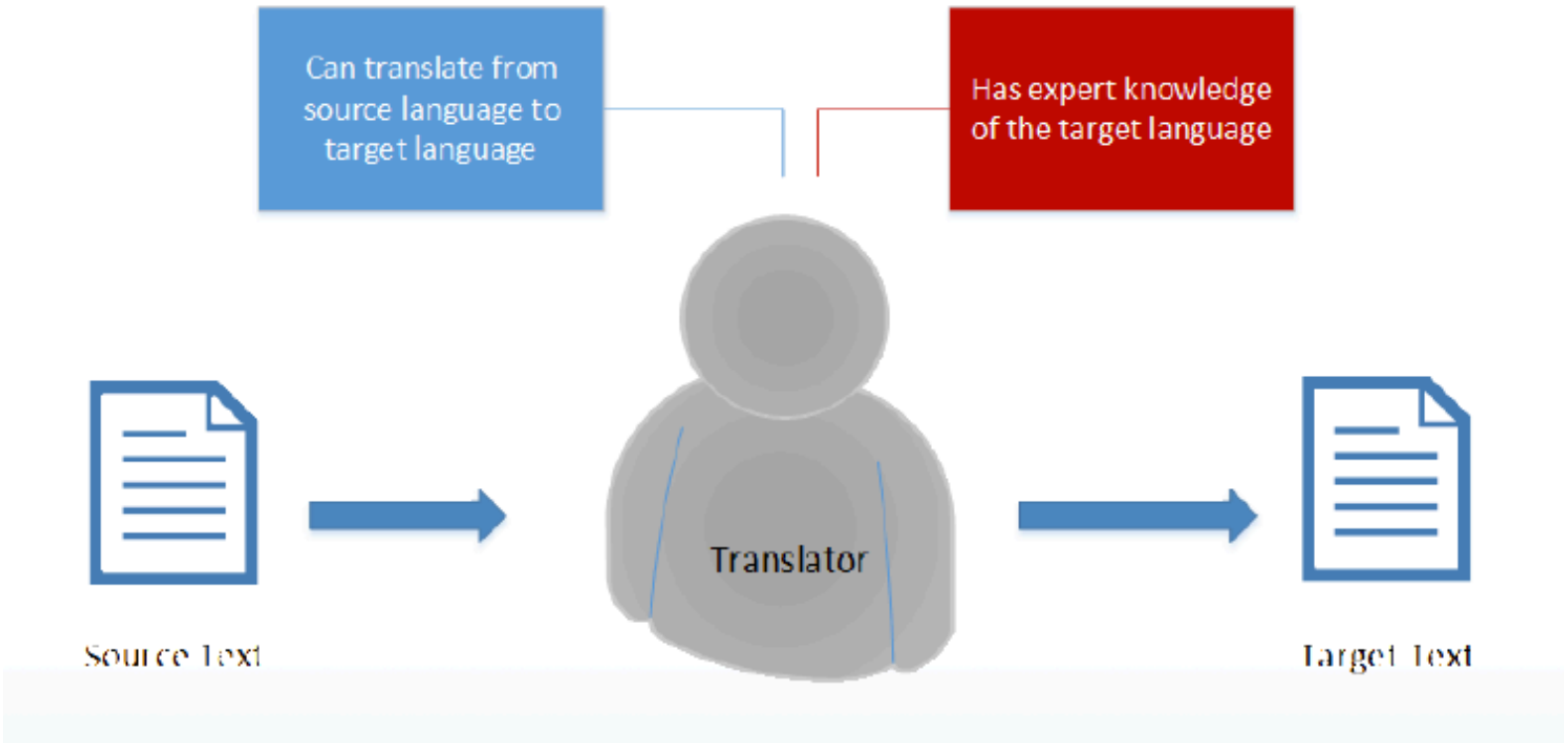
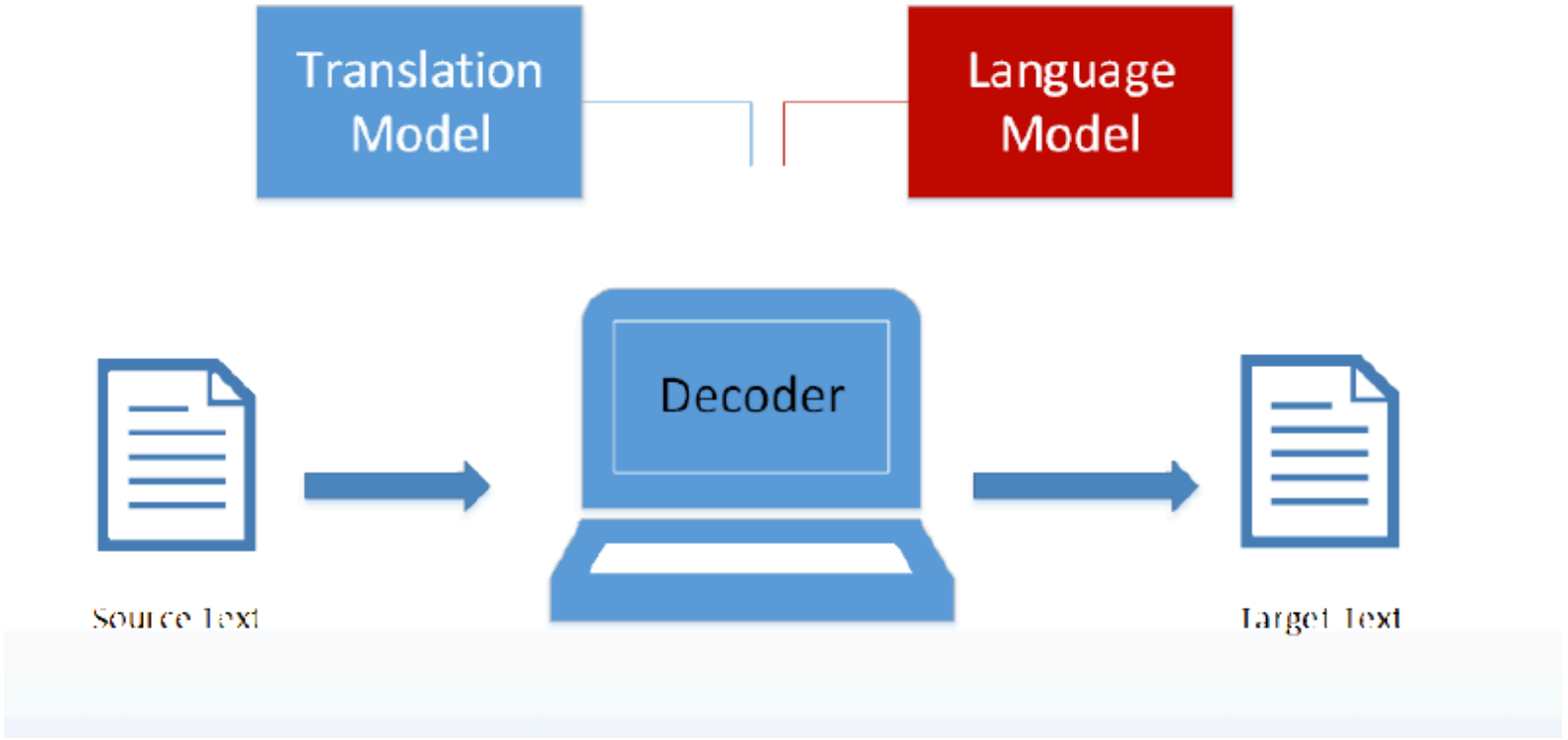
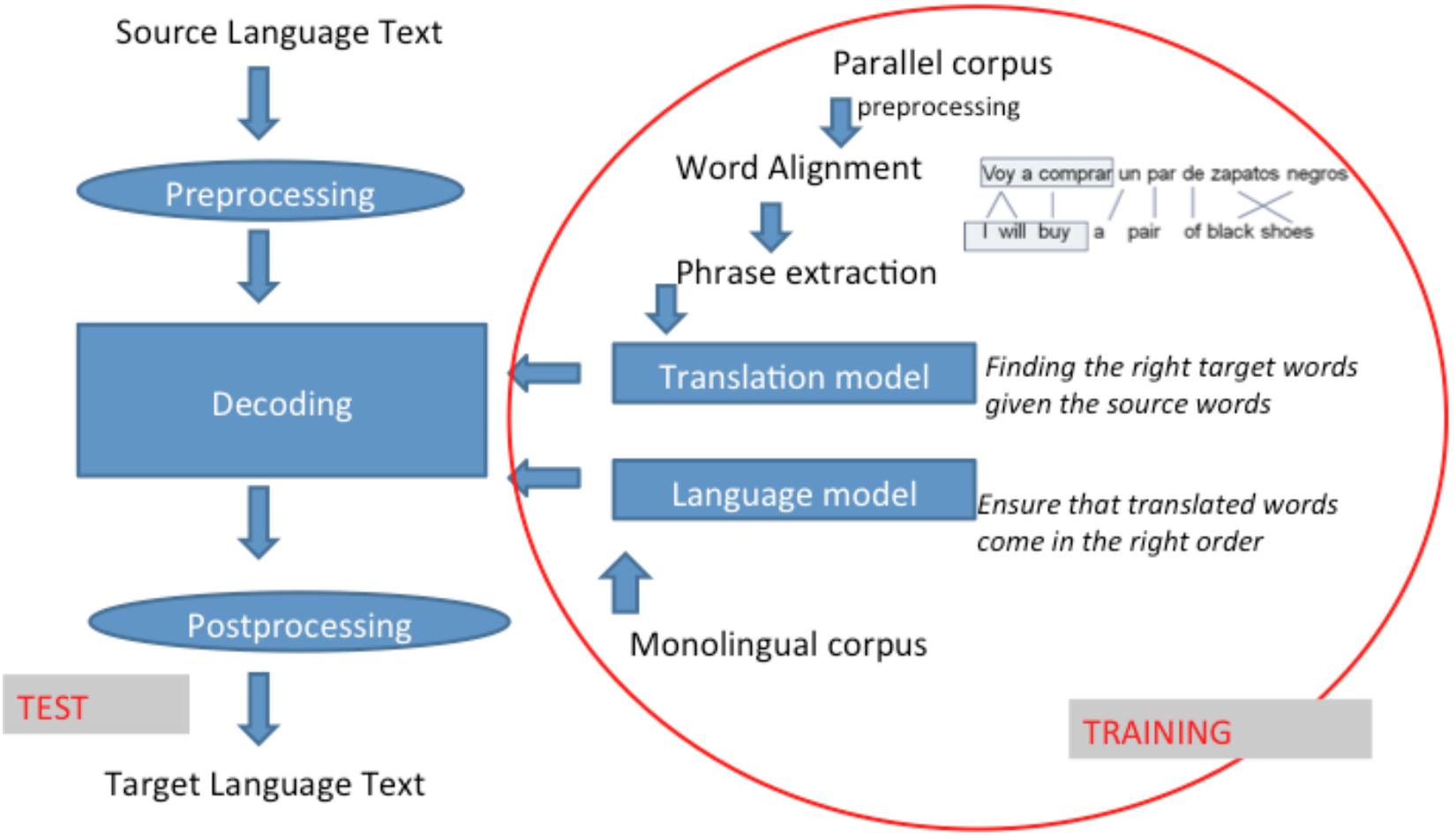
Automatisch Vertalen
SMT

