Search Engine for DBLP

- with Whoosh

Authors:

Piccinni Marco

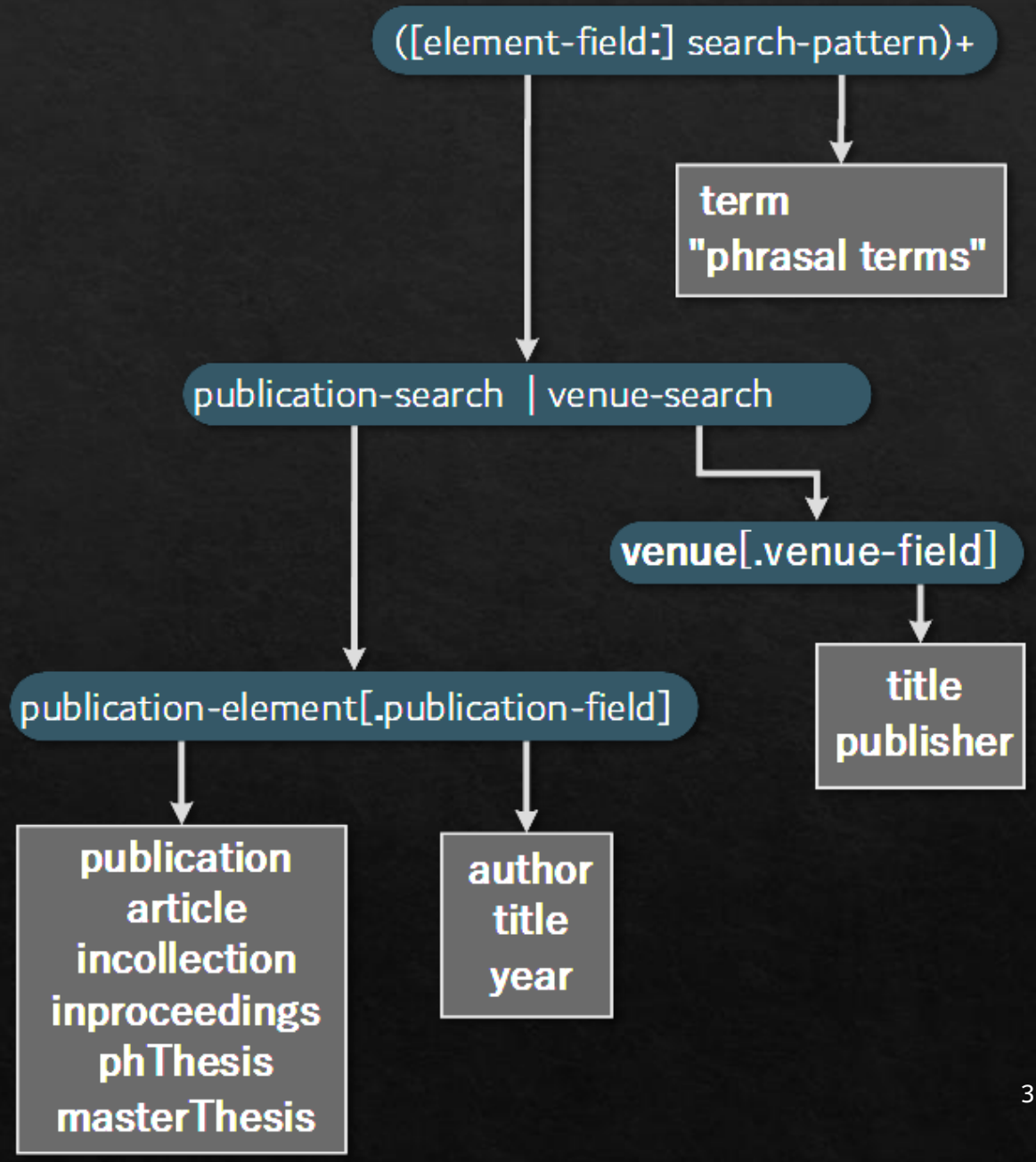
Tortoli Daniele

Gestione Avanzata dell'Informazione – UNIMORE- 2019/2020

Obiettivi del progetto

- Realizzazione di un sistema di ricerca full-text che consenta di effettuare ricerche nella bibliografia di DBLP ordinando i risultati secondo un modello di ranking.
- Il sistema è quindi responsabile di due aspetti:
  1. Creazione e gestione degli indici a partire dal file XML di DBLP.
  2. Supporto per ricerche full-text in base al linguaggio proposto.

