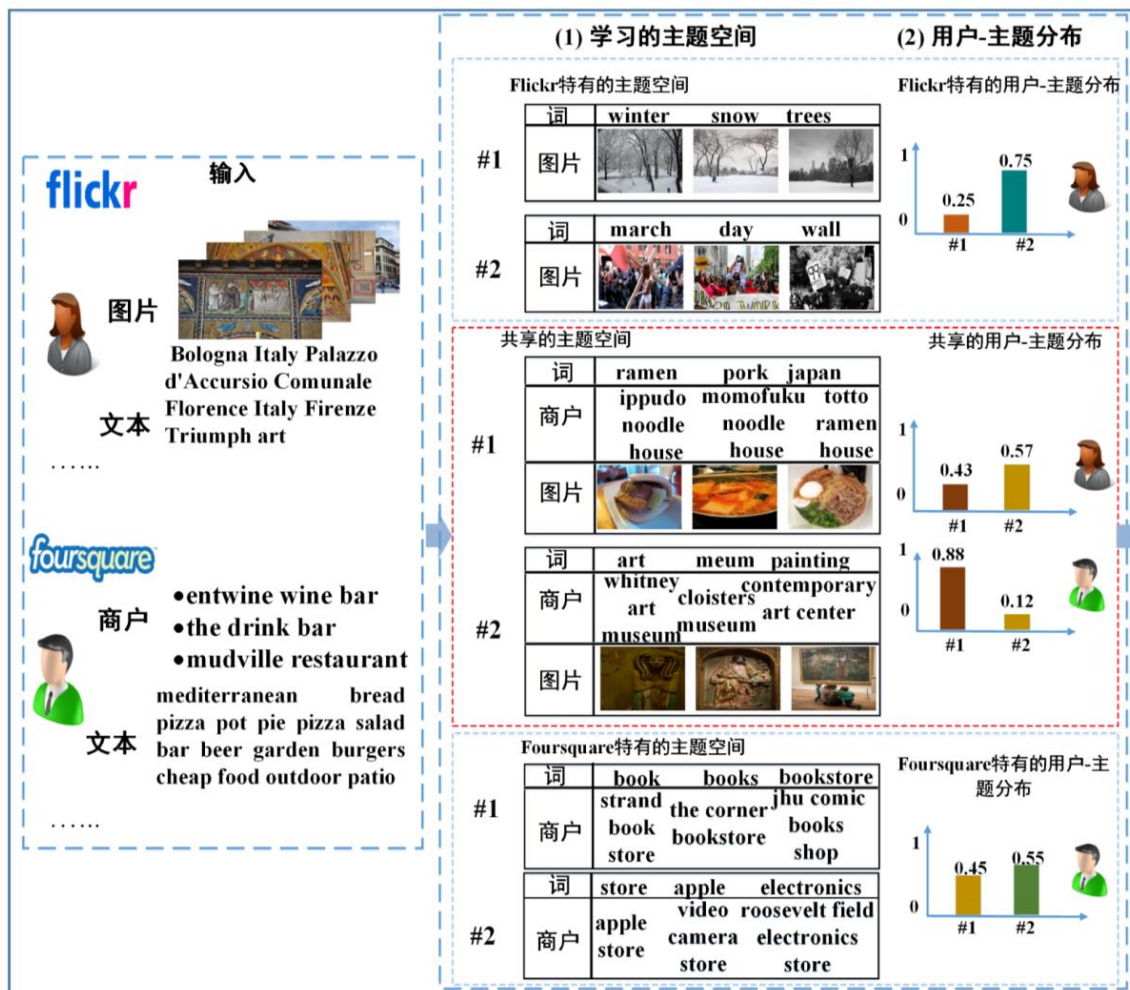
- 现有的一些网站比如Google+可以得到同一用户在不同社交网站的平台的账号，比如Google+, Youtube, Twitter，但在一些情况下，我们无法得到同一用户在其他网站的账号信息
- 一些工作基于不同平台的文本内容信息作为关联，但未能考虑社会媒体下不同媒体的多模态信息