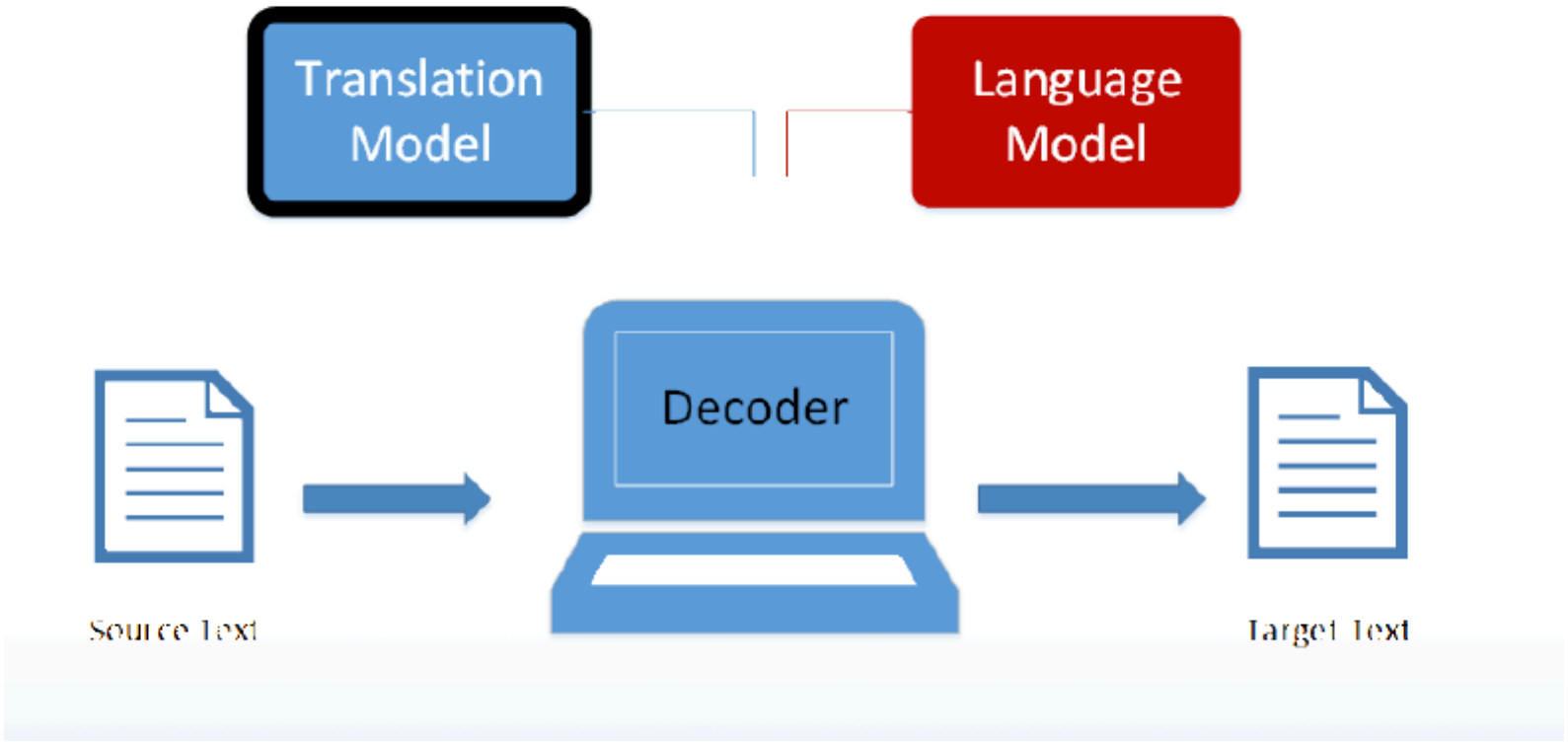
Véronique Hoste

(met dank aan Lieve Macken)


Can translate from source language to target language
Has expert knowledge of the target language
Translator
Source Text
Target Text


Translation Model
Language Model
Decoder
Source Text
Target Text


Source Language Text
Preprocessing
Decoding
Postprocessing
TEST
Target Language Text
Parallel corpus
preprocessing
Word Alignment
Voy a comprar un par de zapatos negros
I will buy a pair of black shoes
Phrase extraction
Translation model
Finding the right target words given the source words
Language model
Ensure that translated words come in the right order
Monolingual corpus
TRAINING

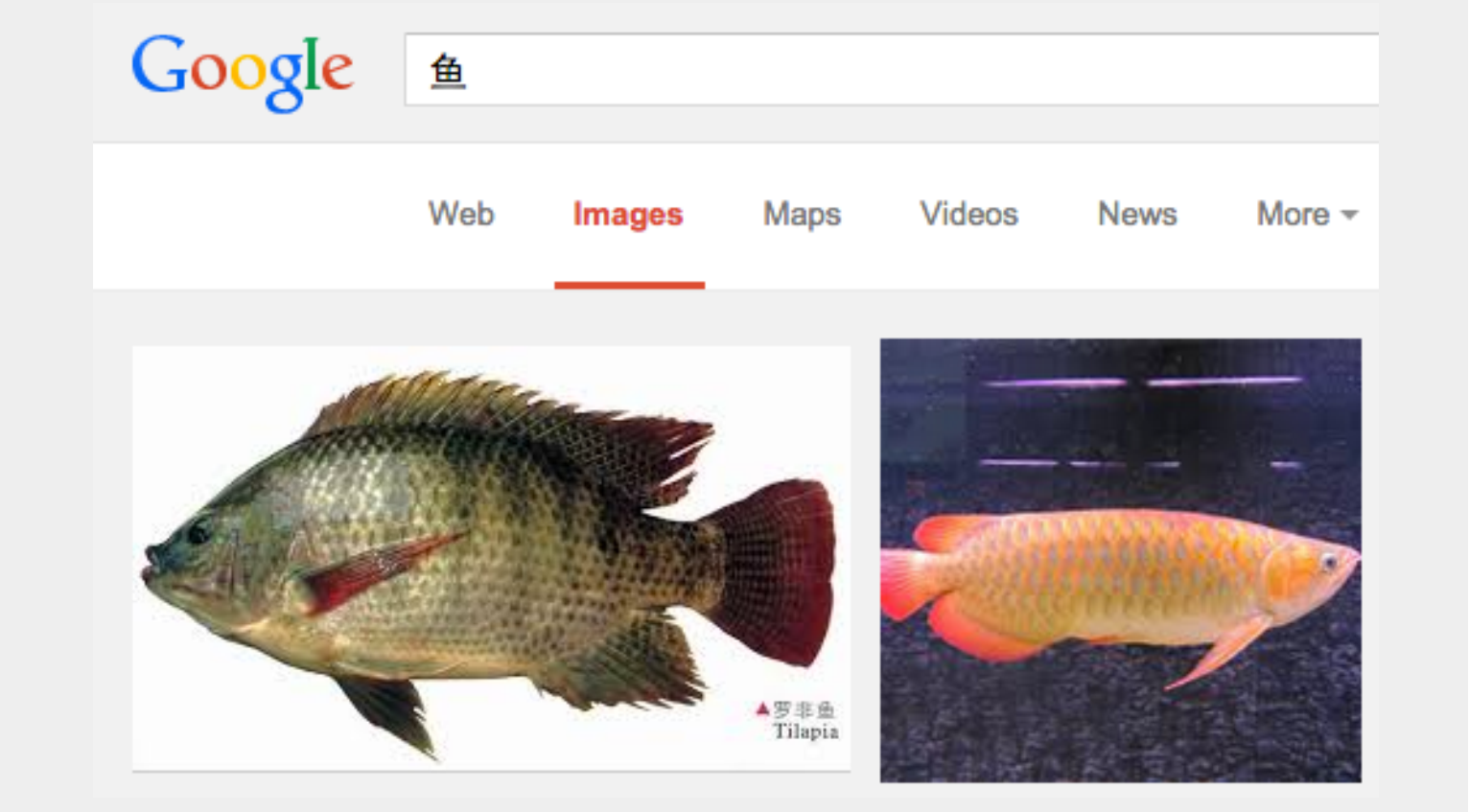

Translation Model
Language Model
Decoder
Source Text
Target Text

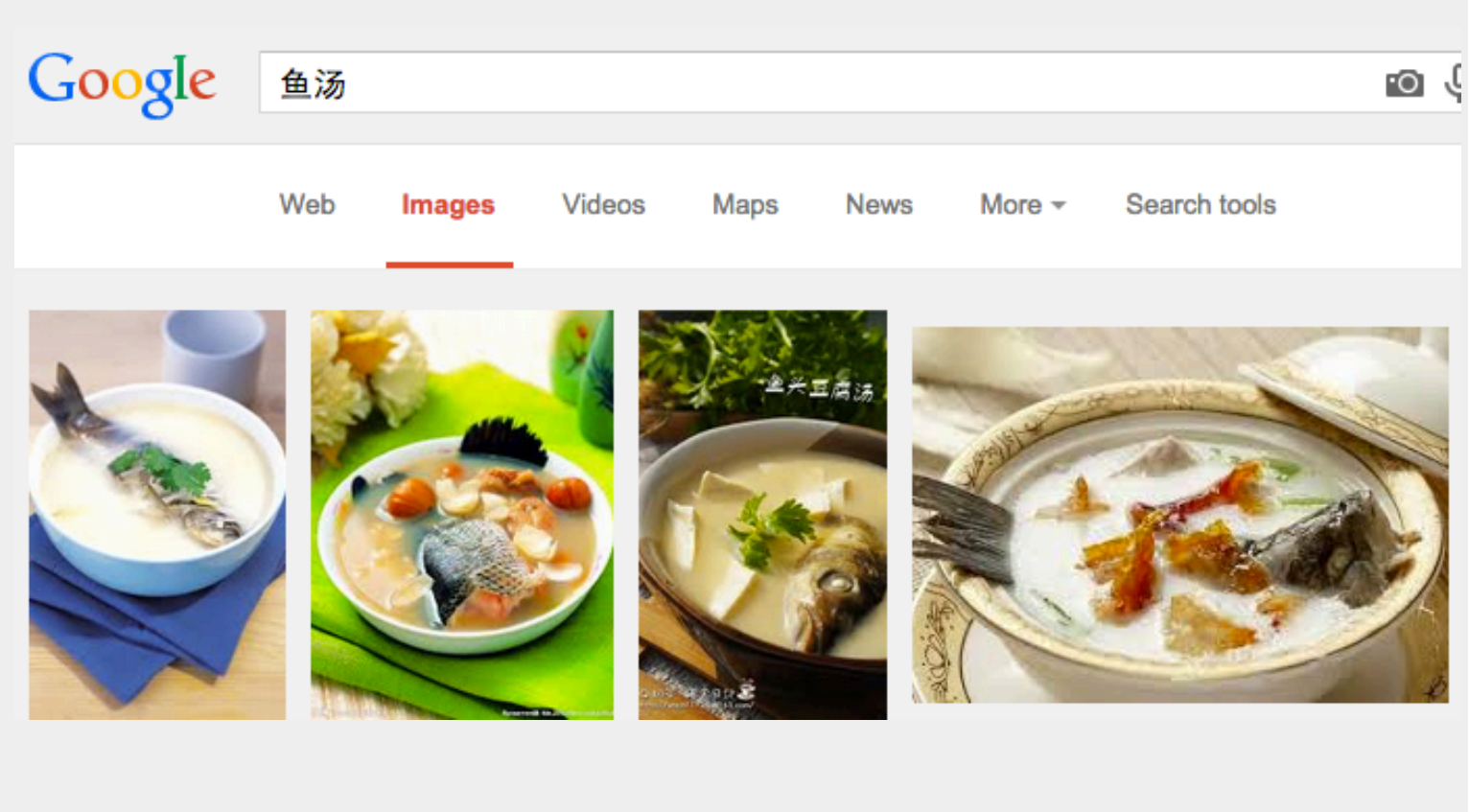
Hoe leert een computer vertalen?