Sintassi del linguaggio di ricerca



Fasi di sviluppo

- Analisi e parsing del file XML
- Modellazione degli indici
- Parsing della query utente
- Algoritmi di ricerca
- Gestione dei risultati

Analisi XML

Tipi di documenti

Venue

- Raccolta di pubblicazioni
- Può essere:
  - Conferenza (*proceedings*)
  - Libro (*book*)
  - Rivista (*journal*)

Pubblication

- Il documento dello studio pubblicato
- Può essere:
  - Articolo (*article*)
  - *incollection*
  - Intervento (*inproceedings*)
  - Tesi di dottorato (*ph. Thesis*)
  - Tesi di laurea (*master thesis*)

Analisi XML
Riferimenti tra pubblicazioni e raccolte

inproceedings
article

→ proceedings

incollection

→ book

article

→ journal

```xml
<inproceedings key="conf/dsd/WurstDHZSCBB19" mdate="2019-10-23">
  <author>Marko Bertogna</author>
  <author>Paolo Burgio</author>
  <title>
    System Performance Modelling of Heterogeneous HW Platforms: An Automated Driving Case Study.
  </title>
  <crossref>conf/dsd/2019</crossref>
    ...
</inproceedings>
```

```xml
<incollection key="series/acvpr/DenmanHFS17" mdate="2019-08-20">
  <author>Simon Denman</author>
  <title>
    Locating People in Surveillance Video Using Soft Biometric Traits.
  </title>
  <crossref>series/acvpr/TC2017</crossref>
    ...
</incollection>
```

```xml
<article key="journals/nature/Beckwith13" mdate="2019-11-28">
  <author>Christopher I. Beckwith</author>
  <title>History of science: Science spun on the Silk Road.</title>
  <year>2013</year>
  <volume>502</volume>
  <journal>Nature</journal>
    ...
  <url>db/journals/nature/nature502.html#Beckwith13</url>
</article>
```

Parsing XML

Il primo passo per la creazione del programma è stata l'analisi del file XML
Due approcci possibili:

1. DOM (Tree Based)
2. SAX (Event Based)

DOM (Document Object Model)

- Crea la struttura in memoria.
- Veloce ma oneroso in termini di risorse.

SAX (Simple Api for XML)

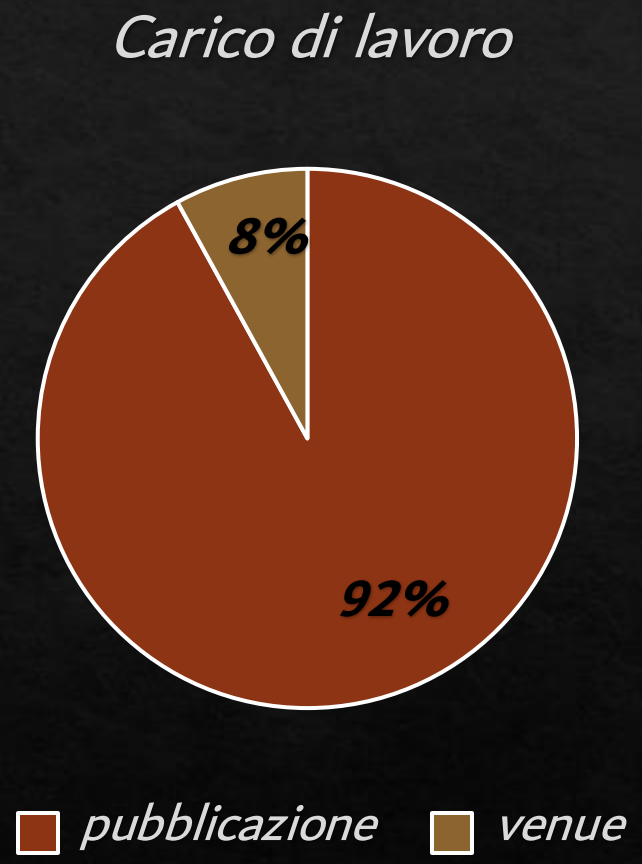
- Esegue azioni in seguito a degli eventi.
- Più lento ma richiede meno memoria.

