

# Application of graph matching in Computer Vision

## Master Seminar

Ekaterina Tikhoncheva

University of Heidelberg  
Faculty of Mathematics and Computer Science  
Computer Vision group  
at  
Heidelberg Collaboratory for Image Processing

November 2015

# Agenda

- 1 Graph matching
- 2 Solution techniques
- 3 2LevelGM
- 4 Evaluation

# Aim

Given two attributed graphs  $\bar{G}^P = (\bar{V}^P, \bar{E}^P, \bar{A}^P)$  and  $\bar{G}^Q = (\bar{V}^Q, \bar{E}^Q, \bar{A}^Q)$  with  $n^P$  and  $n^Q$  nodes respectively.

A result of graph matching is a subset of possible correspondences between those graphs, which can be represented in form of assignment matrix  $X \in \{0, 1\}^{n^P \times n^Q}$ :

$$X_{ia} = \begin{cases} 1 & \text{node } v_i \in \bar{V}^P \text{ matches } v_a \in \bar{V}^Q \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

General formulation:

$$\begin{aligned} x^* &= \arg \max S(x) \\ \text{s.t. } &\begin{cases} x \in \{0, 1\}^{n^P n^Q} \\ \sum_{i=1}^{n^P} x_{ia} \leq 1 \\ \sum_{a=1}^{n^Q} x_{ia} \leq 1 \end{cases} \end{aligned}$$

The objective function  $S(x)$  measures the similarity between the

## Drei exemplarische Typen von Suchanfragen

- spezielle:  
„Does Netscape support the JDK 1.1 - code-signing API?“[1]
- breit angelegte:  
„Find information about the Java programming language“[1]
- Suche nach ähnlichen Seiten  
„Find pages similar to *java.sun.com*“[1]

## Drei exemplarische Typen von Suchanfragen

- spezielle: **Problem der Knappheit**  
„Does Netscape support the JDK 1.1 - code-signing API?“[1]
- breit angelegte:  
„Find information about the Java programming language“[1]
- Suche nach ähnlichen Seiten  
„Find pages similar to *java.sun.com*“[1]

## Drei exemplarische Typen von Suchanfragen

- spezielle: **Problem der Knappheit**  
„Does Netscape support the JDK 1.1 - code-signing API?“[1]
- breit angelegte: **Problem der Vielfältigkeit**  
„Find information about the Java programming language“[1]
- Suche nach ähnlichen Seiten  
„Find pages similar to *java.sun.com*“[1]

# Ranking

- Man möchte die angesehensten Seiten (Authorities) aus der Menge aller zu der Anfrage relevanten Seiten finden
- Mögliche Hindernisse:
  - die höchst relevanten Seiten werden nicht unbedingt durch ein textbasiertes Ranking vorgezogen
  - es kann sein, dass die relevanten Seiten die Wörter aus der Suchanfrage gar nicht enthalten



# Authorities and Hubs I

## Annahme

Die Relevanz zwischen zwei Seiten wurde vom Ersteller des Links zwischen diesen Seiten geprüft

Stimmt im Allgemeinen nicht (z.B. Navigationslinks, Werbung)

Aber unter dieser Annahme reicht es, nur die Linkstruktur des WWW zu betrachten, um die Autorität einer Seite im Bezug auf eine andere zu bestimmen

# Authorities und Hubs II

## Authorities (Autoritätsseiten)

Relevante Seiten, auf die viele weitere relevante Seiten zeigen

## Hubs

Seiten, die auf viele Authorities zeigen

The end

Thank you for your attention!



## References I

- [1] John M. Kleinberg. Authoritative sources in a hyperlinked environment. In *Proc. 9th ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms*, 1998.