# 研究框图

(a) 跨平台多模态主题建模



(b) 位置情景的平台间推荐





# 跨平台多模态主题建模

---

## □ Flickr和Foursquare平台有三类主题

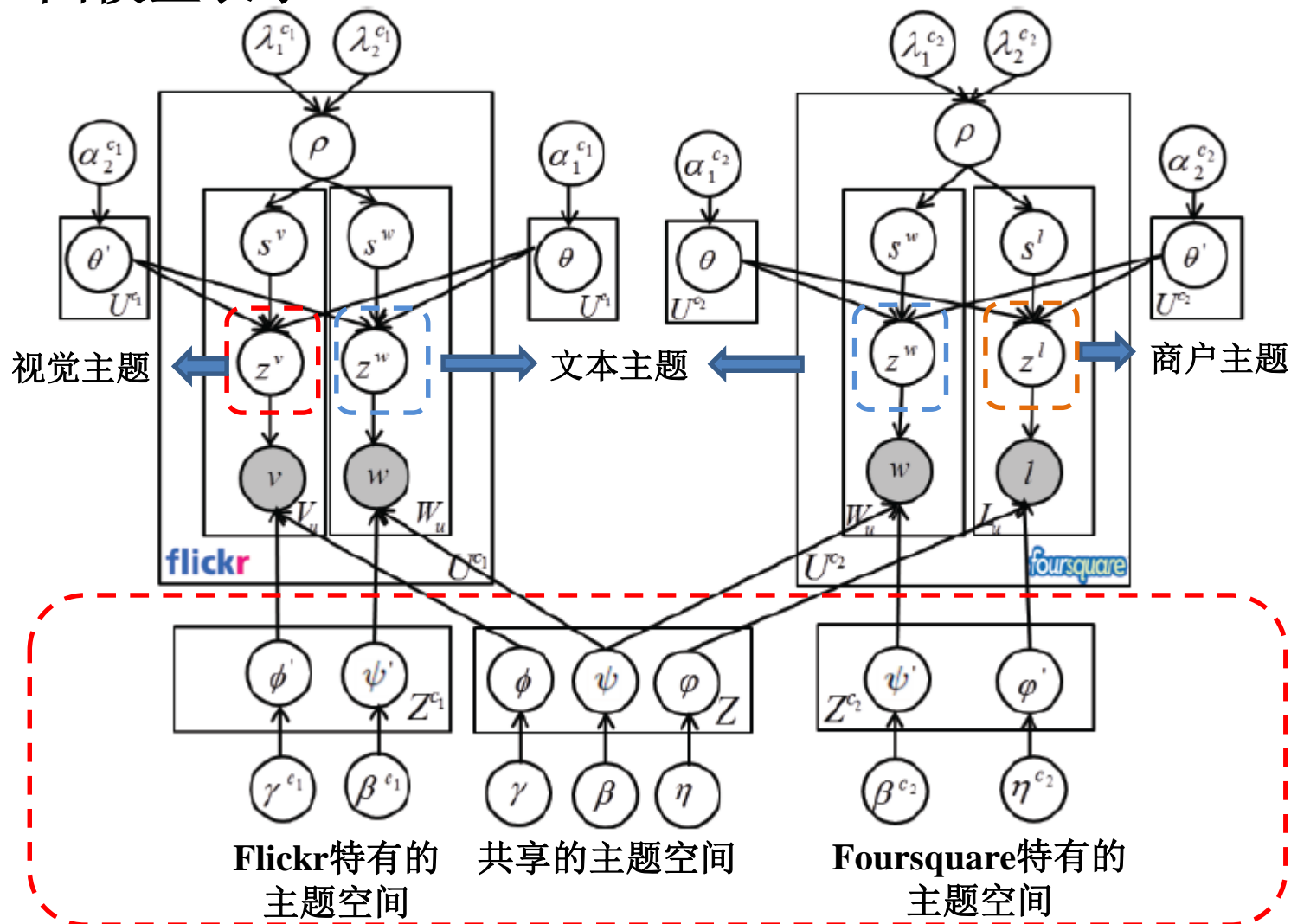
- 共享的主题：该主题由所有社交平台共同享有
- Flickr平台特有的主题：该主题只和Flickr平台有关
- Foursquare平台特有的主题：该类主题只和Foursquare平台有关