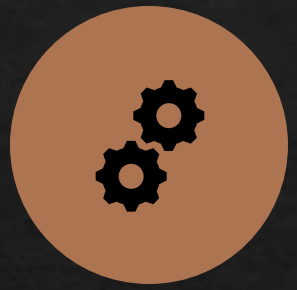
SAX si è rivelata la scelta ottimale per le macchine utilizzate.

Parallelizzazione

In seguito a test si è deciso di parallelizzare il parsing e la creazione degli indici, tramite Whoosh.

- Dati
  - ~17 minuti per eseguire il parsing in parallelo.
  - ~19 minuti in sequenziale.
  - Il carico di lavoro è completamente sbilanciato.
  - Le risorse sono distribuite uniformemente tra i processi, limitando l'utilizzo della RAM disponibile all'80%

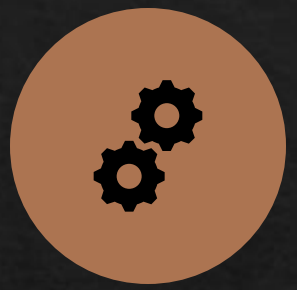




Modellazione degli indici

- Indici creati durante la fase di parsing (parallelo)

- 3 fasi di processing:
  1. Pubblicazioni
  2. Collezioni
  3. Aggiunta riviste (trovate nella fase 1) alle Collezioni



Caso particolare: Journal

- Se durante il parsing delle pubblicazioni viene trovato l'attributo journal:
  1. Controllo univocità *key* per evitare duplicazione
  2. Creazione di *key = <nome_journal>/year/volume/number*
  3. *Journal* salvato su file
  4. Aggiornata *crossref* della relativa pubblicazione

