



University of
Zurich^{UZH}

Institute of Computational Linguistics

Machine Translation

1 Introduction

Mathias Müller

Who we are

Dozent



Mathias Müller

Büro: AND-2-20

Tutoren

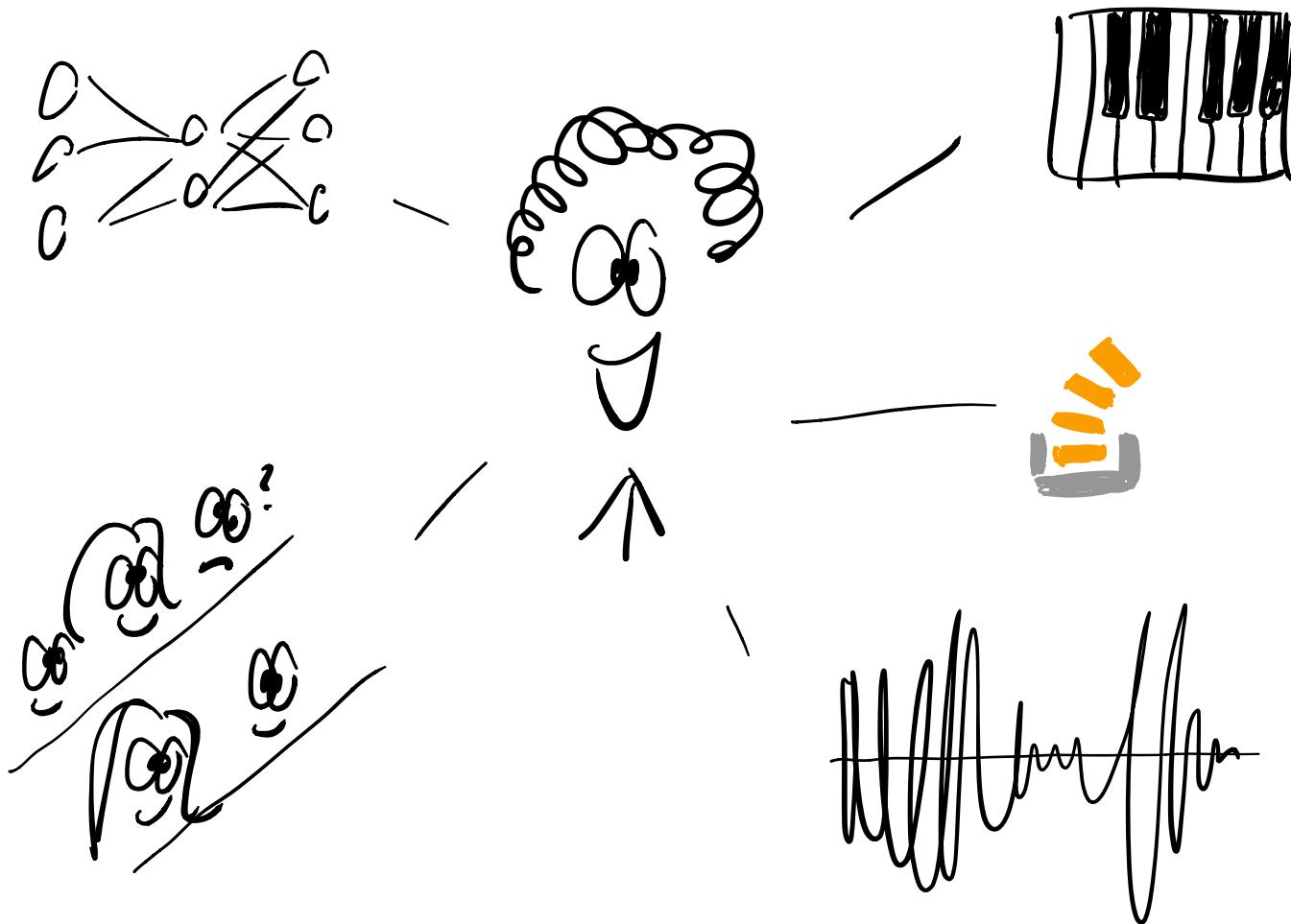


Dominik Martinez



Nicolas Spring

Mathias Müller





University of
Zurich^{UZH}

Institute of Computational Linguistics

Administratives

Tutorat

- AND-3-48
- Montag 10:15 bis 12:00

The screenshot shows a web page with a header navigation bar containing links for 'Gesund leben', 'Gesundheitsförderung & Prävention', 'Impfungen & Prophylaxe', and 'Richtlinien und Empfehlungen zu Impfungen und Prophylaxe'. The main content area features a large title 'Richtlinien und Empfehlungen zu Impfungen und Prophylaxe' with a small 'drucken' icon to its right. Below the title, a text block states: 'Das BAG erarbeitet und veröffentlicht zusammen mit der Eidgenössischen Kommission für Impffragen (EKIF) Richtlinien und Empfehlungen zu allen empfohlenen Impfungen sowie weiteren prophylaktischen Massnahmen.' A second text block below it explains: 'Diese Empfehlungen dienen der Verhinderung von Infektionen und Krankheiten in der Allgemeinbevölkerung sowie bei Risikogruppen. Der jedes Jahr aktualisierte Impfplan gibt eine Übersicht über die empfohlenen Impfungen zusammen mit den geltenden Impfschemata und weiteren relevanten Informationen.' At the bottom of the main content area, there is a section titled 'Empfehlungen ab 2019' with a link to 'Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME): Ausweitung der Risikogebiete (PDF, 1 MB, 04.02.2019)'. To the right, a sidebar titled 'Kontakt' provides information about the Federal Office of Public Health, including its address in Schwarzenburg, Switzerland, contact phone number (+41 58 463), email, and links for 'Kontaktinfo' and 'drucken'.