## □ 每一个平台都由不同的模态信息表示

- Flickr：每一类主题分别由文本和视觉信息表示
- Foursquare：每一类主题分别由文本和商户信息表示

# 跨平台多模态主题建模

## 图模型表示



# 跨平台多模态主题建模

## □参数估计: Gibbs 采样

➤ Flickr 用户-共享主题分布  $\hat{\theta}_{u,z}^{c_1} = \frac{n_{u,z}^{w,s^w=0,c_1} + n_{u,z}^{v,s^v=0,c_1} + \alpha_1^{c_1}}{\sum_{z'} n_{u,z'}^{w,s^w=0,c_1} + \sum_{z'} n_{u,z'}^{v,s^v=0,c_1} + K\alpha_1^{c_1}}$

➤ Fsquare 用户-共享主题分布  $\hat{\theta}_{u,z}^{c_2} = \frac{n_{u,z}^{w,s^w=0,c_2} + n_{u,z}^{l,s^l=0,c_2} + \alpha_1^{c_2}}{\sum_{z'} n_{u,z'}^{w,s^w=0,c_2} + \sum_{z'} n_{u,z'}^{l,s^l=0,c_2} + K\alpha_1^{c_2}}$

➤ 共享主题-文本词分布  $\hat{\psi}_{z,w} = \frac{n_{z,w} + \beta}{\sum_{w'} n_{z,w'} + W\beta}$

➤ 共享主题-视觉词分布  $\hat{\phi}_{z,v} = \frac{n_{z,v} + \gamma}{\sum_{v'} n_{z,v'} + V\gamma}$

➤ 共享主题-商户词分布  $\hat{\varphi}_{z,l} = \frac{n_{z,l} + \eta}{\sum_{l'} n_{z,l'} + L\eta}$

# 基于位置情景的平台间推荐

□ 给定查询城市和一个平台用户的兴趣主题分布，推荐来自其他平台且和查询城市相关的内容列表

➤ 个性化的当前位置的Foursquare商户推荐给Flickr用户

$$p(l_{c_2}|u_{c_1}, r) = \sum_{k \in K} p(l_{c_2} | z_k) p(z_k | u_{c_1}) =$$

共享的主题空间

$$\begin{cases} \sum_{k \in K} \hat{\varphi}_{z_k, l_{c_2}} \hat{\theta}_{u, z_k}^{c_1}, & l_{c_2} \in L_r \\ 0, & l_{c_2} \notin L_r \end{cases}$$

位置情景

where  $L_r$  is the set of venues in the city  $r$ .

□ 个性化的当前位置相关的Flickr图片推荐给Foursquare用户

$$\text{sim}(u_{c_2}, I_{c_1}) =$$
$$\begin{cases} \omega \text{sim}(\hat{\theta}_{u_{c_2}}^{c_2}, d_{I_{c_1}}^w) + (1 - \omega) \text{sim}(\hat{\theta}_{u_{c_2}}^{c_2}, d_{I_{c_1}}^v), & \text{geo}_{I_{c_1}} \in \text{Geo}_r \\ 0, & \text{geo}_{I_{c_1}} \notin \text{Geo}_r \end{cases}$$

# 实验结果与分析

## □数据

➤位置:纽约城市

➤Flickr <图片ID, 标签, 标题, 描述, 拍摄时间, GPS, 最喜欢数量>






➤4Square <商户, 标签, 评论, GPS, 签到数量, 评论数量>

# 平台	# 用户	# 图片	# 商户	# 签到	#推文
Flickr	11,996	856,795	-	-	-
Foursquare	13,143	-	40,166	144,805	516,655






# 模型评估：定性评估

## □共享的主题






共享的主题 #5

词	ramen 0.08639	pork 0.0470	japanese 0.0444	restaurant 0.0427	noodle 0.0221
商户	ippudo ramen / noodle house 0.05327	momofuku noodle bar ramen / noodle house 0.0374	totto ramen ramen / noodle house 0.0300	chuko ramen / noodle house 0.0179	rai rai ken ramen / noodle house 0.0151
图片	 0.3955	 0.3719	 0.3697	 0.3577	 0.3189

共享的主题 #29

词	art 0.1250	meum 0.08652	painting 0.01369	sculpture 0.01362	modern 0.01270
商户	whitney museum of american art museum 0.05327	the cloisters museum 0.04493	moa ps1 contemporary art center art museum 0.0412	new art museum 0.02497	neue galerie art museum 0.0150
图片	 0.6887	 0.6656	 0.6488	 0.6426	 0.6319