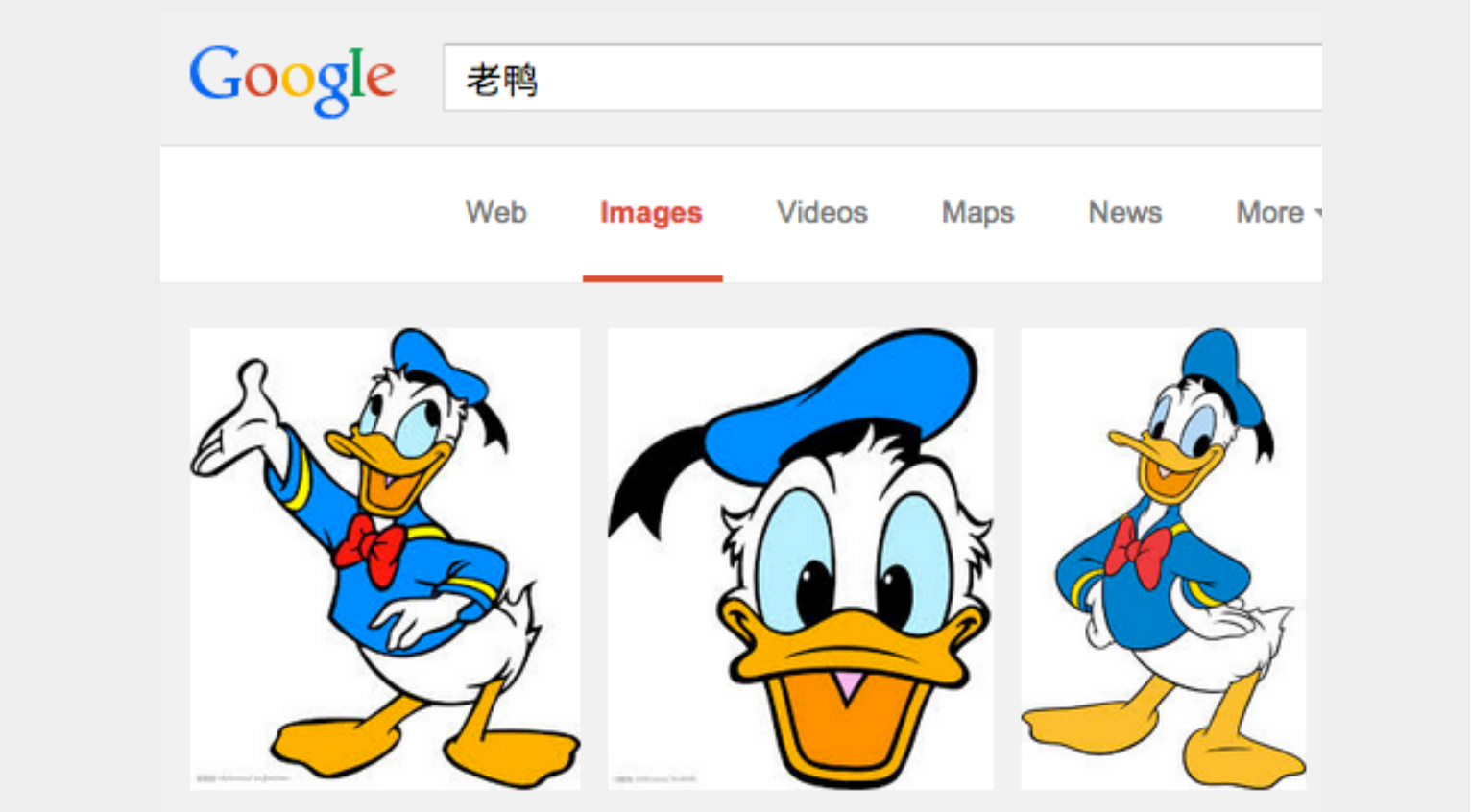
Woordverwerving in SMT

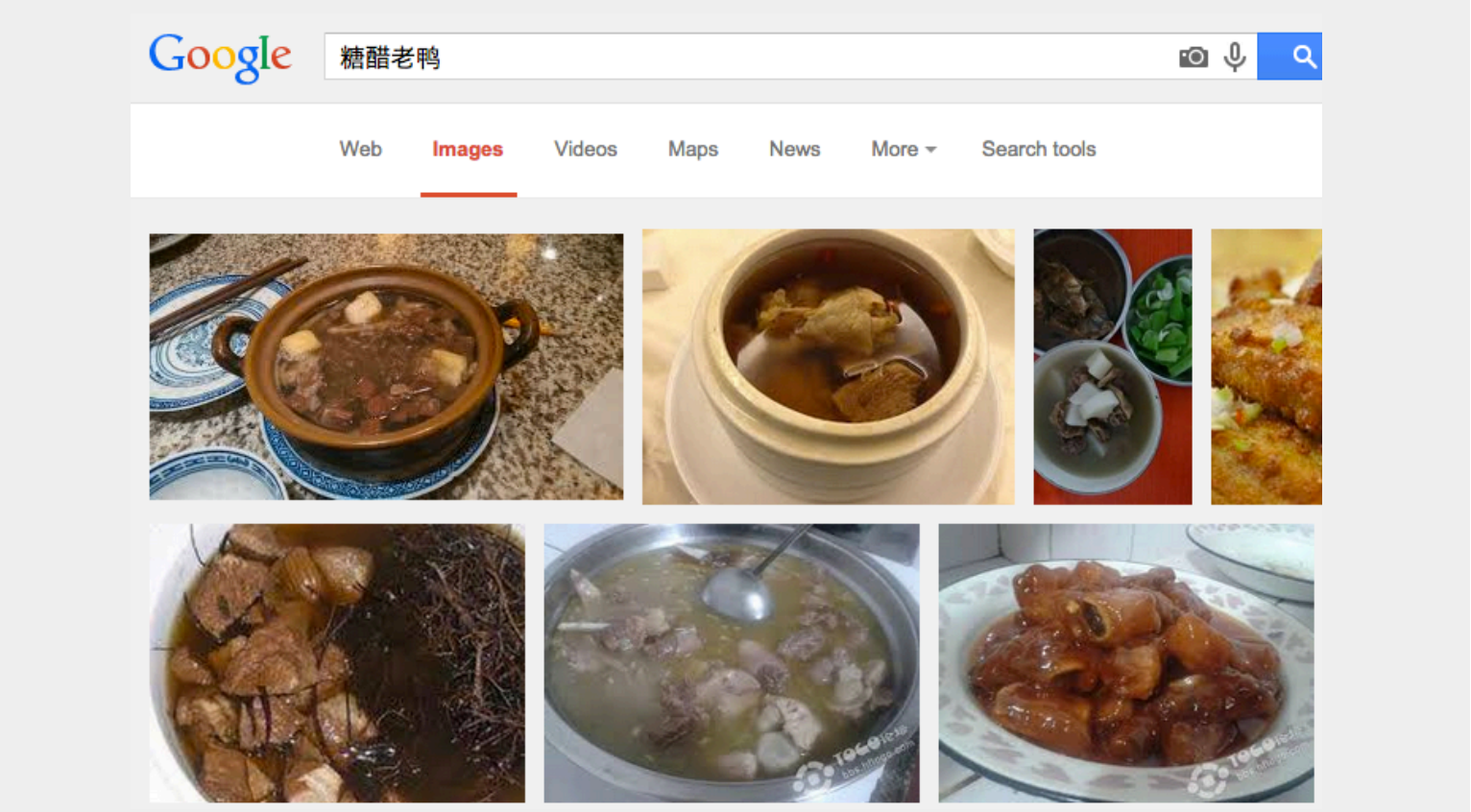

Chinese Food
RESTAURANT
鱼汤 yú tāng
糖醋老鸭 táng cù lǎo yā

鸡汤	jī tāng	chicken soup
老鸭汤	lǎo yā tāng	duck soup
酸辣汤	suān là tāng	hot and sour soup
腰果鸡丁	yāo guǒ jī dīng	cashew chicken
辣子鸡丁	là zi jī dīng	spicy chicken
糖醋里肌	táng cù lǐ jī	sweet and sour pork
辣子猪肉丁	là zi zhū ròu dīng	spicy pork
糖醋鱼	táng cù yú	sweet and sour fish
红烧鱼	hóng shāo yú	fish in soy sauce
鱼汤	yú tāng	?
糖醋老鸭	táng cù lǎo yā	?