Gesundheitswesen Bewilligungen

Gesund leben > Gesundheitsförderung & Prävention > Impfungen & Prophylaxe > Richtlinien und Empfehlungen zu Impfungen und Prophylaxe

Richtlinien und Empfehlungen zu Impfungen und Prophylaxe

Das BAG erarbeitet und veröffentlicht zusammen mit der Eidgenössischen Kommission für Impffragen (EKIF) Richtlinien und Empfehlungen zu allen empfohlenen Impfungen sowie weiteren prophylaktischen Massnahmen.

Diese Empfehlungen dienen der Verhinderung von Infektionen und Krankheiten in der Allgemeinbevölkerung sowie bei Risikogruppen. Der jedes Jahr aktualisierte Impfplan gibt eine Übersicht über die empfohlenen Impfungen zusammen mit den geltenden Impfschemata und weiteren relevanten Informationen.

Empfehlungen ab 2019

Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME): Ausweitung der Risikogebiete (PDF, 1 MB, 04.02.2019)

Kontakt

Bundesamt für
Abteilung Über
Krankheiten
Sektion Impfen
Bekämpfungsra
Schwarzenburg
3003 Bern
Schweiz
Tel. +41 58 463
E-Mail
Kontaktinfo
drucken

Leistungsnachweise

- Übungen
- Schriftliche Prüfung
- Gewichtung: 25% Übungen, 75% Prüfung
- Rechenbeispiele:
 - Übungen 4.0, Prüfung 6.0 = Endnote 5.5
 - Übungen 5.5, Prüfung 4.0 = Endnote 4.5

Übungen

- Anzahl Übungen: 6
- Bearbeitungszeit: jeweils 2 Wochen
- Teamarbeit ist erlaubt, sofern klar deklariert
- Fragen zu Übungen an die Tutoren richten, wenn möglich im OLAT-Forum

Schriftliche Prüfung

- “Closed Book”, keine Unterlagen
- Termin: **18. Juni 2019, 16:15 bis 18:00**
- Raum: **AND-2-48**
- Achtung: 75 % der Endnote

Übungen

- Anzahl Übungen: 6
- Bearbeitungszeit: jeweils 2 Wochen
- Teamarbeit ist erlaubt, sofern klar deklariert
- Fragen zu Übungen an die Tutoren richten, wenn möglich im OLAT-Forum

Programm (siehe OLAT)

