

**Module Description, available in: EN, FR**

## *Analysis of Text Data*

### General Information

**Number of ECTS Credits**

3

**Module code**

TSM\_AnTeDe

**Valid for academic year**

2021-22

**Last modification**

2018-11-02

**Coordinator of the module**

Andrei Popescu-Belis (HES-SO, andrei.popescu-belis@heig-vd.ch)

**Explanations regarding the language definitions for each location:**

- Instruction is given in the language defined below for each location/each time the module is held.
- Documentation is available in the languages defined below. Where documents are in several languages, the percentage distribution is shown (100% = all the documentation).
- The examination is available 100% in the languages shown for each location/each time it is held.

	Lausanne			Lugano	Zurich		
<b>Instruction</b>		X F 100%			X E 100%		
<b>Documentation</b>			X E 100%		X E 100%		
<b>Examination</b>		X F 100%	X E 100%		X E 100%		

**Module Category**

TSM Technical scientific module

**Lessons**

2 lecture periods and 1 tutorial period per week

### Entry level competences

**Prerequisites, previous knowledge**

- Mathematics: basic linear algebra (e.g. matrix multiplications), probability theory (e.g. Bayes theorem)
- Statistics: basic descriptive statistics (e.g., mean, variance, hypothesis testing)
- Programming: good command of a structured programming language (e.g., Python, C++, Java, etc.)
- Machine learning: experimental framework, simple classifiers (e.g. decision trees, Naive Bayes, SVMs)

## Brief course description of module objectives and content

This module introduces the main methods of text analysis using natural language processing (NLP) techniques, from a computer / data science perspective. The methods are introduced in relation to concrete applications, in order to extract meaningful, structured knowledge in several dimensions from large amounts of unstructured texts. The knowledge and applications are complementary to those of information retrieval, with several commonalities (e.g. document representation), and advanced IR topics will be included as well.

This module is divided into three parts, each of them starting with the description of one or more text analysis problems. Then, the main methods needed to address them are defined, emphasizing their generality and reusability. Finally, for each part, the methods are instantiated and combined to enable concrete applications.

The three parts are organized by increased sophistication of the analysis of language in texts:

- Text analysis using bags-of-words (i.e. texts are considered as sets of independent words)
- Text analysis using sequences of words
- Text analysis using sentence structure (i.e. considering also the dependencies between words)

## Aims, content, methods

### Learning objectives and competencies to be acquired

- The students are able to categorize a text analysis problem and relate the type of analysis that is required and the features to be extracted to a range of known problems.
- The students are able to identify text processing methods to leverage for solving a new problem.
- The students are aware of text processing tools and can adapt off-the-shelf systems to their needs.
- The students understand the role of data and evaluation metrics. Given a text analysis problem they are able to design comparative experiments to identify the most promising solution.

### Module content with weighting of different components

**Introduction** [5%]: importance of text analysis; layers of language analysis; basic text processing tools and notions of statistics; basic notions of information retrieval; data sources; evaluation methods; overview of the course.

#### **Part A. Text analysis using bags-of-words** [40%]

**Motivating examples:** text classification and sentiment analysis, need for word representations accounting for meaning and similarity, distributional semantics.

**Methods** for learning low-rank word representations from data with illustration of resulting vectors: topic models from LSA to LDA; word embeddings; word sense disambiguation (statistical vs. knowledge-based).

**Apply** low-rank word representations to text classification, sentiment analysis, information retrieval and content-based text recommendation using bag-of-words models.

#### **Part B. Text analysis using sequences of words** [20%]

**Motivating examples:** predict the next word in a sequence, POS tagging, named entity detection.

**Methods and their applications:** collocation extraction with mutual information, POS tagging with HMMs, NE detection with CRFs, language modeling with n-grams and neural networks.

#### **Part C. Text analysis using sentence structure** [20%]

**Motivating example:** natural language inference (reasoning over sentences).

**Methods:** parsing, semantic role labeling, named entity linking, relationship and fact extraction, neural network models of sentence structure (e.g. CNNs or HANs).

**Applications:** solving logical entailment with deep neural networks, revisiting sentiment analysis with DNNs, question answering system; automatic information extraction from texts (entities, relationships, facts, events) and linking with ontologies (e.g. DBpedia).

#### **Part D. Special chapters** [15%]

Perspectives on other text analysis tasks, on multilingual issues, question answering and dialogue, information retrieval and recommendation.

### Teaching and learning methods

Classroom teaching; programming exercises

### Literature

Foundations of Statistical Natural Language Processing, Christopher Manning & Hinrich Schütze, MIT Press, 1999.