Google
鱼
Web
Images
Maps
Videos
News
More
▲罗非鱼
Tilapia


Google
鱼汤
Web
Images
Videos
Maps
News
More
Search tools


Google
老鸭
Web
Images
Videos
Maps
News
More


Google
糖醋老鸭
Web
Images
Videos
Maps
News
More
Search tools

Co-occurrence frequency

鸡汤	jī tāng	chicken soup
老鸭汤	lǎo yā tāng	duck soup
酸辣汤	suān là tāng	hot and sour soup
…		
糖醋里肌	táng cù lǐ jī	sweet and sour pork
糖醋鱼	táng cù yú	sweet and sour fish
红烧鱼	hóng shāo yú	fish in soy sauce

Co-occurrence frequency
鱼汤 = fish soup; 糖醋 = sweet and sour

鸡汤	jī tāng	chicken soup
老鸭汤	lǎo yā tāng	duck soup
酸辣汤	suān là tāng	hot and sour soup
…		
糖醋里肌	táng cù lǐ jī	sweet and sour pork
糖醋鱼	táng cù yú	sweet and sour fish
红烧鱼	hóng shāo yú	fish in soy sauce

Educated guess
糖醋老鸭 = sweet and sour duck

鸡汤	jī tāng	chicken soup
老鸭汤	lǎo yā tāng	duck soup
酸辣汤	suān là tāng	hot and sour soup

…


日本語
ENGLISH

Belangrijke begrippen

- Voorwaardelijke kans: P(a|b)
  waarde tussen 0 en 1

Belangrijke begrippen

- Voorwaardelijke kans: P(a|b)
  waarde tussen 0 en 1

$$P(\text{soup}|\text{tāng}) = \frac{\#(\text{soup}, \text{tāng})}{\#(\text{tāng})} = \frac{3}{3} = 1$$

Belangrijke concepten

- Voorwaardelijke kans: P(a|b)
  waarde tussen 0 en 1

$$P(\text{soup}|\text{tāng}) = \frac{\#(\text{soup}, \text{tāng})}{\#(\text{tāng})} = \frac{3}{3} = 1$$

$$P(\text{chicken}|\text{jī}) = \frac{\#(\text{chicken}, \text{jī})}{\#(\text{jī})} = \frac{3}{4} = 0.75$$

Belangrijke concepten

- Voorwaardelijke kans: P(a|b)
  waarde tussen 0 en 1

$$P(\text{soup}|\text{tāng}) = \frac{\#(\text{soup}, \text{tāng})}{\#(\text{tāng})} = \frac{3}{3} = 1$$

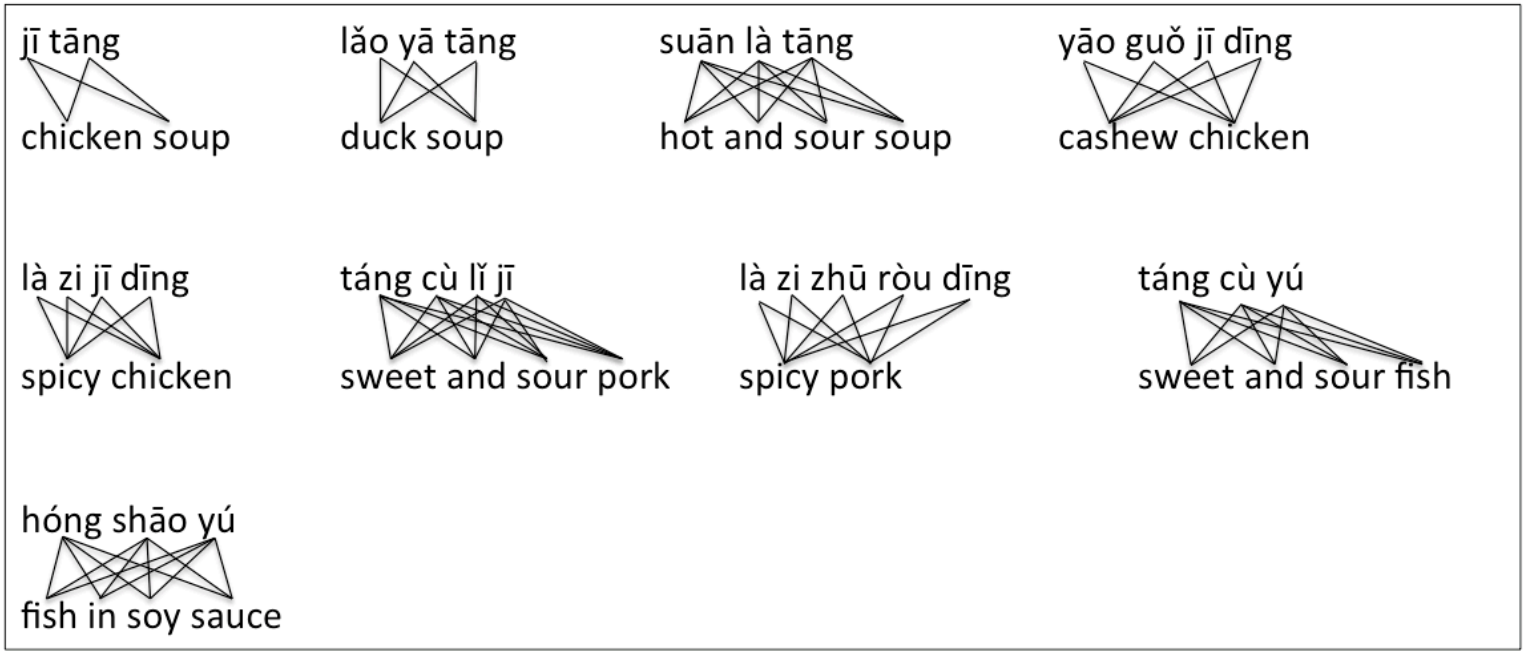
$$P(\text{chicken}|\text{jī}) = \frac{\#(\text{chicken}, \text{jī})}{\#(\text{jī})} = \frac{3}{4} = 0.75$$

$$P(\text{chicken}|\text{dīng}) = \frac{\#(\text{chicken}, \text{dīng})}{\#(\text{dīng})} = \frac{2}{3} = 0.67$$

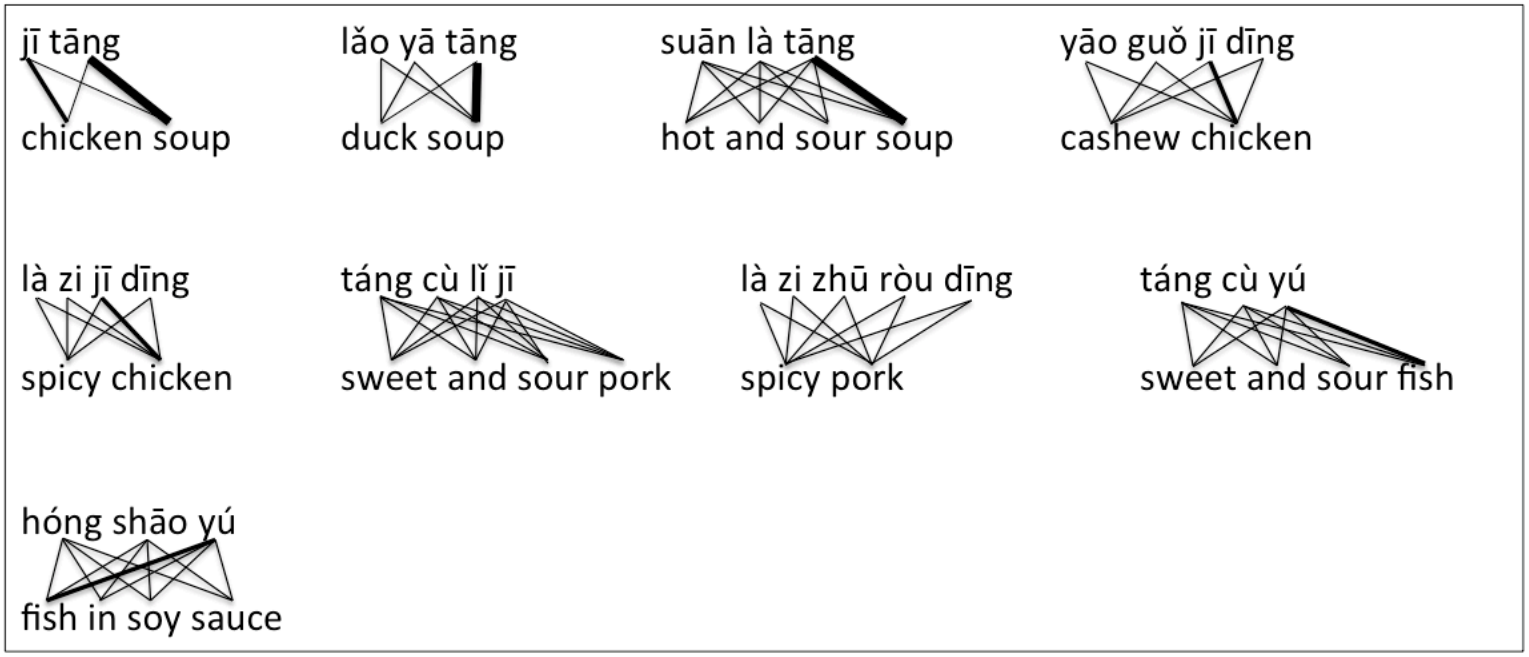
Beperking: enkel “woorden”

$$P(\text{chicken}|\text{jī dīng}) = \frac{\#(\text{chicken}, \text{jī dīng})}{\#(\text{jī dīng})} = \frac{2}{2} = 1$$

