ΜΥΕ003: Ανάκτηση Πληροφορίας

Διδάσκουσα: Ευαγγελία Πιτουρά

Εισαγωγή στη Lucene. Περιγραφή Εργασίας.

Ακαδημαϊκό Έτος 2022-2023

Περιεχόμενα Παρουσίασης

Σύντομη παρουσίαση

- Lucene
- Εργασία

Εργασία

Θέμα: Σχεδιασμός και υλοποίηση ενός συστήματος αναζήτησης πληροφορίας σχετικά με τραγούδια.

Βήμα 1: Δημιουργία συλλογής (corpus) από σχετικά άρθρα.

Βήμα 2: Υλοποίηση μιας μηχανή αναζήτησης αυτών των άρθρων. Συγκεκριμένα:

- Ο χρήστης θα θέτει ερωτήματα.
- Το σύστημα θα επιστρέφει τα συναφή με το ερώτημα άρθρα της συλλογής σας σε διάταξη με βάση τη συνάφεια τους με το ερώτημα.

Για την υλοποίηση, θα χρησιμοποιήστε τη βιβλιοθήκη **Lucene**

Προαιρετικό ερώτημα: Επέκταση της αναζήτησης με σημασιολογική ανάκτηση με χρήση LLM

Διαδικαστικά

Καταληκτικές Ημερομηνίες

- Παρασκευή 7 Απριλίου 2023: Σύντομη περιγραφή σχεδιασμού και συλλογή δεδομένων
- Παρασκευή 19 Μαΐου 2023: Παράδοση εργασίας
- Εβδομάδα 22 Μάϊου: Προφορική Εξέταση εργασίας

Οι καταληκτικές ημερομηνίες είναι αυστηρές, **δεν** γίνονται δεκτές αργοπορημένες παραδόσεις ασκήσεων

Παράδοση μέσω ecourse

- Τελική εργασία στο github
- 5’ zoom video (προαιρετικό)

- Η εργασία μπορεί να γίνει σε ομάδες έως 2 ατόμων.
- Η εργασία μετράει σε ποσοστό 50% στο βαθμό σας στο μάθημα.

Lucene

Εισαγωγή

- Open source search software
- Lucene Core provides Java-based indexing and search as well as spellchecking, hit highlighting and advanced analysis/tokenization capabilities
- Let you add search to your application, not a complete search system by itself -- software library not an application
- Written by Doug Cutting

Εισαγωγή

- An "engine" used by LinkedIn, Twitter, Netflix, Oracle, ...
  - and many more (see http://wiki.apache.org/lucene-java/PoweredBy)

- Ports/integrations to other languages
  - C/C++, C#, Ruby, Perl, PHP
  - PyLucene: a Python port of the Core project
    - Allows use of Lucene's text indexing and searching capabilities from Python.

https://lucene.apache.org/pylucene/

Μπορείτε να την κατεβάσετε από

http://lucene.apache.org/core/

Some features (indexing)

Scalable, high-performance indexing

- over 800GB/hour on modern hardware
- small RAM requirements -- only 1MB heap
- incremental indexing as fast as batch indexing
- index size roughly 20-30% the size of text indexed

Some features (search)

Powerful, accurate and efficient search algorithms

- *ranked* searching -- best results returned first
- many powerful *query types*: phrase queries, wildcard queries, proximity queries, range queries and more
- *fielded searching* (e.g. title, author, contents)
- *nearest-neighbor search* for high-dimensionality vectors
- sorting by any field
- multiple-index searching with merged results
- allows simultaneous update and searching
- flexible faceting, highlighting, joins and result grouping
- fast, memory-efficient and typo-tolerant suggesters
- pluggable ranking models, including the Vector Space Model and Okapi BM25
- configurable storage engine (codecs)

