

# Reconnaissance d'écriture et de la parole

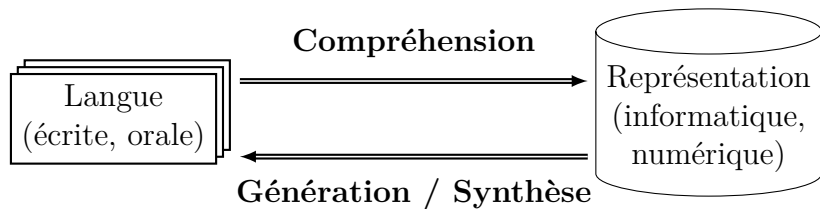
Damien Nouvel



# Plan

1. Supports, numérisation, reconnaissance
2. Reconnaissance de l'écriture
3. Reconnaissance de la parole
4. Discussions

# Génération / compréhension



# Langues et supports

- ▶ Supports traditionnels (avant l'informatique)
  - Écrit : papier
  - Oral : disques (vynil, CD, cassettes)

# Langues et supports

- ▶ Supports traditionnels (avant l'informatique)
  - Écrit : papier
  - Oral : disques (vynil, CD, cassettes)
- ▶ Numérisation du support
  - Écrit : images (JPG, PNG, GIF...)
  - Oral : format audio (MP3, AAC, WMA, MPEG...)

# Langues et supports

- ▶ Supports traditionnels (avant l'informatique)
    - Écrit : papier
    - Oral : disques (vynil, CD, cassettes)
  - ▶ Numérisation du support
    - Écrit : images (JPG, PNG, GIF...)
    - Oral : format audio (MP3, AAC, WMA, MPEG...)
- ⇒ Objectif : transformer la donnée numérique en langage
- ⇒ Appel à des méthodes TAL (entre autres)

# Processus

- ▶ Processus général
  - Acquisition des données
  - Analyse du format en entrée
  - Utilisation de descripteurs adéquats
  - Exploration de l'espace solutions plausibles
  - Décision selon la vraisemblance (modèles de langue)

# Processus

- ▶ Processus général
  - Acquisition des données
  - Analyse du format en entrée
  - Utilisation de descripteurs adéquats
  - Exploration de l'espace solutions plausibles
  - Décision selon la vraisemblance (modèles de langue)
- ▶ Sollicite plusieurs disciplines, en particulier
  - **Mathématiques** (traitement du signal, probabilités)
  - **Informatique** (formats de données, algorithmes)
  - **Linguistique** (plausibilité des reconnaissances)



# Processus

- ▶ Processus général
  - Acquisition des données
  - Analyse du format en entrée
  - Utilisation de descripteurs adéquats
  - Exploration de l'espace solutions plausibles
  - Décision selon la vraisemblance (modèles de langue)
- ▶ Sollicite plusieurs disciplines, en particulier
  - **Mathématiques** (traitement du signal, probabilités)
  - **Informatique** (formats de données, algorithmes)
  - **Linguistique** (plausibilité des reconnaissances)

⇒ Données → hypothèses → solutions

⇒ Utilisation de méthodes plus ou moins **supervisées**

⇒ Paradigme : **inférence** de modèles à partir de données

# Plan

1. Supports, numérisation, reconnaissance
2. Reconnaissance de l'écriture
3. Reconnaissance de la parole
4. Discussions

# Acquisition des données

## ► Modalités d'écriture

- Manuscrite (cursive)
  - Imprimée (fontes / polices)
  - Présence de lettrines / enluminures
- ⇒ Complexités selon la langue

# Acquisition des données

## ► **Modalités** d'écriture

- Manuscrite (cursive)
- Imprimée (fontes / polices)
- Présence de lettrines / enluminures

⇒ Complexités selon la langue

## ► **Types** de documents à traiter

- Format : courriers, ouvrages, journaux...
- Thématiques spécifiques (vocabulaire / lexique)
- Plus ou moins anciens (dégradations, diachronie)
- Autres éléments para-langagiers (formules, schémas, images...)