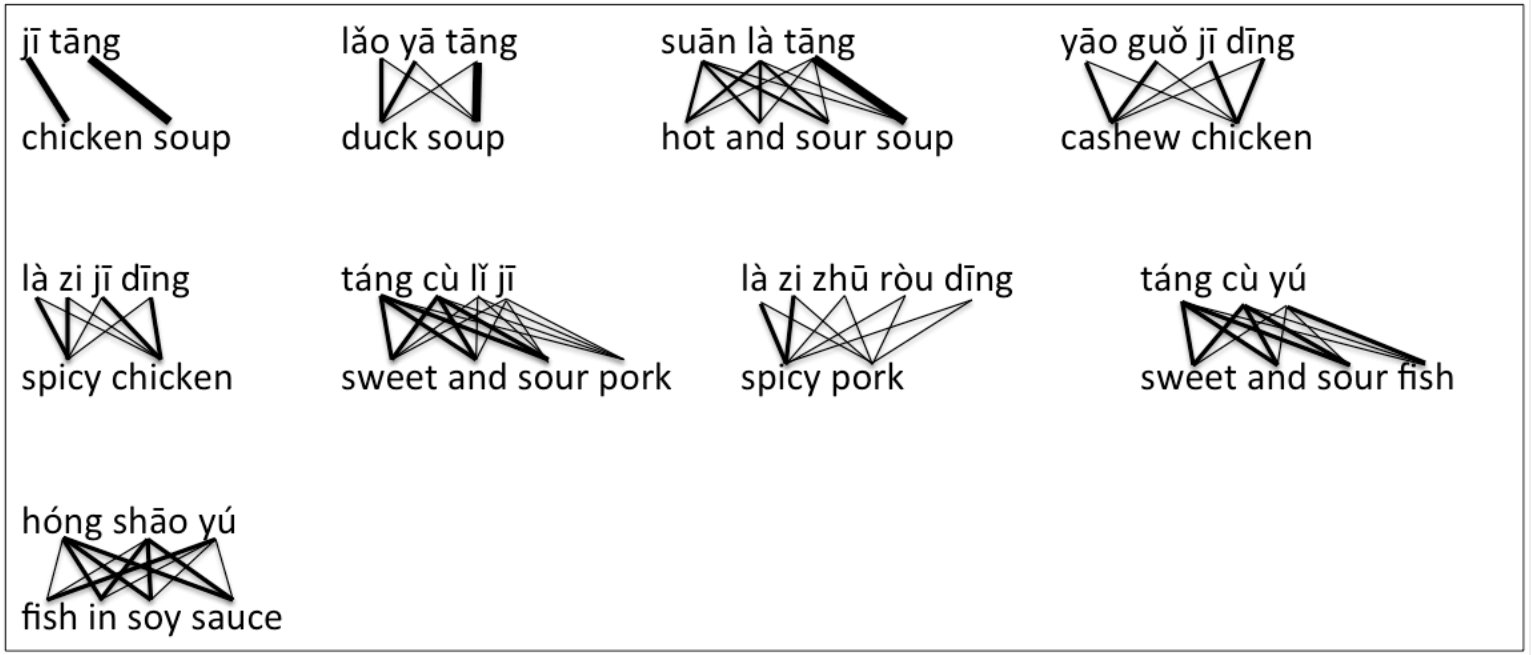
Uniforme verdeling



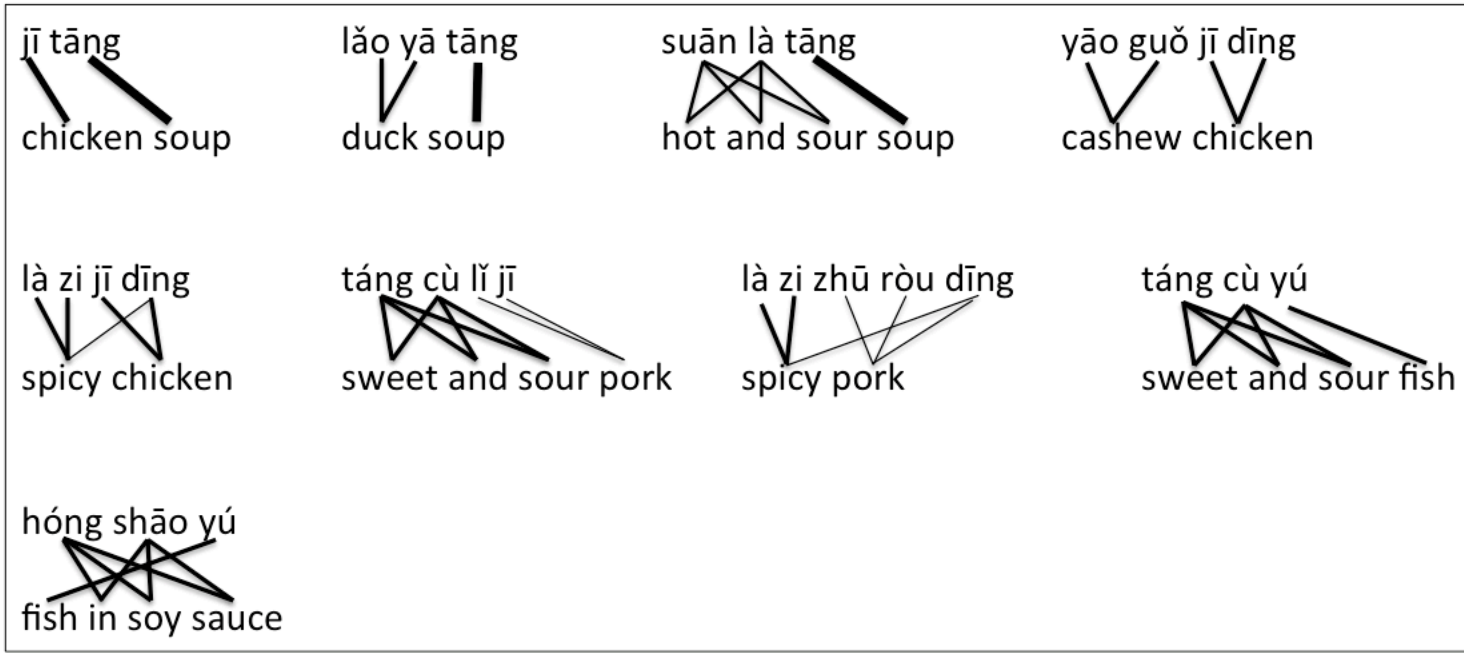
Na 1 iteratie



Na 2 iteraties



Tot convergentie



Tijd voor dessert?

麻饼　má bǎng

Tijd voor dessert?

麻饼　má bǎng

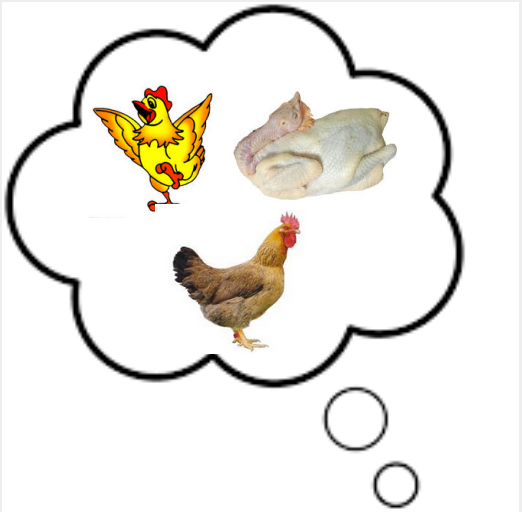
Datagebaseerde methode

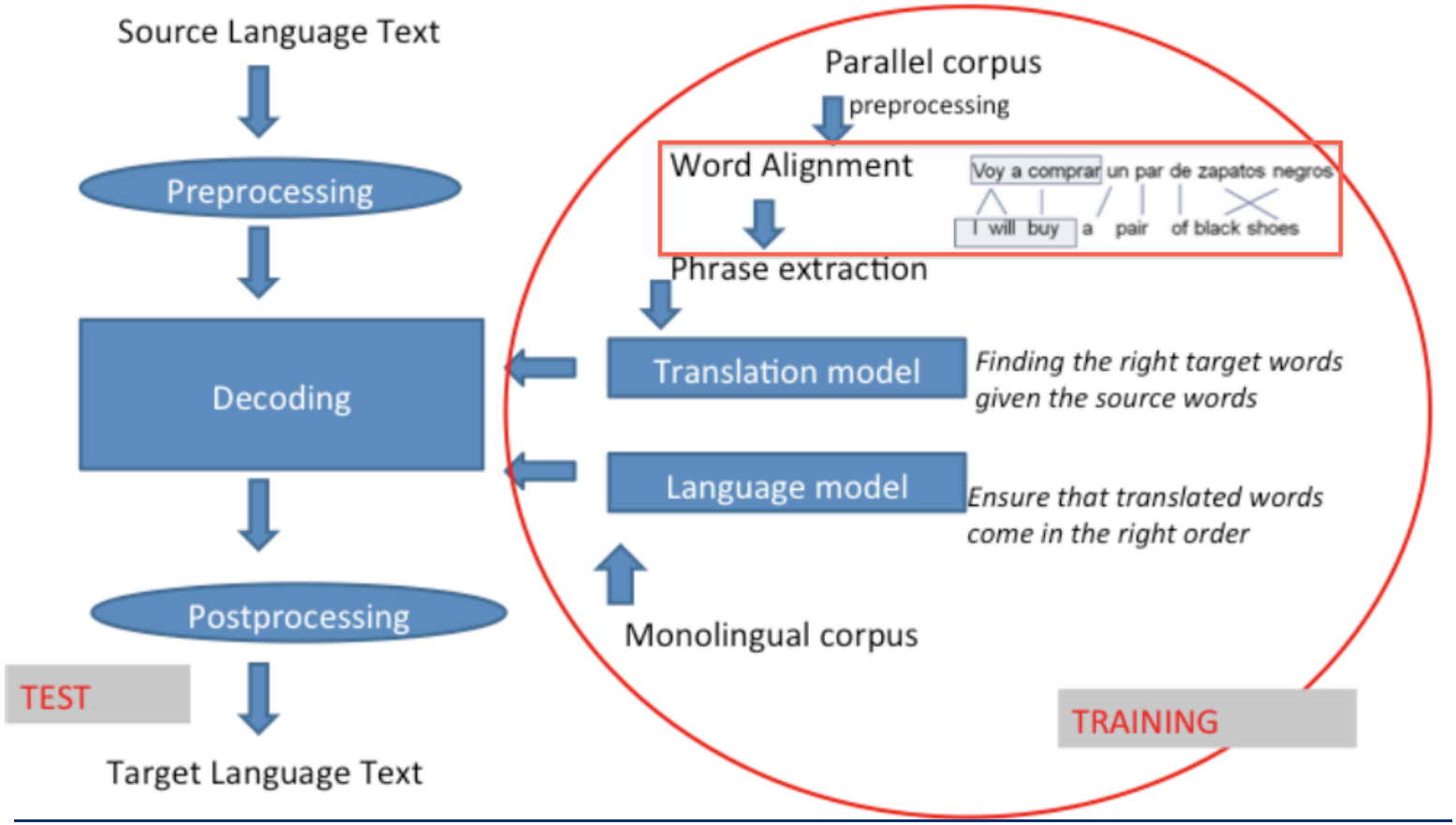
- Computer leidt alle kennis af uit data
- Meer data ➔ meer evidentie ➔ betere kwaliteit
- Kwaliteit ~ mate waarin te vertalen teksten lijken op trainingsmateriaal

Chinees-Nederlands

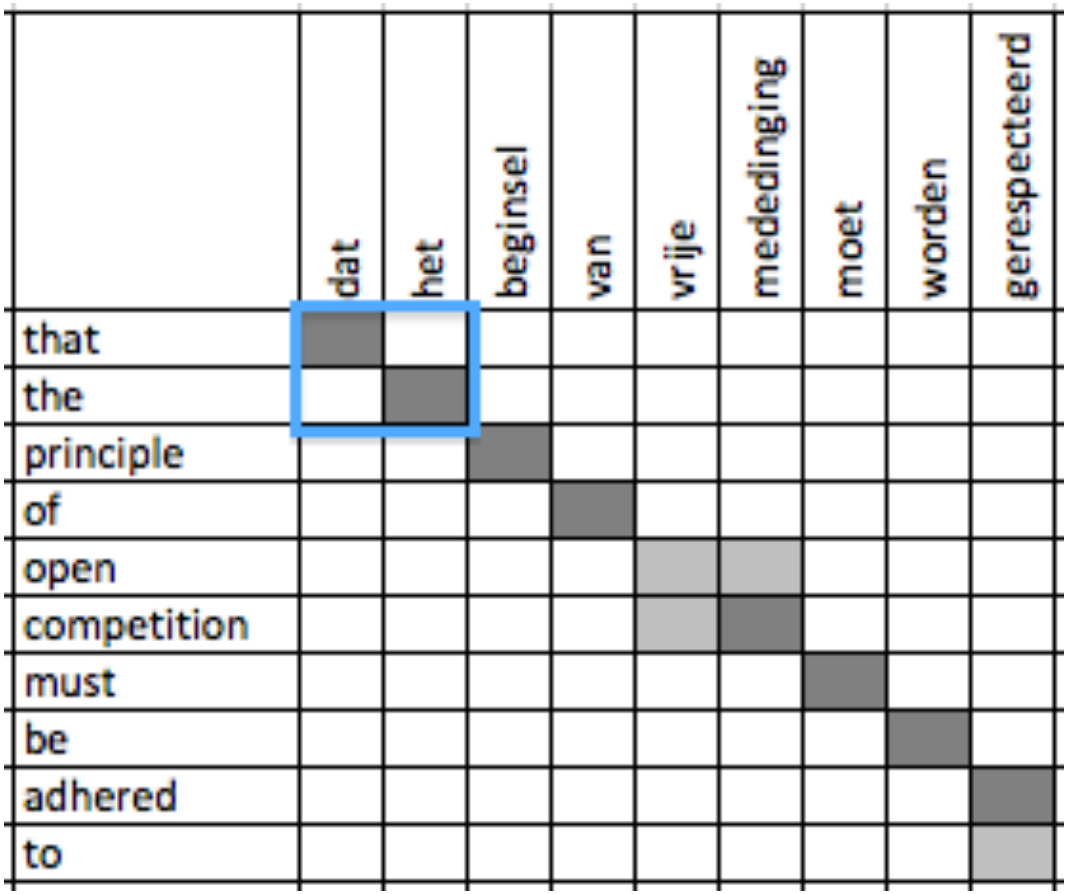
鸡汤	jī tāng	kippensoep
老鸭汤	lǎo yā tāng	eendensoep
酸辣汤	suān là tāng	zoetzure soep (heet)
…		
糖醋里肌	táng cù lǐ jī	varkensvlees, zoetzuur
糖醋鱼	táng cù yú	vis, zoetzuur
红烧鱼	hóng shāo yú	vis in sojasaus