Speech and Language Processing, 2nd edition, Daniel Jurafsky and James H. Martin, Prentice-Hall, 2008.

Introduction to Information Retrieval, Christopher Manning, Prabhakar Raghavan and Hinrich Schütze, 2008.

Natural Language Processing with Python, Steven Bird, Ewan Klein and Edward Loper, O'Reilly, 2009.

Neural Network Methods for Natural Language Processing, Yoav Goldberg, Morgan & Claypool, 2017.

Supplemental material (articles) will be indicated for each lesson.

## Assessment

### Certification requirements

Module uses certification requirements

### Certification requirements for final examinations (conditions for attestation)

75% of homework passed.

### Basic principle for exams

**As a rule, all standard final exams are conducted in written form. For resit exams, lecturers will communicate the exam format (written/oral) together with the exam schedule.**

### Standard final exam for a module and written resit exam

Kind of exam

Written exam

Duration of exam

120 minutes

Permissible aids

*Aids permitted as specified below:*

Permissible electronic aids

No electronic aids permitted

Other permissible aids

One A4 page (front and back) of personal notes

### Special case: Resit exam as oral exam

Kind of exam

Oral exam

Duration of exam

30 minutes

Permissible aids

No aids permitted

Description du module, disponible en: EN, FR

## Analyse des Données Textuelles

### Informations générales

Nombre de crédits ECTS

3

Code du module

TSM\_AnTeDe

Valable pour l'année académique

2021-22

Dernière modification

2018-11-02

Coordinateur/coordinatrice du module

Andrei Popescu-Belis (HES-SO, andrei.popescu-belis@heig-vd.ch)

Explications concernant les langues d'enseignement par site :

- Les cours se dérouleront dans la langue définie ci-dessous par lieu/exécution.
- Les documents sont disponibles dans les langues définies ci-dessous. Pour le multilinguisme, voir la répartition en pourcentage (100% = documents complets)
- L'examen est disponible à 100% dans chaque langue sélectionnée pour chaque lieu/exécution.

	Lausanne		Lugano	Zurich		
<b>Leçons</b>		X F 100%		X E 100%		
<b>Documentation</b>			X E 100%	X E 100%		
<b>Examen</b>		X F 100%	X E 100%	X E 100%		

Catégorie de module

TSM approfondissement technico-scientifique

Leçons

2 leçons et 1 leçon de pratique par semaine

### Compétences préalables

Connaissances préalables, compétences initiales

- Mathématiques: algèbre linéaire de base (p.ex. multiplication de matrices), notions de probabilités (p.ex. formule de Bayes)
- Statistiques: statistiques descriptives de base (p.ex. moyenne, variance, test d'hypothèse)
- Programmation: maîtrise d'un langage de programmation structurée (p.ex. Python, C++, Java, etc.)
- Apprentissage automatique (machine learning) : principes des expérimentations, classifieurs élémentaires (p.ex. arbres de décision, classifieur bayésien naïf, machines à vecteur support)

## Brève description du contenu et des objectifs

Ce module présente les principales méthodes d'analyse des données textuelles, utilisant le traitement automatique des langues (TAL), dans la perspective de la science des données (data science). Les méthodes sont présentées en relation à des applications concrètes, pour extraire des connaissances sur plusieurs plans, à partir de grandes quantités de textes non-structurés. Ces connaissances et applications sont complémentaires à celles intervenant dans le domaine de la recherche d'information (RI), avec toutefois plusieurs points communs (p.ex. la représentation des documents) ; des notions avancées de RI seront également présentées.

Ce module est divisé en trois parties, chacune commençant par la présentation d'un ou plusieurs problèmes d'analyse des données textuelles. Puis, les principales méthodes requises pour résoudre ces problèmes sont définies, en mettant l'accent sur leur généralité et leur réutilisabilité. Enfin, pour chaque partie, les méthodes sont mise en œuvre et combinées en vue d'applications concrètes.