# Acquisition des données

## ► **Modalités** d'écriture

- Manuscrite (cursive)
- Imprimée (fontes / polices)
- Présence de lettrines / enluminures

⇒ Complexités selon la langue

## ► **Types** de documents à traiter

- Format : courriers, ouvrages, journaux...
- Thématiques spécifiques (vocabulaire / lexique)
- Plus ou moins anciens (dégradations, diachronie)
- Autres éléments para-langagiers (formules, schémas, images...)

## ► **Encodage** : scan, pages composée de pixels

# Traitements

- ▶ Traitement du signal
  - Ajustement des **couleurs** (suppression) et du contraste
  - Détection de **blocs** (colonnes, paragraphes, figures, tableaux...)
  - Localisation des **glyphes** (segmentation en caractères)

# Traitements

- ▶ Traitement du signal
  - Ajustement des **couleurs** (suppression) et du contraste
  - Détection de **blocs** (colonnes, paragraphes, figures, tableaux...)
  - Localisation des **glyphes** (segmentation en caractères)
- ▶ Construction d'hypothèses
  - Définition de **descripteurs** (caractéristiques / features)
  - Recensement des **glyphes** possibles pour un alphabet
  - ⇒ Écriture (>100 langues écrites, 135 scripts Unicode en 2016)
  - Approche par **similarités**
  - ⇒ **Hypothèses** de reconnaissance (graphe)

# Traitements

- ▶ Traitement du signal
  - Ajustement des **couleurs** (suppression) et du contraste
  - Détection de **blocs** (colonnes, paragraphes, figures, tableaux...)
  - Localisation des **glyphes** (segmentation en caractères)
- ▶ Construction d'hypothèses
  - Définition de **descripteurs** (caractéristiques / features)
  - Recensement des **glyphes** possibles pour un alphabet
  - ⇒ Écriture (>100 langues écrites, 135 scripts Unicode en 2016)
  - Approche par **similarités**
  - ⇒ **Hypothèses** de reconnaissance (graphe)
- ▶ Désambiguïsation
  - Vérification de la **vraisemblance** par **modèles de langue**
  - ⇒ Modèles **markoviens**, **n-grammes**



# Applications

- ▶ Technologies assez matures
  - Tri postal
  - Traitement de chèques
  - Scans de lettres (courriers)
  - Numérisation de livres (Google Livres)
  - Manuscrits anciens
  - Captcha (apprentissage de modèles)
  - Systèmes de lecture pour aveugles (documents, panneaux)
  - ...

# TP OCR

## ► Exercice

- Prendre une photo d'un document avec son smartphone
- S'envoyer la photo par email et l'enregistrer
- Installer Tesseract sur Ubuntu

```
sudo apt-get install tesseract-ocr
```

- Installer une langue `lng` (parmi plus de 100)

```
sudo apt-get install tesseract-ocr-lng
```

- Exécuter l'OCR pour la langue

```
tesseract doc.tif doc -l lng
```

⇒ Consulter le résultat du fichier `doc.txt`

⇒ Calculer le pourcentage de mots erronés

⇒ Discuter les possibles causes d'erreurs

# Plan

1. Supports, numérisation, reconnaissance
2. Reconnaissance de l'écriture
3. Reconnaissance de la parole
4. Discussions

# Acquisition des données

- ▶ Parole humaine (langue, accent...)

⇒ Peu de variation de formats : **audio**

# Acquisition des données

- ▶ Parole humaine (langue, accent...)
- ⇒ Peu de variation de formats : **audio**
- ▶ Documents à traiter
  - Plus ou moins bruités
  - Discours vs conversations
- ▶ **Encodage** audio : son compressé
  - Formats variés
  - Avec ou sans pertes

# Traitements

- ▶ Traitement du signal
  - Acoustique (débruitage)
  - Transformée de Fourier
  - Extraction des **formants**