共享的主题 #87


词	baseball 0.07335	stadium 0.06574	game 0.03480	field 0.03339	sports 0.03214
商户	yankee stadium 0.2088	citi field baseball stadium 0.0933	basketball stadium 0.0793	mcu park baseball stadium 0.0148	stan's sports bar 0.0104
图片	 0.6770	 0.6178	 0.5768	 0.5567	 0.5397








# 模型评估：定性评估

## □ Flickr特有的主题

Flickr特有的主题 #54

词	march	day	wall	occupy	protest
	0.0817	0.0717	0.0582	0.0351	0.0338
图片					
	0.5805	0.5424	0.5183	0.4991	0.4398

Flickr特有的主题 #64

词	sunset	clouds	sky	island	ocean
	0.0989	0.0700	0.04417	0.0363	0.0224
图片					
	0.6241	0.5565	0.5373	0.4984	0.4792

Foursquare特有的主题 #44

词	book	books	bookstore	store	library
	0.04859	0.0481	0.03829	0.0379	0.0213
商户	strand book store bookstore	forbidden planet bookstore	jhu comic books comic shop	barnes & noble bookstore	brooklyn public library
	0.0301	0.0268	0.0167	0.0100	0.008

Foursquare特有的主题 #62

词	store	apple	electronics	iphone	mac
	0.0918	0.0824	0.0545	0.0317	0.0219
商户	apple store	b&h photo video camera store	apple store, roosevelt field electronics store	best buy electronics store	apple store electronics store
	0.1475	0.0369	0.0167	0.0148	0.0111

## □ Foursquare特有的主题

# 模型评估：定量评估

## □ 评估指标

$$\text{perplexity}(D_{\text{test}}) =$$

$$\exp\left(-\frac{\sum_{u \in U_{\text{test}}^{c1}} \ln p(\mathbf{w}_u | \mathbf{v}_u) + \sum_{u \in U_{\text{test}}^{c2}} \ln p(\mathbf{w}_u | \mathbf{l}_u)}{\sum_{u \in U_{\text{test}}} n_u^w}\right)$$