Στόχος της παρουσίασης: Σύντομη εισαγωγή

Περισσότερες πληροφορίες

https://lucene.apache.org/core/9_5_0/index.html

https://www.manning.com/books/lucene-in-action-second-edition

- Lucene tutorials

http://www.lucenetutorial.com/

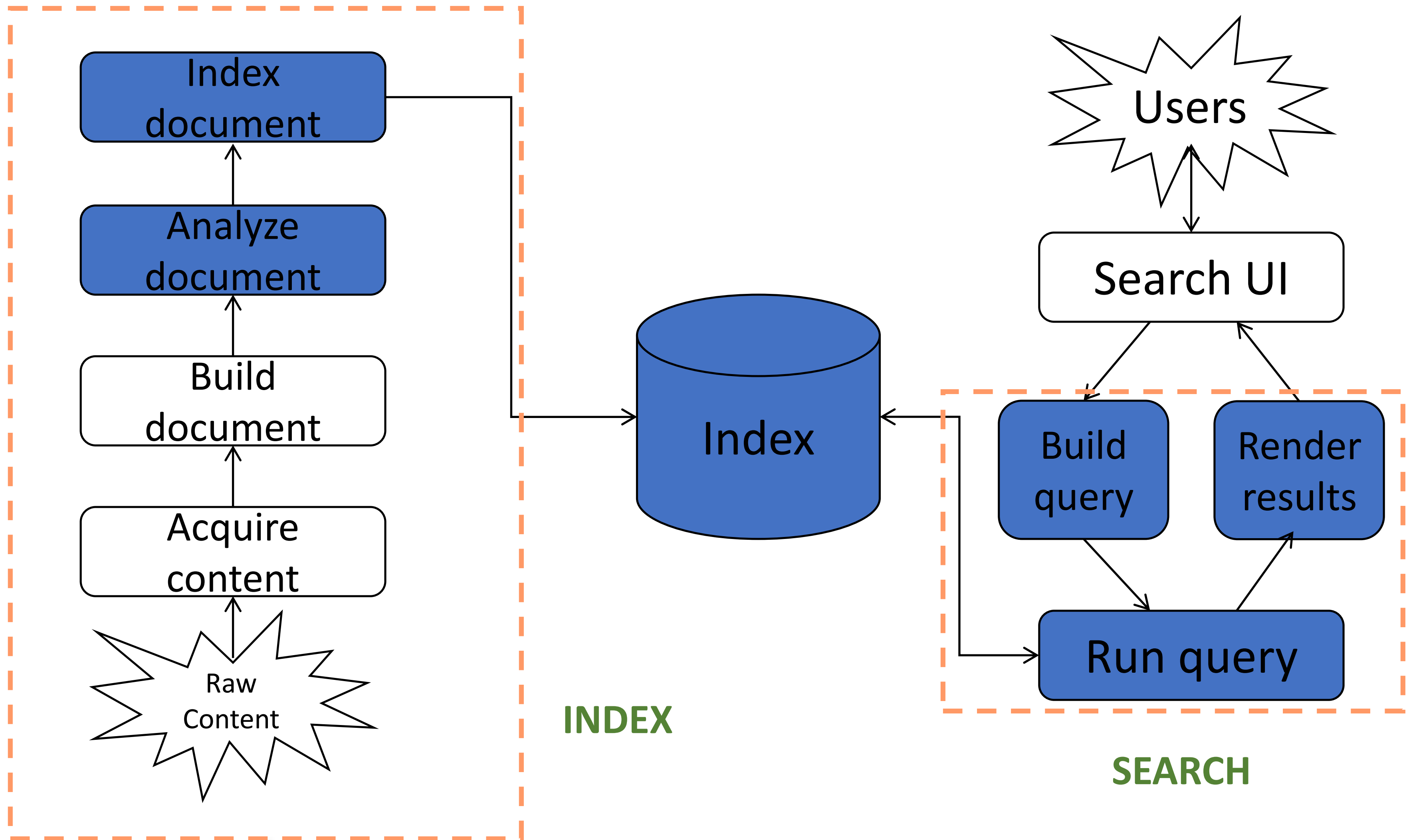
  - Exampled updated to 9.x

https://www.lucenetutorial.com/lucene-in-5-minutes.html

- Lucene demo

https://lucene.apache.org/core/9_5_0/demo/index.html

Βασικές έννοιες



Βασικές έννοιες: document

- The unit of search and index.
- Indexing involves adding Documents to an IndexWriter.
- Searching involves retrieving Documents from an index via an IndexSearcher.

- A document consists of one or more Fields
  - A Field is a name-value pair.
    example: title, body or metadata (creation time, etc)

Βασικές έννοιες: Fields

- You have to translate raw content into Fields
- Search a field using <field-name:term>,
  - e.g., title:lucene

Βασικές έννοιες: index

- Indexing in Lucene
  1. Create documents comprising of one or more Fields
  2. Add these Documents to an IndexWriter.

Βασικές έννοιες: search

Searching requires an index to have already been built.

- It involves
  1. Create a Query (usually via a QueryParser) and
  2. Handle this Query to an IndexSearcher, which returns a list of Hits.