# Traitements

- ▶ Traitement du signal
  - Acoustique (débruitage)
  - Transformée de Fourier
  - Extraction des **formants**
- ▶ Construction d'hypothèses
  - Définition de **descripteurs** (caractéristiques / features)
  - Délimitation des **syllabes** (segmentations possibles)
  - Recensement des **prononciations** possibles
  - ⇒ Dialectes ( 5000 langues orales **vivantes**)
  - Approche par **similarités**
  - ⇒ **Hypothèses** de reconnaissance (graphe / saucisse)

# Traitements

- ▶ Traitement du signal
  - Acoustique (débruitage)
  - Transformée de Fourier
  - Extraction des **formants**
- ▶ Construction d'hypothèses
  - Définition de **descripteurs** (caractéristiques / features)
  - Délimitation des **syllabes** (segmentations possibles)
  - Recensement des **prononciations** possibles
  - ⇒ Dialectes ( 5000 langues orales **vivantes**)
  - Approche par **similarités**
  - ⇒ **Hypothèses** de reconnaissance (graphe / saucisse)
- ▶ Désambiguïsation
  - Vérification de la **vraisemblance** par **modèles de langue**
  - ⇒ Modèles **markoviens**, **n-grammes**



# Applications

- ▶ Technologie aujourd'hui mature (WER acceptable)
  - **Smartphones**
  - Serveurs vocaux
  - Robotique (interaction vocale)
  - Dactylographie
  - Renseignement
  - ...

# Plan

1. Supports, numérisation, reconnaissance
2. Reconnaissance de l'écriture
3. Reconnaissance de la parole
4. Discussions

# Des données et du langage

- ▶ Applications très gourmandes en données
  - Processus d'**apprentissage artificiel**
    - Réseaux de neurones
    - Utilisation de l'entropie
    - Itérations d'apprentissage
    - ...

# Des données et du langage

- ▶ Applications très gourmandes en données
    - Processus d'**apprentissage artificiel**
      - Réseaux de neurones
      - Utilisation de l'entropie
      - Itérations d'apprentissage
      - ...
- ⇒ Lien avec l'apprentissage **humain** ?
- ⇒ Intelligence artificielle

# Des données et du langage

- ▶ Applications très gourmandes en données
  - Processus d'**apprentissage artificiel**
    - Réseaux de neurones
    - Utilisation de l'entropie
    - Itérations d'apprentissage
    - ...
  - ⇒ Lien avec l'apprentissage **humain** ?
  - ⇒ Intelligence artificielle
- ▶ Exploitation de **descripteurs**
  - Processus de **discrétisation** (numérisation)
  - Pas nécessairement **universels** (langues)
  - Nombreux par combinatoire des données

# Niveaux d'analyse TAL

- ▶ Modules généralement implémentés en TAL
  - **Signal** : audio / image
  - **Morphologie** : phonèmes, syllabes / caractères, morphèmes
  - **Syntaxe** : dépendances entre mots, énoncés
  - **Sémantique** : sens et représentation
  - **Pragmatique** : cohérence discursive

# Niveaux d'analyse TAL

- ▶ Modules généralement implémentés en TAL
  - **Signal** : audio / image
  - **Morphologie** : phonèmes, syllabes / caractères, morphèmes
  - **Syntaxe** : dépendances entre mots, énoncés
  - **Sémantique** : sens et représentation
  - **Pragmatique** : cohérence discursive

⇒ Interdépendance entre toutes les strates

⇒ Idéalement, travaillent de concert (traitements joints)

⇒ En pratique, séquentiels (pipeline, chaîne de traitement)

# TP Voyelles

- ▶ Récupérez un texte sur Internet (par ex. article Wikipedia)
- ▶ Faire un programme qui enlève les voyelles de ces textes
- ▶ Faire un programme pour rétablir les voyelles correctes
  - À l'aide d'un dictionnaire (arbitraire / heuristique)
  - Par méthode probabiliste (mots les plus fréquents)
  - Par méthode contextuelle (bigrammes)
  - Par méthode générative (HMM)
- ▶ Vous pouvez utiliser les ressources disponible sur <http://redac.univ-tlse2.fr/corpus/wikipedia.html>