Termin	Thema	Lektüre	Übung
19.02.	Einführung; regelbasierte vs. datengetriebene Modelle	SMT Kapitel 1	
26.02.	Evaluation	SMT Kapitel 8	Übung 1
05.03.	Trainingsdaten, Vor- und Nachverarbeitung	SMT Kapitel 2	
12.03.	N-Gramm-Sprachmodelle, statistische Maschinelle Übersetzung	SMT Kapitel 3-7	Übung 2
19.03.	Grundlagen Lineare Algebra und Analysis, Numpy		
26.03.	Lineare Modelle: lineare Regression, logistische Regression		
02.04.	Neuronale Netzwerke: MLPs, Backpropagation, Gradient Descent	NMT Kapitel 1-3	Übung 3
09.04.	Word Embeddings, Recurrent neural networks	NMT Kapitel 4	
16.04.	Tensorflow und Google Cloud Platform		Übung 4
30.04.	Encoder-Decoder-Modell	NMT Kapitel 5	Übung 5
07.05.	Decoding-Strategien	NMT Kapitel 5.4	
14.05.	Attention-Mechanismus, bidirektionales Encoding, Byte Pair Encoding	NMT Kapitel 5-6	Übung 6
21.05.	Maschinelle Übersetzung in der Praxis (Anwendungen)		
28.05.	Zusammenfassung, Q&A Prüfung		
Eventuell: Gastvortrag Prof. Artem Sokolov			
04.06., Raum TBA, 16:15 bis 18:00 Uhr			
Prüfung (schriftlich)			
18.06., AND-2-48, 16:15 bis 18:00 Uhr			



**University of
Zurich^{UZH}**

Institute of Computational Linguistics

Machine Translation

Topics of this lesson

- learn what machine translation is, and appreciate the difficulty of the task
- main paradigms of machine translation
- history of machine translation (exciting!)

Well, you know what machine translation is!

Text Documents

DETECT LANGUAGE MYANMAR (BURMESE) ENGLISH SPANISH ENGLISH MYANMAR (BURM)

နေကျင်းလား X How are you ✓

naykaunglarr

11/5000



Goal of machine translation

to unbabel the world



Definition for our purposes

- machine translation means translating from 1 language to 1 other language
- always about **human** languages
- always about translating **text**, no visual input, no audio signals, no handwriting



Main paradigms of machine translation

RULE-BASED

rule-based

RBMT

Lucy

DATA-DRIVEN

example-based
EBMT

probabilistic

statistical

SMT

Moses

neural

NMT

Sockeye

Rule-based systems

① ADJ NN → NN ADJ

② ADJ → "rot"

③ NN → "maison"

④ "Haus" → "maison"

...
...

DE FR

Das rote

Haus



In maison

rouge

Data-driven systems

Remaining system types

- example-based EBMT
- statistical SMT
- neural NMT

are **data-driven**.

word-aligned
Corpora

Sentence-aligned
Corpora

are trained with
training data

Driven by which data / what to train on?

The European Community had already agreed to phase out CFCs by 1997 and hoped that other countries would do the same.

The Protocol should be amended to reflect that situation.

But that was not enough.

The Technology and Economics Assessment Panel should be asked to assess the implications of phasing out halons, carbon tetrachloride and methyl chloroform also by 1997.

La Comunidad Europea ya había convenido en suprimir los CFC para 1997 y confiaba en que otros países hicieran lo mismo.

El Protocolo debía enmendarse para reflejar esa situación.

No obstante, eso no bastaba.

Se debería pedir al Grupo de evaluación técnica y económica que evaluara las repercusiones de la supresión gradual de los halones, el tetracloruro de carbono y el metilcloroformo también para 1997.