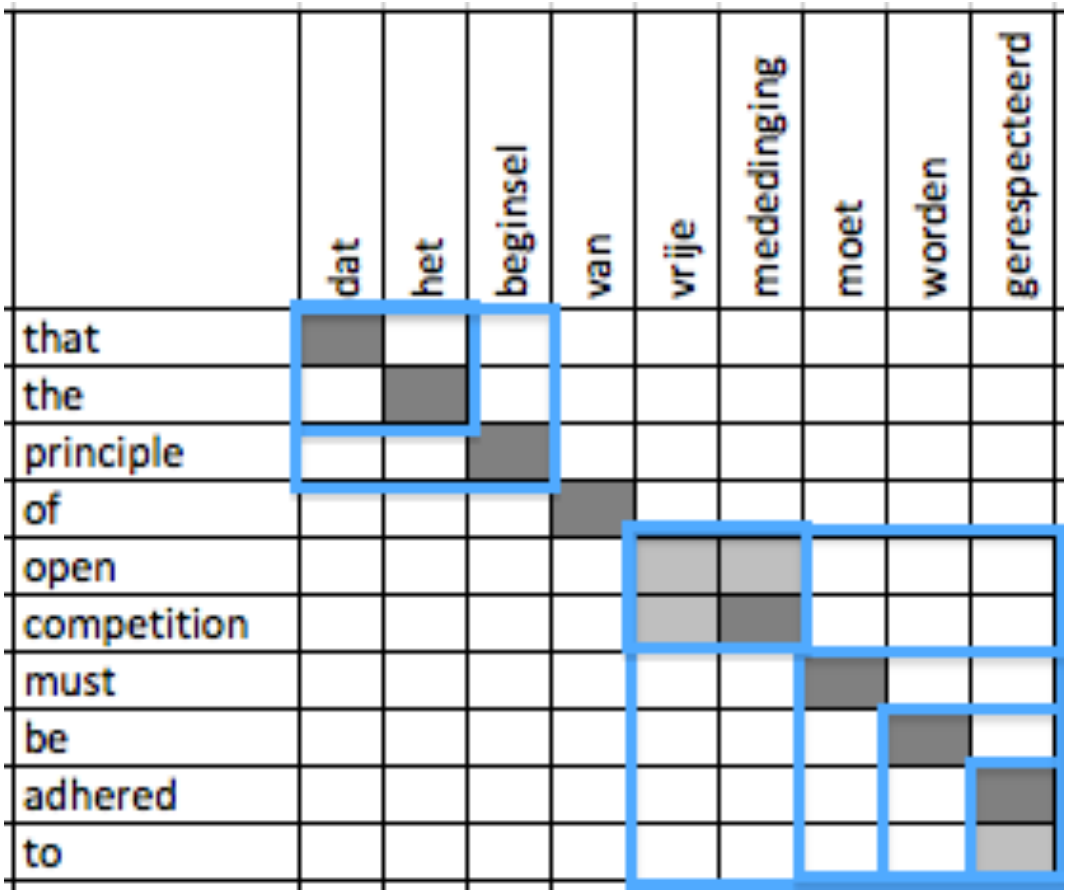
Betekenis?

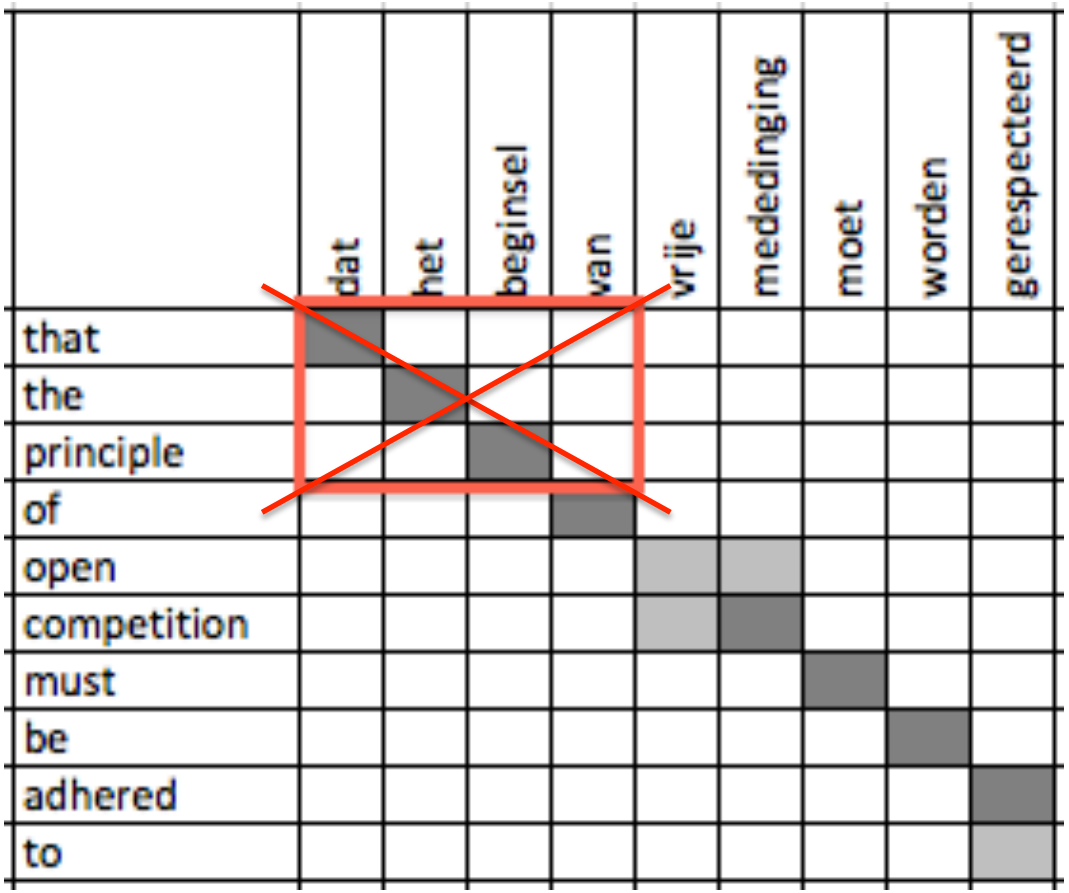



Source Language Text
Preprocessing
Decoding
Postprocessing
TEST
Target Language Text
Parallel corpus
preprocessing
Word Alignment
Voy a comprar un par de zapatos negros
I will buy a pair of black shoes
Phrase extraction
Translation model
Finding the right target words given the source words
Language model
Ensure that translated words come in the right order
Monolingual corpus
TRAINING

	dat	het	beginsel	van	vrije	mededinging	moet	worden	gerespecteerd
that									
the									
principle									
of									
open									
competition									
must									
be									
adhered									
to									


dat
het
beginsel
van
vrije
mededinging
moet
worden
gerespecteerd
that
the
principle
of
open
competition
must
be
adhered
to

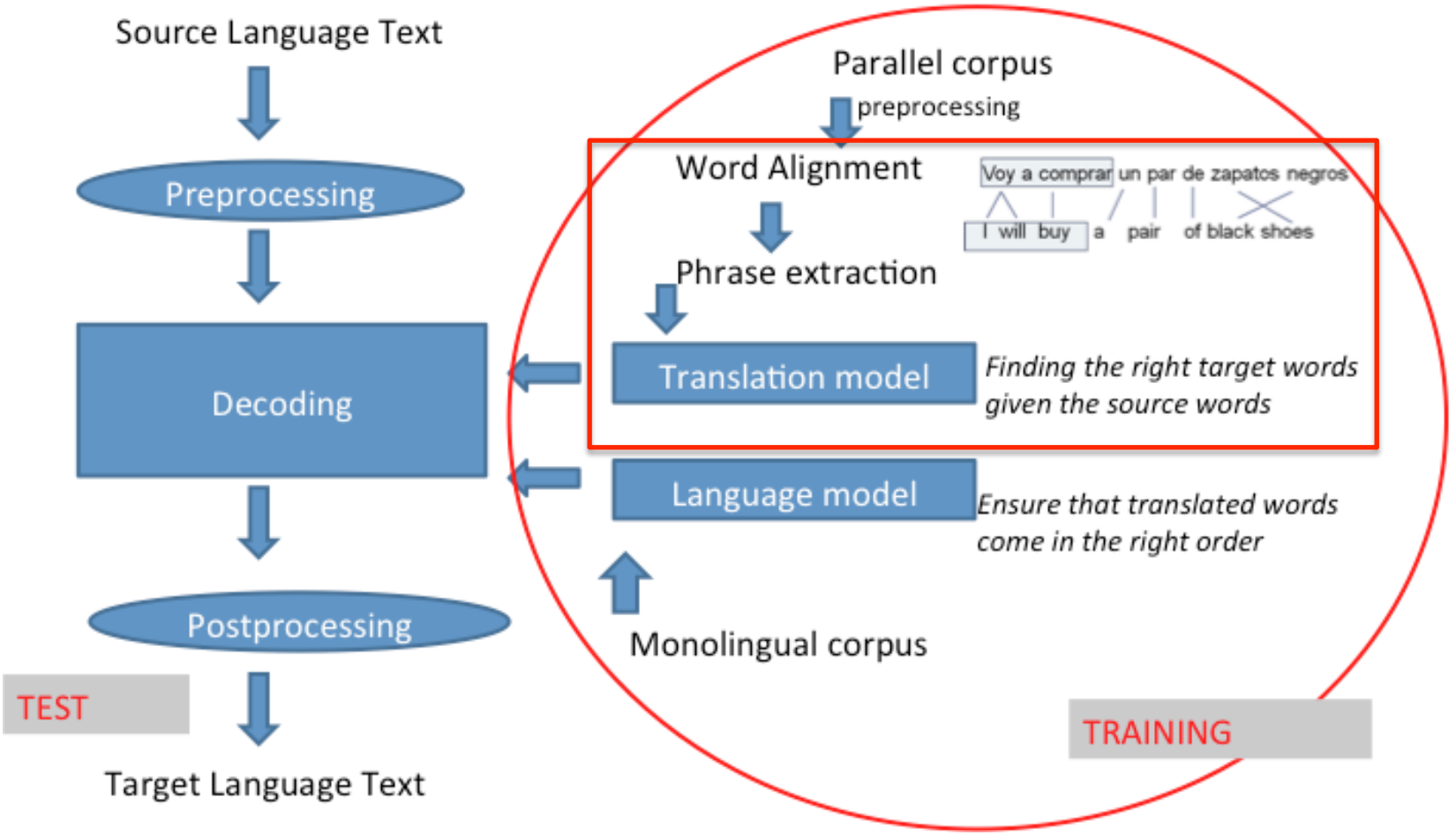

dat
het
beginsel
van
vrije
mededinging
moet
worden
gerespecteerd
that
the
principle
of
open
competition
must
be
adhered
to