- Aggiunti all'indice *venue* dopo la sua creazione

Caso particolare: Journal

Scelta della chiave

PRO

- Riferimenti più specifici

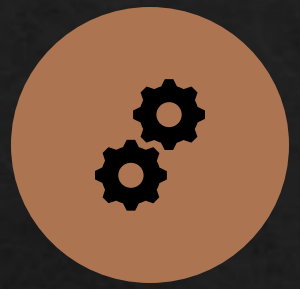
CONTRO

- Numero di riviste più elevato

Caso particolare: Journal

Esempi di key

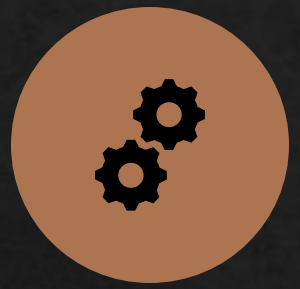
```
GTELaboratoriesIncorporated/1989/TM-0149-06-89-165/~GTE Laboratories Incorporated~1989~TM-0149-06-89-165~~db/journals/gtelab/index.html~
GTELaboratoriesIncorporated/1995/TR-0310-11-95-165/~GTE Laboratories Incorporated~1995~TR-0310-11-95-165~~db/journals/gtelab/index.html~
GTELaboratoriesIncorporated/1991/TR-0146-06-91-165/~GTE Laboratories Incorporated~1991~TR-0146-06-91-165~~db/journals/gtelab/index.html~
GTELaboratoriesIncorporated/1993/TR-0231-08-93-165/~GTE Laboratories Incorporated~1993~TR-0231-08-93-165~~db/journals/gtelab/index.html~
GTELaboratoriesIncorporated/1993/TR-0244-12-93-165/~GTE Laboratories Incorporated~1993~TR-0244-12-93-165~~db/journals/gtelab/index.html~
GTELaboratoriesIncorporated/1991/TR-0169-12-91-165/~GTE Laboratories Incorporated~1991~TR-0169-12-91-165~~db/journals/gtelab/index.html~
GTELaboratoriesIncorporated/1990/TM-0332-11-90-165/~GTE Laboratories Incorporated~1990~TM-0332-11-90-165~~db/journals/gtelab/index.html~
GTELaboratoriesIncorporated/1988/TM-0014-06-88-165/~GTE Laboratories Incorporated~1988~TM-0014-06-88-165~~db/journals/gtelab/index.html~
GTELaboratoriesIncorporated/1993/TR-0236-09-93-165/~GTE Laboratories Incorporated~1993~TR-0236-09-93-165~~db/journals/gtelab/index.html~
UniversityofCaliforniaatBerkeley/1979/UCB/ERLM79/28/~University of California at Berkeley~1979~UCB/ERL M79/28~~~
ANSIX3H2/1990/X3H2-90-412/~ANSI X3H2~1990~X3H2-90-412~~db/conf/x3h2/index.html~
ANSIX2H2/1991/DBL:KAW-006X3H2-91-133rev1/~ANSI X2H2~1991~DBL:KAW-006 X3H2-91-133rev1~~db/conf/x3h2/index.html~
ANSIX3H2/1990/X3H2-90-292/~ANSI X3H2~1990~X3H2-90-292~~db/conf/x3h2/index.html~
ANSIX3H2/1991/DBL:ARL-029X3H2-91-083rev1/~ANSI X3H2~1991~DBL:ARL-029 X3H2-91-083rev1~~db/conf/x3h2/index.html~
ANSIX3H2/1992/X3H2-92-062/~ANSI X3H2~1992~X3H2-92-062~~db/conf/x3h2/index.html~
IWBSReport/1991/191/~IWBS Report~1991~191~~~
LILOG-Report/1988/59/~LILOG-Report~1988~59~~~
LILOG-Report/1987/15/~LILOG-Report~1987~15~~~
```



Schema degli indici

Publication

```
pubtype = TEXT(stored = True)
key = STORED
author = TEXT(stored = True)
title = TEXT(stored = True)
pages = STORED
year = TEXT(stored = True)
journal = STORED
volume = STORED
number = STORED
url = STORED
ee = STORED
crossref = ID(stored = True)
```



Schema degli indici

Venue

```
pubtype = TEXT(stored = True)
key = ID(stored = True)
author = STORED
title = TEXT(stored = True)
journal = STORED
publisher = TEXT(stored = True)
url = STORED
ee = STORED
year = STORED
isbn = STORED
```

Analisi degli indici

Dati

Publications: 4.786.307

Venue: 60.507

Venue con journals: 461.164

Parsing delle interrogazioni

1. Si spezza l'interrogazione dell'utente dividendo le ricerche come da sintassi
2. Le singole interrogazioni sono adattate secondo il *Whoosh Query Language*
3. Le query sono collegate tra loro in OR

Casi particolari:

- *Search_pattern* senza *element_field* sono cercati in entrambi gli indici
- *Phrasal retrieval* ammessa secondo il formato: *"search_pattern"*
- Ricerche meno specfiche: *Prefix* e *suffix* (* , ?)

Struttura dei documenti

I risultati della ricerca sono una lista di documenti, ognuno con una struttura ben definita:

doc = {'key': <string>, 'score': <float>, 'ven': <dict>, 'pub': <list>, 'alternative': <list>}

'pub' = {'author': <string>, 'crossref': <string>, 'ee': <string>, 'journal': <string>, 'key': <string>, 'number': <string>, 'pages': <string>, 'pubtype':<string>, 'title': <string>, 'url': <string>, 'volume': <string>, 'year': <string>, 'o_score': <float>}

'ven' = {'author': <string>, 'ee': <string>, 'isbn': <string>, 'key': <string>, 'publisher': <string>, 'pubtype': <string>, 'journal': <string>, 'title': <string>, 'url': <string>, 'year': <string>, 'o_score': <float>}

Algoritmi di ricerca

- Okapi BM25F
- Frequenza
- Altre opzioni: Fuzzy-term

Algoritmi di ricerca

BM25F

Best Match 25 Model with Extension to Multiple Weighted Fields

- Estensione del modello BM25
- Basato sui modelli probabilistici e su *tf-idf*
- Applicabile a documenti strutturati consistenti di campi multipli

  L'idea generale è che alcuni campi abbiano più importanza di altri

  Un match del titolo con la query utente si prevede essere più rilevante che un match con una parte di testo!