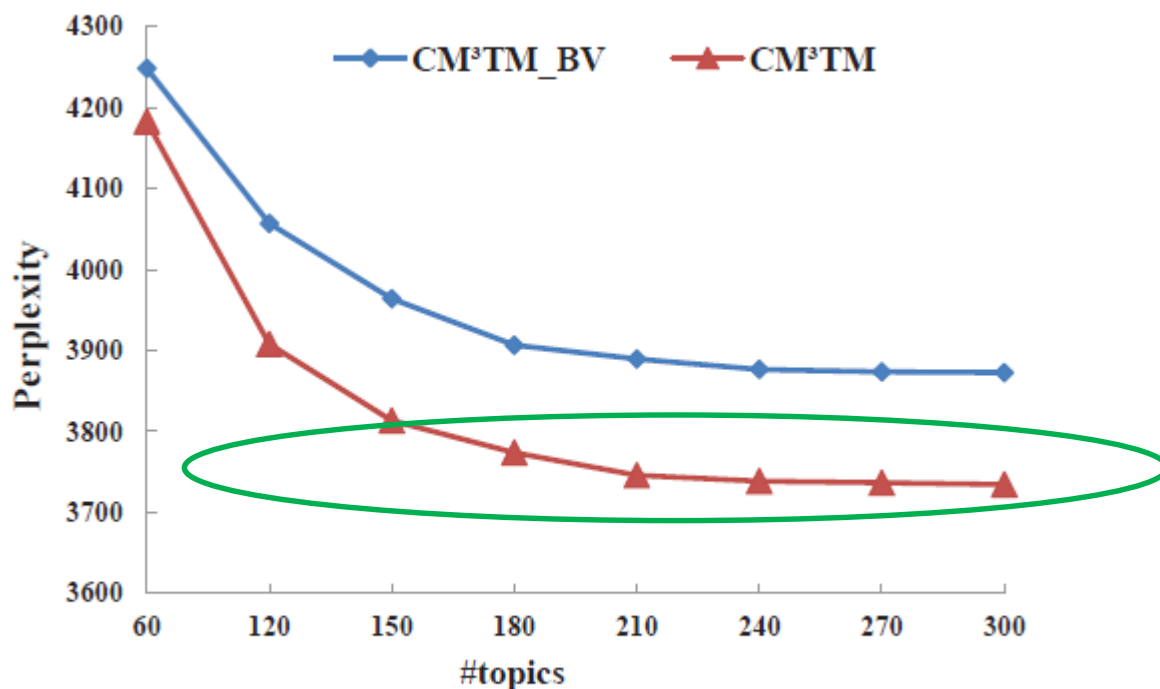


Fig. 5: Perplexity Comparison

# 框架评估：案例研究

## □个性化的Flickr图片推荐 给Foursquare用户

## □个性化的Foursquare商户推荐 给Flickr用户

foursquare

User 72914465

checked venues	tags
1.lavo nightclub; 2.marquee nightclub; 3.music venue; 4.the box nightclub; 5.li'l charlie's cocktail bar; 6.city winery wine bar; .....	music nightclub, rock club bar drinks

User 34550680

checked venues	tags
1.maizal restaurant 2.claudine's italian restaurant 3.la fontana restaurant 4.serge bistro french restaurant 5.fragole italian restaurant 6.the half pint bar .....	restaurant, chicken, food, fried bar, pizza, good, service, place

flickr

recommended image list from New York



recommended image list from New York

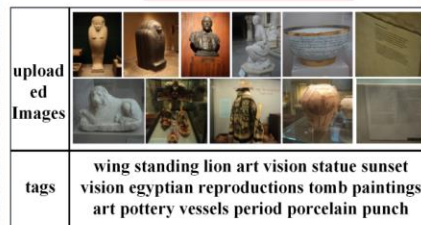


flickr

User 48307030@N02



User 8729032@N06



foursquare

recommended venue list from New York

venue name	ranking score
Brooklyn Botanic Garden	0.026305
Central Park - Conservatory Garden New York	0.012428
New York Botanical Garden Bronx	0.0051251
Deacon Brodie's Tavern New York	0.0051251
Brooklyn Botanic Garden Rose Garden	0.0036645

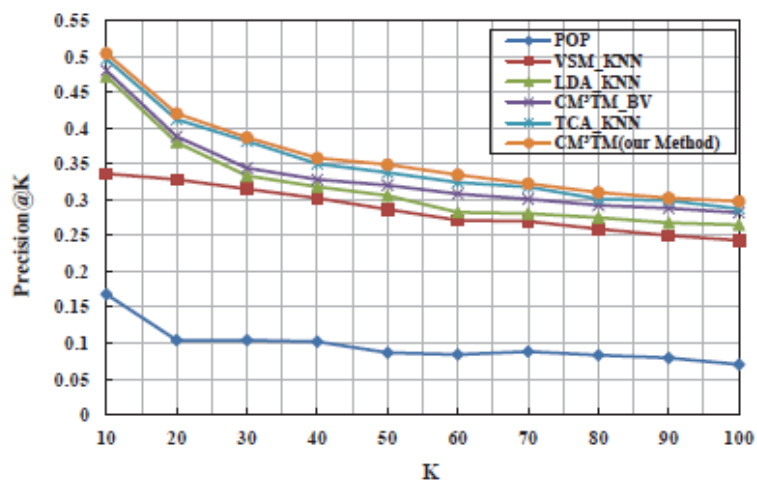
recommended venue list from New York

venue name	ranking score
Park Avenue Armory New York	0.0030131
American Museum of Natural History	0.0019055
The Metropolitan Museum of Art New York	0.0018462
Museum of the City of New York	0.0017843
Crown New York	0.0016486