Blueprint for a data-driven system

```
class TranslationSystem:  
  
    def train(self, source_sentences, target_sentences):  
        # train system ...  
  
    def translate(self, source_sentence):  
        # produce translation ...  
        return target_sentence
```

(unit of translation typically a sentence)

Pseudo code for an example-based system

```
class TranslationSystem:

    def __init__(self):
        self.map = {}

    def train(self, source_sentences, target_sentences):
        for source_sentence, target_sentence in \
            zip(source_sentences, target_sentences):
            self.map[source_sentence] = target_sentence

    def translate(self, source_sentence):
        target_sentence = self.map[source_sentence]
        return target_sentence
```

Does this work in practice?

```
class TranslationSystem:

    def __init__(self):
        self.map = {}

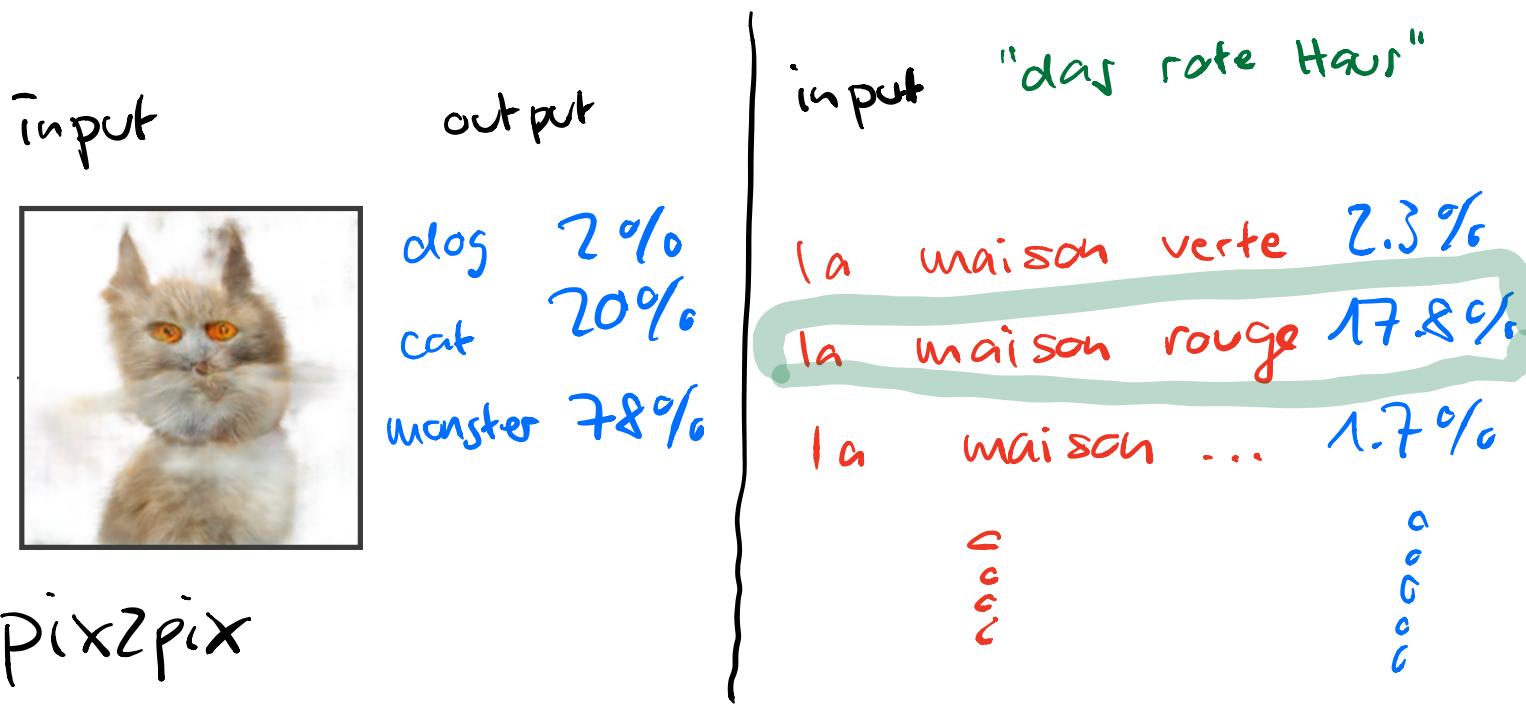
    def train(self, source_sentences, target_sentences):
        for source_sentence, target_sentence in \
            zip(source_sentences, target_sentences):
            self.map[source_sentence] = target_sentence

    def translate(self, source_sentence):
        target_sentence = self.map[source_sentence]
        return target_sentence
```