- Ne esistono diverse implementazione open source: Whoosh usa quella Okapi

Algoritmi di ricerca

Frequency

- Il peso di un termine che occorre in un documento è semplicemente proporzionale alla frequenza del termine
- Implementato da Whoosh sotto la classe *whoosh.scoring.Frequency*
- Spesso usato come fattore di peso nelle ricerche di *information retrieval*

Algoritmi di ricerca

Fuzzy-term

- Trova i documenti contenenti parole simili al termine dato
- Opzione implementata da *Whoosh* sotto la classe:

class.whoosh.query.FuzzyTerm(fieldname, text, boost=1.0, maxdist=1, prefixlength=1, constantscore=True)

Threshold

- Permette di restituire all'utente un pool di risultati più specifico!

- Viene invocato solo quando viene effettuata una ricerca su entrambi gli indici.

(a) publications

score	crossref
pub score 1	pub crossref 1
pub score 2	pub crossref 2
pub score 3	pub crossref 3
pub score 4	pub crossref 4
...	...
pub score N	pub crossref N

(b) venue

key	score
venue key 1	venue score 1
venue key 2	venue score 2
venue key 3	venue score 3
venue key 4	venue score 4
...	...
venue key N	venue score N

(c) threshold

Threshold: score
sum_score
sum_score1
sum_score2
sum_score3
....
sum_scoreN

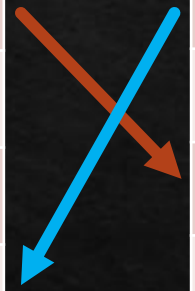
if *Threshold < sum_score1*
l'algoritmo termina

Threshold

- Elementi ordinati per punteggio decrescente
- Cerca se tra i risultati di pubblications e venue esiste qualche collegamento, cercando la crossref della prima pub nelle key delle venue (e viceversa)
- Se trova corrispondenza, si crea un unico elemento che ha come score la somma degli score dei due elementi e come key quella di publication

(a) publications

score	crossref
pub score 1	pub crossref 1
pub score 2	pub crossref 2
pub score 3	pub crossref 3
pub score 4	pub crossref 4
…	…
pub score N	pub crossref N



(b) venue

key	score
venue key 1	venue score 1
venue key 2	venue score 2
venue key 3	venue score 3
venue key 4	venue score 4
…	…
venue key N	venue score N

Threshold

- *score* è dato dalla somma degli score della pubblicazione e della *venue* scelta.