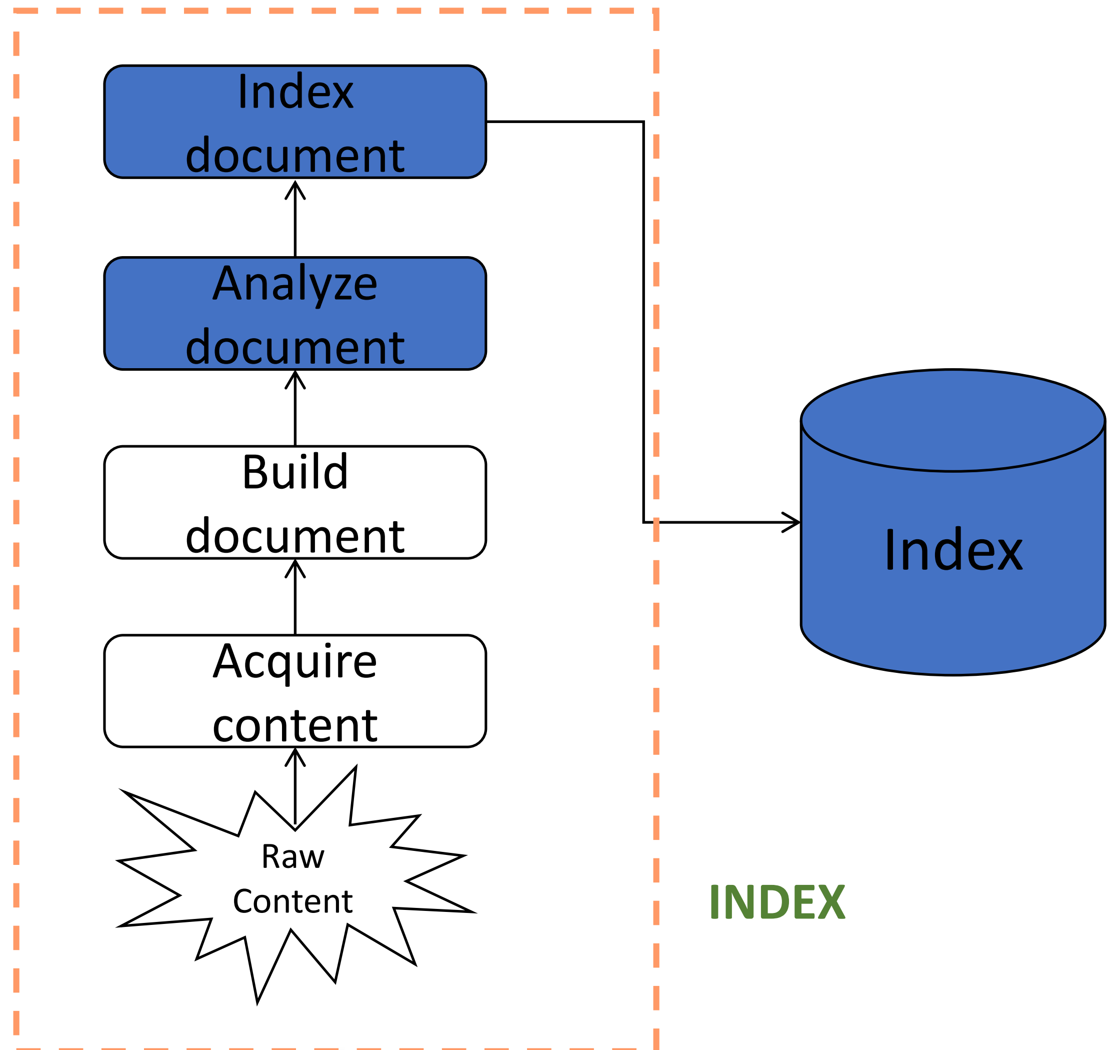
- The Lucene query language allows the user to specify
  - which field(s) to search on,
  - which fields to give more weight to (boosting),
  - the ability to perform boolean queries (AND, OR, NOT) and
  - other functionality.

Lucene in a search system: index

Lucene in a search system: index

Steps

1. Acquire content
2. Build document
3. Analyze document
4. Index documents



Step 1: Acquire and build content

Not supported by core Lucid

Collection depending on type may require:

- Crawler or spiders (web)
- Specific APIs provided by the application (e.g., Twitter, FourSquare, imdb)
- Scrapping
- Complex software if scattered at various location, etc

Complex documents (e.g., XML, JSON, relational databases, pptx etc)

Tika the Apache Tika™ toolkit detects and extracts metadata and text from over a thousand different file types (such as PPT, XLS, and PDF)
http://tika.apache.org/

Step 1: Acquire and build content

OpenNLP library is a machine learning based toolkit for the processing of natural language text. It supports the most common NLP tasks, such as tokenization, sentence segmentation, part-of-speech tagging, named entity extraction, language detection, chunking (extracting sentences from unstructured text), parsing, and coreference resolution (find all expressions that refer to the same entity in the text)

https://opennlp.apache.org/

Step 2:Build Documents

Create documents by adding fields

Fields may be

- indexed or not
  - Indexed fields may or may not be analyzed (i.e., tokenized with an `Analyzer`)
    - *Non-analyzed fields view the entire value as a single token* (useful for URLs, paths, dates, social security numbers, ...)
- stored or not
  - Useful for fields that you'd like to display to users
- Optionally store term vectors and other options such as positional indexes

Step 2:Build Documents

Create documents by adding fields

Step 1 – Create a method to get a Lucene document from a text file.