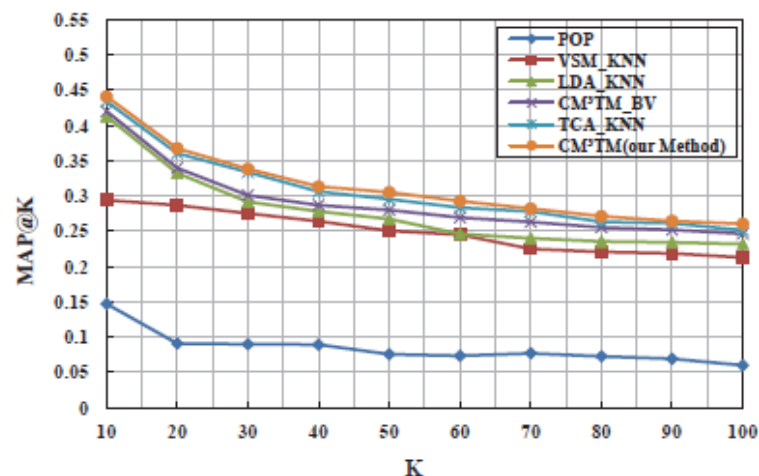
# 框架评估：定量评估

□ 评价指标： MAP@K, Precision@K

➤ 个性化的Facebook图片推荐推荐给Edwark用户



(a) Precision@K



(b) MAP@K

# 本章小结

---

1. 研究了位置情境下平台间的个性化推荐问题

2. 提出了一个跨平台多模态主题模型，该模型能够发现共享的主题和平台特有的主题，同时能够对齐同一主题来自不同平台的多种模态。

# 大纲

---



• 研究背景与意义



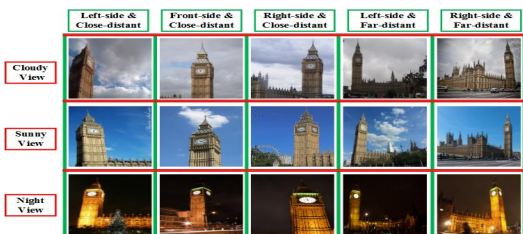
• 研究框架与内容



• 研究总结与展望



# 总结



- 提出了一个场景角度主题模型解决地标总结的问题

Landmarks	07/22/2012-07/31/2012		08/01/2012-08/07/2012		08/08/2012-08/14/2012	
	PID(x,y)	Relevant photos	PID(x,y)	Relevant photos	PID(x,y)	Relevant photos
Tower Bridge	0.64		0.58		0.50	
Big Ben	0.50		0.11		0.10	
London Eye	0.05		0.01		0.04	
Buckingham Palace	0.003		0.07		0.32	
Trafalgar Square	0.0001		0.22		0.218	

- 提出了一种多模态时空主题模型实现地标的时空分析



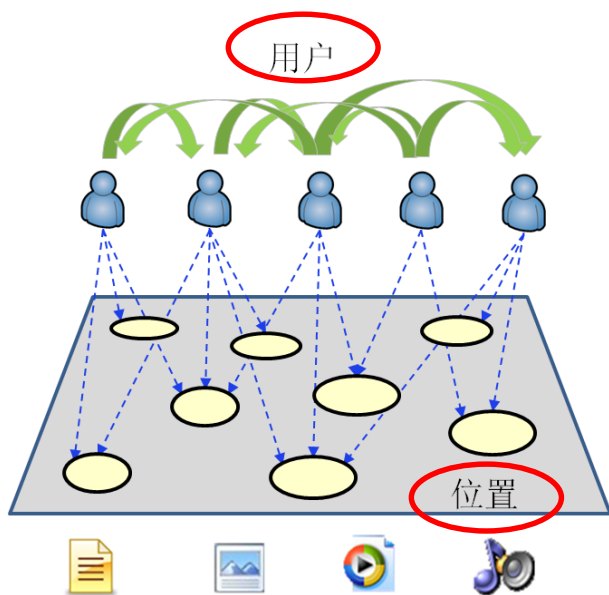
- 提出了一种鲁棒的高阶联合聚类方法检测社会事件

flickr		foursquare	
User 48307030@N02		recommended venue list from New York	
uploaded images		venue name	ranking score
tags	flower nature garden lamp botanical outdoor scenery natural november autumn trees color fall green bird nature animals garden botanical outdoor natural wildlife building	Brooklyn Botanic Garden	0.026305
		Central Park - Conservatory Garden New York	0.012428
		New York Botanical Garden Bronx	0.0051251
		Brooklyn Botanic Garden New York	0.0051251
		Brooklyn Botanic Garden Rose Garden	0.0036645
User 87290332@N06		recommended venue list from New York	
uploaded images		venue name	ranking score
tags	wing standing blue art vision statue sunset vision egg pitant reproduction tank paintings vision art pottery vases period text porcelaine punch bowl china	Park Avenue Armory New York	0.0030121
		American Museum of Natural History	0.0019005
		The Metropolitan Museum of Art New York	0.0018062
		Museum of the City of New York	0.0017843
		Crown New York	0.0016496