(c) threshold

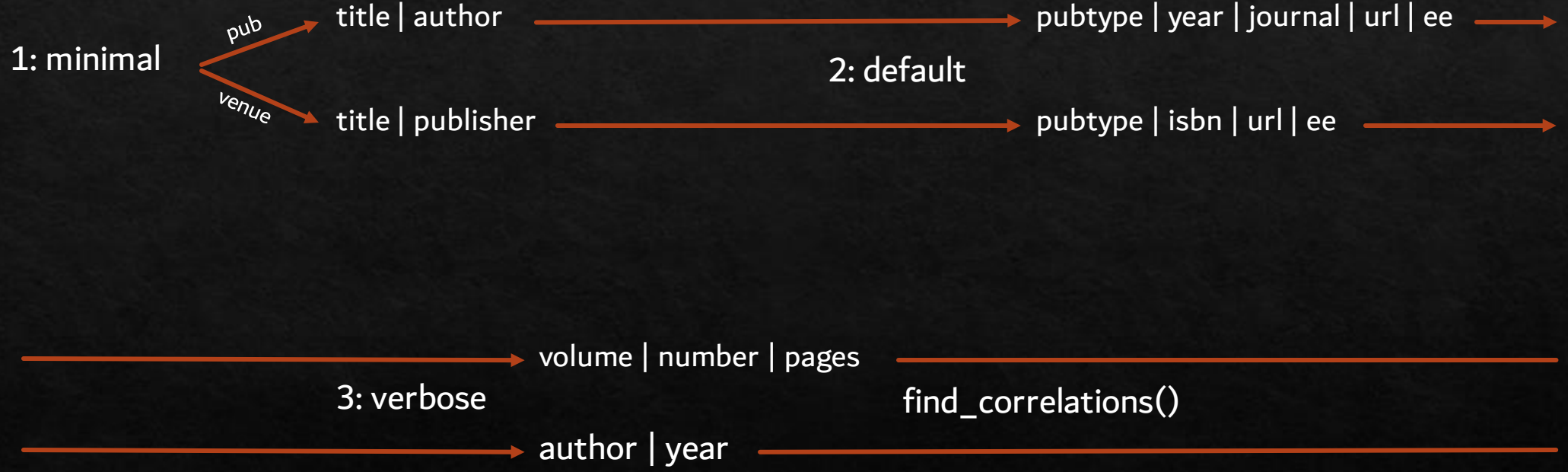
Threshold: score
sum_score
sum_score1
sum_score2
sum_score3
….
sum_scoreN

if *Threshold* < *sum_score1* l'algoritmo termina

- Questo processo si itera finche' non si giunge a verificare la condizione!!!

Gestione dei risultati

3 livelli di output:



Gestione dei risultati

Pub:

```
1)    score: 29.16489
  Publication
  Type: inproceedings
  Title: A Statistical Mechanics Approach to Immigrant Integration in Emilia Romagna (Italy).
  Author: Francesco De Pretis, Cecilia Vernia
  Year: 2014
  Link: https://dblp.uni-trier.de/db/conf/complenet/complenet2014.html#PretisV14
  Alternative link: https://doi.org/10.1007/978-3-319-05401-8_6
```

Query:

publication.author:"Francesco De Pretis"

Venue:

```
1)    score: 10.43794
  Venue
  Type: book
  Title: The physics of quantum information: quantum cryptography, quantum teleportation, quantum computation.
  Publisher: Springer
  ISBN: 3540667784
  Alternative link: http://www.worldcat.org/oclc/43919627
```

venue.title:quantum

Gestione dei risultati

Venue con pub(s) rilevanti

1) score: 65.72163

Venue

Type: proceedings
Title: Proceedings of the VLDB 2019 PhD Workshop, co-located with the 45th International Conference on Very Large Databases (VLDB 2019), Los Angeles, California, USA, August 26-30, 2019.
Publisher: CEUR-WS.org
Link: https://dblp.uni-trier.de/db/conf/vldb/phd2019.html
Alternative link: http://ceur-ws.org/Vol-2399
http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0074-2399-4

Relevant Publications

Type: inproceedings
Title: Database Systems 2.0.
Author: Johannes Gehrke
Year: 2019
Link: https://dblp.uni-trier.de/db/conf/vldb/phd2019.html#Gehrke19
Alternative link: http://ceur-ws.org/Vol-2399/keynote1.pdf

Type: inproceedings
Title: Structured Data Meets News.
Author: Cong Yu 0001
Year: 2019
Link: https://dblp.uni-trier.de/db/conf/vldb/phd2019.html#Yu19
Alternative link: http://ceur-ws.org/Vol-2399/keynote2.pdf

Query:

inproceedings.title: "Database Systems 2.0"
inproceedings.title: "Structured Data Meets News"
venue:VLDB

Gestione dei risultati

Pub con venue rilevante

```
2)    score: 26.72775
  Publication
  Type: article
  Title: Computer Science Education.
  Author: Raymond Lister
  Year: 2008
  Journal: Computer Science Education
  Link: https://dblp.uni-trier.de/db/journals/csedu/csedu18.html#Lister08
  Alternative link: https://doi.org/10.1080/08993400802172449

  In Relevant Venue
  Title: Computer Science Education
  Year: 2008
```