Step 2 – Create various fields which are key value pairs containing keys as names and values as contents to be indexed.

Step 3 – Set field to be analyzed or not, stored or not

Step 4 – Add the newly-created fields to the document object and return it to the caller method.

Step 2:Build Documents

```
private Document getDocument(File file) throws IOException {
Document document = new Document();

 //index file contents
Field contentField = new Field(LuceneConstants.CONTENTS,
new FileReader(file))
//index file name
Field fileNameField = new Field(LuceneConstants.FILE_NAME, file.getName(), Field.Store.YES,Field.Index.NOT_ANALYZED);

//index file path
 Field filePathField = new Field(LuceneConstants.FILE_PATH, file.getCanonicalPath(),  Field.Store.YES,Field.Index.NOT_ANALYZED);

document.add(contentField);
document.add(fileNameField);
 document.add(filePathField);

return document;
}
```

Step 3:analyze and index

Create an IndexWriter and add documents to it with addDocument();

Core indexing classes

- Analyzer
  - Extracts tokens from a text stream
- IndexWriter
    - create a new index, open an existing index, and
    - add, remove, or update documents in an index
- Directory
  - Abstract class that represents the location of an index

```
Analyzer analyzer = new StandardAnalyzer();

// INDEX: Store the index in memory: (για την εργασία θα το αποθηκεύστε στο δίσκο – θα δημιουργηθεί μια φορά στην αρχή)
Directory directory = new RAMDirectory();
// To store an index on disk, use this instead:
//  Directory directory = FSDirectory.open("/tmp/testindex");
IndexWriterConfig config = new IndexWriterConfig(analyzer);
IndexWriter iwriter = new IndexWriter(directory, config);
Document doc = new Document();
String text = "This is the text to be indexed.";
doc.add(new Field("fieldname", text, TextField.TYPE_STORED));
iwriter.addDocument(doc);
iwriter.close();

// SEARCH: Now search the index:
  DirectoryReader ireader = DirectoryReader.open(directory);
  IndexSearcher isearcher = new IndexSearcher(ireader);
   // Parse a simple query that searches for "text":
   QueryParser parser = new QueryParser("fieldname", analyzer);
   Query query = parser.parse("text");
   ScoreDoc[] hits = isearcher.search(query, null, 1000).scoreDocs;
// Iterate through the results:
   for (int i = 0; i < hits.length; i++) {
    Document hitDoc = isearcher.doc(hits[i].doc);
}
   ireader.close();
   directory.close();
```

Using `Field` options

Index	Store	TermVector	Example usage
NOT_ANALYZED	YES	NO	Identifiers, telephone/SSNs, URLs, dates, ...
ANALYZED	YES	WITH_POSITIONS_OFFSETS	Title, abstract
ANALYZED	NO	WITH_POSITIONS_OFFSETS	Body
NO	YES	NO	Document type, DB keys (if not used for searching)
NOT_ANALYZED	NO	NO	Hidden keywords

Analyzers

Tokenizes the input text

- Common Analyzers
  - WhitespaceAnalyzer
    Splits tokens on whitespace
  - SimpleAnalyzer
    Splits tokens on non-letters, and then lowercases
  - StopAnalyzer
    Same as SimpleAnalyzer, but also removes stop words
  - StandardAnalyzer
    Most sophisticated analyzer that knows about certain token types, lowercases, removes stop words, ...

Analysis examples

"The quick brown fox jumped over the lazy dog"