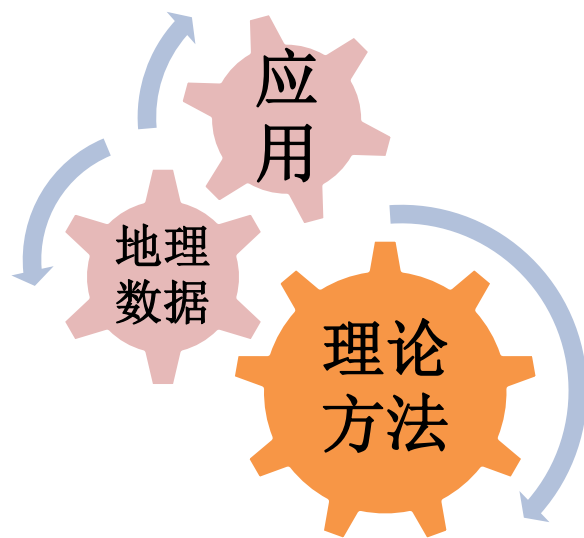
- 提出了一个跨平台多模态主题模型应用到基于位置情景的平台间的个性化推荐中

# 展望

- 基于地理-社会媒体的用户建模
- 探索社交媒体下地理数据处理的新的理论方法



位置标注的用户产生的内容



# 发表论文和专利

---

## □ 国际期刊

1. **Weiqing Min**, Changsheng Xu, Min Xu, Xian Xiao, Bing-kun Bao. Mobile Landmark Search with 3D Models. *IEEE Trans. on Multimedia (TMM)* 16(3):623-636(2014)
2. **Weiqing Min**, Bing-kun Bao, Changsheng Xu. Multi-modal Spatio-Temporal Theme Modeling for Landmark Analysis. *IEEE Multimedia (IEEE MM)*. 21(3): 20-29 (2014)
3. **Weiqing Min**, Bing-kun Bao, Changsheng Xu. An Incremental Probabilistic Model for Temporal Theme Analysis of Landmarks. *Multimedia Systems Journal(MMSJ)* . Accepted.
4. Bing-kun. Bao, **Weiqing Min**, Teng Li, Changsheng Xu. Joint Local and Global Consistency on Inter-document and Inter-word Relationships for Co-clustering. *IEEE Trans. Cybernetics(TCB)*. 45(1): 15-28 (2015).

## □ 国际会议

- 1.**Weiqing Min**, Bing-Kun Bao, Changsheng Xu : Scene and Viewpoint Based Visual Summarization for Landmarks. *ICIP 2014.* : 3112 – 3116
- 2.**Weiqing Min**, Bing-Kun Bao, Changsheng Xu : Landmark History Visualization. *MMM 2013*: 121-132.
- 3.**Weiqing Min**, Bing-Kun Bao, Changsheng Xu : What Happened Near Big Ben: Event-Driven Landmark Mining from Flickr. *PCM 2012*: 769-778
- 4.Bing-Kun Bao, **Weiqing Min**, Jitao Sang, Changsheng Xu : Multimedia news digger on emerging topics from social streams. *ACM Multimedia (ACM MM)2012*: 1357-1358
- 5.Bing-Kun Bao, **Weiqing Min**, Ke Lu, Changsheng Xu : Social event detection with robust high-order co-clustering. *ICMR 2013*: 135-142

# 发表论文和专利

---

## □ 在审论文

1. **Weiqing Min**, Bing-kun Bao, Changsheng Xu. Cross-Platform Multi-Modal Topic Modeling for Personalized Inter-Platform Recommendation. *IEEE Trans. on Multimedia (TMM)* 2015. **Under Second Review**

## □ 专利

1. 基于互联网跨媒体地标的历史事件提取与相关图片检索方法. 徐常胜, **闵巍庆**, 鲍秉坤. 申请号: 201210592957.0
2. 一种基于多媒体数据挖掘的地标信息检索方法. 徐常胜, **闵巍庆**, 鲍秉坤. 申请号: 201310451597.7

# 致谢

感谢我的导师徐常胜研究员多年来在学术上给我的谆谆教导

感谢鲍秉坤博士的悉心指导和帮助

感谢桑基韬博士和张天柱博士的悉心指导和帮助

感谢参与我论文评阅与答辩各位老师

感谢MMC研究组的各位成员

感谢所有关心和帮助过我的人

请各位老师批评指导