Les trois parties sont organisées par ordre croissant de la complexité des analyses textuelles utilisées :

- Analyse de textes utilisant des « sacs de mots » (les textes sont considérés comme des ensembles de mots indépendants)
- Analyse de textes utilisant les séquences (ordonnées) de mots
- Analyse de textes utilisant la structure des propositions (i.e. les relations entre mots)

## Objectifs, contenus, méthodes

### Objectifs d'apprentissage, compétences à acquérir

- Les étudiants sont capables de classer un problème d'analyse de textes, d'identifier les analyses nécessaires et les traits à extraire, et de les relier à la gamme d'applications déjà étudiées.
- Les étudiants sont capables de choisir les méthodes de traitement automatique des langues à utiliser pour résoudre un problème nouveau.
- Les étudiants connaissent une gamme d'outils de TAL et peuvent adapter des systèmes génériques existants à leurs propres besoins.
- Les étudiants comprennent le rôle des données et des métriques d'évaluation. Etant donnée un problème d'analyse de textes, les étudiants

### Contenu des modules avec pondération du contenu des cours

**Introduction** [5%]: importance de l'analyse des données textuelles ; niveaux d'analyse des langues ; outils fondamentaux ; rappels de statistiques et de recherche d'information ; sources de données ; méthodes d'évaluation ; vue d'ensemble du cours.

#### **Partie A. Analyse de textes comme ensemble de mots** [40%]

**Motivation (exemples):** classification de textes, analyse des sentiments ; nécessité de représenter les mots en tenant compte de leurs sens et leur similarité ; sémantique distributionnelle.

**Méthodes:** apprentissage de représentations de mots en dimensions réduites, illustration des vecteurs résultants : modèles de topics de la LSA à la LDA ; plongements de mots (embeddings) ; désambiguïsation du sens des mots (basée sur les statistiques ou sur les dictionnaires).

**Application** des représentations en dimensions réduites à la classification de textes, à l'analyse des sentiments, la recherche d'information, et la recommandation de textes basée sur le contenu (modèles « sacs de mots »).

#### **Partie B. Analyse de textes utilisant les séquences de mots** [20%]

**Motivation (exemples):** prédire le mot suivant dans une phrase, étiquetage morphosyntaxique, reconnaissance d'entités nommées.

**Méthodes et applications:** extraction de collocations un utilisant l'information mutuelle ; étiquetage morphosyntaxique avec des modèles de Markov cachés (HMM) ; reconnaissance d'entités nommées avec des CRFs ; modèles de langage à base de n-grammes ou de réseaux neuronaux.

#### **Part C. Analyse de textes utilisant les structures des propositions** [20%]

**Motivation (exemples):** capacité à faire des inférences à partir de phrases.

**Méthodes:** analyse syntaxique, étiquetage des rôles sémantiques, liage des entités nommées, extraction de faits et de relations, modèles neuronaux de la structure des propositions (p.ex. des réseaux de convolution, ou des réseaux hiérarchiques avec attention).

**Applications:** identification de l'implication logique ou analyse des sentiments avec des réseaux de neurones ; systèmes de question-réponse ; extraction d'information textuelle (entités, relations, faits, événements) et lien avec les ontologies (p.ex. DBpedia).

#### **Part D. Morceaux choisis** [15%]

Perspectives sur les autres tâches d'analyse de textes, le cas des données multilingues, le dialogue humain-machine, la recherche et la recommandation d'information.

### Méthodes d'enseignement et d'apprentissage

Enseignement magistral, exercices utilisant la programmation

### Bibliographie

Foundations of Statistical Natural Language Processing, Christopher Manning & Hinrich Schütze, MIT Press, 1999.

Speech and Language Processing, 2nd edition, Daniel Jurafsky and James H. Martin, Prentice-Hall, 2008.

Introduction to Information Retrieval, Christopher Manning, Prabhakar Raghavan and Hinrich Schütze, 2008.

Natural Language Processing with Python, Steven Bird, Ewan Klein and Edward Loper, O'Reilly, 2009.

Neural Network Methods for Natural Language Processing, Yoav Goldberg, Morgan & Claypool, 2017.

Des articles supplémentaires seront indiqués pour chaque cours.

## Evaluation

### Conditions d'admission

Le module utilise les conditions d'admission

### Conditions d'admission à l'examen de fin de module (exigences du certificat)

75% des devoirs à la maison validés.

### Principe pour les examens

**En règle générale, tous les examens réguliers de fin de module se déroulent sous forme écrite. Concernant les examens de répétition, leur format (écrit ou oral) sera communiqué par l'enseignant-e en même temps que le calendrier des examens.**

### Examen de fin de module régulier et examen écrit de répétition

#### Type de l'examen

Examen écrit

#### Durée de l'examen

120 minutes

#### Aides autorisées

*Les aides suivantes sont autorisées:*

#### Aides électroniques autorisées

Aucune aide électronique autorisée

#### Autres aides autorisées

Notes personnelles sur une page A4 recto-verso.

### Cas spécial: examen de répétition oral

#### Type de l'examen

Examen oral

#### Durée de l'examen

30 minutes

#### Aides autorisées

Sans aides