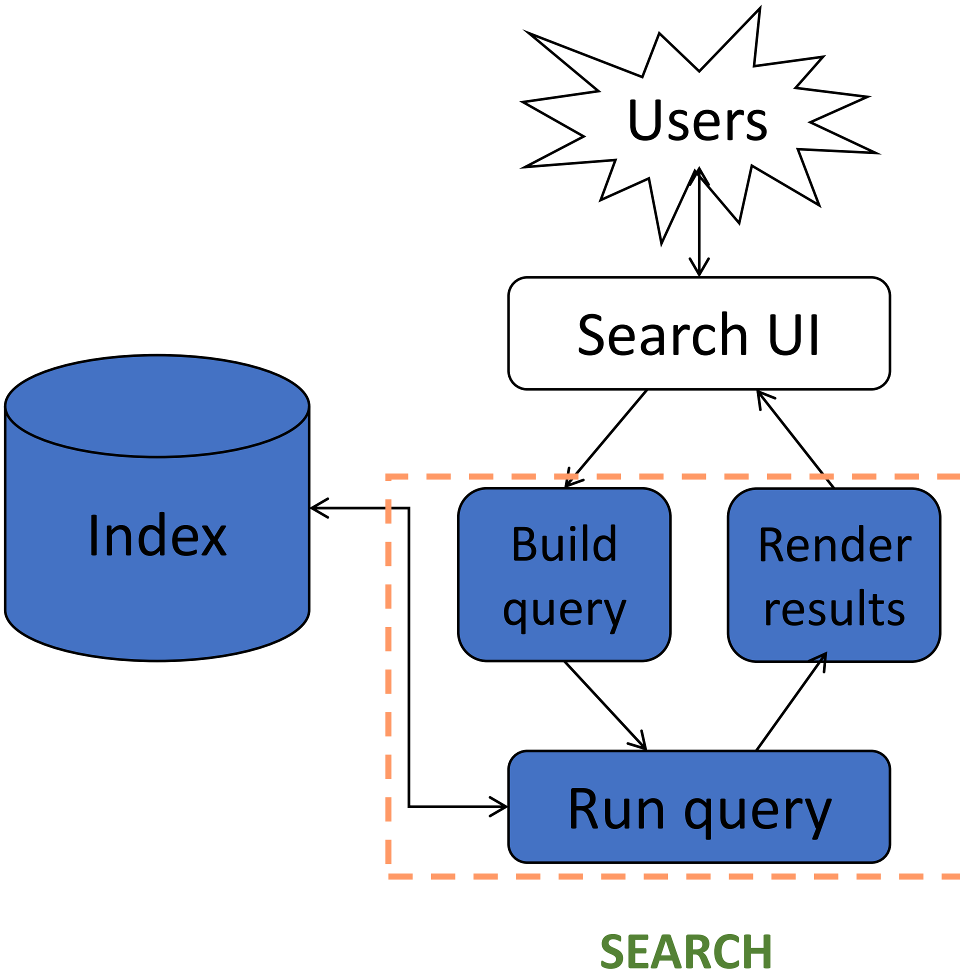
- `WhitespaceAnalyzer`
  - [The] [quick] [brown] [fox] [jumped] [over] [the] [lazy] [dog]
- `SimpleAnalyzer`
  - [the] [quick] [brown] [fox] [jumped] [over] [the] [lazy] [dog]
- `StopAnalyzer`
  - [quick] [brown] [fox] [jumped] [over] [lazy] [dog]
- `StandardAnalyzer`
  - [quick] [brown] [fox] [jumped] [over] [lazy] [dog]

More analysis examples

- "XY&Z Corporation – xyz@example.com"
- `WhitespaceAnalyzer`
  - [XY&Z] [Corporation] [-] [xyz@example.com]
- `SimpleAnalyzer`
  - [xy] [z] [corporation] [xyz] [example] [com]
- `StopAnalyzer`
  - [xy] [z] [corporation] [xyz] [example] [com]
- `StandardAnalyzer`
  - [xy&z] [corporation] [xyz@example.com]

Lucene in a search system: search

Lucene in a search system: search



Search User Interface (UI)

No default search UI, but many useful modules

General instructions

- Simple (do not present a lot of options in the first page)

  search box better than 2-step process
- Result presentation is very important
  - highlight matches
  - make sort order clear, etc

Core searching classes

- QueryParser
  - Parses a textual representation of a query into a Query instance
  - Constructed with an analyzer used to interpret query text in the same way as the documents are interpreted
- Query
  - Contains the results from the QueryParser which is passed to the searcher
  - Abstract query class
  - Concrete subclasses represent specific types of queries, e.g., matching terms in fields, boolean queries, phrase queries, …
- IndexSearcher
  - Central class that exposes several search methods on an index
  - Returns TopDocs with max n hits

```
Analyzer analyzer = new StandardAnalyzer();

//INDEX:  Store the index in memory: (για την εργασία θα το αποθηκεύστε στο δίσκο – θα δημιουργηθεί μια φορά στην αρχή))
Directory directory = new RAMDirectory();
// To store an index on disk, use this instead:
//  Directory directory = FSDirectory.open("/tmp/testindex");
IndexWriterConfig config = new IndexWriterConfig(analyzer);
IndexWriter iwriter = new IndexWriter(directory, config);
Document doc = new Document();
String text = "This is the text to be indexed.";
doc.add(new Field("fieldname", text, TextField.TYPE_STORED));
iwriter.addDocument(doc);
iwriter.close();

// QUERY: Now search the index:
  DirectoryReader ireader = DirectoryReader.open(directory);
  IndexSearcher isearcher = new IndexSearcher(ireader);
   // Parse a simple query that searches for "text":
   QueryParser parser = new QueryParser("fieldname", analyzer);
   Query query = parser.parse("text");
   ScoreDoc[] hits = isearcher.search(query, null, 1000).scoreDocs;
// Iterate through the results:
   for (int i = 0; i < hits.length; i++) {
    Document hitDoc = isearcher.doc(hits[i].doc);
}
   ireader.close();
   directory.close();
```