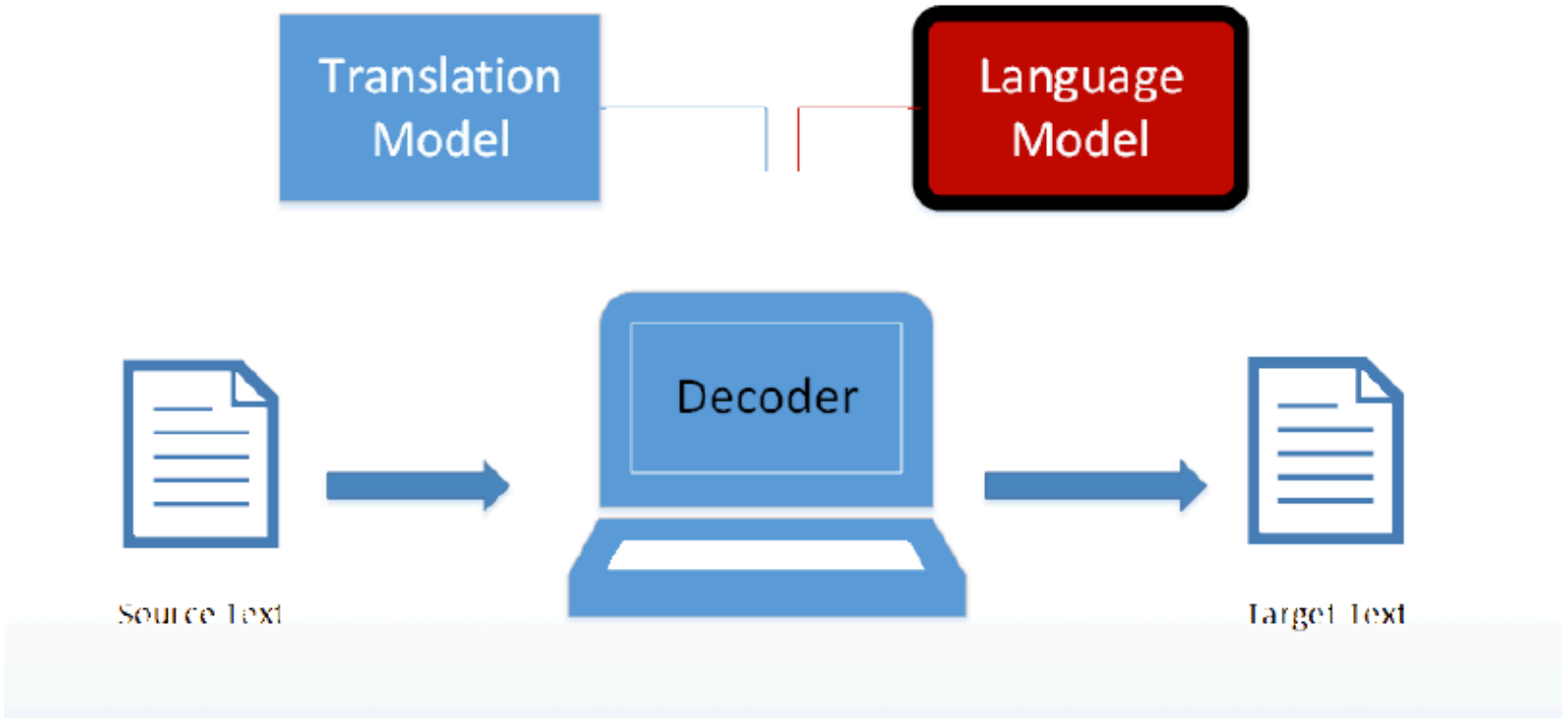

dat
het
beginsel
van
vrije
mededinging
moet
worden
gerespecteerd
that
the
principle
of
open
competition
must
be
adhered
to

Phrase table

```
competition ||| concurrentie ||| 0.810473 0.853619 0.2
competition ||| mededinging ||| 0.840251 0.899487 0.27
competition ||| de mededinging ||| 0.783431 0.899487 0
competition ||| de concurrentie ||| 0.586288 0.853619
competition ||| vergelijkend onderzoek ||| 0.654643 0.
competition ||| wedstrijd ||| 0.441456 0.420908 0.0097
competition ||| concurreren ||| 0.100731 0.131467 0.00
competition ||| van de mededinging ||| 0.106661 0.8994
competition ||| mededingingsvoorwaarden ||| 0.220767 0
competition ||| de ||| 1.88422e-05 0.0001257 0.0038995
competition ||| concurrentievoorwaarden ||| 0.155522 0
competition ||| competition ||| 0.978469 0.866799 0.00
competition ||| van concurrentie ||| 0.230769 0.853619
```


Translate
Instantvertaling uitschakelen
Engels
Nederlands
Frans
Taal herkennen
Nederlands
Engels
Frans
Vertaal
that the principle of open competition must be adhered to
dat het beginsel van vrije mededinging moet worden nageleefd
moet worden nageleefd
moeten worden gerespecteerd
dienen te worden nageleefd
acht moet worden genomen
moet worden gehouden
Deze vertaling verbeteren


Source Language Text
Preprocessing
Decoding
Postprocessing
TEST
Target Language Text
Parallel corpus
preprocessing
Word Alignment
Voy a comprar un par de zapatos negros
I will buy a pair of black shoes
Phrase extraction
Translation model
Finding the right target words given the source words
Language model
Ensure that translated words come in the right order
Monolingual corpus
TRAINING


Translation Model
Language Model
Decoder
Source Text
Target Text

UNIVERSITEIT GENT

FACULTEIT LETTEREN EN WIJSBEGEERTE

Hoe leert een computer wat correct Engels/Nederlands is?

Taalmodel

I like Chinese …

Taalmodel

I like Chinese food
New Year
tea
beer
.

Taalmodel

N-gram = sequentie van woorden

- n-gram van lengte 1 = unigram (woord)
- n-gram van lengte 2 = bigram
- n-gram van lengte 3 = trigram

Taalmodel

Bigram: I like Chinese food

I like
like Chinese
Chinese food

Taalmodel

Trigram: I like Chinese food

I like Chinese
like Chinese food

Taalmodel

Hypothese: Indien een zin veel plausibele n-grammen bevat is het een plausibele (“correcte”) zin

“I want Chinese food”

“I want food Chinese”

“I want Chinese lunch”

Taalmodel

Hypothese: Indien een zin veel plausibele n-grammen bevat is het een plausibele (“goede”) zin

“I want Chinese food”	1
“I want food Chinese”	3
“I want Chinese lunch”	2

Taalmodel

N-gram probabiliteit (monolinguale corpora)

bigram $$P(y \mid x) = \frac{\#(\text{"}x\ y\text{"})}{\#(\text{"}x\text{"})}$$

trigram $$P(z \mid x\ y) = \frac{\#(\text{"}x\ y\ z\text{"})}{\#(\text{"}x\ y\text{"})}$$

Taalmodel

"I want Chinese food"

P(want|I) x P(Chinese|want) x P(food|Chinese)

"I want food Chinese"

P(want|I) x P(food|want) x P(Chinese|food)

"I want Chinese lunch"

P(want|I) x P(Chinese|want) x P(lunch|Chinese)

Taalmodel: bi-gram probabiliteiten

I want Chinese food

P(want|I) x P(Chinese|want) x P(food|Chinese) = 0.32 x 0.0049 x 0.56 = 0.0008781

	I	want	to	eat	Chinese	food	lunch
I	.0023	.32	0	.0038	0	0	0
want	.0025	0	.65	0	.0049	.0066	.0049
to	.00092	0	.0031	.26	.00092	0	.0037
eat	0	0	.0021	0	.020	.0021	.055
Chinese	.0094	0	0	0	0	.56	.0047
food	.013	0	.011	0	0	0	0
lunch	.0087	0	0	0	0	.0022	0

Figure 6.5 Bigram probabilities for 7 of the words (out of 1616 total word types) in the Berkeley Restaurant Project corpus of ~10,000 sentences.

Taalmodel: bi-gram probabiliteiten

I want food Chinese

P(want|I) x P(food|want) x P(Chinese|food) = 0.32 x 0.0066 x 0 = 0

	I	want	to	eat	Chinese	food	lunch
I	.0023	.32	0	.0038	0	0	0
want	.0025	0	.65	0	.0049	.0066	.0049
to	.00092	0	.0031	.26	.00092	0	.0037
eat	0	0	.0021	0	.020	.0021	.055
Chinese	.0094	0	0	0	0	.56	.0047
food	.013	0	.011	0	0	0	0
lunch	.0087	0	0	0	0	.0022	0

Figure 6.5 Bigram probabilities for 7 of the words (out of 1616 total word types) in the Berkeley Restaurant Project corpus of ~10,000 sentences.