<https://padlet.com/mmueller26/xr5ryyosugpf>

probabilistic
~~Statistical~~ systems (SMT + NMT)

- frame translation as a sequence classification problem



probabilistic
~~Statistical systems~~

(SMT + NMT)

roughly,

- 1) learn probabilities from training data
- 2) pick the most probable translation

```
class TranslationSystem:  
  
    def train(self, source_sentences, target_sentences):  
        # estimate probabilities from training data  
  
    def translate(self, source_sentence):  
        # pick most probable translation  
        return target_sentence
```

Word-based statistical machine translation

roughly,

- estimate a word dictionary from training data
- all words translated individually

TM

IBM Model

```
class WordTranslationSystem:  
    def train(self, source_sentences, target_sentences):  
        self.estimate_translation_model(source_sentences, target_sentences)  
  
    def translate(self, source_sentence):  
        target_sentence = []  
        for source_token in source_sentence:  
            target_token = self.get_most_probable_translation(source_token)  
            target_sentence.append(target_token)  
  
        return target_sentence
```

Phrase-based statistical machine translation (PBSMT)

(a wairan → 0.37)

roughly,

- estimate a phrase (= ngram) translation model and an ngram language model, from training data
- candidate translations are ranked by scores

```
class PhraseTranslationSystem:  
  
    def train(self, source_sentences, target_sentences):  
  
        self.estimate_translation_model(source_sentences, target_sentences)  
        self.estimate_language_model(target_sentences)  
  
    def translate(self, source_sentence):  
  
        candidate_translations = self.generate_candidate_translations(source_sentence)  
        candidate_scores = self.language_model_score(candidate_translations)  
  
        best_translation = candidate_translations[numpy.argsort(candidate_scores)][0]  
  
        return best_translation
```

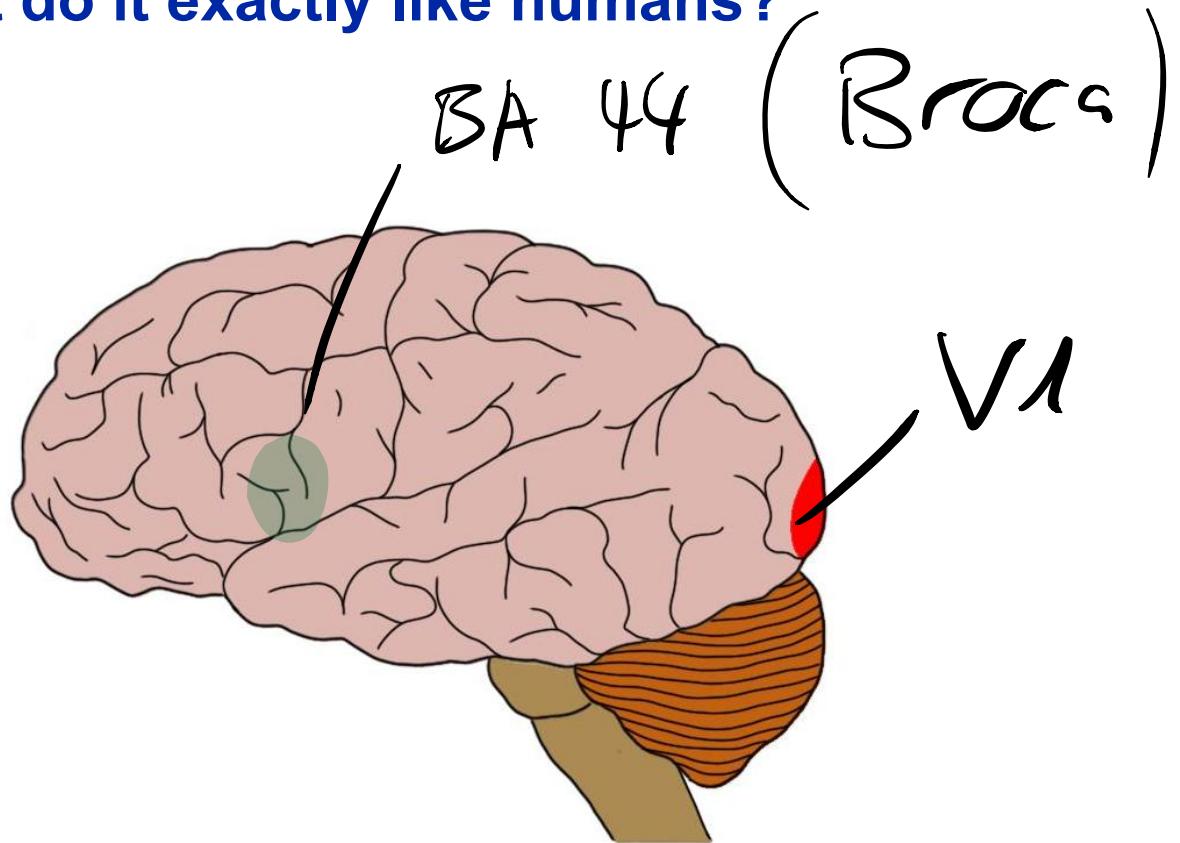
Neural machine translation (NMT)