QueryParser syntax examples

Query expression	Document matches if…
java	Contains the term *java* in the default field
java junit java OR junit	Contains the term *java* or *junit* or both in the default field (*the default operator can be changed to* AND)
+java +junit java AND junit	Contains both *java* and *junit* in the default field
title:ant	Contains the term *ant* in the title field
title:extreme - subject:sports	Contains *extreme* in the title and not *sports* in subject
(agile OR extreme) AND java	Boolean expression matches
title:"junit in action"	Phrase matches in title
title:"junit action"~5	Proximity matches (within 5) in title
java*	Wildcard matches
java~	Fuzzy matches
lastmodified:[1/1/09 TO 12/31/09]	Range matches

Scoring

- Scoring function uses basic *tf-idf* scoring with
  - Programmable boost values for certain fields in documents
  - Length normalization
  - Boosts for documents containing more of the query terms
- IndexSearcher provides a method that explains the scoring of a document

Summary

To use Lucene

1. Create Documents by adding Fields;
2. Create an IndexWriter and add documents to it with addDocument();

3. Call QueryParser.parse() to build a query from a string; and
4. Create an IndexSearcher and pass the query to its search() method.

Summary: Lucene API packages

- *org.apache.lucene.analysis* defines *an abstract Analyzer API* for converting text from a Reader into a TokenStream, an enumeration of token Attributes.
- *org.apache.lucene.document* provides a simple Document class. A Document is simply a set of named Fields, whose values may be strings or instances of Reader.
- *org.apache.lucene.index* provides two primary classes: IndexWriter, which creates and adds documents to indices; and IndexReader, which accesses the data in the index.
- *org.apache.lucene.store* defines an abstract class for storing persistent data, the Directory, which is a collection of named files written by an IndexOutput and read by an IndexInput. Multiple implementations are provided, including FSDirectory, which uses a file system directory to store files, and RAMDirectory which implements files as memory-resident data structures.

Summary: Lucene API packages

- *org.apache.lucene.search* provides
  - data structures to represent queries (ie TermQuery for individual words, PhraseQuery for phrases, and BooleanQuery for boolean combinations of queries) and
  - the IndexSearcher which turns queries into TopDocs.
  - A number of QueryParsers are provided for producing query structures from strings or xml.

- *org.apache.lucene.codecs* provides an abstraction over the encoding and decoding of the inverted index structure, as well as different implementations that can be chosen depending upon application needs.
- *org.apache.lucene.util* contains a few handy data structures and util classes, ie FixedBitSet and PriorityQueue.

https://solr.apache.org/

Lucene is a full-text search engine library, whereas Solr is a full-text search engine web application built on Lucene

Elasticsearch

https://www.elastic.co/

- Built on top of Lucene.
- A distributed system/search engine for scaling horizontally
- Provides other features like thread-pool, queues, node/cluster monitoring API, data monitoring API, Cluster management, etc.
- Hosts data on data nodes. Each data node hosts one or more indices, and each index is divided into shards with each shard holding part of the index's data. Each shard created in Elasticsearch is a separate Lucene instance or process.

Λίγα περισσότερα για την εργασία

Εργασία

Θέμα: Σχεδιασμός και υλοποίηση ενός συστήματος αναζήτησης πληροφορίας σχετικής με τραγούδια.