Taalmodel: bi-gram probabiliteiten

I want Chinese lunch

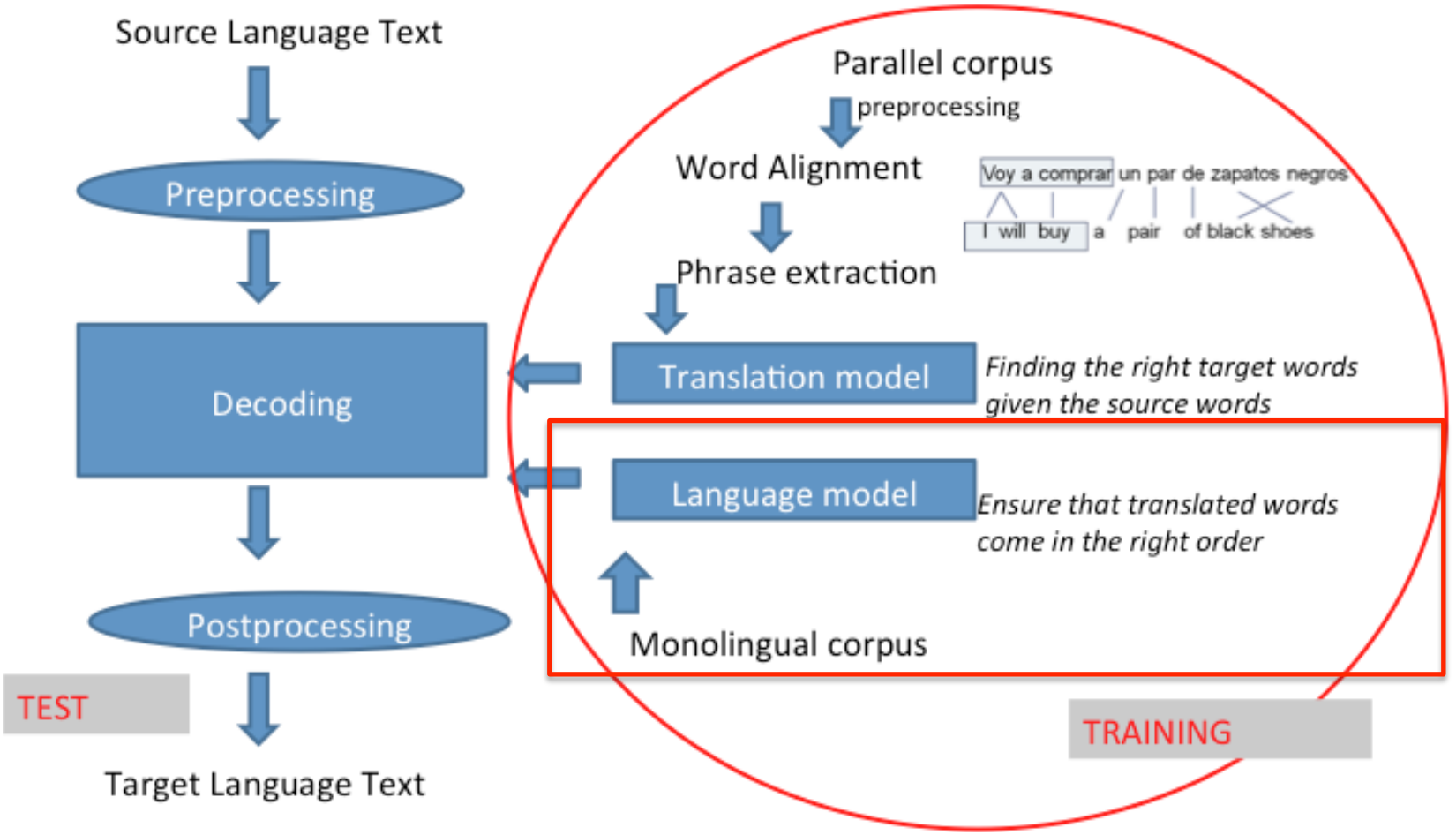
P(want|I) x P(Chinese|want) x P(lunch|Chinese) = 0.32 x 0.0049 x 0.0047 = 0.0000074

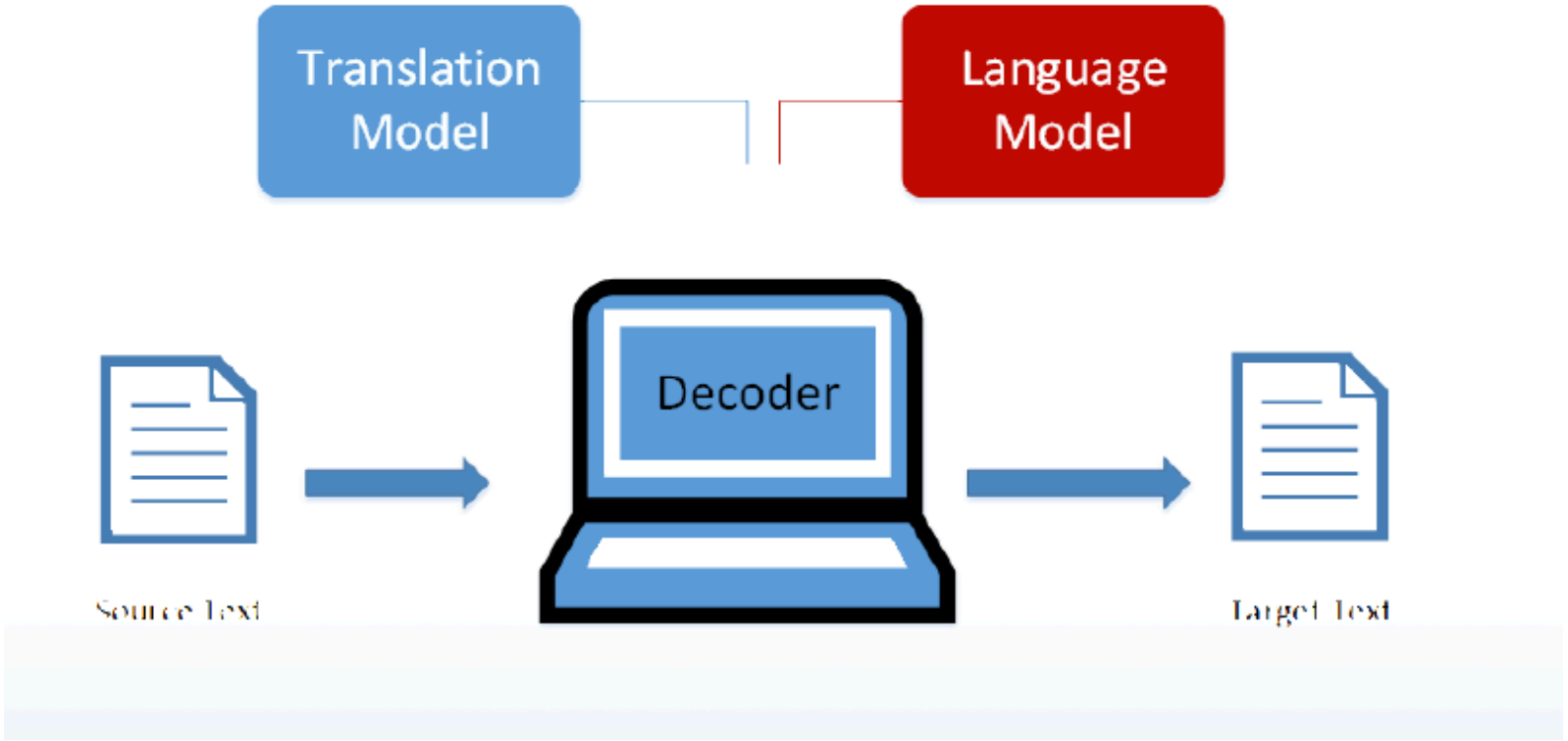
	I	want	to	eat	Chinese	food	lunch
I	.0023	.32	0	.0038	0	0	0
want	.0025	0	.65	0	.0049	.0066	.0049
to	.00092	0	.0031	.26	.00092	0	.0037
eat	0	0	.0021	0	.020	.0021	.055
Chinese	.0094	0	0	0	0	.56	.0047
food	.013	0	.011	0	0	0	0
lunch	.0087	0	0	0	0	.0022	0

Figure 6.5 Bigram probabilities for 7 of the words (out of 1616 total word types) in the Berkeley Restaurant Project corpus of ~10,000 sentences.

Taalmodel

“I want Chinese food”	0.0008781	1
“I want Chinese lunch”	0.0000074	2
“I want food Chinese”	0	3


Source Language Text
Preprocessing
Decoding
Postprocessing
TEST
Target Language Text
Parallel corpus
preprocessing
Word Alignment
Voy a comprar un par de zapatos negros
I will buy a pair of black shoes
Phrase extraction
Translation model
Finding the right target words given the source words
Language model
Ensure that translated words come in the right order
Monolingual corpus
TRAINING


Translation Model
Language Model
Decoder
Source Text
Target Text

that	these	rules	must	be	adhered	to
dat	deze	regels	moet	zijn	gehecht	naar
die	deze regels			wordt voldaan		
	deze voorschriften			worden nageleefd		
dat deze regels			dienen te worden nageleefd			
			acht moeten worden genomen			
			moet worden gerespecteerd			
			moeten worden gerespecteerd			

that	these	rules	must	be	adhered	to
dat	deze	regels	moet	zijn	gehecht	naar
die	deze regels		moeten	wordt voldaan		
	deze voorschriften			worden nageleefd		
dat deze regels			dienen te worden nageleefd			
			acht moeten worden genomen			
			moet worden gerespecteerd			
			moeten worden gerespecteerd			

that	these	rules	must	be	adhered	to
dat	deze	regels	moet	zijn	gehecht	naar
die	deze regels			wordt voldaan		
	deze voorschriften			worden nageleefd		

dat deze regels

- dienen te worden nageleefd
- acht moeten worden genomen
- **moet worden gerespecteerd**
- moeten worden gerespecteerd

that	these	rules	must	be	adhered	to
dat	deze	regels	moet	zijn	gehecht	naar
die	deze regels			wordt voldaan		
	deze voorschriften			worden nageleefd		

dat deze regels

- dienen te worden nageleefd
- acht moeten worden genomen
- moet worden gerespecteerd
- moeten worden gerespecteerd

Vertaalmodel

- Hogere probabiliteit voor zinnen met dezelfde betekenis
- Probabiliteiten op basis van bilinguale corpora

Taalmodel

- Hogere probabiliteit voor grammaticaal correcte zinnen
- Probabiliteiten op basis van monolinguale corpora

Decoder

- Maakt gebruik van taal- en vertaalmodel
- Zoekt naar combinatie van frases met hoogste probabiliteit

Typische SMT fouten

Woorden ontbreken (scheidbare werkwoorden)

women return home with

vrouwen [keren] terug naar huis met …

Verkeerde woordbetekenis

Episodes of personal violence could increase

Afleveringen van persoonlijk geweld zouden …

Typische SMT fouten

Woordvolgorde (geen inversie)

… omdat het merk is minder bekend

Gebrek aan congruentie

Emissies van schepen zal worden gemonitord

Nederlandse samenstellingen

de windenergie sector in Europa

Referenties

Andy Way and Mary Hearne (2011) On the Role of Translations in State-of-the-Art Statistical Machine Translation. *Language and Linguistics Compass* **5**:227—248

Philipp Koehn (2010) Statistical Machine Translation. Cambridge University Press

Szymon Klocek (2015) MT@EC. What's behind it?