roughly,

- model is a neural network with two parts: encoder and decoder
- encoder reads an entire source sentence
- decoder returns most likely next word for a translation prefix

```
class NeuralTranslationSystem:  
    def train(self, source_sentences, target_sentences):  
        self.estimate_encoder_and_decoder(source_sentences, target_sentences)  
  
    def translate(self, source_sentence):  
        target_sentence = []  
  
        target_token = "<BOS>"  
  
        encoded_source_sentence = self.encode(source_sentence)  
  
        while True:  
            target_token = self.decode(encoded_source_sentence, target_token)  
            if target_token == "<EOS>":  
                break  
            target_sentence.append(target_token)  
  
    return target_sentence
```

Why not do it exactly like humans?



History of machine translation

Claude Shannon
1930
Warren Weaver

George Fowle
1954

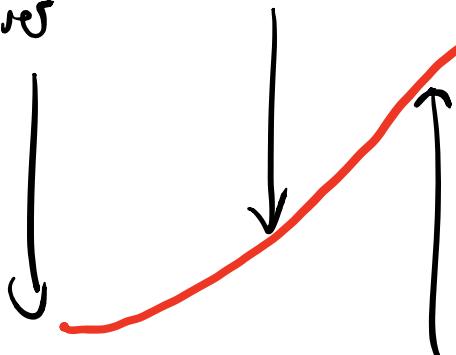
1970
ALPAC Report

NMT
2013

PBSUT
2000

1950
word-based SUT

1955
Yehoshua Bar-Hillel
@ MIT



Summary

- goal of machine translation is to unbabel the world!
- main paradigms are
 - rule-based (RBMT)
 - example-based (EBMT)
 - statistical (SMT)
 - neural translation (NMT)
- EBMT, SMT and NMT rely on **training data**
- SMT and NMT estimate **probabilities** from training data

Outlook

Termin	Thema
19.02.	Einführung; regelbasierte vs. datengetriebene Modelle
26.02.	Evaluation
05.03.	Trainingsdaten, Vor- und Nachverarbeitung
12.03.	N-Gramm-Sprachmodelle, statistische Maschinelle Übersetzung
19.03.	Grundlagen Lineare Algebra und Analysis, Numpy
26.03.	Lineare Modelle: lineare Regression, logistische Regression
02.04.	Neuronale Netzwerke: MLPs, Backpropagation, Gradient Descent
09.04.	Word Embeddings, Recurrent neural networks
16.04.	Tensorflow und Google Cloud Platform
30.04.	Encoder-Decoder-Modell
07.05.	Decoding-Strategien
14.05.	Attention-Mechanismus, bidirektionales Encoding, Byte Pair Encoding
21.05.	Maschinelle Übersetzung in der Praxis (Anwendungen)
28.05.	Zusammenfassung, Q&A Prüfung
Eventuell: Gastvortrag Prof. Artem Sokolov	
04.06., Raum TBA, 16:15 bis 18:00 Uhr	
Prüfung (schriftlich)	
18.06., AND-2-48, 16.15 bis 18:00 Uhr	

EVALUATION
TRAINING DATA
SMT

NMT

This is kinda important