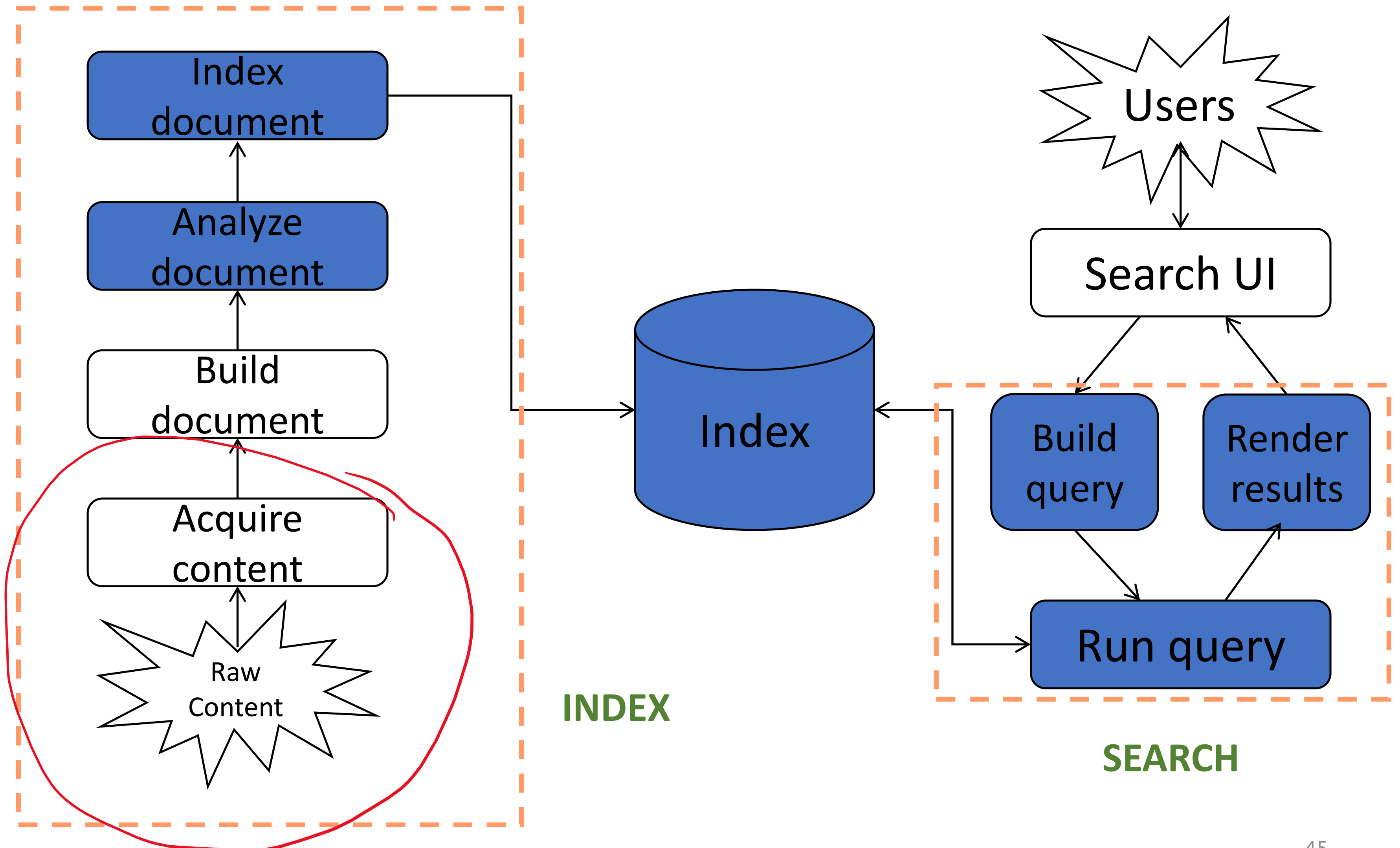
Βήμα 1: Δημιουργία συλλογής (corpus) από σχετικά άρθρα.

Βήμα 2: Υλοποίηση μιας μηχανή αναζήτησης αυτών των άρθρων. Συγκεκριμένα:

- Ο χρήστης θα θέτει ερωτήματα.
- Το σύστημα θα επιστρέφει τα συναφή με το ερώτημα άρθρα της συλλογής σας σε διάταξη με βάση τη συνάφεια τους με το ερώτημα.

Για την υλοποίηση, θα χρησιμοποιήστε τη βιβλιοθήκη **Lucene**

Βασικές έννοιες



Δεδομένα για τραγούδια

Έχετε πολλές επιλογές

- Έτοιμες συλλογές
- Επιλεγμένα άρθρα από το web (πχ wikipedia, ειδικές συλλογές)
- Από social media (twitter, reddit)

Αντί για στίχους, μπορείτε για μουσικούς

Kaggle

- https://www.kaggle.com/datasets/paultimothymooney/poetry

49 files with lyrics

- https://www.kaggle.com/datasets/deepshah16/song-lyrics-dataset

21 artists and various metadata

- https://www.kaggle.com/datasets/notshrirang/spotify-million-song-dataset

643 artists, 44824 songs

Δεδομένα για ταινίες: **συλλογή από web**

Μπορείτε να συλλέξετε τα δικά σας δεδομένα

Για παράδειγμα από τη wikipedia – χρησιμοποιείστε το search για να βρείτε τα σχετικά άρθρα