Query

publication.title:"computer vision" venue:image

Gestione dei risultati

find_correlations()

Pub con venue non rilevante

```
3)    score: 17.72883
  Publication
  Type: article
  Title: Computer Vision.
  Author: Azriel Rosenfeld
  Year: 1988
  Journal: Advances in Computers
  Volume: 27
  Pages: 265-308
  Link: https://dblp.uni-trier.de/db/journals/ac/ac27.html#Rosenfeld88
  Alternative link: https://doi.org/10.1016/S0065-2458(08)60261-2

  In Venue
  Title: Advances in Computers
  Year: 1988
  Link: https://dblp.uni-trier.de/db/journals/ac/ac27.html
  Alternative link: https://doi.org/10.1016/S0065-2458(08)60256-9
```

Query:

publication.title:"computer vision" venue:3D

Data una *pub* mostra a quale *venue* appartiene se questa non è stata precedentemente accoppiata!

Gestione dei risultati

find_correlations()

Venue con pubs non rilevanti

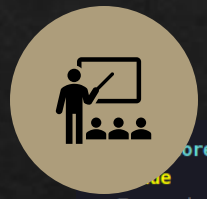
```
2)    score: 12.12054
  Venue
  Type: journal
  Title: VLDB J.
  Year: 2010
  Link: https://dblp.uni-trier.de/db/journals/vldb/vldb19.html
  Alternative link: https://doi.org/10.1007/s00778-009-0159-9
  Pubs Included
  - Schema mapping and query translation in heterogeneous P2P XML databases.
  - Continuous spatial assignment of moving users.
  - Revisiting the cube lifecycle in the presence of hierarchies.
  - Understanding the meaning of a shifted sky: a general framework on extending skyline query.
  - Threshold-based probabilistic top-
  - Continuous authentication on relational streams.
  - A framework for testing DBMS features.
```

Query:

venue:VLDB

Data una *venue* mostra alcune delle *pubs* in esse contenute, se questa non è già stata precedentemente accoppiata

Gestione dei risultati



```
ore: 44.97706
ue
Type: journal
Title: ACM Comm. Computer Algebra
Year: 2010
Link: https://dblp.uni-trier.de/db/journals/cca/cca44.html
Alternative link: https://doi.org/10.1145/1940475.1940487

Relevant Publications
Type: article
Title: Symbolic computation software composability protocol and its implementations.
Author: The SCIEnce project
Year: 2010
Journal: ACM Comm. Computer Algebra
Volume: 44
Number: 3/4
Pages: 210-212
Link: https://dblp.uni-trier.de/db/journals/cca/cca44.html#project10
Alternative link: https://doi.org/10.1145/1940475.1940522

Type: article
Title: SymGrid-Par: parallel orchestration of symbolic computation systems.
Author: The SCIEnce project
Year: 2010
Journal: ACM Comm. Computer Algebra
Volume: 44
Number: 3/4
Pages: 213-216
Link: https://dblp.uni-trier.de/db/journals/cca/cca44.html#project10a
Alternative link: https://doi.org/10.1145/1940475.1940523

Pubs Included
- transalpyne: a language for automatic transposition.
- Nullspace computation over rational function fields for symbolic summation.
- Sturm root counting using chebyshev expansion.
- Solving linear recurrence equations.
- A fast recursive algorithm for computing cyclotomic polynomials.
- A FPGA implementation of Chen's algorithm.
```

find_correlations()

Venue con *pubs* rilevanti e incluse

Query:

computer science

Data una *venue* con *pubs* rilevanti mostra alcune pubblicazioni incluse

Menu e opzioni

```
MAIN MENU

1. Make a search.
2. Change settings.
3. Print active settings.
4. Exit.

Type your choice:
> 3

Options:
    Ranking: bm25f
    Results limit: 10
    Fuzzy: False
    Output level: 2
```

oppure

frequency

n

True

1

3