Scraping με χρήση Beautiful Soup

https://www.crummy.com/software/BeautifulSoup/bs4/doc/

Δεδομένα για ταινίες: **συλλογή από social media**

Παρέχουν API

- Reddit

π.χ., r/MusicRecommendations

- Twitter

Εργασία

Συλλογή εγγράφων (corpus). Αρχικά, πρέπει να συλλέξετε τα έγγραφα που θα αποτελούν τη συλλογή σας. Το έγγραφα σας θα είναι έγγραφα σχετικά με τραγούδια, συλλογές τραγουδιών ή μουσικούς.

Μπορείτε να κατασκευάσετε τη συλλογή από τα άρθρα με όποιο τρόπο θέλετε, όπως να χρησιμοποιείστε *έτοιμες συλλογές* εγγράφων, ή να *κατεβάσετε ιστοσελίδες* (π.χ., με scrapping), ή να συλλέξετε δημοσιεύσεις από κοινωνικά δίκτυα. Τα έγγραφα θα πρέπει απαραίτητα να περιέχουν κείμενο.

Η συλλογή πρέπει να περιλαμβάνει *τουλάχιστον* 500 έγγραφα, για παράδειγμα στίχους από τουλάχιστον 500 τραγούδια.

Εργασία

Ανάλυση κειμένου και κατασκευή ευρετηρίου. Η Lucene παρέχει τη δυνατότητα για stemming, απαλοιφή stop words, επέκταση συνωνύμων, κλπ.

Επίσης, κάποιες λειτουργίες, όπως η διόρθωση τυπογραφικών λαθών, ή η επέκταση ακρωνύμων, μπορούν να γίνουν εναλλακτικά κατά τη διάρκεια της αναζήτησης (τροποποιώντας το ερώτημα).

Επιλέξτε το είδος της ανάλυσης που θεωρείτε κατάλληλο και εξηγείστε την επιλογή σας.

Εργασία

Αναζήτηση. Το σύστημα σας θα πρέπει να υποστηρίζει αναζήτηση εγγράφων με λέξεις κλειδιά.

Επιπρόσθετα, θα πρέπει
(1) Να υποστηρίζει και άλλα είδη ερωτήσεων, για παράδειγμα αναζήτηση πεδίου, δηλαδή, την εμφάνιση όρων σε συγκεκριμένα πεδία (πχ. στον τίτλο, όνομα δημιουργού).
(2) Να διατηρεί πληροφορία για την ιστορία των αναζητήσεων. Χρησιμοποιείστε αυτήν την πληροφορία για να προτείνετε εναλλακτικά ερωτήματα

Εργασία

Παρουσίαση Αποτελεσμάτων. Το σύστημα σας θα πρέπει να παρουσιάζει τα αποτελέσματα σε διάταξη με βάση τη συνάφεια τους με το ερώτημα.

Επιπρόσθετα, θα πρέπει
(1) Να παρουσιάζει τα αποτελέσματα ανά 10, με δυνατότητα στο χρήστη να προχωρήσει στα επόμενα.
(2) Οι λέξεις κλειδιά να παρουσιάζονται τονισμένες στο αποτέλεσμα.
(3) Να παρέχει δυνατότητα ομαδοποίησης των αποτελεσμάτων με κάποιο κριτήριο που θα ορίσετε εσείς.

Εργασία: Προαιρετικό ερώτημα

Προαιρετικό Ερώτημα. Το σύστημα θα πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα σημασιολογικής ανάκτησης (λεπτομερής εκφώνηση θα δοθεί τις επόμενες εβδομάδες).

Εργασία

Φάση 1:

Δύο στόχοι:

(1) Δημιουργία της συλλογής

(1α) Από τι θα αποτελείται η συλλογή σας

(1β) Μάζεμα ενός ικανοποιητικού ποσοστού των εγγράφων της συλλογής

(2) Αρχικός βήματα υλοποίησης

(2α) Εγκατάσταση Lucene

(2b) Αρχικός σχεδιασμός

Τι θα παραδώσετε:

link στη github σελίδα που θα περιέχει

(1) Περιγραφή της συλλογής και κάποια από τα δεδομένα

(2) Μια σύντομη (1-2 σελίδες) αρχική περιγραφή του συστήματος

Εργασία

Φάση 2:
Στόχος:
Ολοκλήρωση της εργασίας

Τι θα παραδώσετε
(στη github σελίδα)
Περιγραφή της εργασίας (κείμενο)
Πηγαίος κώδικας
5’ video (demo)

Ερωτήσεις;